



Bilan technique 2019-2020 : Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux du Grand Sud (années 2019 et 2020)

Version finale

22/06/2022

L. Desoutter (OEIL), A. Bertaud (OEIL)



OEIL

**Observatoire de
l'environnement
Nouvelle-Calédonie**

SOMMAIRE

1	Bilan Grand Sud – Présentation du projet.....	8
1.1	Origine.....	8
1.2	Objectifs	8
1.3	Données considérées.....	9
1.4	Périmètre géographique.....	10
1.5	Éléments de contexte	10
1.5.1	Concernant le Grand Sud	10
1.5.2	A propos de Prony Resources Nouvelle-Calédonie.....	11
1.6	Approche méthodologique	19
1.7	Principes méthodologiques	20
1.7.1	Découpage des milieux en zones	20
1.7.2	Qualification des paramètres.....	22
1.7.3	Qualification des stations.....	22
1.7.4	Amélioration continue	24
1.8	Limites	24
2	Bilan Grand Sud - Informations générales (2019 et 2020).....	25
2.1	Bilan météorologique	25
2.1.1	Bilan météorologique 2019.....	25
2.1.2	Bilan météorologique 2020.....	26
2.2	Conséquences des blocages du site industriel en fin d'année 2020.....	27
2.3	Focus sur diverses pressions environnementales.....	28
2.3.1	Incendies	28
2.3.2	Défrichements.....	31
2.3.3	Erosion	32
2.3.4	Espèces envahissantes	33
2.3.5	Pression lumineuse et conséquences en terme d'échouages d'oiseaux marins.....	37
2.4	Mesures de gestion	38
2.4.1	Gestions des effluents industriels et des rejets liquides et atmosphériques (2019 et 2020)	38
2.4.2	Révégétalisation.....	44
2.4.3	Lutte contre les espèces envahissantes.....	46
2.4.4	Protection des espèces animales et végétales	47

3	Bilan Grand Sud - Milieux marins	50
3.1	Méthodologie - Milieux marins	50
3.1.1	Suivis environnementaux - milieux marins	50
3.1.2	Localisation des réseaux de suivi - milieux marins	54
3.1.3	Qualification des paramètres - milieux marins	62
3.1.4	Evaluation de la qualité des suivis - milieux marins.....	68
3.1.5	Qualification des stations - milieux marins.....	69
3.1.6	Amélioration continue - milieux marins	70
3.2	Résultats 2020 - Milieux marins	71
3.2.1	Synthèse des scores 2020 - milieux marins	71
3.2.2	Informations - 2018 à 2020 - non intégrables au diagnostic - milieux marins	77
3.2.3	Éléments d'interprétation des résultats 2019 et 2020	80
3.2.4	Détails des scores 2020 par zone - milieux marins	81
4	Bilan Grand Sud - Milieux eaux douces	112
4.1	Méthodologie - Milieux eaux douces	112
4.1.1	Suivis environnementaux - milieux eaux douces	112
4.1.2	Localisation des réseaux de suivi - milieux eaux douces	117
4.1.3	Caractérisation des influences à l'amont des stations – milieux eaux douces	127
4.1.4	Qualification des paramètres - milieux eaux douces.....	139
4.1.5	Evaluation de la qualité des suivis - milieux eaux douces.....	144
4.1.6	Qualification des stations - milieux eaux douces.....	145
4.2	Résultats 2020 - Milieux eaux douces.....	149
4.2.1	Synthèse des scores 2020 - milieux eaux douces	149
4.2.2	Détails des scores 2020 par zone - milieux eaux douces	157
5	Bilan Grand Sud - Milieux terrestres.....	222
5.1	Méthodologie - Milieux terrestres	222
5.1.1	Suivis environnementaux - milieux terrestres	222
5.1.2	Localisation des réseaux de suivi - milieux terrestres.....	226
5.1.3	Qualification des paramètres - milieux terrestres	233
5.1.4	Evaluation de la qualité des suivis - milieux terrestres.....	239
5.1.5	Qualification des stations - milieux terrestres	240
5.1.6	Amélioration continue - milieux terrestres.....	240
5.2	Résultats 2020 - Milieux terrestres.....	241
5.2.1	Synthèse des scores 2020 - milieux terrestres.....	241

5.2.2	Informations - 2019 et 2020 - non intégrables au diagnostic - milieux terrestres	244
5.2.3	Détails des scores 2020 par zone - milieux terrestres	245
5.2.4	.....	270
6	Bibliographie	271
6.1	Tous milieux confondus	271
6.2	Milieux marins	271
6.3	Milieux eaux douces.....	272
6.4	Milieux terrestres.....	273
7	Annexes	276
7.1	Annexe 1 : Profil d'altération du massif de Goro.....	276
7.2	Annexe 2 : Fosse minière et extraction du minerai	277
7.3	Annexe 3 : Unités de procédé de l'UPM - CIM	278
7.4	Annexe 4 : Etapes du procédé hydrométallurgique de l'usine de traitement du minerai 279	
7.5	Annexe 5 : Unités de procédé de l'usine de traitement du minerai	280
7.6	Annexe 6 : Traitement des effluents au niveau de l'unité 285 et devenir des résidus liquides et solides.....	282
7.7	Annexe 7 : Aire de stockage des résidus actuel et futur	283
7.8	Annexe 8 : Plan de gestion des eaux pluviales de l'usine de traitement du minerai	284
7.9	Annexe 9 : Plan de gestion des eaux pluviales de l'UPM-CIM	286
7.10	Annexe 10 : Plan de gestion des eaux pluviales de la mine.....	288
7.11	Annexe 11 : Plan de gestion des eaux pluviales de l'ASR.....	291
7.12	Annexe 12 : Composition des effluents liquides traités (dans l'unité 285) puis rejetés au niveau du diffuseur de l'émissaire marin.....	294
7.13	Annexe 13 : Composition des résidus stockés au niveau de l'ASR.....	295
7.14	Annexe 14 : Valeurs limites de rejets en sortie d'usine de traitement des effluents (unité 285) 297	
7.15	Annexe 15 : Valeurs limites de rejets en sortie d'ouvrages de gestion des eaux pluviales de l'usine de traitement du minerai (bassins de contrôle).....	298
7.16	Annexe 16 : Valeurs limites des rejets liquides de Prony Energies	299
7.17	Annexe 17 : Valeurs limites des rejets en sortie des débourbeurs – séparateurs à hydrocarbures du complexe industriel et minier de PRNC	302
7.18	Annexe 18 : Valeurs limites des rejets en sortie des stations d'épuration (step 5 et 6) de la base vie de PRNC	303
7.19	Annexe 19 : Anciennes valeurs limites des eaux souterraines collectées par le système de drainage sous la géomembrane de l'ASR - abrogées le 13/11/2017	304

7.20	Annexe 20 : Anciennes valeurs limites des eaux souterraines collectées par le système de drainage de la berme de l'ASR - abrogées le 13/11/2017	305
7.21	Annexe 21 : Valeurs limites des rejets atmosphériques en sortie des installations les plus émettrices de polluants atmosphériques (SO ₂ , NO _x et poussières)	306
7.22	Annexe 22 : Impacts environnementaux résiduels (étude d'impact Usine et UPM/CIM 2007)	307
7.23	Annexe 23 : Impacts environnementaux résiduels (étude d'impact ASR 2007)	309
7.24	Annexe 24 : Impacts environnementaux résiduels (étude d'impact Mine 2016).....	310
7.25	Annexe 25 : Futur réseau de suivi des eaux souterraines à l'aval de l'ASR - projet Lucy	311
7.26	Annexe 26 : Statuts de la Liste rouge de l'UICN.....	312
7.27	Annexe 27: Liste des membres du Cotec et des participants aux derniers ateliers méthodologiques de mai et juin 2019	313
7.28	Annexe 28 : Liste des paramètres physicochimiques du milieu marin.....	315
7.29	Annexe 29 : Coordonnées géographiques des stations de suivi et hors d'influence – milieux marins	316
7.30	Annexe 30 : Composés organiques recherchés dans les sédiments récents des baies de Kwé et de Port Boisé – étude CEIL/CCCE 2020	319
7.31	Annexe 31 : Tableau des scores 2018 des paramètres chimiques et physicochimiques du milieu marin ne contribuant pas à la notation des zones	320
7.32	Annexe 32 : Coordonnées géographiques des stations de suivi et hors d'influence – milieux eaux douces	321
7.33	Annexe 33 : Liste des paramètres physicochimiques des milieux eaux douces	326
7.34	Annexe 34 : Gammes de référence physico-chimiques -eaux douces.....	330
7.35	Annexe 35: Score 2019 – milieux marins	332
7.36	Annexe 36 : Score 2019 – eaux douces de surface.....	336
7.37	Annexe 37 : Score 2019 - eaux souterraines	338
7.38	Annexe 38 : Score 2019 – milieux terrestres	339
7.39	Annexe 39: Caractérisation des stations eaux douces sous influence et hors d'influence du complexe industriel et minier de PRNC	341
7.39.1	Bassin versant du Creek Baie Nord	341
7.39.2	Bassin versant de la Kwé.....	347
7.39.3	Bassin versant de la Truu	353
7.39.4	Stations hors d'influence	360

ABREVIATIONS

ASR : Aire de Stockage des Résidus

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CCCE : Comité Consultatif Coutumier Environnemental

CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels

CIM : Centre Industriel de la Mine

COTEC : Comité technique

CNRT : Centre National de Recherche Technologique sur le « Nickel et son environnement »

DAFE : Direction du service de l'Agriculture, de la Forêt et de l'Environnement

DAVAR : Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

EIE : Élément Important de l'Environnement

ERM : Espèces Rares et Menacées

EN : Endangered

HER : Hydro-écorégion

HSE : Hygiène Sécurité Environnement

IBNC : Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie

IBS : Indice Biotique Sédimentaire

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IDNC : Indice Diatomique de Nouvelle-Calédonie

IQA : Indice de Qualité de l'Air

IPA : Indice Patrimonial Avifaunistique

LC : Least Concern

MFIP : Massifs Forestiers d'Intérêt Prioritaires

MIB : Macroinvertébrés Benthiques

MOS : Mode d'Occupation du Sol

NHC : Nickel Hydroxyde Cake

NO_x : Oxyde d'Azote

NT : Near threatened

OEIL: Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie

PE : Prony Energies

PM10 : Particulate Matter (de diamètre inférieur à 10 µm)

PRNC : Prony Resources Nouvelle-Calédonie

RORC : Réseau d'Observation des Récifs Coralliens

STEP : Station d'épuration

SO₂ : Dioxyde de Soufre

VU : Vulnérable

UPM : Unité de Préparation du Minerai

1 Bilan Grand Sud – Présentation du projet

1.1 Origine

En 2009, l'installation du complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-Calédonie (devenu Prony Resources Nouvelle-Calédonie en 2021) dans le Grand Sud était conditionnée à la mise en œuvre d'un Pacte de développement durable (comprenant notamment la structure du Conseil Coutumier Consultatif Environnemental) et d'un Observatoire de l'Environnement, l'OEIL. Dans ce contexte, une des missions principales dévolue à l'OEIL était d'évaluer selon des méthodes scientifiquement validées l'état de l'environnement autour du complexe de PRNC et d'informer le public intéressé des résultats obtenus de manière indépendante.

A partir de 2013, l'OEIL était en mesure de produire le 1er bilan environnemental du Grand Sud, consistant en une synthèse des résultats de l'ensemble des suivis environnementaux opérés avant 2013 dans le Grand Sud et principalement centrés autour de PRNC. Ensuite, la démarche a été reconduite chaque année en vue de produire des bilans environnementaux annuels, qui s'échelonnent de 2013 à 2018. Le bilan Grand Sud 2019-2020, 8ème édition à paraître, porte exceptionnellement sur deux années de suivi.

1.2 Objectifs

L'objet de ce bilan des suivis environnementaux, qui s'intéresse aux trois types de milieux (marins, eaux douces et terrestres), est de tenter de répondre aux questions suivantes :

- « Dans quel état se trouve les milieux en comparaison à leurs situations de référence ? » ;
- « Quelle est leurs évolutions ? » ;
- « À quoi sont dus les états observés ? » ;
- « Quelles sont les mesures de gestion mises en œuvre pour pallier aux perturbations ? ».

Ce travail étant réalisé dans la concertation, il offre un lieu unique d'échanges entre les différentes parties prenantes (autorités publiques, industriels, scientifiques) qui peuvent alors discuter des résultats, de leurs interprétations et proposer éventuellement des améliorations pour mieux détecter les perturbations à l'avenir. Dans un second temps, la concertation se poursuit avec les autres parties prenantes (dont les associations environnementales) au moment de la vulgarisation des résultats, ce qui permet d'apporter une information factuelle et indépendante sur l'état des milieux autour de PRNC aux populations riveraines et au Grand public.

Il est important de souligner que ce bilan n'a pas vocation à traiter des questions en lien avec la santé humaine (qualité sanitaire de l'air, de l'eau potable et des produits issus du milieu marin), ni de celles en lien avec l'usage des ressources naturelles (état des parcelles agricoles, stocks de ressources halieutiques, etc.).

La vérification de la conformité de l'état du milieu avec les études d'impact des exploitants industriels et miniers n'est pas non plus l'objet du bilan, cette compétence relevant de l'autorité publique en

charge de la réglementation environnementale et des inspections sur les mines et les Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE).

Enfin, ce bilan évalue l'impact des pollutions chroniques et non des pollutions accidentelles. Cependant, les événements de pollutions accidentelles et ponctuelles dont nous aurions eu connaissance sont tout de même relatés à titre d'information.

1.3 Données considérées

Classiquement, un bilan Grand Sud élaboré l'année n porte sur les résultats des suivis environnementaux de l'année précédente (année n -1).

Exceptionnellement, le bilan Grand Sud élaboré en 2021 concerne les résultats des suivis environnementaux des deux années précédentes, à savoir 2019 et 2020. Ceci s'explique par un retard dans la livraison des données 2019, ayant conduit au choix de traiter deux années de suivis en même temps afin d'éviter un décalage trop important entre l'année des suivis et la communication de leurs résultats.

Dans le cas où certains suivis n'auraient été conduits ni en 2019 ni en 2020 en raison d'une fréquence de suivi supérieure à deux ans, les résultats des suivis antérieurs ont pu être considérés à condition qu'ils respectent les pas de temps maximaux d'exploitation des données, variables d'un suivi à l'autre (cf. Tableau 1).

Milieux	Suivis environnementaux	Types de suivis	Pas de temps maximaux
Marin	Eaux de surface	Physico-chimiques	n
	Flux de particules	Physico-chimiques	n
	Sédiments de surface (benne)	Physico-chimiques	n-3
	Sédiments profonds (carottage)	Physico-chimiques	n-3
	Faune marine (substrat, MIB, poissons)	Biologiques	n-1
Eaux douces	Eaux de surface	Physico-chimiques	n
	Sédiments	Physico-chimiques	n
	Eaux souterraines	Physico-chimiques	n
	Faune de rivière (diatomées, MIB, poissons)	Biologiques	n
Terrestre	Air	Physico-chimiques	n
	Sol et litière	Physico-chimiques	n
	Flore (Symptomatologie et fluorimétrie)	Biologiques	n
	Flore (MFIP)	Biologiques	n-1
	Oiseaux	Biologiques	n-1
	Lézards	Biologiques	n-1

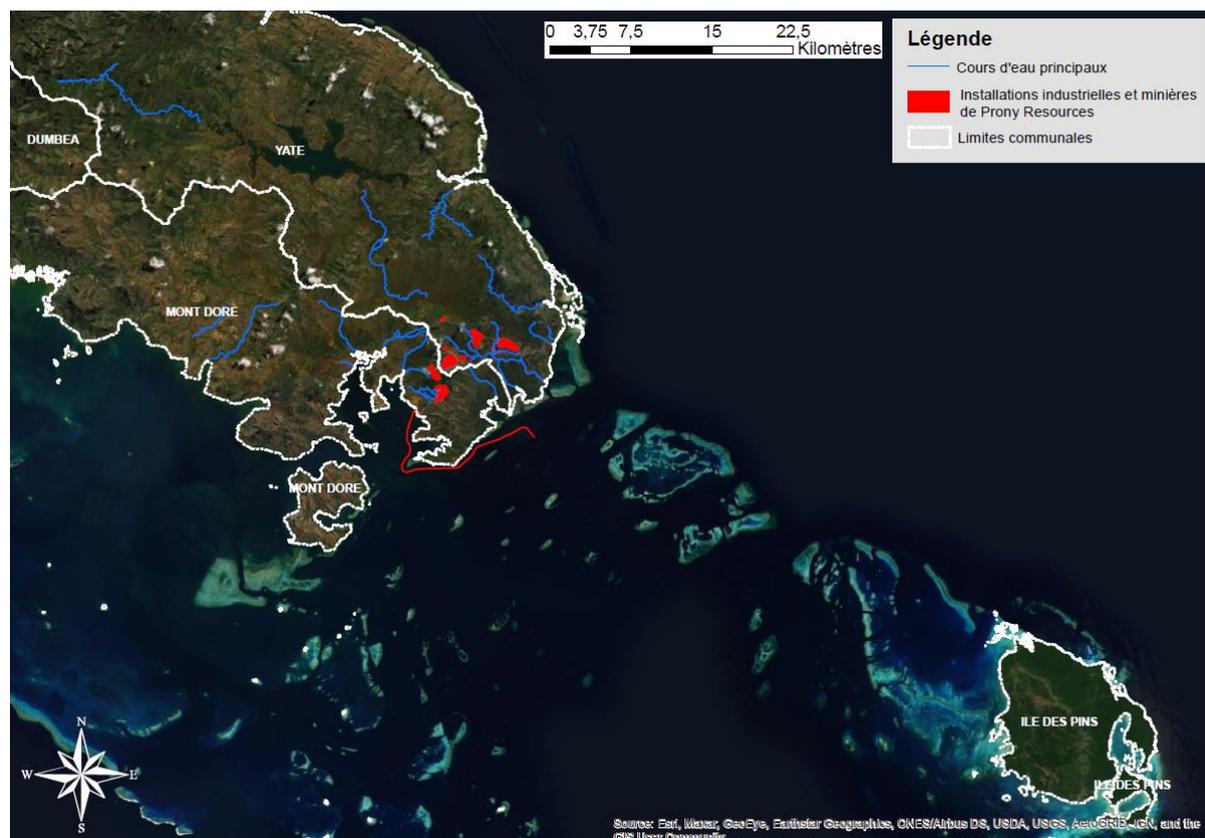
Tableau 1: Pas de temps maximaux en fonction des suivis environnementaux considérés (n correspond à l'année révolue la plus récente).

En règle générale, les paramètres physico-chimiques sont susceptibles d'évoluer plus rapidement que les paramètres biologiques d'où la nécessité de considérer les données de l'année révolue la plus récente (n). Une exception à la règle : les sédiments du milieu marin dont l'analyse reste pertinente 3 ans plus tard (n-3).

En ce qui concerne les suivis biologiques, les données datant de l'année antérieure (n-1) restent pertinentes pour l'analyse, à l'exception des données sur la faune de rivière et sur la flore terrestre (symptomatologie) dont l'analyse doit se faire l'année n.

1.4 Périmètre géographique

La zone d'étude concerne le Grand Sud (communes de Yaté, Mont-Dore et île des Pins), avec un focus particulier sur l'environnement situé dans le périmètre d'influence de l'exploitant Prony Resources Nouvelle Calédonie, au niveau duquel la plupart des suivis environnementaux sont déployés.



1.5 Éléments de contexte

1.5.1 Concernant le Grand Sud

1.5.1.1 Pressions potentielles

Le Grand Sud calédonien, comme la plus grande majorité du territoire, est soumis à des perturbations anthropiques qui menacent sa biodiversité et son environnement. Les incendies, l'activité minière et industrielle, l'artificialisation des sols, l'érosion, la pollution, les invasions biologiques, la fragmentation des habitats, représentent les principales pressions en Nouvelle-Calédonie et notamment sur les écosystèmes du Grand Sud calédonien.

Depuis un siècle et demi, cette région a subi une exploitation forestière conséquente ainsi que des activités de prospection et d'exploitation minières, toutes ayant pour effet d'affecter le couvert végétal et d'accentuer le phénomène d'érosion.

Plus récemment, depuis une vingtaine d'années environ, le complexe industriel et minier de Prony Resources NC s'est développé. L'usine pilote, première infrastructure du complexe, a été construite en 1998, suivie de l'usine commerciale mise en service en 2009. Dès lors, les activités de l'exploitant et plusieurs accidents ont engendré des perturbations de l'environnement.

En dehors des activités industrielles et minières de Prony Resources NC, d'autres sources de pression sont présentes au sein de la zone d'étude, à savoir une autre mine en activité (mine Ada exploitée par MKM), des incendies, des hôtels (notamment au niveau de Port Boisé), des habitations, des éoliennes et de larges pistes en haut des bassins versants débouchant dans le Canal Woodin, ainsi que des mines orphelines non revégétalisées influençant notamment la baie de Prony.

1.5.1.2 Mesures de gestion

Au regard de toutes ces perturbations, la mise en œuvre d'actions pour éviter la destruction, restaurer, compenser ou conserver la biodiversité dans cette zone d'influence de Prony Resources NC sont nécessaires. Ainsi, le milieu marin de la région comprend deux réserves naturelles marines, une aire de gestion durable des ressources et un parc provincial intégrant la zone du lagon sud inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO. Concernant le milieu terrestre, le Grand Sud compte huit réserves naturelles, deux aires de gestion durable des ressources et un parc provincial.

1.5.2 A propos de Prony Resources Nouvelle-Calédonie

Des autorisations d'exploitation ont été accordées à PRNC pour les différentes installations qui constituent le complexe industriel et minier (Figure 2).

Principales installations	Référence de l'arrêté d'autorisation d'exploitation
Port	Arrêté n°891-2007/PS du 13 juillet 2007
Usine et UPM-CIM	Arrêté n°1467-2008/PS du 9 octobre 2008
ASR	Arrêté n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008
Mine et UPM-CIM	Arrêté n°2698-2016/DIMENC du 30 septembre 2016
Projet Lucy	Arrêté n°3690-2017/DIMENC du 29 novembre 2017

Tableau 2 : Arrêtés d'exploitation des principales installations de PRNC -Source OEIL.

1.5.2.1 Description succincte du procédé industriel

Le massif du sud est constitué d'un socle rocheux de péridotites surmonté d'un manteau d'altération. Deux types de minerais sont exploités au sein de ce profil d'altération : des minerais latéritiques et des minerais saprolitiques (Figure 115). L'extraction du minerai est réalisée à l'aide d'explosif au niveau de la fosse minière (Figure 116). Le minerai est ensuite transporté dans des engins miniers vers l'UPM-CIM (Figure 118 et Figure 119) pour être transformé en pulpe par ajout d'une grande quantité d'eau. Via une canalisation, la pulpe est ensuite transportée de l'UPM vers l'usine de traitement du minerai. Dix-huit unités de procédés qui composent l'usine de traitement du minerai (Figure 121) assurent chacune une étape du procédé hydrométallurgique de transformation de la pulpe en produit fini (Figure 120). L'ajout de différents réactifs (acide chlorhydrique, acide sulfurique, calcaire, etc) permet de purifier la solution afin d'obtenir les produits finis (oxyde de nickel et carbonate de cobalt), mais conduit dans le même temps à la production de volumes importants de déchets liquides et solides, appelés « effluents » (Figure 122).

Remarque : Début 2020 et pour répondre à la demande du marché des véhicules électriques, le procédé de l'usine a été simplifié (ex : arrêt de l'utilisation de l'acide chlorhydrique, moins de chaux utilisée, etc) en vue d'obtenir un produit intermédiaire composé de 37% de Nickel et 2 à 3 % de Cobalt : l'hydroxyde de nickel (Nickel Hydroxyde Cake , NHC), matière première utilisée dans la fabrication des batteries électriques.

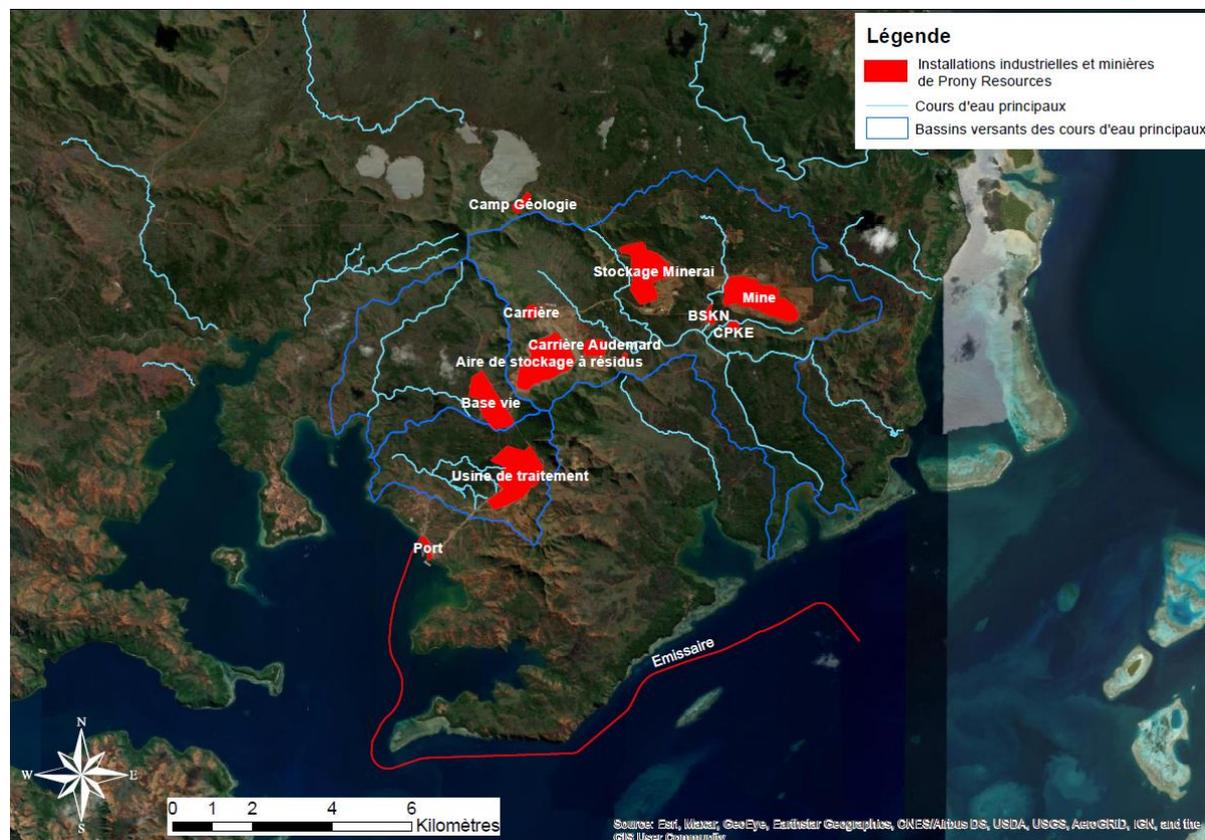


Figure 2: Emprise des installations de PRNC (en rouge) sur les différents bassins versants impactés – Source CEIL

1.5.2.2 Effluents industriels et rejets atmosphériques générés

Les effluents industriels générés au niveau des différentes unités de procédé de l'usine de traitement du minéral sont neutralisés dans une unité dédiée, appelée usine de traitement des effluents (unité 285) - cf. n°26 de la Figure 121. Cette usine comprend plusieurs unités de traitement différentes (pour les pulpes, effluents acides et effluents chlorures), dont une spécifique au traitement du Manganèse étant donné que cet élément est particulièrement concentré dans les effluents entrants (100 mg/L) - cf. Figure 123. A l'issue du traitement, la fraction solide traitée est envoyée vers l'ASR, tandis que la fraction liquide traitée mais non recyclable est dirigée vers l'émissaire marin. La fraction liquide recyclable dans le process est quant à elle stockée au niveau d'un bassin d'eau de procédé - cf. n°9 de la Figure 121.

L'ASR est le lieu de stockage des résidus solides (pulpe contenant 43% de matières solides), équipé d'un barrage destiné à retenir le volume de résidus (Figure 124). L'étanchéité de l'installation contre les infiltrations d'eaux interstitielles vers les eaux souterraines est assurée par une géomembrane ainsi que par un système de drainage placé sous la géomembrane (Figure 137). La géomembrane couvre 86,6 % de la surface totale des résidus, les pentes de terrain les plus inclinées n'ayant pas été couvertes en raison de la complexité de mise en œuvre. La composition des résidus stockés au niveau de l'ASR

est présentée en annexe (Tableau 69). Les teneurs sont particulièrement élevées dans les eaux d'exhaure et de ruissellements des résidus pour les paramètres suivants : Sulfates (10000 à 30000 mg/L), Magnésium (4000 à 8000 mg/L), Calcium (500 à 1000 mg/L) et Manganèse (300 à 800 mg/L).

Remarque : La saturation de l'ASR KO2 en résidus est prévue pour 2024. Le projet Lucy d'usine d'assèchement des résidus a pour vocation d'allonger la durée de vie de l'ASR KO2 (de 25 ans) plutôt que de construire une nouvelle aire de stockage des résidus humides, qui serait plus impactante sur le plan environnemental. L'objectif du projet Lucy est de recouvrir l'ASR actuel par des résidus secs qui seront à terme revégétalisés (Figure 125).

L'émissaire marin est un tuyau de 25 kilomètres de longueur, équipé en partie terminale d'un diffuseur de 1 kilomètre permettant l'évacuation au niveau de 200 orifices des effluents liquides traités et non recyclables. La composition des effluents rejetés au niveau de l'émissaire est présentée en annexe (Tableau 68). A noter que ces derniers sont concentrés en Manganèse (0,3 et 0,8 mg/L).

1.5.2.3 Etudes d'impact : évaluation des niveaux d'impacts environnementaux résiduels

Dans le cadre des demandes d'autorisation d'exploiter des installations de PRNC (cf. Tableau 2), des études d'impact ont été réalisées. Ces études reposent sur une approche qualitative et semi-quantitative et n'étudient que les impacts potentiels chroniques, et non les impacts ponctuels/accidentels.

Ces études d'impact consistent notamment à évaluer les niveaux d'impacts environnementaux résiduels que pourraient avoir le projet de PRNC sur les Eléments Importants de l'Environnement (EIE)¹, c'est-à-dire une fois les mesures d'atténuation² des impacts prises en considération. Ces niveaux d'impacts sont évalués pour chacune des trois phases du projet, à savoir la phase de construction, la phase d'exploitation et la phase de fermeture.

Le niveau d'impact environnemental résiduel (qualifié de mineur, modéré, majeur) est obtenu à l'aide d'une matrice de croisement utilisant les trois critères suivants :

- L'intensité de l'impact ³(mineure, moyenne, majeure) ;
- L'étendue spatiale de l'impact (ponctuelle, locale, régionale) ;
- La durée de l'impact (courte, moyenne, longue).

Les tableaux placés en annexe (Tableau 86, Tableau 88 et Tableau 90) présentent la compilation des niveaux d'impacts environnementaux résiduels (uniquement pour les EIE étudiés dans ce rapport) durant la phase d'exploitation tels qu'envisagés dans le cadre des études d'impact de l'Usine/UPM (2007), de l'ASR (2007) et de la Mine (2016).

Le critère « intensité de l'impact résiduel » est obtenu à l'aide d'une matrice de croisement utilisant les trois critères suivants :

¹ L'EIE est une composante environnementale susceptible d'être affectée par le projet de PRNC.

² Les mesures d'atténuation sont toutes les actions envisagées qui permettront d'éviter ou d'amoindrir les effets négatifs sur l'environnement.

³ A noter qu'un impact peut être positif, non significatif ou négatif.

- La grandeur de la perturbation une fois les mesures d'atténuation appliquées (faible, moyenne, forte) ;
- La valeur écosystémique accordée à l'EIE (faible, moyenne, forte) ;
- La valeur socio-culturelle accordée à l'EIE (faible, moyenne, forte).

Tout d'abord, l'évaluation de la grandeur de la perturbation repose sur la comparaison des valeurs attendues d'une perturbation avec les valeurs d'évaluation disponibles (valeurs réglementaires, valeurs guides, valeurs de référence, etc). Dans le cas où l'estimation des valeurs attendues (souvent obtenues par modélisation) montre qu'il n'y a pas de dépassement des valeurs d'évaluation disponibles, la note attribuée à la grandeur de la perturbation sera minimisée, et ce d'autant plus que des mesures d'atténuation attesteront de la capacité de l'industriel à garantir la réduction des impacts. A titre d'exemple, les valeurs attendues en éléments dissous dans l'effluent rejeté au niveau de l'émissaire marin sont en dessous des valeurs limites pour les rejets d'effluents industriels en mer du 2 février 1998 (à l'exception du Cobalt), qui servent de valeurs d'évaluation. Dans ce cas précis, les mesures d'atténuation des perturbations retenues sont par exemple le choix d'une configuration du diffuseur qui favorise la dispersion de l'effluent et un traitement supplémentaire du Manganèse dans l'unité 285 afin de respecter la valeur limite de rejet du Manganèse. Par conséquent, la grandeur de perturbation de l'altération des eaux du Canal de la Havannah par les rejets de l'émissaire est considérée comme étant « faible » dans l'étude d'impact de l'Usine/UPM/CIM 2007.

Les tableaux placés en annexe (Tableau 87, Tableau 89 et Tableau 91) présentent la compilation des intensités d'impacts résiduels (uniquement pour les EIE étudiés dans ce rapport) durant la phase d'exploitation tels qu'envisagés dans le cadre des études d'impact de l'Usine/UPM (2007), de l'ASR (2007) et de la Mine (2016).

L'analyse du critère « intensité de l'impact résiduel » permet de faire plusieurs constats. Tout d'abord, la grandeur des perturbations est la plupart du temps évaluée comme « faible », étant donné les mesures d'atténuation mise en œuvre. Le critère « grandeur des perturbations » obtient tout de même des notes « moyenne » pour les impacts suivants :

- Altération de la qualité de l'eau du Creek Baie Nord, notamment en raison d'une température potentiellement élevée des rejets de Prony Energie (pouvant atteindre 35°C) ;
- Altération de la qualité des sédiments marins du Canal de la Havannah, notamment en raison des rejets de l'effluents marins qui pourraient conduire à la sédimentation des formes colloïdales et particulaires du Manganèse dans les zones de sédimentation ;
- Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents, en raison des activités minières qui entraînent une dégradation des habitats ;
- Altération de la qualité de l'air, en raison des activités minières qui génère des poussières ;
- Altération de l'avifaune en raison des activités minières qui détruit des corridors écologiques et génère des nuisances (notamment bruit, poussières).

En ce qui concerne le critère « valeur écosystémique de l'EIE », des notes élevées sont attribuées aux EIE en lien avec le milieu marin par rapport aux EIE en milieu eaux douces. Par ailleurs, une valeur plus importante est attribuée à la biodiversité aquatique, en comparaison de celle accordée à la qualité de l'eau et des sédiments. En ce qui concerne les milieux terrestres, une valeur forte est attribuée aux EIE végétation, avifaune et herpétofaune en raison de leur diversité et la présence d'espèces rares.

Pour le critère « valeur socio culturelle de l'EIE », les valeurs attribuées sont similaires aux valeurs écosystémiques la plupart du temps. Notons toutefois que l'herpétofaune, contrairement à l'avifaune, obtient une valeur socio-culturelle faible.

Remarque : Selon l'étude d'impact considérée les valeurs écosystémiques et sociales accordées aux EIE ne sont pas identiques. En effet, les notes attribuées à certaines EIE dans les études d'impact de l'ASR et de la Mine sont plus fortes que celles attribuées dans l'étude d'impact de l'Usine. A titre d'exemple, la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents obtient des valeurs écosystémiques et sociales « faible » dans l'étude d'impact de l'Usine alors que les notes attribuées pour ce même EIE sont « moyennes » dans l'étude d'impact de l'ASR et de la Mine.

1.5.2.4 Perturbations des milieux liées à des impacts accidentels

Au-delà des impacts chroniques abordés dans le cadre des études d'impact, plusieurs impacts accidentels ont été constatés au niveau du milieu terrestre, mais surtout dans le milieu eau douce.

Exemple d'impact ponctuel en milieu terrestre :

- Altération des formations végétales sous le vent de l'usine de traitement du minerai en raison de pics de pollution ponctuel de SO₂ ;

Exemples d'impacts ponctuels en milieu eau douce :

- Altération des eaux souterraines au droit de l'ASR en raison de volumes d'eau très conséquents couplés au percement de la géomembrane engendrant des infiltrations contaminées par les résidus de l'ASR vers les eaux souterraines ;
- Altération des eaux souterraines au droit de l'UPM en raison d'anciennes pratiques de lavage de matériaux rocheux (rejets de l'UPM) avec des eaux de procédé de l'usine de traitement du minerai ;
- Altération des eaux de la Kwé Ouest en raison des connexions avec les eaux souterraines contaminées au droit de l'ASR et de l'UPM ;
- Altération des eaux souterraines au droit de l'usine de traitement du minerai (investigation en cours pour en déterminer la ou les causes) ;
- Altération des eaux de la doline 6-R en raison des surverses des cellules à résidus de l'ancienne usine pilote de traitement du minerai ;
- Altération des eaux du Creek Baie Nord en raison des connexions avec les eaux souterraines contaminées au droit de l'usine de traitement du minerai ;
- Altération de la qualité de la faune aquatique du Creek Baie Nord en raison de fuites acide survenues au niveau de l'usine de traitement du minerai en 2009 et 2014.

1.5.2.5 Mesures de gestion

1.5.2.5.1 Gestion des eaux pluviales

1.5.2.5.1.1 *Principe de gestion des eaux pluviales*

Au niveau de chaque installation (mine, UPM, usine, ASR, etc), un plan de gestion des eaux pluviales a pour vocation d'éviter la contamination des milieux récepteurs par des eaux de pluie potentiellement polluées par les activités industrielles et minières de PRNC.

Le principe retenu est d'assurer une gestion des eaux pluviales différenciée selon deux catégories d'eaux pluviales :

- Celles qui tombent à l'extérieur de l'installation ;
- Celles qui tombent à l'intérieur de l'installation (sur des zones bétonnées et non bétonnées).

Quelques éléments en lien avec les plans de gestion des eaux pluviales de chaque installation sont présentés en annexe (Usine annexe 7.8 ; UPM-CIM annexe 7.9 ; Mine annexe 7.10 ; ASR annexe 7.11).

1.5.2.5.1.1.1 *Gestion des eaux pluviales externes à l'installation*

Un contournement de l'installation par des drains/fossés permet aux eaux qui ruissellent sur le même bassin versant que celui de l'installation de ne pas transiter par l'installation. Supposées indemnes de toute pollution, ces eaux peuvent directement être rejetées dans le milieu récepteur.

1.5.2.5.1.1.2 *Gestion des eaux pluviales internes à l'installation*

Les eaux pluviales qui tombent à l'intérieur de l'installation, potentiellement polluées, sont gérées par un système de drainage et des ouvrages de gestion des eaux.

Ces eaux ne sont jamais directement rejetées dans le milieu récepteur :

- Les eaux tombant sur des surfaces bétonnées (présentant la plus forte probabilité d'être polluées) sont soit recyclées dans le process industriel soit traitées avant rejet dans le milieu récepteur ;
- Les eaux tombant sur des surfaces non bétonnées (avec une moins forte probabilité d'être polluées que les eaux tombant sur des surfaces bétonnées) sont envoyées vers des ouvrages de stockage pour subir un contrôle de leur qualité, permettant de décider de leur devenir : recyclage dans le process, traitement avant rejet dans le milieu récepteur ou rejet direct dans le milieu récepteur.

1.5.2.5.1.2 *Gestion des eaux de l'ASR (cas particulier)*

Pour rappel, les résidus envoyés vers l'ASR depuis l'usine de traitement des effluents (unité 285) se présentent sous forme de pulpe. Ils renferment donc une quantité d'eau non négligeable, source potentielle de perturbation des milieux récepteurs (eaux superficielles et eaux souterraines).

Les eaux de pluie qui ruissellent sur la surface des résidus se mélangent à l'eau qui ressort des résidus (eaux d'exhaure), puis se concentrent au niveau d'une zone de l'ASR appelée « bassin de décantation de l'ASR » (visible sur la Figure 135). Depuis ce bassin de décantation, elles sont pompées puis envoyées vers l'unité 285. Cependant, en cas de pluie intense, la priorité est donnée au traitement des effluents en provenance de l'usine hydrométallurgique plutôt que de l'ASR, ce qui conduit à un rejet direct des eaux du bassin de décantation de l'ASR dans la Kwé ouest ;

Les eaux souterraines captée par le système de drainage (4 drains) sous la géomembrane (Figure 137) étaient quant à elles supposées indemnes de pollution. Un contrôle de la qualité de ces eaux (cf. Tableau 81) permettait de décider en fonction des résultats obtenus de leur rejet direct dans le milieu récepteur (Kwé ouest), le bassin de décantation de l'ASR (pour traitement dans l'unité 285) ou l'UPM (pour recyclage de l'eau dans le process). Dans les faits, le percement de la géomembrane conduit à des infiltrations d'eau interstitielle engendrant une perturbation des eaux captées par le système de drainage. Depuis le 13 novembre 2017, date de notification de l'arrêté Lucy du 29/11/2017 qui abroge l'article 2.2 de l'arrêté de l'ASR de 2008 (donc le contrôle de la qualité des eaux infiltrées sous la géomembrane), plus aucun rejet des eaux souterraines dans le milieu récepteur (Kwé ouest) n'est autorisé.

Les eaux internes à la berme de l'ASR sont également dirigées vers un système de drainage composé de 3 drains (nord, central et sud). Un contrôle de la qualité de ces eaux (cf. Tableau 82) permet de décider en fonction des résultats obtenus de leur envoi ou non vers le milieu récepteur (Kwé ouest).

Enfin, les eaux qui s'infiltrent depuis la surface des résidus en dehors de l'aire couverte par le système d'étanchéité (pour rappel seul 86% de l'ASR est protégé par la géomembrane), bien que perturbées, rejoignent directement le milieu récepteur (eaux souterraines au droit de l'ASR puis sources WK17/WK20 puis Kwé ouest).

Un schéma en annexe (Figure 136) présente le devenir des eaux au contact de l'ASR.

1.5.2.5.2 Contrôles des rejets liquides et atmosphériques

Afin de prévenir tout risque de pollution, des contrôles de la qualité des eaux sont réalisés avant tous rejets dans les milieux récepteurs. Ces contrôles imposés réglementairement ont lieu au niveau des points de rejets (d'effluents liquides ou atmosphériques selon les cas) de chaque installation. La nature des paramètres à contrôler, les valeurs limites à ne pas dépasser, ainsi que les fréquences de suivi à mettre en œuvre pour chacun de ces paramètres sont réglementées dans les différents arrêtés d'autorisation d'exploiter du complexe industriel et minier de PRNC.

Remarque : Si ces informations ne servent pas à l'évaluation de l'état des milieux récepteurs, elles sont cependant nécessaires à l'interprétation des perturbations qui pourraient être identifiées dans le cadre des suivis des milieux récepteurs.

1.5.2.5.2.1 Rejets liquides

Concernant les effluents traités rejetés au niveau de l'émissaire marin, les valeurs limites imposées sont présentées en annexe (Tableau 72). Le suivi du Manganèse, réalisé selon une périodicité journalière, doit respecter une valeur limite de 1 mg/L. De plus, les flux de Manganèse ne doivent pas dépasser la valeur limite de 2269,2 kg/mois. Dans le cadre d'une autosurveillance permanente (au moins une mesure représentative par jour), sauf disposition contraire, 10% de la série de résultats de mesures peuvent dépasser les valeurs limites prescrites, sans toutefois dépasser le double de ces valeurs. Ces 10% sont comptés sur une base mensuelle. Les « non-conformités » correspondent aux dépassements qui ne respectent pas ces tolérances réglementaires. Important : L'arrêté n°2767-2016/DIMENC autorise davantage de dépassement pour le Manganèse, soit 12 dépassements de la valeur limite autorisés mensuellement, sans toutefois dépasser 8 mg/L.

PRNC explique que le respect de la valeur limite en Manganèse dissous à 1 mg/L est extrêmement contraignant à atteindre, car cela requiert de faire précipiter le Manganèse à un pH très basique de 9,5 pour le séparer de l'effluent liquide. Or, la précipitation du Manganèse est rendue délicate par le fait qu'un pH de 9,5 correspond également à la valeur limite de rejet du pH. Par conséquent, des dépassements de valeur limite en Manganèse dans l'effluent se produisent régulièrement. Or, lorsqu'il y a un dépassement de valeur limite, les rejets liquides ne peuvent plus se faire au niveau de l'émissaire et doivent être redirigés vers l'ASR. Dans le même temps, le projet Lucy rend nécessaire la vidange de l'ASR afin de l'assécher. Les deux contraintes (respect de la valeur limite en Manganèse au niveau de l'émissaire marin et vidange de l'ASR) ne pouvant coexister, une plus grande flexibilité au niveau de l'usine de traitement des effluents (unité 285) était rendue nécessaire afin de pouvoir rejeter un maximum d'effluents dans l'émissaire marin, raison pour laquelle PRNC a fait la demande d'augmenter le nombre autorisé de dépassements en Manganèse. De plus, PRNC confirme que tout le surnageant de l'ASR transite bien par l'unité 285 avant rejet dans l'émissaire.

Au niveau des deux bassins de contrôle Nord et Sud, qui collectent respectivement les eaux de ruissellement des bassins topographiques Nord et Sud de l'usine de traitement du minerai (Figure 127), aucune valeur limite n'est imposée pour les paramètres Conductivité, Sulfates, Magnésium et Calcium (Tableau 73).

Prony Energies dispose de 3 points de rejets soumis à des valeurs limites (Tableau 74, Tableau 75 et Tableau 76). Le point 6-IP1 rejette les effluents traités de la centrale thermique, le point 6-IP2 les eaux de ruissellement de la centrale thermique et des tours de refroidissement et le point 6-IP3 les eaux de ruissellement du stock de charbon et eaux de lavage des véhicules. Les rejets de 6-IP1 transitent par le bassin de contrôle Nord de PRNC avant rejet dans le Creek Baie Nord.

Au niveau des eaux souterraines captées sous la géomembrane de l'ASR et des eaux internes à la berme de l'ASR, des valeurs limites étaient imposées (Tableau 81 et Tableau 82), mais ce n'est plus le cas depuis le 13 décembre 2017 (date de notification de l'arrêté d'autorisation d'exploiter l'ICPE Lucy).

Une cinquantaine de débourbeurs séparateurs hydrocarbures sont répartis à l'échelle du complexe industriel et minier de PRNC (majoritairement au niveau de l'usine et de l'UPM) et soumis au respect de valeurs limites (Tableau 77 et Tableau 78).

1.5.2.5.2.2 Rejets atmosphériques

Concernant les rejets atmosphériques, certaines unités de procédé de l'usine de traitement du minerai sont particulièrement émettrices de polluants atmosphériques (poussière, dioxyde de soufre, oxyde d'azote, etc), comme par exemple l'usine d'acide sulfurique (unité 330) ou la centrale thermique au fioul lourd (unité 350) - cf. n°21 et 22 de la Figure 121. La centrale thermique à charbon de Prony Energies peut également être citée parmi les installations les plus émettrices de polluants atmosphériques. Les valeurs limites associées à chacune de ces installations sont présentées en annexe (Tableau 83, Tableau 84 et Tableau 85). L'usine d'acide sulfurique présente la plus forte valeur limite en SO₂ (1650 mg/Nm³)⁴, suivi de la centrale à charbon (980 mg/Nm³) puis de la centrale au fioul (272 mg/Nm³). Pour les valeurs limite en NO_x, la centrale à charbon présente la plus forte valeur limite

⁴ Nm³ (normo mètre cube) est une unité de mesure de quantité de gaz qui correspond au contenu d'un mètre cube, pour un gaz se trouvant dans les conditions normales de température et de pression.

(650 mg/Nm³), suivi de la centrale au fioul (200 mg/Nm³) puis de l'usine d'acide sulfurique (40 mg/Nm³). Enfin, la même valeur limite en poussières totales est imposée aux deux centrales thermiques (30 mg/Nm³), tandis qu'aucune valeur limite n'est prescrite pour l'usine d'acide sulfurique. Dans le cadre d'une autosurveillance permanente (au moins une mesure représentative par jour), sauf disposition contraire⁵, 10% de la série de résultats de mesures peuvent dépasser les valeurs limites prescrites, sans toutefois dépasser le double de ces valeurs. Les « non-conformités » correspondent aux dépassements qui ne respectent pas ces tolérances réglementaires.

1.5.2.5.3 Suivis des milieux récepteurs

En plus des suivis de rejets à la sortie des ouvrages de gestion des effluents, des suivis sont également réglementairement imposés directement dans les milieux récepteurs. Les données collectées dans le cadre de ces suivis sont celles qui ont été analysées dans ce rapport pour évaluer l'état de santé des milieux naturels (cf. parties 3.2 ; 4.2 et 5.2).

L'arrêté provincial du 09 octobre 2008 autorisant l'exploitation de l'ASR prévoyait des seuils réglementaires au niveau de la Kwé Ouest (0,05 mg/L en Manganèse) ainsi que pour certains piézomètres captant les eaux souterraines en aval de l'ASR (1 mg/L en Manganèse, 150mg/L pour les Sulfates et 1000 µS/cm pour la Conductivité). Cependant, l'arrêté du 29 novembre 2017 autorisant l'exploitation d'une usine d'assèchement et d'un stockage de déchets (projet Lucy) a conduit à l'abrogation immédiate de ces seuils réglementaires.

Par ailleurs, les travaux réalisés dans le cadre du projet Lucy ont et vont entraîner une modification du site et la destruction de certains points de suivi du milieu récepteur situés à proximité du barrage actuel (ex : station 3D situé sur un affluent de la Kwé ouest). D'importantes modifications du réseau de suivi des eaux souterraines de l'ASR sont à prévoir dans les années à venir (Tableau 92).

1.6 Approche méthodologique

La méthode de diagnostic a été développée en concertation avec les différents acteurs de l'environnement (gestionnaires du gouvernement (DIMENC, DAVAR) et de la province Sud (DDDT), industriels, scientifiques) impliqués dans les suivis réalisés sur la zone d'étude, constitués en un comité technique du projet (Cotec du Grand Sud). La liste des membres du Cotec est présentée en annexe (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Tableau 93).

La version initiale de la méthode de diagnostic datant de 2013 est inspirée de méthodes d'évaluation européennes (Directive Cadre sur l'Eau) et adaptée au contexte local (utilisation indicateurs locaux). Dans une logique d'amélioration continue, le Cotec du Grand Sud est consulté à chaque proposition d'évolution de la méthode. Des révisions importantes ont été apportées à la méthode de diagnostic en 2016 et 2018, ainsi qu'en 2019 à l'issue des ateliers de révision de la méthode du bilan Grand Sud (cf. Tableau 94) et à la consultation du Conseil Scientifique de l'OEIL (12/07/19).

Dans le cadre d'un autre projet de bilan environnemental réalisé sur la commune de Thio, un comité technique du projet a également été constitué (Cotec de Thio). Consulté le 18/11/2021, le Cotec de

⁵ Dans le cas de la centrale au fioul, aucune valeur moyenne journalière ne doit dépasser la valeur limite.

Thio a proposé des améliorations à apporter à la méthode d'évaluation des eaux douces, qui ont également été prises en compte dans la réalisation du bilan Grand Sud 2019-2020 (cf. partie 4.1.3).

Par ailleurs, le Cotec du Grand Sud est également systématiquement consulté au moment de discuter et d'interpréter les résultats du bilan Grand Sud. Une fois les résultats approuvés collégalement, un travail de vulgarisation de ce travail est mené par l'ŒIL avec notamment la production d'une plaquette d'information à destination du grand public dont le contenu est soumis à l'avis d'un comité éditorial.

Dans la suite du document, nous emploierons les termes « Cotec Méthode » pour parler du Cotec réuni afin de discuter des aspects méthodologiques du bilan Grand Sud, et de « Cotec Résultats » pour parler du Cotec réuni afin de discuter les résultats du bilan Grand Sud.

1.7 Principes méthodologiques

1.7.1 Découpage des milieux en zones

Les diagnostics environnementaux sont dressés par milieu : eaux douces, marin et terrestre. Pour chaque milieu, des zones géographiques cohérentes (cf. Figure 3, Figure 4 et Figure 5) sont délimitées au regard de leur fonctionnement écologique (ex : baie, cours d'eau, forêt) et du degré d'exposition aux perturbations anthropiques (ex : la distance aux sources de pollution).

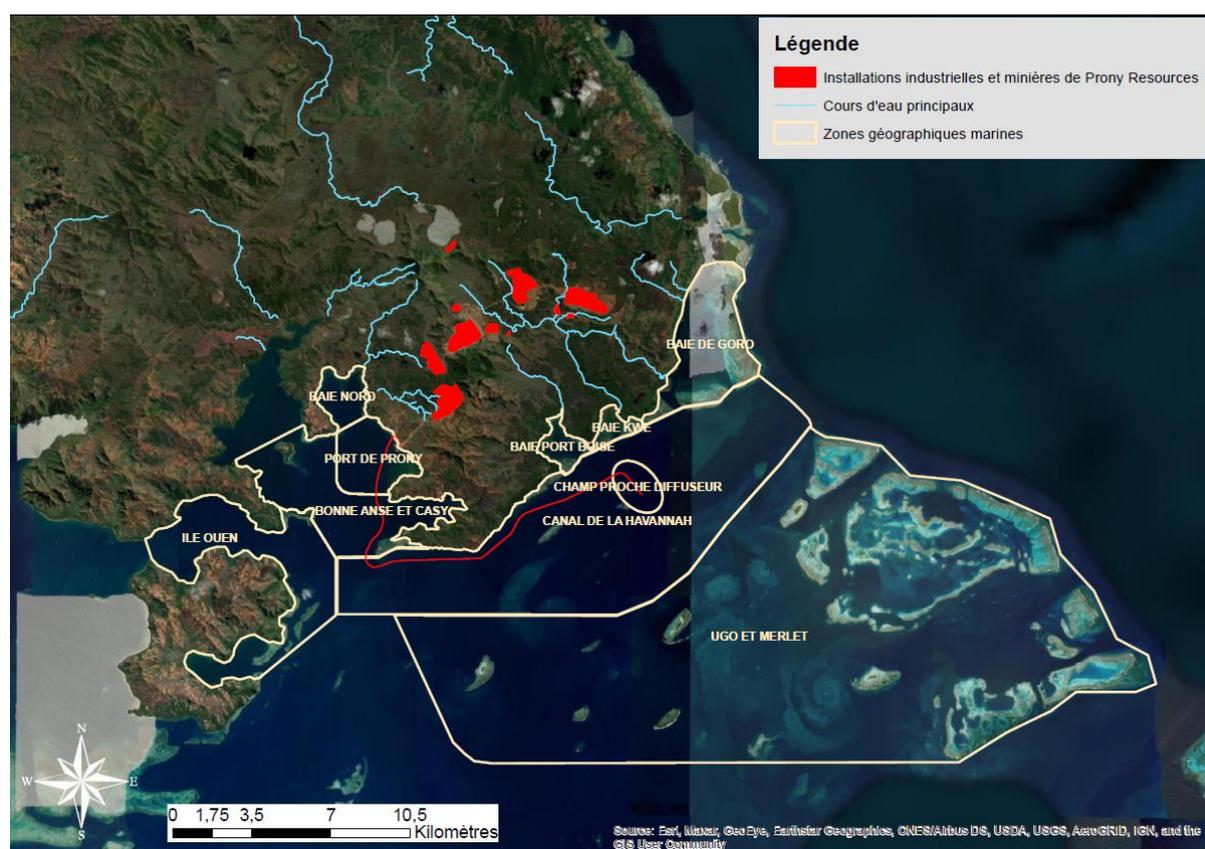


Figure 3 : Découpage des zones géographiques pour le milieu marin - Source OEIL.

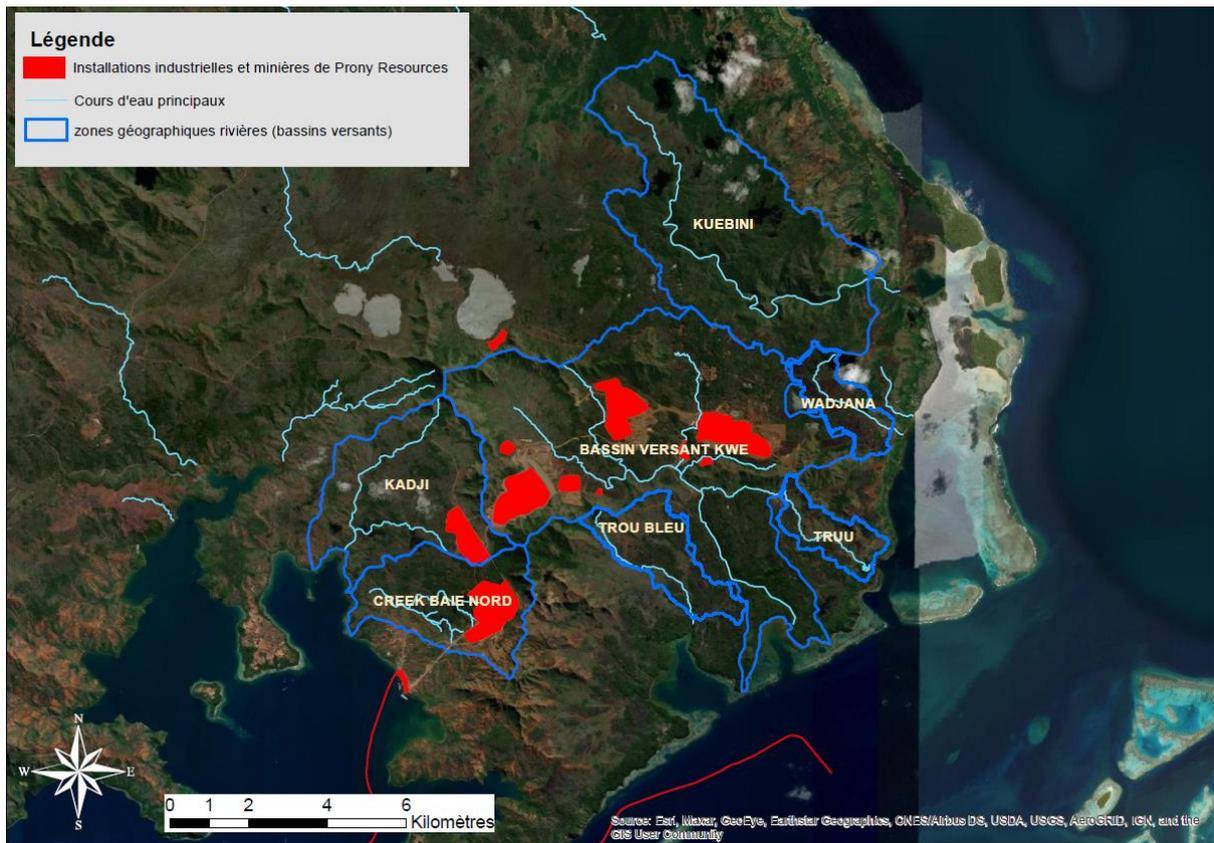


Figure 4 : Découpage des zones géographiques pour le milieu eaux douces-rivières - Source OEIL.

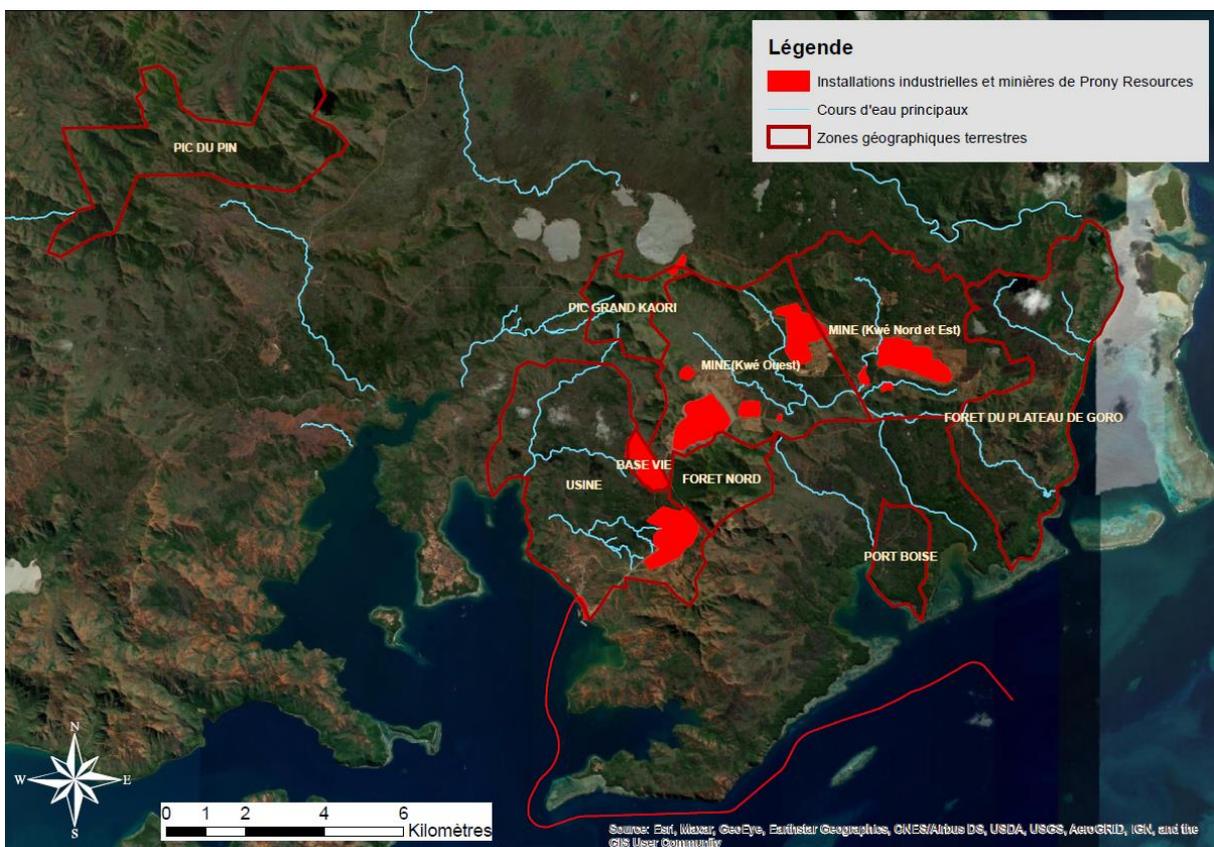


Figure 5 : Découpage des zones géographiques pour les milieux terrestres - Source OEIL.

1.7.2 Qualification des paramètres

Au sein de chaque zone, des stations de suivi de types physicochimiques ou biologiques sont positionnées. Elles sont en majorité de nature réglementaire, mais peuvent également être suivies de façon volontaire. La plupart des stations de suivi appartiennent à Prony Resources NC, mais d'autres acteurs possèdent également des stations (ex : l'OEIL, RORC-NC, Scal'Air).

Au niveau de chaque station, des prélèvements de différentes natures (eau, sédiments, flux sédimentaires, etc.) sont réalisés à une fréquence bien déterminée (continue, hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle, semestrielle, annuelle, etc), afin d'y mesurer un ou plusieurs paramètres (de nature chimique, physicochimique ou biologique).

Chaque paramètre fait ensuite l'objet d'une qualification selon trois classes de qualité (« Non perturbé », « Modérément perturbé », « Fortement perturbé »⁶), en comparant les données mesurées à un référentiel. Les référentiels à disposition sont de différentes natures selon les paramètres considérés : valeurs seuils ou grilles de qualité, référentiel géographique et/ou référentiel temporel⁷. Lorsque plusieurs référentiels sont disponibles pour un paramètre donné, l'utilisation de valeurs seuils ou grilles de qualité est privilégiée, suivie du référentiel géographique et en dernier lieu du référentiel temporel.

Au total, ce sont 96 paramètres contribuant aux scores environnementaux des milieux marins (37 paramètres), eaux douces (48 paramètres) ou terrestres (12 paramètres) qui font l'objet d'une qualification dans ce bilan Grand Sud.

En plus de la qualification des paramètres, une tendance d'évolution temporelle est également appréciée, dans l'idéal sur une période de 5 ans (2016-2020), en interprétant visuellement si les courbes suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

1.7.3 Qualification des stations

Il est convenu d'attribuer des scores aux stations de chaque zone géographique selon trois classes de qualité : « Non perturbé », « Modérément perturbé », « Fortement perturbé ».

Chaque score de station de suivi se rapporte à une liste de paramètres mesurés sur la station, qui ont eux-mêmes reçu un score par comparaison à un référentiel. La méthode d'agrégation des scores de paramètres pour obtenir un score à la station diffère légèrement selon les milieux considérés, mais c'est principalement la règle du paramètre le plus déclassant qui s'applique. Cette règle consiste à retenir le score le plus défavorable obtenu parmi l'ensemble des paramètres mesurés sur la station pour qualifier cette même station.

⁶ Cette nouvelle sémantique (« Non perturbé », « Modérément perturbé », « Fortement perturbé ») a été validée lors d'une réunion du 11/12/2019 rassemblant des membres du Cotec du Grand Sud et du Comité éditorial de l'OEIL en remplacement de la sémantique initiale (« Très bon », « Bon », « Moyen », « Médiocre », « Mauvais »).

⁷ Ces référentiels temporels obtenus après l'installation du complexe industriel et minier sont à distinguer d'états initiaux qui auraient eu lieu avant l'installation de PRNC et qui sont précisément inexistantes.

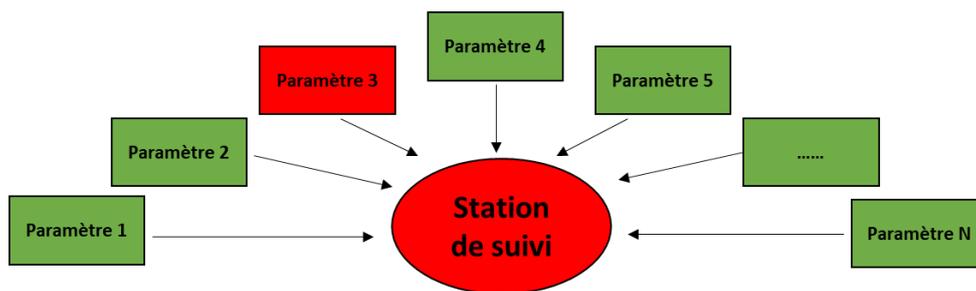


Figure 6: Illustration de la règle du paramètre le plus déclassant : des scores « Non perturbé » sont attribués à l'ensemble des N paramètres mesurés sur la station de suivi, à l'exception du paramètre 3 qui obtient un score « Fortement perturbé ». En raison de la règle du paramètre le plus déclassant, un score « Fortement perturbé » est également attribué à la station de suivi

Pour les milieux aquatiques (marins et eaux douces), deux états sont renseignés par station :

- L'état chimique, dont la liste de paramètres chimiques traduit le niveau de perturbation du milieu lié aux activités humaines, et plus particulièrement aux activités minières et industrielles ;
- L'état écologique, dont la liste de paramètres (physicochimique et biologiques) traduit la réponse du milieu naturel aux éventuelles perturbations.

Pour le milieu terrestre, les suivis des écosystèmes terrestres, moins aboutis en comparaison de ceux des milieux aquatiques, ne permettent pas une appréciation des états chimique et écologique. Des scores sont donc déterminés pour chacun des compartiments de l'environnement suivis : l'air, la flore, l'avifaune.

Dans la partie « Résultat 2020 » de chaque milieu, les scores obtenus pour les stations d'une zone sont présentés sous forme de graphiques⁸, dont voici la clé de lecture :

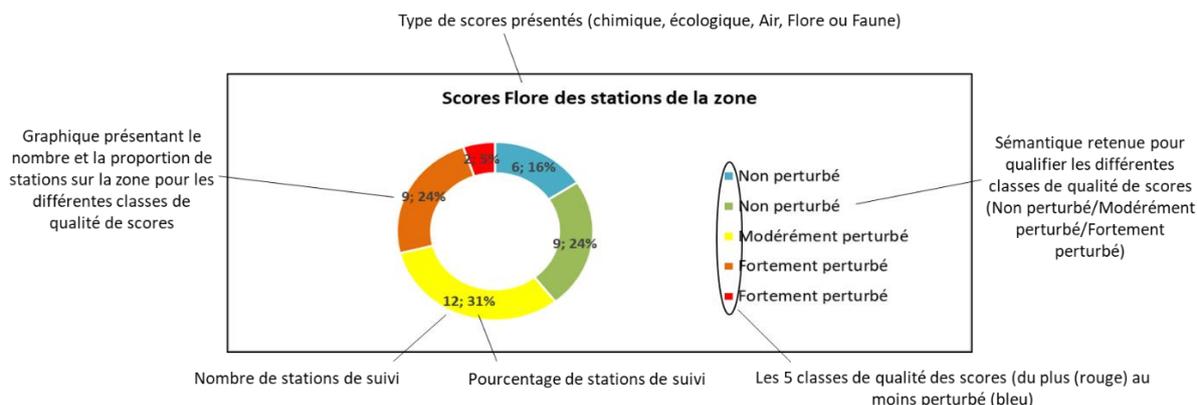


Figure 7: Clé de lecture des graphiques des scores obtenus sur l'ensemble des stations à l'échelle d'une zone

⁸ Ce nouveau mode de représentation des scores à l'échelle de la zone (pourcentage de stations pour les différentes classes de qualité de scores) a été validé lors d'une réunion du 11/12/2019 rassemblant des membres du Cotec du Grand Sud et du Comité éditorial de l'OEIL en remplacement de l'ancien mode de représentation des scores à l'échelle de la zone (qui consistait à appliquer la règle de la station la plus déclassante pour attribuer un score à la zone).

1.7.4 Amélioration continue

Le tableau suivant présente le traitement des principales demandes d'améliorations formulées lors de précédentes réunions du Cotec du Grand Sud ou du Conseil Scientifique de l'OEIL :

Nature de la demande d'amélioration	Quand ?	Demande satisfaite ?	Précisions sur le traitement de la demande
Revoir la sémantique.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui	Un atelier d'échange organisé le 11/12/2019 réunissant des membres du Cotec du Grand Sud et du Comité éditorial de l'OEIL a permis de valider une nouvelle sémantique.
Revoir le mode de représentation des scores à la zone.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui	Un atelier d'échange organisé le 11/12/2019 réunissant des membres du Cotec du Grand Sud et du Comité éditorial de l'OEIL a permis de valider un nouveau mode de représentation des scores.
Réaliser le contrôle des écarts entre l'année diagnostiquée et l'étude d'impact.	Cotec Méthode 13/05/2019	Non	Le Conseil d'administration de l'OEIL n'y était pas favorable.
Disposer des rapports d'émissions aqueuses et atmosphériques 2019 et 2020 contenant des informations indispensables à l'interprétation des résultats.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	Ces rapports ont été transmis à l'OEIL par la DDDT le 30/07/2021 et par la DIMENC le 26/11/2021
Exploiter simultanément les données des suivis environnementaux de 2019 et 2020 pour le bilan Grand Sud qui sortira en 2021.	Proposition du SE ŒIL et consultation par mail du Cotec le 05/08/2021	Oui	L'objectif était de limiter le décalage entre l'année des suivis et la communication des résultats.

Tableau 3: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

1.8 Limites

Les limites identifiées pour la réalisation de ce bilan concernent plusieurs aspects.

Tout d'abord, les plans d'échantillonnage sont perfectibles, que ce soit en nombre de stations au sein d'une zone et ou en fréquence de suivi à l'échelle des stations. A titre d'exemple, la fréquence de suivi semestrielle des paramètres physicochimiques en milieu marin est jugée très insuffisante pour permettre d'établir un diagnostic fiable.

On notera également le manque d'outils de diagnostic à disposition. Pour l'illustrer, aucun des milieux n'a fait l'objet d'un état initial permettant une comparaison satisfaisante avec la situation actuelle. Par ailleurs, les valeurs seuils ou grilles de qualité adaptées au contexte calédonien font défaut pour la plupart des milieux (en particulier pour le milieu terrestre). De plus, les stations de référence hors d'influence sont parfois inexistantes ou inadéquates.

Sur le plan méthodologique, si l'amélioration continue renforce la pertinence du diagnostic produit annuellement, cela compromet la comparaison des résultats d'une année sur l'autre.

Pour information, l'ŒIL a réalisé des rapports d'étude proposant des recommandations pour la révision des plans de suivis de PRNC pour les milieux récepteurs marins (mars 2015)⁹, rivières (juin 2017)¹⁰ et terrestres (juin 2018)¹¹.

⁹ Révision du plan de suivi du milieu marin dans la zone d'influence du complexe industriel et minier de Vale Nouvelle-Calédonie. Bouvet G., Guillemot N. | OEIL

¹⁰ Rapport technique : révision du plan de suivi des eaux douces superficielles ŒIL | OEIL

¹¹ Révision du plan de suivi des milieux terrestres dans l'aire d'influence du complexe industriel et minier de Vale NC. OEIL | OEIL

2 Bilan Grand Sud - Informations générales (2019 et 2020)

2.1 Bilan météorologique

L'état initial de l'étude d'impact du projet de PRNC qualifie ainsi la météorologie de la zone d'étude : « fortes précipitations (entre 1500 et 3000 mm/an), vents persistants (vents d'alizés) soufflant principalement de l'est et des températures chaudes constantes (voisine de 23°C en moyenne annuelle), avec des taux d'humidité élevés (supérieurs à 70%). L'activité cyclonique est principalement concentrée sur les mois de janvier à mars ».

2.1.1 Bilan météorologique 2019

Le bilan pluviométrique annuel 2019¹² à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie a été largement déficitaire (-35 %) par rapport à la moyenne de référence (calculée sur la période 1981-2010), 8 mois sur 12 affichant des cumuls déficitaires, faisant de l'année 2019 la 5^{ème} année la plus sèche depuis 1961.

En 2019, un seul cyclone tropical (OMA) a touché le territoire du 11 au 26 février 2019. De plus, un épisode pluvio-orageux (vigilance orange) a concerné la moitié sud du territoire le 21 avril 2019.

A propos des déficits hydriques, le manque d'eau a été plus ou moins intense selon les régions considérées à l'échelle du territoire. Il a été particulièrement marqué sur la commune de Yaté qui affiche un déficit de plus de 40 % à la normale (Figure 8). Les plus importants déficits hydriques ont été enregistrés au mois de novembre 2019.

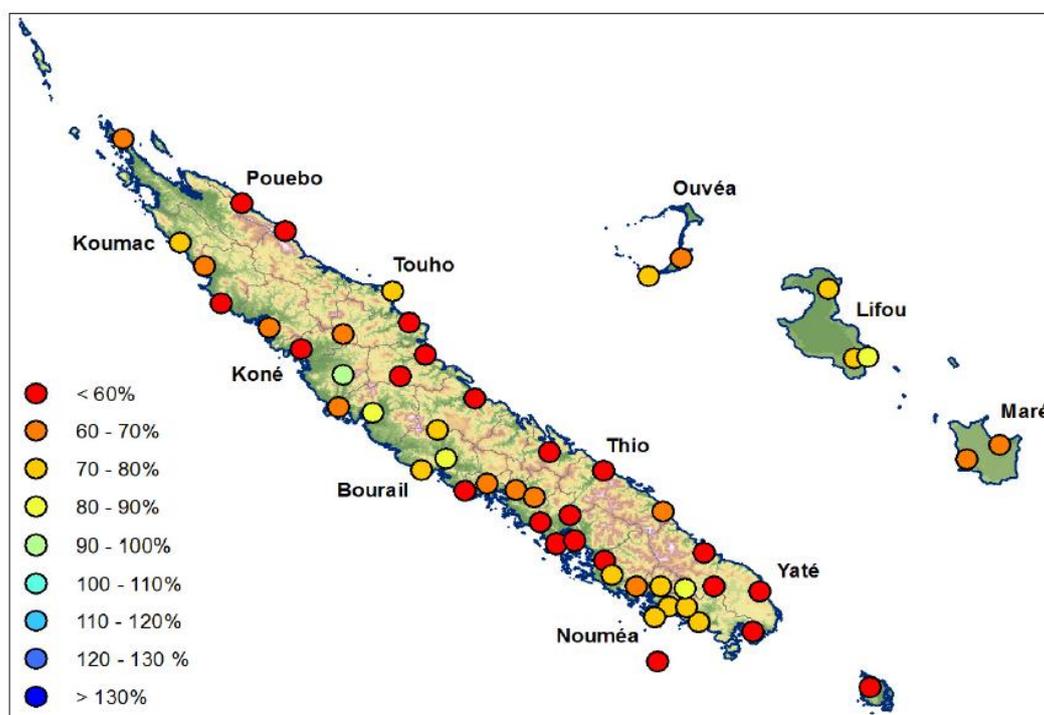


Figure 8 : Rapport à la normale des cumuls de précipitations en 2019. Les valeurs inférieures à 100 % témoignent d'un déficit, celles supérieures à 100 % d'un excédent. Source : Météo-France Nouvelle-Calédonie.

¹² Bulletin Climatique Annuel 2019, Météo France Nouvelle-Calédonie.

Alors que le bilan pluviométrique de l'année 2019 est atypique, le bilan des températures est proche de la normale puisque la température moyenne annuelle de 2019 a été très légèrement supérieure (+0,17°C) à la moyenne de référence (calculée sur la période 1981-2010).

2.1.2 Bilan météorologique 2020

Le bilan pluviométrique annuel 2020¹³ à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie est très proche de la valeur de référence (calculée sur la période 1981-2010), mais légèrement déficitaire (-5 %).

En 2020, deux phénomènes tropicaux ont touché le territoire. Il s'agit :

- Du cyclone tropical UESI (6 au 13 février) ;
- De la dépression tropicale forte GRETEL (12 au 16 mars) ;

Deux autres épisodes pluvio-orageux ont été particulièrement intenses sur la commune de Yaté :

- Les 28 et 29 février, la commune a été placée en vigilance rouge fortes pluies/orages. Le 29 février 2020, le cumul maximal de précipitation (451 mm en 24h) à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie a été enregistré sur la station Goro Résidus (propriété de PRNC). De plus, sur une durée de 6 heures, les cumuls de pluie sur la station Goro Résidus étaient de 385,7 mm, soit une intensité observée en moyenne une fois tous les 100 ans sur cette station.
- Les 19 et 20 avril, la commune a également été placée en vigilance rouge fortes pluies/orages.

A l'échelle de la Nouvelle-calédonie, les conditions ont été légèrement plus humides que la normale (+ 5 % environ) sur la moitié nord du territoire et légèrement plus sèches (-10 % environ) sur la moitié sud du territoire (Figure 9).

¹³ Bulletin Climatique Annuel 2020, Météo France Nouvelle-Calédonie.

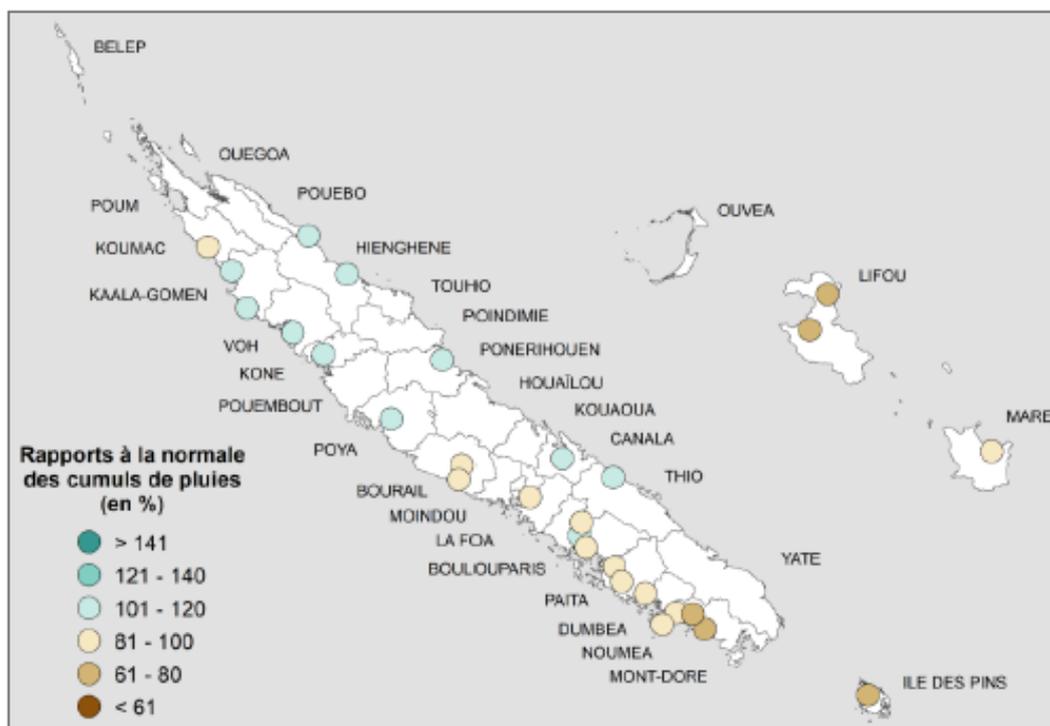


Figure 9 : Rapport à la normale (1981-2010) des cumuls de précipitations en 2020. Les valeurs inférieures à 100 % témoignent d'un déficit, celles supérieures à 100 % d'un excédent. Source : Météo-France Nouvelle-Calédonie.

Avec une température moyenne annuelle de 23,9°C en 2020, soit + 0,6 °C au dessus de la normale (calculée sur la période 1981-2010), l'année 2020 se place comme étant la 4^{ème} année la plus chaude depuis 1970.

2.2 Conséquences des blocages du site industriel en fin d'année 2020

Les blocages du site industriel initié en novembre 2020 ont entraîné des répercussions importantes en termes de suivi des rejets et des milieux récepteurs. Certains suivis n'ont pas eu lieu faute de pouvoir accéder au site durant la période favorable pour organiser les suivis (ex : suivi de l'herpétofaune), d'autres ont été invalidés (ex : les dernières campagnes mensuelles de suivi du SO₂ par tube passifs) ou des échantillons ont été perdus lors d'incendies de bâtiments (ex : suivi des poussières au niveau de la mine).

Par ailleurs, un incendie survenu sur le site de l'UPM le 14/11/2020 a engendré une pollution ponctuelle en hydrocarbures de la rivière Kwé. L'OEIL a lancé une mission de terrain post incident afin d'évaluer les impacts sur les milieux récepteurs¹⁴.

¹⁴ Lien vers le [Rapport de mission post-incident \(14 décembre 2020\) : Déversement d'hydrocarbures dans la rivière Kwé](#)

2.3 Focus sur diverses pressions environnementales

2.3.1 Incendies

Les surfaces brûlées en 2019 et 2020 dans le Grand Sud sont présentées sur la carte ci-dessous (Figure 10). A ce jour, seul le bilan des incendies 2019 a été édité, expliquant que les statistiques ne sont présentées que pour l'année 2019.

En 2019, 17 incendies représentant une superficie de 2068 ha se sont produits dans le Grand Sud (Ile des Pins, Yaté et Mont Dore). La commune la plus touchée est celle du Mont Dore, avec 1800 ha brûlés. A titre de comparaison, l'impact des incendies 2018 dans le Grand Sud avait été moins marqué avec 5 incendies couvrant 1074,3 ha.

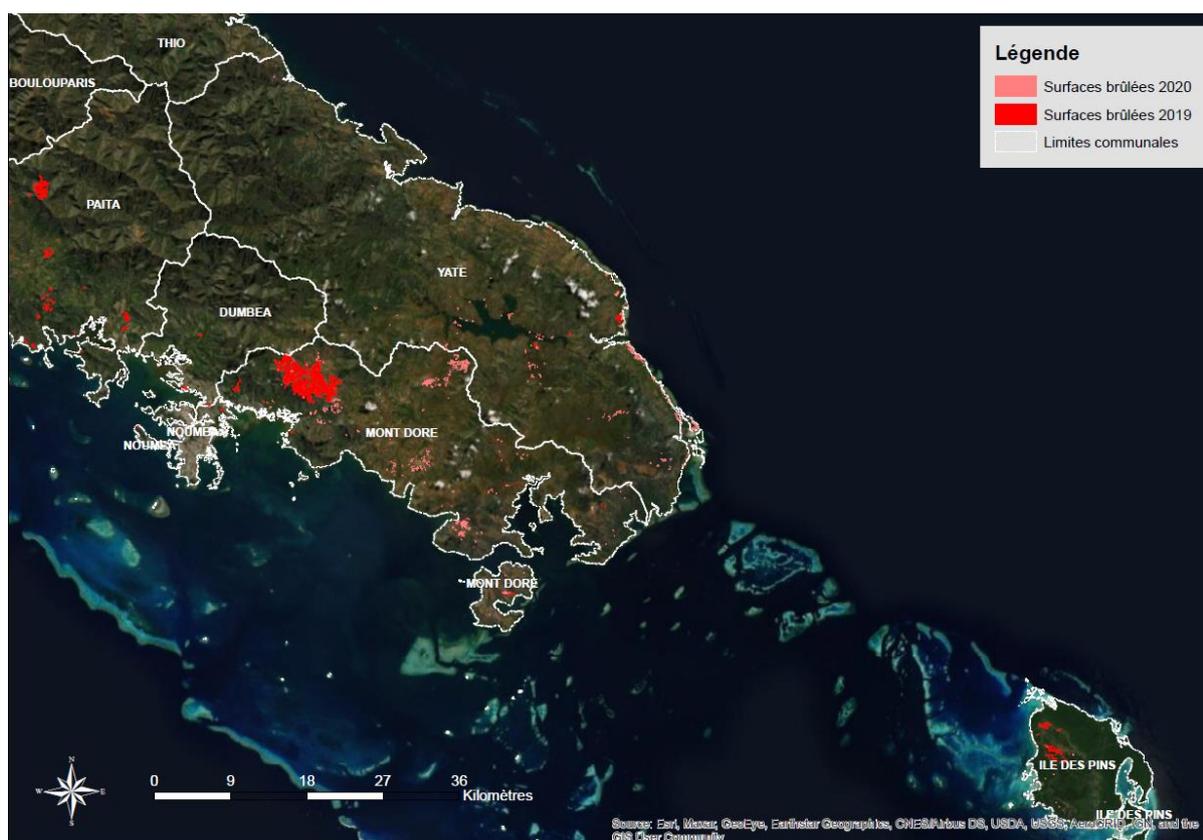


Figure 10 : Surfaces brûlées 2019 et 2020 dans le Grand Sud - Source OEIL

Les surfaces brûlées en 2019 concernent principalement la strate arbustive (1065 ha), puis herbacée (597 ha) et enfin arborée (167 ha).

Cinq aires protégées provinciales ont été impactées par les incendies en 2019 (cf. Figure 11 et Tableau 4) dont celle de la Vallée de la Thy sur 113,23 ha, soit 10,14 % de sa surface.

Aires protégées provinciales	Surfaces brûlées
Forêt Nord	1,92
Parc Provincial de la Rivière Bleue	2,08
Montagne des Sources	3,38
Barrage de Yaté	7,77
Vallée de la Thy	113,23

Tableau 4 : Surfaces brûlées 2019 dans les aires protégées provinciales du Grand Sud.

Le périmètre de zone humide RAMSAR a également été impacté sur 27 ha en 2019 (soit 0,06% de sa surface) - cf. Figure 11.

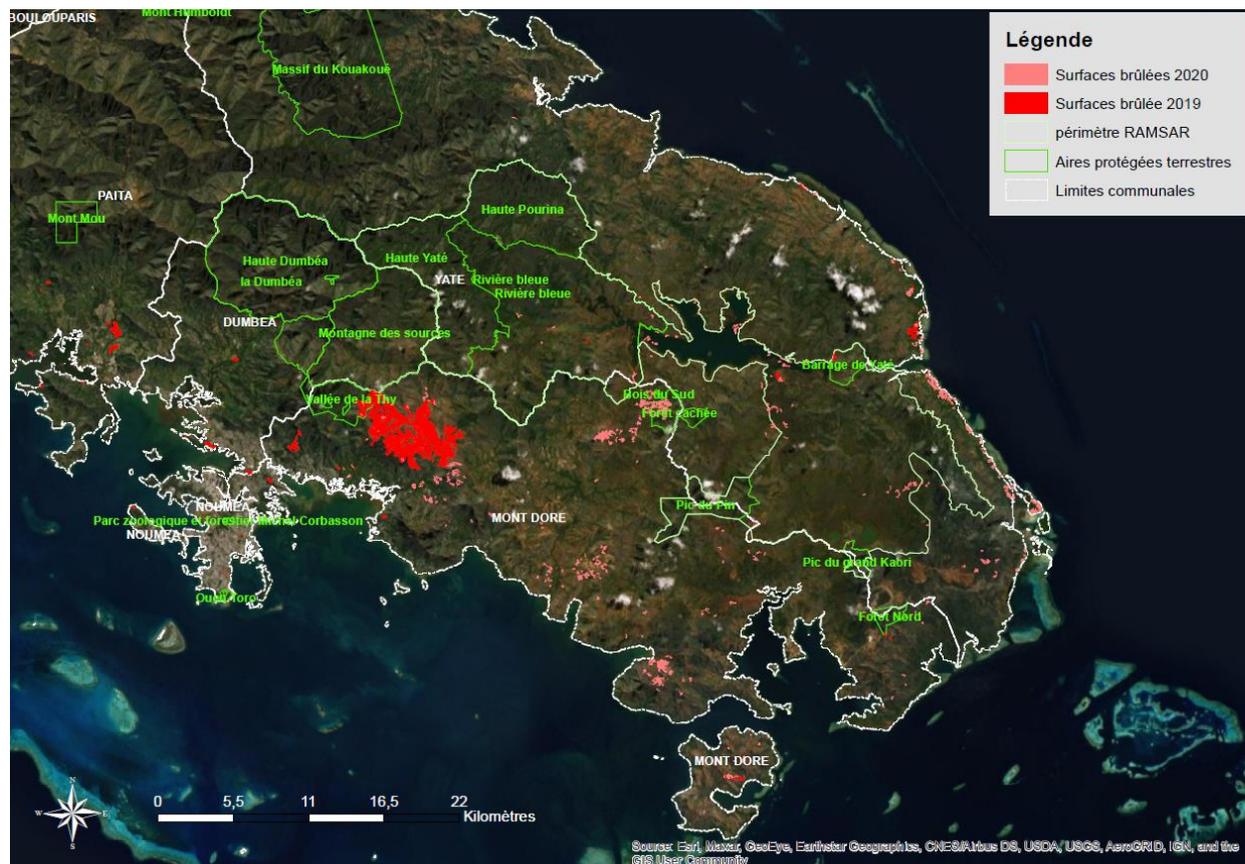


Figure 11 : Surfaces brûlées 2019 et 2020 dans le Grand Sud et impacts dans les zones protégées -Source CÉIL

En ce qui concerne l'impact sur la ressource en eau, 9 périmètres de protection des eaux ont également été impactés dans le Grand Sud sur 424 ha (cf. Figure 12 et Figure 13), dont 93% des surfaces se trouvent situées sur la commune du Mont Dore.

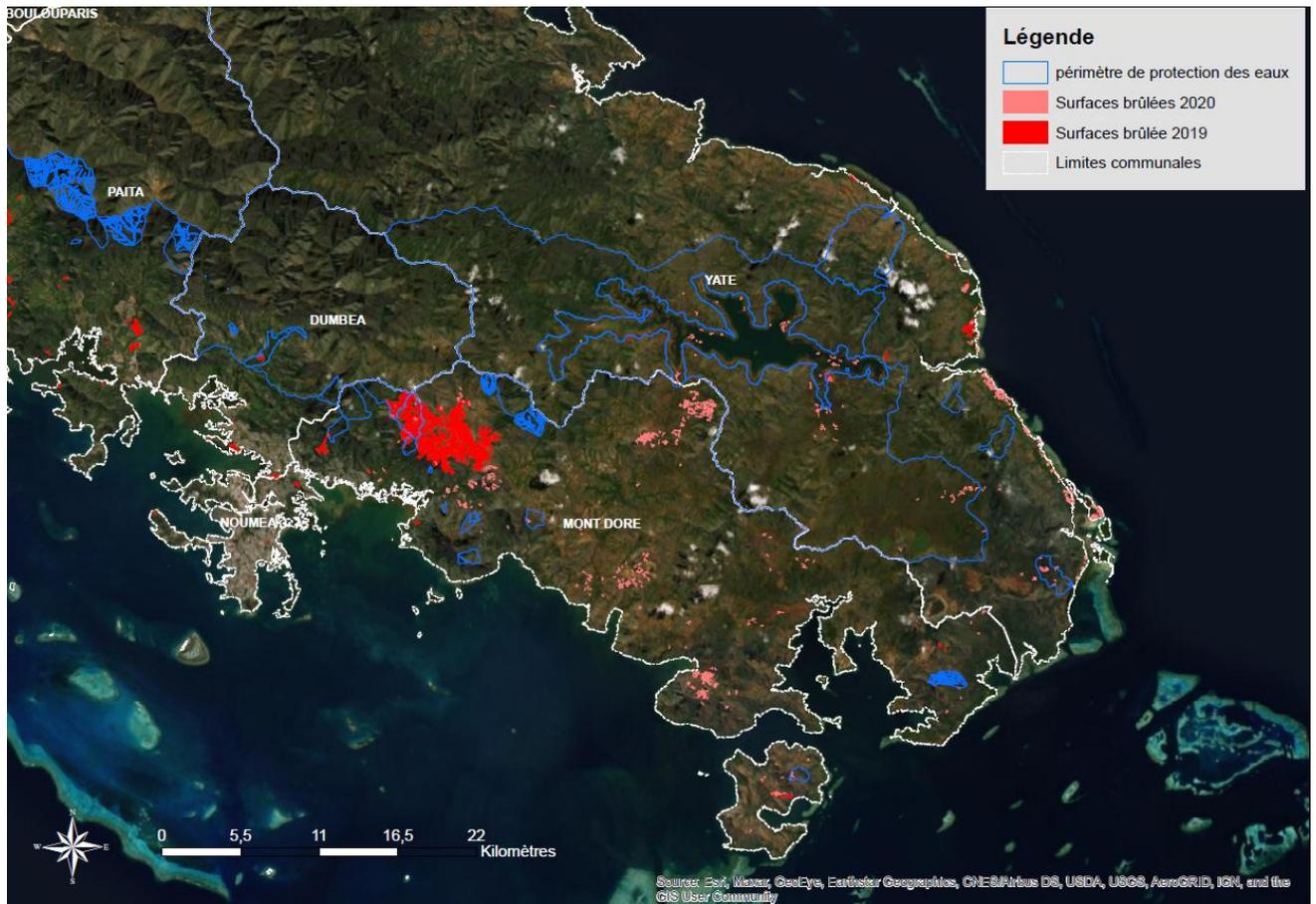


Figure 12 : Surfaces brûlées 2019 et 2020 dans le Grand Sud et impacts dans les périmètres de protection de captage - Source CÉIL

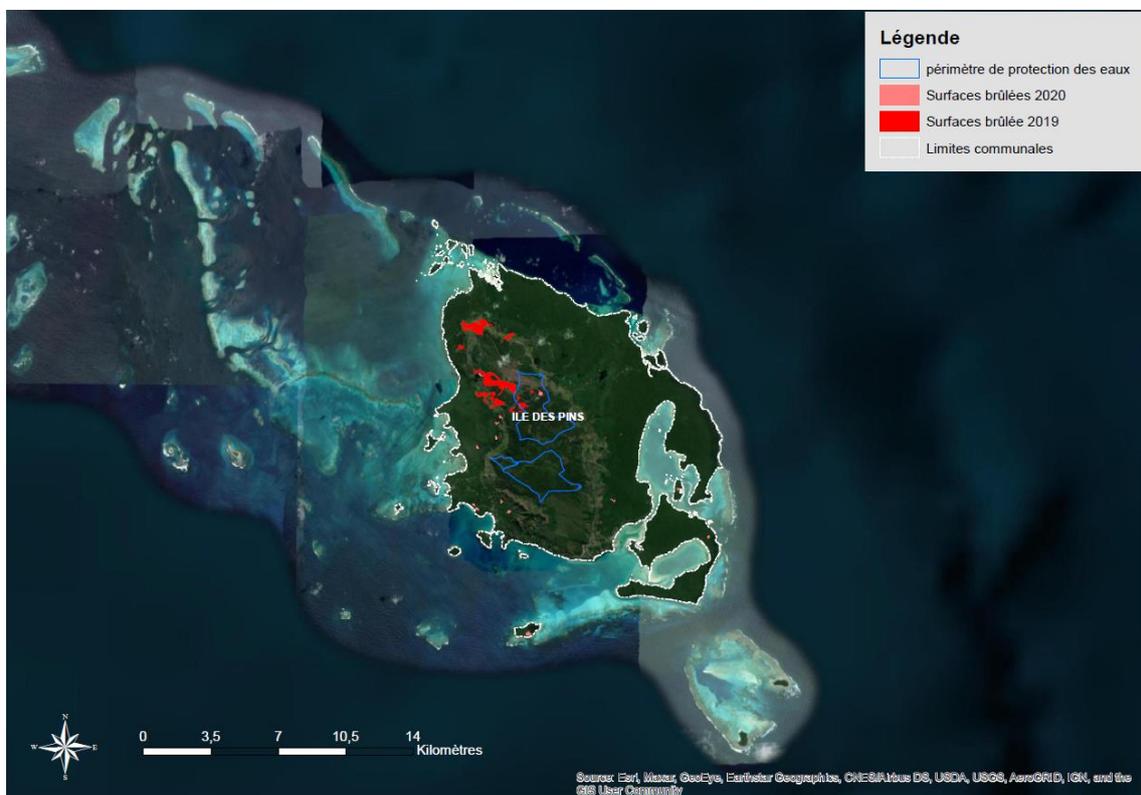


Figure 13 : Surfaces brûlées 2019 et 2020 dans le Grand Sud et impacts dans les périmètres de protection de captage – Agrandissement sur l’île des Pins - Source CÉIL.

Sur la commune du Mont Dore, les périmètres d’alerte sur la flore menacée¹⁵ de 3 espèces végétales ont été touchés par des incendies en 2019. Dans le détail, il s’agit de 2 espèces au statut UICN « EN » (*Asplenium listeri* C.Chr et *Kermadecia brinoniae* H.C.Hopkins & Pillon) et d’une espèce au statut UICN « CR » (*Pichonia munzingeri* Gâteblé & Swenson).

Pour de plus amples informations sur la pression incendies en Nouvelle-Calédonie et plus particulièrement sur la commune de Thio, le rapport intitulé « Analyse spatiale de l’impact environnemental des incendies de 2019 sur la Nouvelle-Calédonie » est disponible dans la bibliothèque numérique de l’OEIL¹⁶.

2.3.2 Défrichements

Pour chaque chantier minier, un ou plusieurs arrêtés d’autorisation de défrichements sont délivrés par les autorités compétentes (DDDT ou DIMENC) et fixent les prescriptions que l’exploitant devra respecter, comme par exemple :

- Collecte du matériel végétal (semences, plantules, boutures) avant l’opération de défrichement ;
- Récupération du topsoil des secteurs défrichés et sa valorisation dans les 6 mois (devenir différent en fonction de la présence ou non de fourmis envahissantes) ;
- Réalisation des travaux de coupes dans les maquis para forestiers en dehors de la période de nidification des oiseaux ;
- Capture et transfert vers le parc forestier zoologique ou translocation vers une autre milieu de certaines espèces de lézards (ex : *Lacertoide pardalis*) ;
- Transplantation d’espèces végétales rares et menacées (ex : *Araucaria goroensis*)
- Mise en œuvre d’opérations de revégétalisation.

D’après PRNC, la séparation de la matière végétale et du top-soil améliore nettement la qualité des chantiers, en comparaison des anciennes pratiques de défrichement au bulldozer.

¹⁵ Ces périmètres représentent les zones où des espèces menacées ont été observées en Nouvelle-Calédonie.

¹⁶ Lien vers le rapport [Analyse spatiale de l’impact environnemental des incendies de 2019 sur la Nouvelle-Calédonie | Oeil Nouvelle-Calédonie](#)

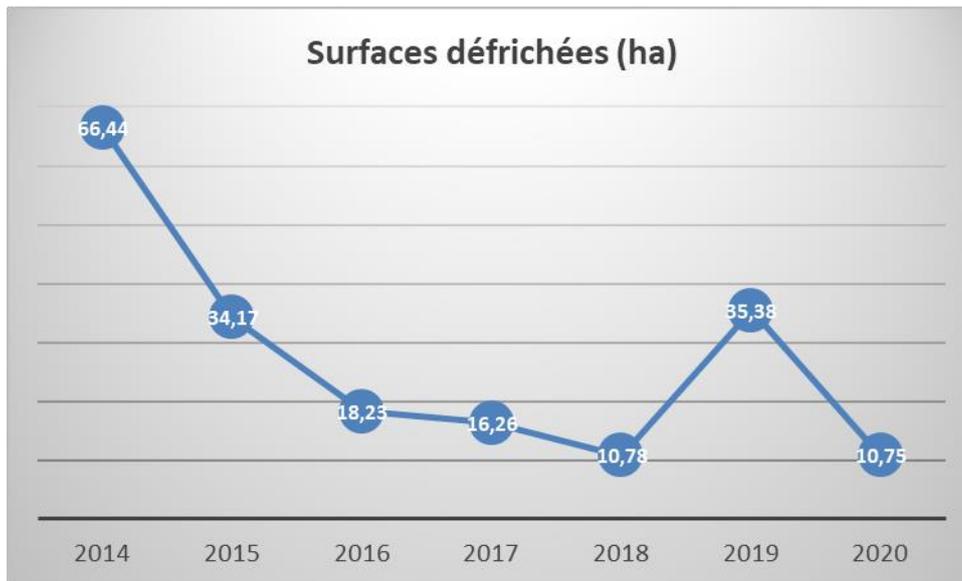


Figure 14 : Evolution des surfaces défrichées dans le cadre de l'exploitation industrielle et minière de PRNC sur la période 2014-2020.

En 2019, un peu plus de 35 hectares ont été défrichés, dont 73 % attribués au chantier Lucy et Mine Access Road (MAR). En 2020, les défrichements (représentant 10,75 hectares) ont été trois fois moins importants qu'en 2019, le chantier ayant nécessité le plus de défrichement étant celui de la progression de la fosse minière (Figure 14).

Les principaux habitats concernés par les défrichements en 2019 étaient des maquis (essentiellement des maquis ligno-herbacées, maquis arbustifs et maquis denses). Seulement 0,01 hectares de forêt a été impacté. Le détail n'est pas disponible pour l'année 2020.

2.3.3 Erosion

Dans le cadre de l'autorisation d'exploitation minière de 2016, PRNC a mis en place en 2017 un suivi de figures d'érosion jugées prioritaires, qui consiste à s'assurer par inspection visuelle de l'état du lit des creeks, des berges et de la ripisylve situés en l'aval immédiat de ces figures d'érosion (cf. Figure 15).

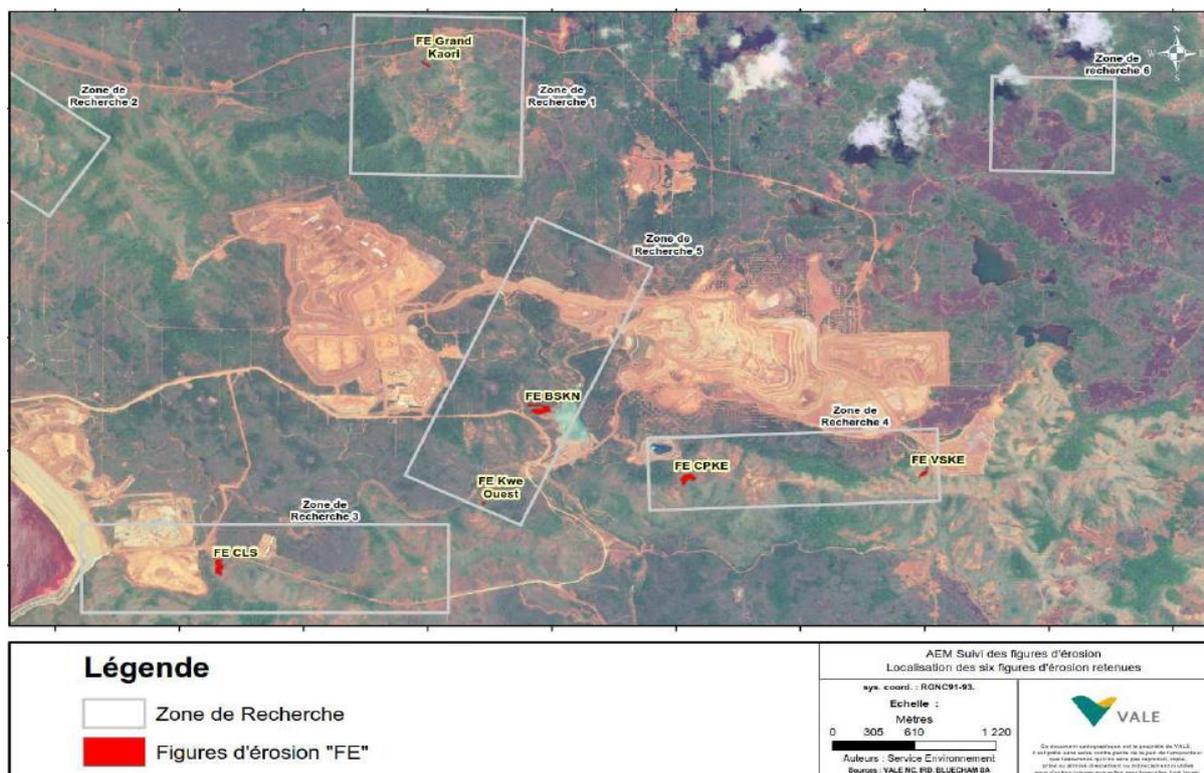


Figure 15 : Localisation des figures d'érosion prioritaires sur le bassin versant de la Kwé - Source PRNC

Les suivis de terrain réalisés après les évènements pluvieux intenses (21 avril 2019 et 29 février 2020) et annuellement (en novembre 2019 et novembre 2020) concluent à une stabilité des lignes caractéristiques de chaque figure d'érosion.

2.3.4 Espèces envahissantes

2.3.4.1 Espèces animales envahissantes

Les cochons sauvages sont présents dans la réserve provinciale du Pic du Grand Kaori, avec la crainte que leur présence ne déborde sur le bassin versant de la Kwé. Actuellement, PRNC considère que les cochons présents sur la Kwé sont peu nombreux et saisonniers.

D'autres espèces, comme les chats, rats et fourmis envahissantes peuvent représenter un danger pour la faune locale, en particulier l'avifaune et l'herpétofaune.

2.3.4.1.1 Fourmis envahissantes

Les fourmis envahissantes peuvent causer de graves préjudices aux écosystèmes (notamment au niveau de la diversité des arthropodes). Les 5 espèces envahissantes les plus destructrices dans le monde sont les suivantes :

- La fourmi de feu (*Solenopsis invicta*)
- La fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*)
- La fourmi folle jaune (*Anoplolepis gracilipes*)
- La fourmi noire à grosse tête (*Pheidole megacephala*)
- La fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*)

Les trois dernières espèces citées ci-dessus (*Anoplolepis gracilipes*, *Pheidole megacephala*, *Wasmannia auropunctata*) sont déjà recensées au niveau des sites anthropisés de PRNC. Une autre espèce très envahissante (mais non reconnue comme une peste majeure au niveau mondial) est également présente, il s'agit de *Solenopsis geminata* (« tropical fire ant » ou fourmi rouge).

Afin d'identifier précocement l'introduction d'une nouvelle espèce et de mettre en œuvre les mesures de gestion nécessaires pour éviter une dispersion des espèces envahissantes déjà présentes, le suivi semestriel des fourmis est réalisé à l'aide d'appâts alimentaires au niveau de 5 zones anthropisées (cf. Figure 16) susceptibles d'être contaminées par des matériaux ou matériel en provenance de l'extérieur.



Figure 16 : Localisation des zones de suivi des fourmis -Source PRNC

Sur les campagnes de suivi de 2019 et 2020, entre 30% et 53% des appâts alimentaires ont été occupés par des fourmis à l'échelle des zones anthropisées prospectées. Ces fourmis appartiennent à 16 espèces (10 exogènes et 4 locales).

Aucune des 2 pestes dont l'introduction est redoutée (*Solenopsis invicta* (fourmi de feu) et *Linepithema humile* (fourmi d'Argentine)) n'a été détectée.

Cependant, 4 espèces de fourmis envahissantes déjà présentes en Nouvelle-Calédonie ont été observées : *Solenopsis geminata* (fourmi rouge), *Anoplolepis gracilipes* (fourmi folle jaune), *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique) et *Pheidole megacephala* (fourmi noire à grosse tête).

Plus exactement, la fourmi rouge est disséminée sur l'ensemble des sites et se développe essentiellement dans les endroits riches en graminées dont elles se nourrissent.

La fourmi folle jaune est retrouvée principalement au niveau de la STEP, en particulier sur le site de l'ancienne cimenterie.

La fourmi électrique est majoritairement observée dans les zones para-forestières en périphérie des zones anthropisées VRAC, STEP et PORT (exemple avec la zone VRAC Figure 17). Ces populations de

fourmis électriques ont été délimitées lors de précédentes études, qui remontent à 2013 et 2015 mais leur degré d'expansion depuis ces dates n'est pas connu.

En ce qui concerne la fourmi noire à grosse tête, seule une petite colonie est présente au niveau de la STEP. Cependant, elle prolifère au niveau de la Base vie (zone qui ne fait pas partie des suivis) – cf. Figure 18.

La principale recommandation du prestataire de PRNC concerne la mise en œuvre de programme de gestion spécifique des populations de fourmis électriques (VRAC, STEP et PORT) et de la fourmi noire à grosse tête (STEP et Base vie).

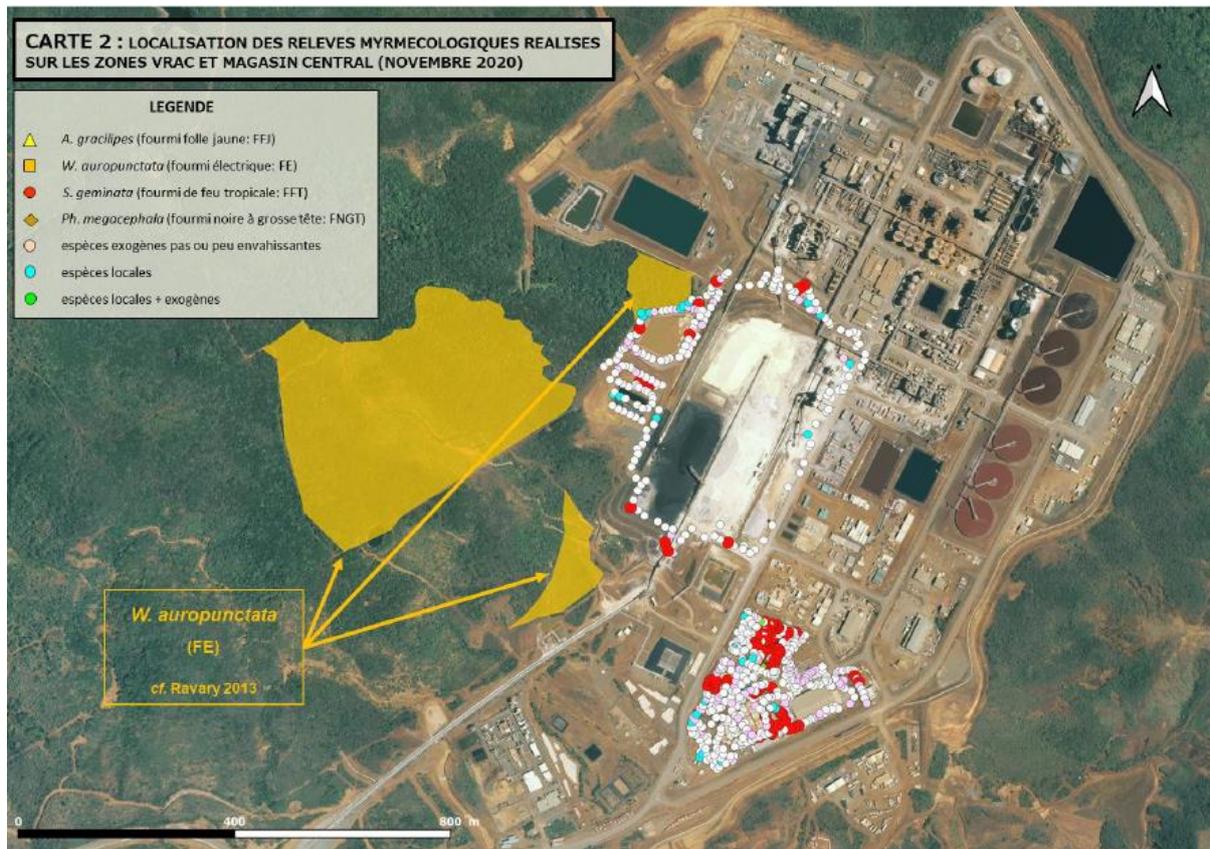


Figure 17 : Localisation de la zone identifiée en 2013 comme envahie par *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique) dans la zone para-forestière à proximité de la zone des vracs – Source PRNC.

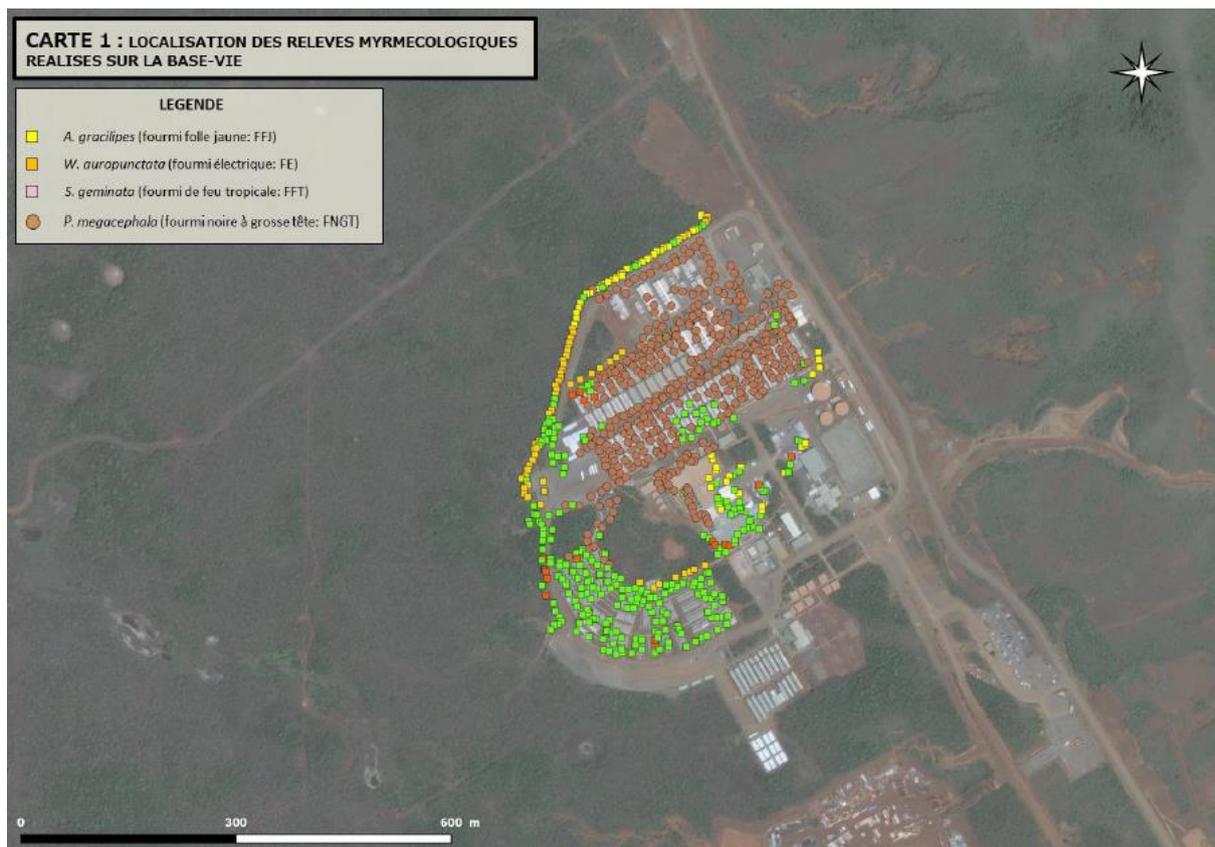


Figure 18 : Localisation de la zone envahie par la fourmi noire à grosse tête (mai 2019), au niveau de la Base vie – Source PRNC.

2.3.4.2 Espèces végétales envahissantes

Dix-huit zones réparties au niveau de l'Usine, la Base-vie, le CIM et la Pépinière ont été sélectionnées pour réaliser des suivis (Figure 19) :

- 13 sites à risque d'émergence d'espèces végétales envahissantes (ex : zone de stockage de matériel, bord de route, etc) ;
- 5 sites d'intérêt écologique (station 3, 9, 10, 12 et 20).



Figure 19 : Localisation des 18 zones de suivi des espèces végétales envahissantes -Source PRNC.

Le suivi consiste notamment à s’assurer qu’il n’y a pas de nouvelle espèce exotique envahissante introduite et d’évaluer le risque d’envahissement pour les espèces déjà présentes. En 2019, aucune nouvelle espèce exotique envahissante n’a été détectée.

Les 5 principales espèces identifiées en 2019 comme disposant d’un risque d’envahissement estimé « Fort » à « Très Fort » sont :

- *Pluchea odorata* ;
- *Pinus caribea* (pin des caraïbes) ;
- *Mikania micrantha* (liane américaine) ;
- *Leucaena leucocephala* (faux mimosa) ;
- *Sphagneticola trilobata* (gazon tahitien) ;

Les moyens de lutte spécifiques à chacune de ces espèces, reposant sur des techniques mécaniques et/ou chimiques, ont été sélectionnés. Autour de l’Usine, c’est surtout *Pluchea Odorata* qui s’est développée car cette espèce apprécie les sols calcaires (pour rappel, le calcaire est utilisé dans le procédé de PRNC).

Les autres espèces exotiques à caractère envahissant détectées en 2019 ne semblent pas avoir la capacité d’un fort développement sur sol ultramafique compte tenu des conditions particulières de ces sols (présence de métaux, carence en nutriments, etc).

2.3.5 Pression lumineuse et conséquences en terme d’échouages d’oiseaux marins

L’activité industrielle et minière génère une pollution lumineuse importante sur le site autour des points d’éclairage (ex : une cinquantaine de tours d’éclairage amovibles sont déployées sur le secteur

de la mine au niveau des chantiers de travail). Cet éclairage industriel sur un site isolé engendre régulièrement des échouages d'oiseaux marins, mais cette pression n'est cependant pas évaluée quantitativement par l'industriel. Dans le cadre d'un projet européen (BEST 2.0), l'ŒIL mène un suivi de la pollution lumineuse par télédétection à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, qui devrait permettre d'en savoir davantage sur la pression lumineuse exercée par PRNC sur les écosystèmes.

Sur le site de PRNC, le nombre d'oiseaux marins échoués est recensé annuellement depuis 2008, soit un total de 503 individus sur la période 2008-2020. Il s'agit majoritairement de Puffin Fouquet (97%). Environ 20% des oiseaux échoués étaient morts ou blessés, les oiseaux seulement blessés ont été soignés puis relâchés dans le milieu naturel. D'après PRNC, la mine, l'usine et le port sont les lieux où se sont échoués la majorité des oiseaux marins depuis 2008 (respectivement 37%, 31 % et 19%). Les échouages se concentrent principalement durant le mois de mai, période correspondant aux premiers envols de jeunes oiseaux.

Les échouages de 2019 et 2020 représentent une faible proportion des effectifs totaux d'oiseaux échoués sur la période 2008-2020 (respectivement 3,2 % et 2,6 %) en comparaison d'autres années comme celles de 2015 et 2018 (respectivement 13,7 % et 19,5 %). D'après PRNC, l'intensité des conditions météorologiques pourrait être un facteur d'explication des variations interannuelles observées. D'après PRNC, l'intensité lumineuse ne serait pas en cause pour expliquer les années à plus forte occurrence d'échouage étant donné que l'éclairage est constant d'une année sur l'autre.

2.4 Mesures de gestion

2.4.1 Gestions des effluents industriels et des rejets liquides et atmosphériques (2019 et 2020)

2.4.1.1 Effluents liquides envoyés vers l'unité 285

2.4.1.1.1 Effluents de la station d'épuration de la base vie

Lorsque l'usine pilote de traitement du minerai était en fonctionnement, les rejets d'effluents domestiques de la base-vie étaient réalisés à l'amont du bras Nord du Creek Baie. En 2009, avec la mise en service de l'usine de traitement des effluents (unité 285), les rejets de la station de la base vie ont été redirigés vers l'unité 285.

D'après le rapport 2020 de rejets des stations d'épuration 5 et 6¹⁷, des dépassements de valeurs limites de rejet pour l'Azote global ont eu lieu une fois à la step 5 (44,9 mg/L le 27/10/2020 - valeur limite de 33 mg/L) et une autre fois à la step 6 (26,1 mg/L le 28/07/2020 – valeur limite de 20 mg/l). Des mesures correctives ont été apportées pour éviter que ces non-conformités ne se reproduisent. Le rapport 2019 de rejets des stations d'épuration 5 et 6 fait également mention de 3 dépassements de valeurs limites au niveau de la step 5, dû au fait que le procédé d'infiltration percolation de cette installation ne permet qu'un traitement partiel de l'azote.

¹⁷ Ces deux stations possèdent chacune une capacité de 1500 Equivalent Habitant (EqH). La step 6 est celle qui traite les eaux résiduaires industrielles et domestiques et assimilées issues de la base vie et de l'usine commerciale. La step 5 traite les effluents uniquement lors des périodes de maintenance, d'entretien, de réparation ou de dysfonctionnement de la step 6.

2.4.1.1.2 Surnageant (eau d'exhaure et de ruissellement) de l'ASR

Bien qu'aucune valeur limite ne soit imposée au surnageant de l'ASR, des teneurs élevées en Manganèse sont enregistrées en fin d'année 2019 et début d'année 2020 (jusqu'à 720 mg/L en février 2020) en raison d'un incident survenu sur le four à chaux.

2.4.1.1.3 Eaux captées par le système de drainage sous la géomembrane de l'ASR

Les débits totaux 2019 et 2020 sont plus faibles au niveau des drains 1 et 4 (maximum de 20 m³/h) que des drains 2 et 3 (maximum de 70 m³/h). Les débits totaux et les débits de percolations à travers la géomembrane fluctuent en fonction de l'intensité des précipitations au niveau des différents drains du système de drainage. Les débits des percolations peuvent représenter jusqu'à 75 -100% du débit total de certains drains (cas du drain 4 en 2020).

La composition chimique du surnageant fluctue également en fonction des précipitations. Les concentrations en éléments ont tendance à augmenter lors des déficits hydriques étant donné que les eaux souterraines viennent moins diluer les percolations à travers la géomembrane.

Le 28 avril 2019 (épisode de pluies intenses), un débordement du puits de pompage dans lequel aboutissent les 4 drains du système de drainage a conduit à un rejet dans la Kwé ouest de 800 m³ (<1% des eaux captées annuellement), avec des concentrations en Manganèse qui atteignait jusqu'à 7,4 mg/L dans le drain 4. Cet incident est dû à une défaillance électrique de l'asservissement des pompes et l'inattention du pilote de l'opération.

L'ancien seuil de Manganèse (1 mg/L) a régulièrement été dépassé en 2019 (drains 1 et 4 ; jusqu'à 20 mg/L de Manganèse en décembre 2019 sur le drain 4) et 2020 (drains 1, 2 et 4 ; jusqu'à 20 mg/L de Manganèse en avril 2020 sur le drain 4).

L'ancien seuil de Chrome VI (0,1 mg/L) a également été régulièrement dépassé en 2019 et 2020 (maximum de 1 mg/L observé en septembre 2019 sur le drain 2). La présence de Chrome VI serait d'origine naturelle puisque liée au lessivage par les eaux souterraines de fractures ouvertes dans le substratum.

L'entretien du dispositif de drainage prévoit des procédures de purge et de curage régulière afin d'éviter le colmatage des drains par les résidus. Les drains 3 et 4 étaient concernés en 2019 et 2020.

2.4.1.2 Rejets d'effluents liquides dans le milieu récepteur

2.4.1.2.1 Rejets de Prony Energies

Les rejets de Prony Energies sont suspectés d'être pour partie responsable du développement d'algues filamenteuses au niveau de la station poissons CBN01, à l'amont du bras Nord du Creek Baie Nord. Les paramètres Azote et Phosphore peuvent être à l'origine du phénomène d'eutrophisation du cours d'eau observé.

Le respect des valeurs seuils en Azote (20 mg/L) et Phosphore (10 mg/L) a donc été vérifié pour 2019 et 2020. Si les seuils n'ont jamais été dépassés, des teneurs relativement élevées en Azote ont été enregistrées sur 6-IP2 en octobre 2019 (3,7 mg/L) et octobre 2020 (5,2 mg/L). En Phosphore, des teneurs relativement élevées ont été mesurées sur 6-IP2 en janvier et février 2019 (respectivement 5,9 mg/L et 6,9 mg/L) et sur 6-IP1 en avril 2019 (8,5 mg/L).

2.4.1.2.2 Rejet des bassins de contrôle de l'usine de traitement du minéral

Nous n'avons pas eu accès aux données de rejets 2020 des bassins de contrôle de l'usine, mais le rapport de rejets liquides 2020 de PRNC précise qu'il n'y a pas eu de dépassement de valeur limite. En 2019, les données ne montraient aucun dépassement de valeurs limites (Tableau 73). A noter toutefois qu'il n'y a pas de valeurs limites pour les paramètres Conductivité, Sulfates, Magnésium et Calcium. Pour information, des teneurs élevées ont été enregistrées dans les rejets du bassin de contrôle Nord 2 le 8 mai 2019 pour les paramètres suivants : Conductivité (476 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Sulfates (142 mg/L), Magnésium (41,7 mg/L), Calcium (13,8 mg/L). A titre de comparaison, les valeurs maximales obtenues en 2019 pour ces mêmes paramètres sur la station 6-Q (amont du bras Nord du Creek Baie Nord) se sont produites à des dates différentes du 8 mai 2019 et étaient les suivantes : Conductivité (334 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le 11/03), Sulfates (42,1 mg/L, le 14/01), Magnésium (21,2 mg/L, le 11/03), Calcium (7 mg/L, le 11/02).

Par temps de pluies intenses, lorsque les bassins de contrôles ont atteint leur limite de rétention, une procédure « par temps de pluies » est enclenchée. Elle consiste à envoyer directement les rejets des bassins de contrôle dans le Creek Baie Nord, sans réaliser de contrôle au préalable. Afin d'éviter d'envoyer dans le milieu récepteur des eaux qui seraient polluées, toutes les activités à risque sont momentanément arrêtées le temps que les bassins de contrôle retrouvent leur capacité de rétention.

2.4.1.2.3 Rejets de l'unité de traitement des effluents (unité 285) via l'émissaire marin

En 2020, les mesures réalisées en continu (débit, température et pH) évaluées sur une période mensuelle ne présentent aucune non-conformité, à l'exception du pH qui présentent jusqu'à 15% de non-conformités au mois de novembre. Aucune non-conformité n'est enregistrée en 2019.

Concernant les suivis journaliers de 2020, des non-conformités¹⁸ sont constatées au mois de mai et juin 2020 pour les paramètres suivants : Chrome VI (3,2 % des mesures en mai), Nickel (3,2 % des mesures en mai) et Manganèse (3,8 % des mesures en juin). A noter également qu'il y a eu 82 dépassements de la valeur limite en Manganèse entre le 13/01/2020 et le 03/12/2020, mais jamais plus de 12 dépassements sur le même mois (maximum de 11 dépassements enregistrés en juillet 2020). En ce qui concerne les flux de Manganèse, le flux mensuel maximum (1328,54 kg) observé au mois de juillet 2020 est inférieur à la valeur limite (2269,2 kg/mois).

Concernant les suivis journaliers de 2019, des non-conformités sont constatées au mois de juillet 2019 pour le paramètre Nickel (3% des mesures). A noter toutefois qu'il y a eu 86 dépassements de la valeur limite en Manganèse entre le 01/01/2019 et le 28/12/2019, mais jamais plus de 12 dépassements sur le même mois (maximum de 11 dépassements enregistrés en septembre 2019).

Voici des exemples d'explications données à certaines non-conformités qui se sont produites en 2020 au niveau de l'unité de traitement 285 :

- Chrome VI (0,24 mg/L, non-conformité du 04/05/2020) : défaut d'ajout automatique de sulfate de fer permettant l'abatement du Chrome VI ;

¹⁸ Une non-conformité correspond à un dépassement de valeur limite qui est au moins 2 fois au-dessus de la valeur limite.

- Nickel (7,76 mg/L, non-conformité du 05/05/2020) : non-conformité due à une non-conformité du pH (à 2,8 le 05/05/2020) en raison d'une erreur de pilotage ;
- Le pH (9,86, non-conformité du 28/08/2020) : le circuit SO₂/Air étant inefficace, choix d'augmenter le seuil de pH entre 9 et 9,5 afin d'abattre la totalité de Manganèse ;
- Manganèse (10,4 mg/L, non-conformité du 22/06/2020) : problème de condensation dans la ligne de SO₂/Air ayant entraîné un apport de SO₂ liquide dans les effluents (favorisant la dissolution du Manganèse) couplé à des erreurs de pilotage et au non-respect d'une procédure.

Pour chaque dépassement de valeur limite, l'analyse des causes a été réalisée et des mesures correctives ont été apportées le cas échéant.

2.4.1.2.4 Rejets des eaux captées par le système de drainage interne à la berme de l'ASR

En 2019, le suivi de la qualité des eaux captées par le système de drainage interne à la berme de l'ASR (composé de 3 drains) respecte les anciens seuils en vigueur (Tableau 82), ce qui autorise un rejet via le bassin de décantation aval (visible sur la Figure 135) de ces eaux dans le milieu récepteur (Kwé ouest). Toutefois, des valeurs importantes sont relevées en Sulfates (maximum de 1160 mg/L observé en août 2019) au niveau du drain central (drain 4R9 - volume annuel 2019 de 65 747 m³) et impactent les eaux superficielles de la Kwé ouest, ce qui nécessite une reprise par pompage de ces eaux pour les envoyer vers le bassin de décantation de l'ASR. Ces travaux de reprise par pompage des eaux des 3 drains ont été réalisés au second semestre 2020.

2.4.1.2.5 Rejets des débourbeurs séparateurs à hydrocarbures

Sur les 48 débourbeurs séparateurs à hydrocarbures que comptent le complexe industriel et minier de PRNC, 5 installations ont fait l'objet d'un suivi des rejets en 2019, seulement 3 installations en 2020. PRNC explique que le faible nombre d'installations contrôlées au niveau des rejets est dû au fait qu'il n'y a pas toujours de rejets au moment des contrôles bimestriels des séparateurs - débourbeurs à hydrocarbures.

En 2020, une seule non-conformité a été enregistrée pour le paramètre Demande chimique en oxygène (sans disposer de plus de précisions compte tenu de l'absence d'accès aux données de rejets des séparateurs à hydrocarbures de 2020).

En 2019, de nombreuses non-conformités ont été relevées pour le paramètre MES, avec un maximum de 440 mg/L (soit 12,5 fois la valeur limite) en septembre 2019 sur le débourbeur séparateur n°13 de l'usine qui traite les effluents de la dalle de lavage des véhicules légers. Une seule non-conformité a été enregistrée pour le paramètre Hydrocarbures en juin 2019 (15,5 mg/l, soit 1,5 fois la valeur limite) sur le débourbeur séparateur n°35 de la mine gérant les eaux de la station total.

Remarque: En complément du suivi des rejets, des inspections visuelles (en moyenne 2/an/installation) sont effectuées pour déterminer si un entretien est nécessaire et des écrémages sont planifiés bimensuellement.

2.4.1.2.6 Rejets des bassins de sédimentation

Après chaque épisode pluvieux majeurs (cf. 2.1), tous les bassins de sédimentation de la mine (cf. Figure 20) sont inspectés afin de vérifier qu'ils n'ont pas subi de nouvelles zones d'érosion,

d'écoulement ou l'apparition de résurgences. Aucune dégradation n'a été constatée lors des inspections réalisées en 2019 et 2020.

Toutefois, des débordements liés aux épisodes pluvieux majeurs se sont produits en 2019 et 2020 en majorité sur les 4 bassins de sédimentation suivants : BSO (car ce bassin draine également les conduites de sous verse du bassin BSC), BS2 (car bassin sous dimensionné par rapport à la surface drainée), BS4 (car dispositif de vidange recouvert par les sédiments) et BS1 (car dispositif de vidange endommagé).

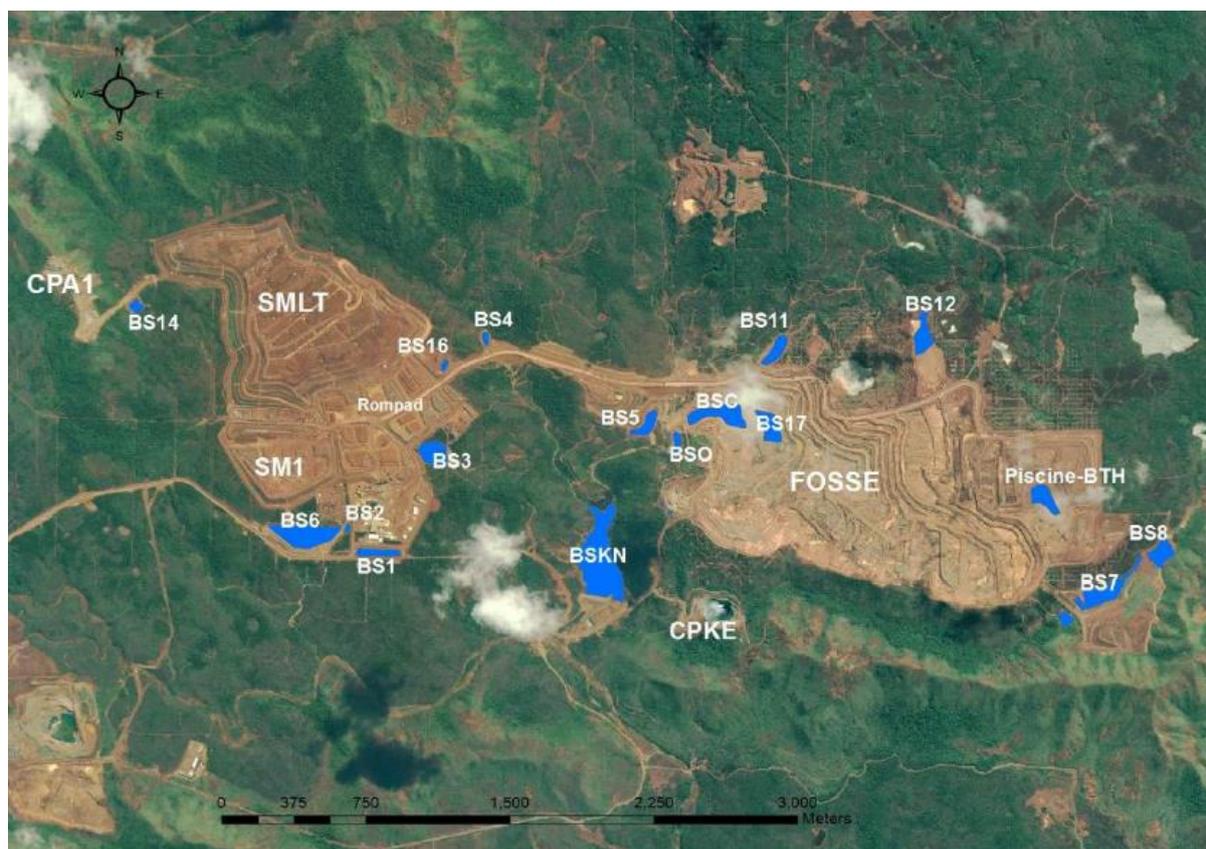


Figure 20 : Bassins sédimentaires en lien avec l'activité minière – extrait du rapport annuel 2020 concernant l'activité minière de PRNC

Des mesures de MES sont réalisées dans les surverses des bassins de sédimentation après chaque épisode pluvieux majeur. Le seuil réglementaire ne devant pas être dépassé est fixé à 35 mg/L. En 2019, toutes les mesures de MES étaient en dessous du seuil réglementaire. En 2020, aucun résultat n'était disponible en raison d'un nombre insuffisant d'échantillons collectés pour couvrir l'évènement pluvieux majeur du 1 mars 2020, qui s'est produit en même temps que le confinement lié au Covid-19.

Un curage des bassins de sédimentation est préconisé lorsque la quantité de sédiments présente un taux de remplissage supérieur à 30% du volume de rétention disponible. En 2014, le volume de rétention disponible de l'ensemble des bassins de sédimentation était d'environ 500 000 m³, soit une capacité de stockage des sédiments de 150 000 m³ (30% du volume de rétention disponible). Les volumes curés ont été importants en 2013 et 2014 (respectivement 63 000 et 81 000 m³) car certains bassins n'avaient jamais été curés jusqu'alors et les sédiments pouvaient représenter jusqu'à 51 % du volume de rétention disponible.

2.4.1.3 Rejets atmosphériques

2.4.1.3.1 Rejets atmosphériques de PRNC (usine d'acide sulfurique et centrale au fioul)

Le 22 mai 2019, la moyenne semi-horaire de SO₂ a atteint une valeur record de 5800 mg/Nm³ (soit 3,5 fois la valeur limite) au niveau de l'usine d'acide sulfurique (cheminée 14). La moyenne semi-horaire du flux de SO₂ a également atteint une valeur record de 900 mg/Nm³ (soit 1,7 fois la valeur limite). Cette non-conformité serait due au redémarrage de l'usine d'acide sulfurique faisant suite à un arrêt annuel majeur pour maintenance. Des défaillances au moment du redémarrage de l'usine ont engendré une conversion SO₂/SO₃ moins efficace que d'ordinaire, ce qui a provoqué de fortes émissions de SO₂. Ces dépassements en SO₂ ont duré pendant 5 h compte tenu de défaillances sur l'instrumentation ayant contraint à des mesures de précaution dans la remontée en température du circuit. Des mesures correctives ont été apportées (ex : mise en place d'équipements support mécanique et électricité lors des phases de redémarrage de l'usine) et un rapport d'incident a été transmis à la DIMENC en juin 2019.

Les principales autres non-conformités survenues en 2019 concernent la centrale au fioul (cheminée 15), pour les paramètres « poussières totales » (16 % de non-conformités journalières au niveau de la chaudière 3, la moyenne journalière maximale atteignant 60 mg/Nm³, soit 2 fois la valeur limite) et « oxyde d'azote » (20,8 % de non-conformités journalières au niveau de la chaudière 3, la moyenne journalière maximale atteignant 300 mg/Nm³, soit 1,5 fois la valeur limite). Les causes des non-conformités ont été identifiées et des mesures correctives ont été mises en œuvre.

En 2020, les principales non-conformités ont été observées au premier semestre 2020 au niveau de la centrale au fioul (cheminée 15), pour les paramètres « poussières totales » (11,9% de non-conformités journalières au niveau de la chaudière 3, la moyenne journalière maximale atteignant 90 mg/Nm³, soit 3 fois la valeur limite) et « oxyde d'azote » (5 % de non-conformités journalières au niveau de la chaudière 3, la moyenne journalière maximale atteignant 900 mg/Nm³, soit 4,5 fois la valeur limite). Ces non-conformités s'expliquent en raison d'une maintenance préventive insuffisante, de l'impossibilité de faire des ramonages, etc. Des mesures correctives ont été entreprises au second semestre 2020 évitant l'apparition de nouvelles non-conformités.

2.4.1.3.2 Rejets atmosphériques de Prony Energie (centrale à charbon)

Peu de non-conformités sont mesurées en 2019 au niveau des tranches 1 et 2 de la centrale au charbon de Prony Energies, excepté pour les poussières (moyenne mensuelle de décembre 2020 à 110 mg/Nm³ et valeur maximale à 1216 mg/Nm³ observée le 6 décembre 2019 sur la tranche 1, soit 40 fois la valeur limite). Le pic observé s'explique par le redémarrage de la tranche 1.

En 2020, les non-conformités concernent principalement la tranche 1, pour les paramètres suivants :

- SO₂ : les plus fortes valeurs moyennes mensuelles sont observées en février (2623 mg/Nm³) et août 2020 (2489 mg/Nm³) et des pics de pollution très élevés sont observés notamment le 25 janvier (12 190 mg/Nm³, soit 12 fois la valeur limite), 26 février (19 365 mg/Nm³, soit 20 fois la valeur limite) et 18 août (22 329 mg/Nm³, soit 23 fois la valeur limite) ;
- NO_x : la plus forte valeur moyenne mensuelle est observée en février avec 1934 mg/Nm³, avec une valeur maximale de 10 718 mg/Nm³ mesurée le 25 janvier, soit 16 fois la valeur limite.

- Poussières : un pic de poussières important a été mesuré le 26 août 2020 (1068 mg/Nm³, soit 35 fois la valeur limite).

Les causes des non-conformités ont été identifiées (taux trop élevés en O₂, redémarrage de la tranche 1, encrassement des buses, etc) et des mesures correctives ont été apportées.

2.4.2 Révégétalisation

Les opérations de revégétalisation font partie des prescriptions imposées aux exploitants dans les autorisations de défrichement qui leur sont délivrées dans le cadre de leurs différents chantiers d'exploitation.

Il s'agit principalement de :

- Plantations compensatoires de maquis minier : elles doivent se faire en dehors de la zone d'emprise de PRNC avec une densité de 1 plant/m² ;
- Plantations compensatoires d'enrichissement forestier ou d'espèces rares : lorsque des formations forestières ou des espèces rares ont été impactées par les défrichements. La densité de plantation attendue (1 plant/10 m²) est moindre que pour les plantations compensatoires de maquis miniers.



Figure 21 : Evolution des surfaces revégétalisées par PRNC sur la période 2014-2020.

D'après PRNC, beaucoup de temps est consacré à l'identification de foncier présentant une bonne accessibilité, qui ne soit pas dans une zone susceptible d'être ultérieurement exploitée et dont la qualité des sols puisse donner une chance de réussite aux projets de revégétalisation. L'identification d'un foncier adapté est encore plus essentielle lorsqu'il s'agit de garantir la réussite d'un projet de revégétalisation impliquant des ERM.

Les surfaces revégétalisées en 2019 et 2020 représentent quasiment les mêmes surfaces (environ 35 hectares). Le constat d'une revégétalisation d'environ 30 hectares par an peut être fait depuis 2016 (Figure 26). En 2019, 70 espèces et 174 340 plants ont servis à la revégétalisation. Dans le cadre des opérations de revégétalisation de 2020, beaucoup plus d'espèces ont été utilisées (125 espèces) pour un nombre de plants similaire (168 535 plants) à celui de 2019. Parmi les espèces le plus fréquemment

utilisées dans le cadre des opérations de revégétalisation, peuvent être citées : *Grevillea exul*, *Gymnostoma deplancheanum* et *Costularia comosa*.

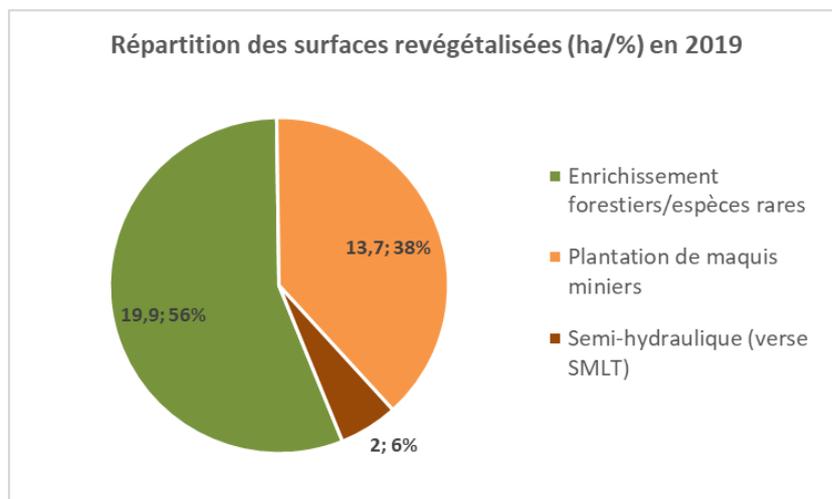


Figure 22 : Répartition des surfaces revégétalisées de 2019 entre les différents types d'opérations de revégétalisation.

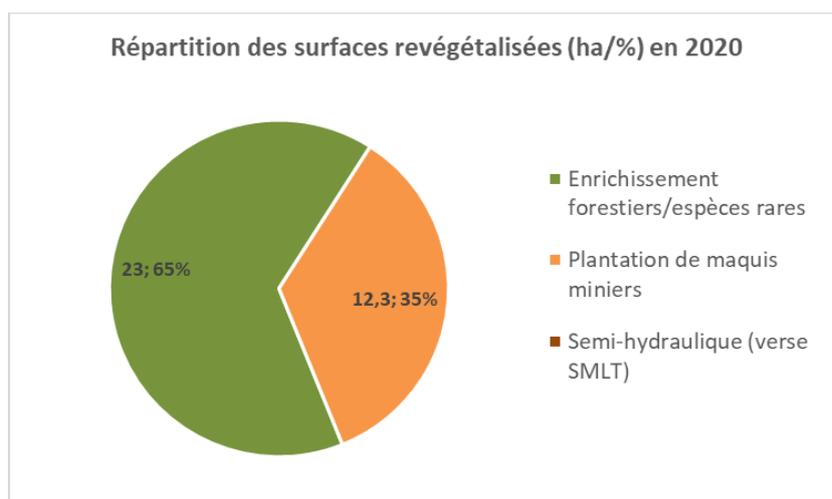


Figure 23 : Répartition des surfaces revégétalisées de 2020 entre les différents types d'opérations de revégétalisation.

Que ce soit en 2019 ou en 2020, les projets d'enrichissements forestiers/d'espèces rares représentent le plus de surfaces revégétalisées (respectivement 56% et 65 % des surfaces – cf. Figure 22 et Figure 23). Il s'agit notamment de l'enrichissement des forêts du Pic du Grand Kaori, du patch forestier au nord de SMLT ou encore des zones humides de la plaine des lacs.

En ce qui concerne les plantations de maquis miniers de 2019 et 2020, elles ont été réalisées principalement dans le parc provincial de la rivière bleue, mais également au niveau de la mine des Japonais.

La réhabilitation de la verse SMLT (en même temps qu'elle se construit) consiste à réutiliser le topsoil issu des surfaces défrichées par PRNC afin de l'épandre sur les talus achevés de la verse qui font ensuite l'objet d'une revégétalisation par semi hydraulique (mélange d'engrais, de mulch et de semences d'espèces de maquis minier) - cf. Figure 22.

Le suivi des projets de révégétalisation (exigé réglementairement) est globalement réalisé en rapportant approximativement un taux de réussite à chaque projet. PRNC estime que le taux de mortalité représente en moyenne 20 % des plants (dû notamment aux nombreux aléas tels que cyclones, sécheresse, cerfs, etc), d'où la nécessité d'une densité de plantation élevée (1 plant/m²). Le manque de personnel au regard de la taille des surfaces à entretenir (environ 900 ha) ne permet pas d'assurer un suivi et une maintenance très soutenue. En ce qui concerne les mesures compensatoires d'enrichissement forestier, le pas de temps long de développement de ces espèces forestières est une contrainte non négligeable pour évaluer la réussite de ce type d'opération.

2.4.3 Lutte contre les espèces envahissantes

2.4.3.1 Espèces animales envahissantes

La lutte contre les cochons dans les réserves provinciales est du ressort de la province Sud, en lien avec la Fédération de chasseurs. Cependant, l'interdiction de chasser avec des chiens dans les réserves a modifié la stratégie de chasse en privilégiant le piégeage à l'aide de cages. Cette technique, testée sur le bassin versant de la Kwé en 2017, ne s'est pas révélée efficace. Récemment, la province Sud a fait appel à un trappeur pour lutter contre les cochons sauvages au parc de la rivière bleue.

L'opération de lutte contre les chats sauvages initiée en 2019 n'a pas été reconduite afin de pas mécontenter les associations de protection des animaux.

A propos des fourmis, la colonie de fourmis à grosse tête identifiée au niveau de la STEP ainsi que la prolifération de fourmis grosses tête constatée à la Base Vie ne seront pas traitées en raison du risque que l'espèce ne soit remplacée par la fourmi électrique, à la piqure douloureuse. Par ailleurs, le risque de propagation de la fourmi noire à grosse tête de la Base vie vers la Forêt Nord est jugé faible car elle apprécie les milieux ouverts. Pour ce qui concerne les populations de fourmis électriques délimitées dans les zones para-forestières autour de l'Usine, du Port et de la STEP (en 2013 et 2015), PRNC a décidé de ne pas les traiter en raison du danger que représente le produit (LAMDRO) pour la faune aquatique.

2.4.3.2 Espèces végétales envahissantes

La lutte contre les espèces végétales envahissantes consiste à prévenir leur introduction au niveau des zones anthropisées et leur dispersion vers les milieux naturels (Figure 19).

Les opérations de contrôle des espèces végétales envahissantes des 18 zones sont trimestrielles et réalisées une durée de 10 jours. Les 5 principales espèces ciblées en 2019 et 2020 étaient : *Pluchea odorata*, *Mikania micrantha*, *Crassocephalum crepidioides*, *Polygala paniculata*, *Solanum torvum*.

PRNC explique que *Pluchea Odorata* et *Mikania micrantha* sont deux espèces au potentiel d'envahissement fort qui sont déjà bien développées sur les zones anthropisées et représentent un volume d'arrachage important dans le cadre du plan de lutte contre les espèces végétales envahissantes, à l'inverse des trois autres espèces au potentiel d'envahissement fort (*Pinus caribea*, *Leucaena leucocephala*, *Sphagneticola trilobata*) mais dont l'abondance est plus faible et représente un faible volume d'arrachage.

Au sein de ces zones, les endroits ciblés sont principalement les contours des bâtiments, les aménagements paysagers et les drains. La destruction des plantes se fait exclusivement par voie mécanique (fauchage ou arrachage). Les volumes de plantes arrachés en 2019 et 2020 étaient respectivement de 70 m³ et 41 m³.

2.4.4 Protection des espèces animales et végétales

2.4.4.1 Oiseaux marins

Dès 2008, des actions concrètes en lien avec la problématique des échouages d'oiseaux marins ont été mises en œuvre par PRNC, comme la formation de son personnel HSE aux premiers soins à apporter aux oiseaux blessés ou la création d'un centre de soin au Parc Zoologique Forestier.

Des mesures pour prévenir l'échouage d'oiseaux marins ont également été mises en place par PRNC. A titre d'exemple, depuis 2015, le service de maintenance responsable de l'éclairage vise un double objectif en orientant les projecteurs des tours d'éclairage : assurer un éclairage suffisant pour la sécurité sur site tout en limitant l'impact sur les oiseaux marins. En 2019, des bonnes pratiques consistant à éteindre les tours d'éclairage ont été mises en place sur certains chantiers fermés en cas d'intempéries durant la période des premiers vols d'oiseaux marins (ex : carrière CPA1, SMLT).

2.4.4.2 *Lacertoides pardalis*

Le scinque léopard (*Lacertoides pardalis*) est une espèce classée vulnérable (VU) selon les critères de l'UICN en raison de son aire de répartition limitée. Elle est présente dans le Grand Sud, notamment au niveau du Col de l'Antenne (Forêt Nord), de la mine A1 (Forêt Nord) et de la carrière CPA1 (Kwé Nord). En 2015, les défrichements au niveau de la carrière CPA1 ont conduit à mettre en place une opération de translocation de 17 scinques léopard vers la mine A1 afin de renforcer la population réduite de ce site.

En 2017, le suivi du *Lacertoides pardalis* au Col de l'Antenne a seulement conduit à la capture d'un unique spécimen et ce malgré un effort de recherche accru (120 pièges installés durant 5 jours). Les explications invoquées concernant l'échec de capture sont la distribution spatiale vraisemblablement erratique de l'espèce, associée à une faible densité de population.

En 2018, le suivi du *Lacertoides pardalis* mené sur le secteur de la mine A1 a permis de capturer 6 spécimens, dont un de ceux qui avait été transloqués en 2015 de la carrière CPA1 vers la mine A1.

A partir de 2019, une thèse conduite par l'IRD portant sur le *Lacertoïde pardalis* a été lancée dans le but d'évaluer l'aire de distribution ou encore l'espace vital (par radio télémétrie) du *Lacertoïde pardalis*. Il en ressort que de nouvelles populations ont été identifiées (sur les communes de Thio, Dumbéa et Yaté), et que la zone d'influence de PRNC est particulièrement propice au développement de l'espèce (cf. Figure 24, en rouge les zones où la présence de *Lacertoïde pardalis* est fortement probable, à l'inverse des zones bleues). L'espace vital du *Lacertoides pardalis* serait réduite à 0,5 ha.

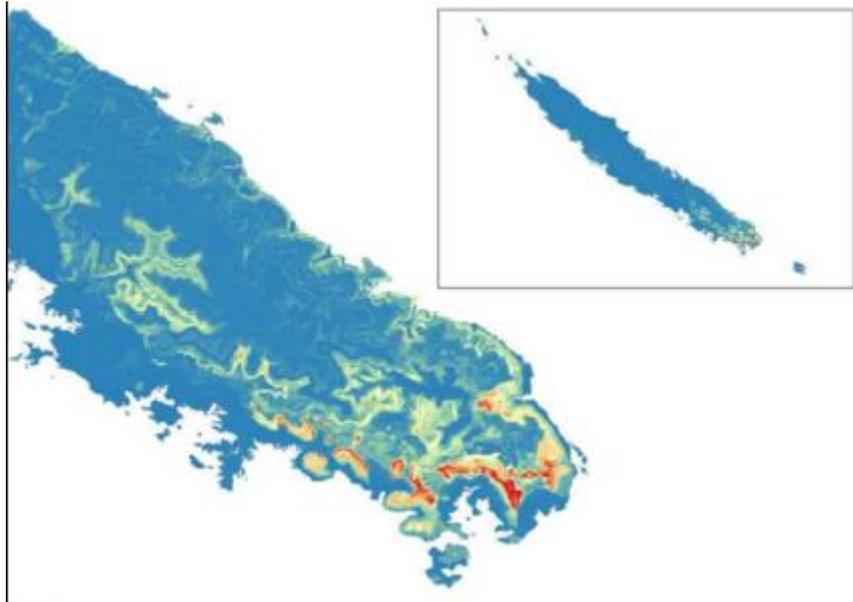


Figure 24 : Estimation par modélisation de l'aire de répartition de *Lacertoides pardalis* - Source IRD

D'après PRNC, il est fait le constat que les nombreuses actions menées au niveau du col de l'Antenne ont fragilisé les populations de *Lacertoides pardalis*, d'où la décision de les stopper. Si ces travaux présentent l'avantage d'avoir permis de mieux comprendre l'espèce, les connaissances pour mener à bien des programmes de translocations sont encore insuffisantes.

2.4.4.3 Espèces végétales rares et menacées (ERM)

Le plan de conservation actualisé en 2017 compte 41 plantes rares et menacées. Une grille permet de hiérarchiser les plantes par ordre de priorité selon les critères suivants : statut UICN, menaces liées à la mine et au feu, rareté locale, vulnérabilité de l'habitat et difficultés de multiplication. Les 32 espèces du plan de conservation jugées prioritaires sont classées ainsi par l'UICN : 1 EX (éteint), 10 CR (en danger critique), 14 EN (en danger) et 7 VU (vulnérable).

Chaque année, des visites de terrain sont planifiées afin d'établir des bilans stationnels¹⁹ et de mieux appréhender la phénologie des espèces (suivi des floraisons et fructifications en vue de la production des espèces). Des récoltes de fruits sont également organisées dans le but de produire en pépinière des plantes qui serviront dans le cadre des programmes de revégétalisation. La collecte de fruits n'est pas toujours aisée pour certaines espèces en raison du ramassage par des collectionneurs. Dans de rares cas, la technique de transplantation est retenue pour préserver les espèces répondant mal aux techniques de production en pépinière.

¹⁹ Bilans stationnels : états initiaux détaillés indispensables à l'évaluation et au suivi de l'état de conservation des populations d'espèces rares et de leurs habitats. Ces états initiaux intègrent une description de l'habitat (formations végétales, substrats) et de l'état de conservation des populations, ainsi qu'une évaluation du degré de menace. Ces bilans doivent permettre à terme de proposer des mesures de conservation adaptées, opérationnelles et évolutives.

Actions de conservation	2019		2020	
	Nbre d'espèces	Nbre individus	Nbre d'espèces	Nbre individus
Réalisation de bilans stationnels	8	-	-	-
Réalisation de suivis phénologiques	17	-	11	-
Récolte de fruits	9	-	10	-
Production en pépinière	17	1428	10	400
Opération de revégétalisation	9	693	10	503

Tableau 5 : Actions de conservation des ERM en 2019 et 2020

L'investissement dans les actions de conservation est à peu près similaire en 2019 et 2020 (cf. Tableau 5), à l'exception de la production en pépinière qui a été plus soutenue en 2019 qu'en 2020. Par ailleurs, le blocage de l'accès à la pépinière en novembre 2020 a eu les conséquences suivantes : pertes de 1493 plants d'espèces rares et menacées, de 90000 plantules endémiques et de tout le stock de graines d'espèces endémiques. Cela aura des répercussions sur les programmes de réintroduction des années à venir.

Des opérations de transplantation ont concerné 2 ERM en 2019 (7 individus de *Rauwolfia sevenetii* classée EN et 20 individus de *Tristaniopsis macphersonii* classée VU) et 1 ERM en 2020 (7 individus d'*Araucaria goroensis* classée EN). D'après PRNC, la transplantation d'*Araucaria goroensis* semble donner de bons résultats.

En 2019 et 2020, PRNC a également participé à des projets en lien avec les ERM, tels que l'atelier Red List Authority Flore NC (visant à réviser le statut des espèces endémique par le comité local UICN) ou encore le projet ERMINE du CNRT (visant à définir une méthodologie de gestion des ERM prioritaires).

3 Bilan Grand Sud - Milieux marins

3.1 Méthodologie - Milieux marins

3.1.1 Suivis environnementaux - milieux marins

3.1.1.1 Objectifs des suivis

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Objectifs des suivis	Autres origines possibles des perturbations
Physico-chimiques	Colonne d'eau (prélèvements ponctuels)	Sels nutritifs, matières organiques	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en sels nutritifs et matières organiques dans colonne d'eau, signe d'apports organiques liés au complexe industriel et minier de PRNC (ex: tirs de mine, défaut d'assainissement)	Les apports organiques à l'origine d'un développement phytoplanctonique peuvent également être d'origine naturelle et marine (ex: apports d'eaux enrichies par les courants marins) ou anthropique mais liés à l'activité touristique (ex: hotel en Baie de Port Boisé)
		Chlorophylle a	pression	Déterminer s'il y a une teneur anormale et une augmentation en chlorophylle a dans la colonne d'eau, signe d'un développement phytoplanctonique du à des apports organiques d'origine anthropique liées au complexe industriel et minier de PRNC (ex: défaut d'assainissement)	
		Autres métaux (Cuivre, Plomb, Arsenic...)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en autres métaux dans la colonne d'eau, signe d'une influence liée au complexe industriel et minier de PRNC (ex: fuite d'eau de procédé)	Certains métaux peuvent également être d'origine naturelle et marine (ex: arsenic d'origine volcanique) ou anthropique liée à la fréquentation touristique (ex: cuivre dans les peintures antifouling de bateau)
		Métaux indicateurs terrigènes (Fer, Nickel, Chrome, Cobalt, Manganèse)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux indicateurs terrigènes dans la colonne d'eau, signe d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichement des bassins versants, fuite d'eau de procédé)	L'augmentation du phénomène d'érosion des bassins versants peut également trouver son origine dans les défrichements liées aux activités minières passées (mines orphelines), à l'exploitation forestière passée, aux incendies et à l'abrutissement par les espèces herbivores envahissantes (cerfs/cochons)
		Profil aquatique	pression	Déterminer si les variations de profil aquatique traduisent une arrivée d'eau douce potentiellement enrichie en éléments (ex: métaux, MES...) au niveau des baies ou des rejets d'effluents anormalement chauds ou turbides au niveau de l'émissaire, signe d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC	Les flux sédimentaires peuvent également être d'origine naturelle et marine (ex: érosion du platier récifal)

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Objectifs des suivis	Autres origines possibles des perturbations
Physico-chimiques	Sédiments de surface	Métaux	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux dans les sédiments de surface , signe d'une influence terrigène grandissante liée au complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichements des bassins versants associés à un sous dimensionnement ou défaut d'entretien des bassins de sédimentation)	L'augmentation du phénomène d'érosion des bassins versants peut également trouver son origine dans les défrichements liés aux activités minières passées (mines orphelines), à l'exploitation forestière passée, aux incendies et à l'abrutissement par les espèces herbivores envahissantes (cerfs/cochons)
	Flux sédimentaires (MES)	MES	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations de flux sédimentaires , signes d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichements des bassins versants associés à un sous dimensionnement ou défaut d'entretien des bassins de sédimentation)	
	Flux sédimentaires (MES)	Métaux, soufre	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux /soufre dans les flux de MES , signes d'une influence terrigène grandissante (pour les métaux) ou de rejets d'effluents industriels de PRNC au niveau de l'émissaire	Les flux sédimentaires peuvent également être d'origine naturelle et marine (ex: érosion du platier récifal)
	Sédiments profonds	Métaux, soufre	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations de métaux et soufre dans les sédiments profonds du Port , signes de pertes en minerais et en soufre au moment des chargements/déchargements au niveau du Port	
	Colonne d'eau (prélèvements continus - échantillonneurs passifs)	Métaux (Manganèse, Nickel)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux (en particulier en Manganèse) à proximité du diffuseur de l'émissaire marin	
Biologiques	Substrat	Pourcentage de couverture corallienne	état	Déterminer si la couverture corallienne diminue, signe d'une perturbation en lien avec le complexe industriel et minier de PRNC (ex: pressions sédimentaires dues à la remobilisation de sédiments au niveau du Port, augmentation des flux de MES dans les rivières, perturbations chimiques)	La baisse de couverture corallienne peut également être d'origine naturelle (ex: invasion d'acanthaster, depression tropicale, blanchissement, maladies)
	Herbier	Descripteurs biologiques	état	Déterminer si l' herbier de la Baie Kwé regresse, signe d'une perturbation en lien avec le complexe industriel et minier de PRNC (ex: augmentation des flux de MES dans la Kwé, perturbations chimiques)	La regression de l'herbier peut également être d'origine naturelle (ex: depression tropicale)
	Macro-invertébrés (benthos)	Descripteurs biologiques	état	Déterminer si les populations de macroinvertébrés et de poissons regressent, signe d'une perturbation en lien avec le complexe industriel et minier de PRNC (ex: pressions sédimentaires dues à la remobilisation de sédiments au niveau du Port, augmentation des flux de MES dans les rivières, perturbations chimiques)	La regression des populations de macroinvertébrés, de poissons peut également être d'origine naturelle (ex: dégradation de l'habitat récifal, depression tropicale, maladies) ou anthropique (ex: surpêche)
	Poissons	Descripteurs biologiques	état		

Tableau 6 : Objectifs des suivis environnementaux - milieu marin

3.1.1.2 Description des suivis

Des suivis de type physicochimiques et biologiques sont réalisés en milieu marin. Leurs natures, fréquences de suivi, méthodes de mesure et périodes de réalisation sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau). Il est également indiqué dans ce tableau si les suivis contribuent ou non à la qualification des stations.

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi et méthodes	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic ?
Physicochimiques	Profils aquatiques	PRNC	2007	continue	enregistrement de profils multiparamétriques à l'aide d'une sonde CTD	mars et août	non
	Physicochimie de la colonne d'eau	PRNC	2007	semestrielle	à trois profondeurs (surface, mi-profondeur et fond)-prélèvements d'eau dans des flacons adaptés aux paramètres étudiés	mars et août	oui et non
	Métaux dans la colonne d'eau échantillonneurs passifs (DGT)	PRNC	2017	semestrielle	par échantillonneurs passifs (8 DGT exposés chacun durant 1 semaine)	avril-mai et nov-décembre	oui
		OEIL/CCCE	2019	ponctuelle	par échantillonneurs passifs (12 DGT exposés chacun durant 8 jours)	janvier-mai	
	Métaux dans les sédiments de surface	PRNC	2005	triennale	prélèvement des sédiments à l'aide d'une benne Van-Venne sur 4 cm	avril	oui
	Flux sédimentaires, métaux et soufre dans fraction fine	PRNC	2012	semestrielle	piège à particules séquentiel (12 godets exposés chacun durant 4 jours)	saison chaude (mars-avril) et saison fraîche (mai-juillet)	oui et non
	Métaux et soufre dans les sédiments récents	PRNC	2010	annuelle	prélèvement des sédiments par carottage, analyse des 4 premiers cm	mars	oui
	Métaux et composés organiques dans les sédiments récents	OEIL/CCCE	2019	ponctuelle	prélèvement des sédiments par carottage (en triplicatas)	janvier-mai	oui

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi et méthodes	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic ?
Biologiques	Substrat	PRNC	2005	semestrielle	méthode LIT (Line Intercept Transect) sur trois transects de 20 m (haut, milieu et bas de tombant) avec 1 réplica	saison chaude (mars-mai) et saison fraîche (août-novembre)	oui
		OEIL/CCCE	2011, 2013, 2014, 2019	ponctuelle	méthode du LIT (Line Intercept Transect) sur un transect de 20 m (milieu de tombant) avec 3 réplicas	saison fraîche (novembre)	
		DAFE/CEN	2003 (RORC) 2012 (ACROPORA)	annuelle	méthode du PIT (Point Intercept Transect) sur un transect de 20 m avec 4 réplicas	saison chaude (mars-avril)	
	Macro-invertébrés (benthos)	PRNC	2005	semestrielle	méthode d'observation sur couloir fixe sur trois transects de 20 m (haut, milieu et bas de tombant) avec 1 réplica	saison chaude (mars-mai) et saison fraîche (août -novembre)	non
		OEIL/CCCE	2011, 2013, 2014, 2019	ponctuelle	méthode d'observation sur couloir fixe sur un transect de 20 m (milieu de tombant) avec 3 réplicas	saison fraîche (novembre)	
		DAFE/CEN	2003 (RORC) 2012 (ACROPORA)	annuelle	méthode d'observation sur couloir fixe sur un transect de 20 m avec 4 réplicas	saison chaude (mars-avril)	
	Poissons	PRNC	2005	semestrielle	méthode TLV (Transect à Largeur Variable) sur trois transects de 20 m (haut, milieu et bas de tombant) avec 1 réplica	saison chaude (mars-mai) et saison fraîche (août-novembre)	non
		OEIL/CCCE	2011, 2013, 2014, 2019	ponctuelle	méthode TLV (Transect à Largeur Variable) sur un transect de 50 m (milieu de tombant)	saison fraîche (novembre)	
		DAFE/CEN	2003 (RORC) 2012 (ACROPORA)	annuelle	méthode d'observation sur couloir fixe sur un transect de 20 m avec 4 réplicas	saison chaude (mars-avril)	
	Herbier	PRNC	2014	triennale	méthode des quadrats	avril	non

Tableau 7 : Description des suivis environnementaux du milieu marin

La plupart des données sont fournies par Prony Resources NC, à l'exception des données physico-chimiques et biologiques produites par l'ŒIL et le CCCE en Baie Kwé et Baie de Port, ainsi que sur les communautés récifales dans le cadre des initiatives ACROPORA²⁰ et RORC²¹.

La date de démarrage des suivis est variable, le plus ancien suivi remontant à 2003 (suivi substrat initiative RORC) et le plus récent datant de 2019 (suivi par échantillonneur passif de l'ŒIL/CCCE).

²⁰ Stations ACROPORA subventionnées par l'ŒIL et le CCCE

²¹ Stations RORC²¹ dans la Baie du Prony subventionnées par la DAFE et le CEN.

La fréquence de suivi est également variable selon les suivis considérés, qui peuvent être semestriels, annuels ou triennaux.

En 2017, un plan de suivi des métaux (Manganèse et Nickel) dans le champ proche du diffuseur de l'émissaire marin a été mis en place par PRNC en raison de l'augmentation des autorisations de dépassement de Manganèse dans les rejets (cf. 1.5.2.5.2.1).

3.1.1.3 Explications de la non-intégration au diagnostic de certains suivis

Il a été décidé que trois suivis du milieu marin ne contribueraient pas à la qualification des stations pour les raisons suivantes :

Types de suivi	Suivis environnementaux	Explications de la non intégration des suivis au diagnostic
Physicochim.	Profils aquatiques	Absence de proposition de méthode de qualification à l'issue du Cotec méthodologique réuni le 13/05/2019.
	Physicochimie de la colonne d'eau	Certains paramètres physico-chimiques mesurés dans la colonne d'eau ne disposent pas de grille de qualité ZONECO/CNRT.
	Métaux et Soufre dans fraction fine des flux de MES	Les métaux et le Soufre mesurés dans les flux de MES ne disposent pas de grille de qualité ZONECO/CNRT.
Biologique	Macro-invertébrés (benthos)	Compartiment trop variable. Absence de proposition de méthode de qualification à l'issue du Cotec méthodologique réuni le 13/05/2019.
	Poissons	Compartiment trop variable. Absence de proposition de méthode de qualification à l'issue du Cotec méthodologique réuni le 13/05/2019.
	Herbier	Suivi non standardisé.

Remarque : Bien que ne contribuant pas au diagnostic du milieu marin, les informations issues de ces suivis seront tout de même étudiées et tous les éléments remarquables seront rapportés.

3.1.2 Localisation des réseaux de suivi - milieux marins

Le tableau ci-dessous montre la répartition des différents types de suivis (colonne d'eau, sédiments, peuplements biologiques, etc) au niveau des stations et des zones relatives au milieu marin :

Stations hors d'influence						Stations de suivi					
Zone	Station	Suivi				Zone	Station	Suivi			
Baie de Port Boisé	ST03*					Baie Kwé	ST06*				
	ST36						ST06-KW1				
	ST37						ST31				
	ST38						ST32				
	ST39						ST33				
Bonne Anse	ST19					Baie Nord	ST34				
	Bonne Anse						Bekwe				
Casy	ST18						ST15				
	ST17						ST01				
	Casy						Port de Prony	ST16			
Pointe Puka	ST35					ST12					
	Canal de la Havannah	ST02						ST09'			
ST07						ST SW1000					
ST40						ST60-NE					
ST28						Total stations					
ST30						4	2	3	3	1	7
ST29						Légende					
ST27						*, ' : paires de stations de suivi et leurs stations de référence					
Passé Toemo						Degré d'influence par rapport à l'activité industrielle et minière					
Ugo et Merlet	ST05'					Champ proche					
	ST21					Champ modéré					
	ST42					Champ lointain					
	ST41					Nature du suivi					
Goro	Paradis					Colonne d'eau					
	ST14					Echantillonneurs passifs					
Ile Ouen	ST13					Sédiments de surface					
	ST20					Flux sédimentaires					
	ST23					Sédiments profonds					
	Bodjo					Peuplements biologiques (Substrat, MIB et Poissons)					
	Daa Moa										
Ile des Pins	Nemondja										
	Kanga Daa										
	Daa Kouguie										
	Daa Yetaii										
Total stations		10	1	9	0	0	24				

Tableau 8 : Liste des stations de suivi et des stations hors d'influence du milieu marin

Les stations considérées sous influence directe de Prony Ressources NC sont qualifiées de « stations de suivi » (partie droite du tableau), tandis que celles qui se trouvent sous influence modérée ou lointaine sont qualifiées de « stations hors d'influence » (partie gauche du tableau).

Les deux seules stations de suivis physicochimiques (ST06 et ST09) qui possèdent une station de référence (respectivement ST03 et ST05) ont été identifiées dans le tableau à l'aide de signes (* et ').

Le déploiement des réseaux est plus ou moins conséquent selon la nature du prélèvement considéré. Par exemple, le suivi par échantillonneur passif (DGT) et le suivi des sédiments récents sont localisés au niveau de zones bien précises (Champ proche de l'Émissaire, Baie Kwé et Baie de Port Boisé), tandis que d'autres suivis sont présents de façon beaucoup plus large (ex : suivi physicochimique de la colonne d'eau).

Concernant le suivi des métaux par échantillonneur passif, seule la station ST SW1000 la plus éloignée de l'émissaire (située à 1000 m) a été retenue pour contribuer au diagnostic. Les résultats obtenus sur les autres stations plus proches de l'émissaire (cf. Figure 27) seront toutefois présentés à titre informatif.

Remarque : Le plan de suivi des métaux par échantillonneur passif a connu plusieurs modifications depuis son lancement en 2017. En 2017, les stations se trouvaient situées au milieu du diffuseur dans la couche K2/K3 (située à 6 m du fond). En 2018, l'obstruction du diffuseur du 49^{ème} au 200^{ème} orifice (soit 75 % des orifices obstrués) a modifié la concentration du panache d'effluents et ses modalités de diffusion, nécessitant de rapprocher les stations de suivi au niveau des premiers orifices du diffuseur. Par ailleurs, la modélisation de dispersion de l'effluent a quant à elle permis de prédire que l'essentiel du panache allait se concentrer dans la couche K6 (située à 6 m du fond), d'où le rajout en 2019 de deux stations supplémentaires dans la couche K6. L'intervention de désobstruction de l'émissaire début 2020 a permis de rétablir le plan d'échantillonnage initial, qui consistait à placer les stations de suivi au milieu de l'émissaire (cf. Figure 27). Cependant, un nouveau dysfonctionnement est apparu au second semestre 2020 du 61^{ème} au 200^{ème} orifice.

Il n'existe pas de station biologique en champs proche du diffuseur de l'émissaire marin étant donné que l'absence de récif était un critère requis pour l'installation du diffuseur, en vue de minimiser ses impacts sur la faune marine.

Afin de pallier l'absence de stations de suivi réglementaire biologique dans la zone « Baie Kwé », l'OEIL a réalisé en 2011, 2013, 2014 et en 2019 des campagnes de suivi des écosystèmes marins au niveau de la Baie Kwé, ainsi qu'au niveau de sa baie de référence (Baie de Port Boisé).

Les coordonnées géographiques des stations de suivi et hors d'influence sont disponibles en annexe (cf. 7.29). Ce tableau précise également les structures qui réalisent des suivis sur chacune de ces stations.

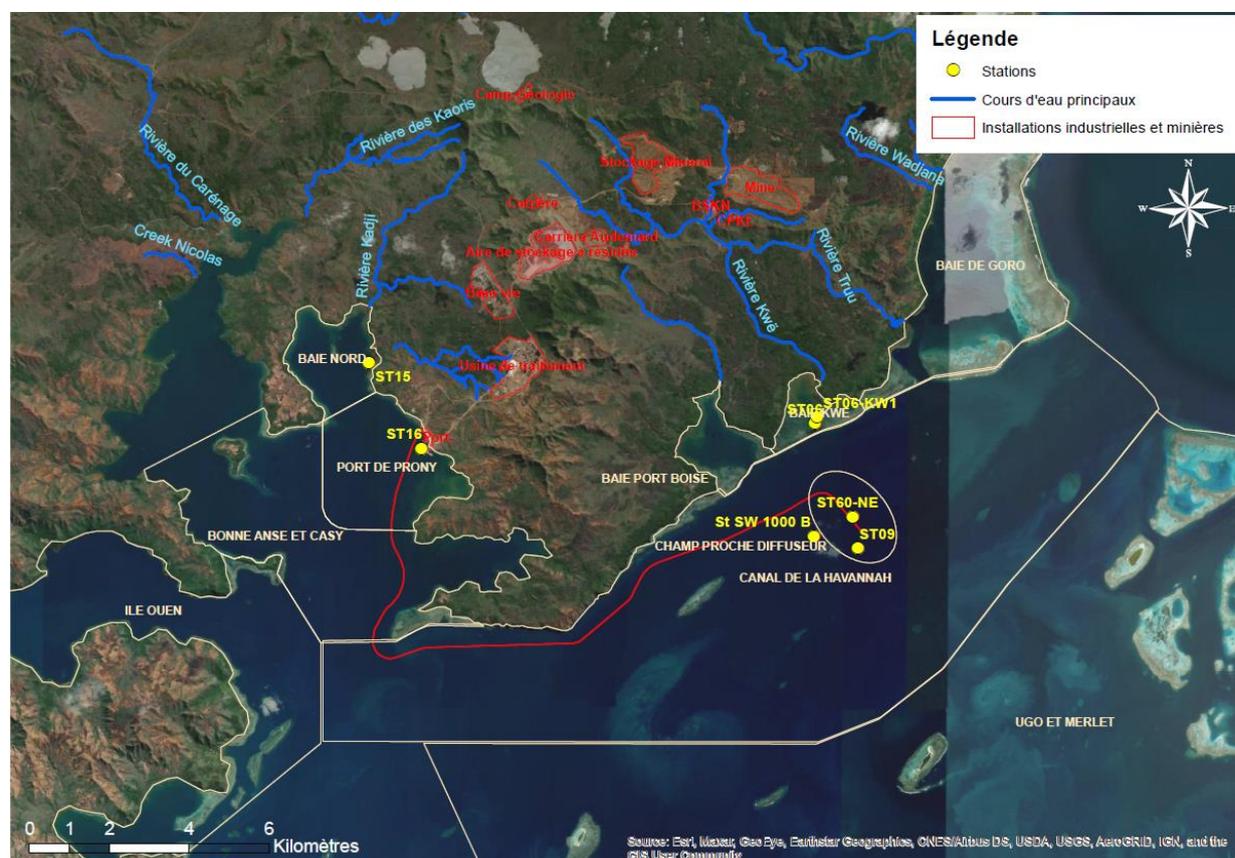


Figure 25: Localisation des stations de suivi physicochimiques - milieu marin - Source CEIL

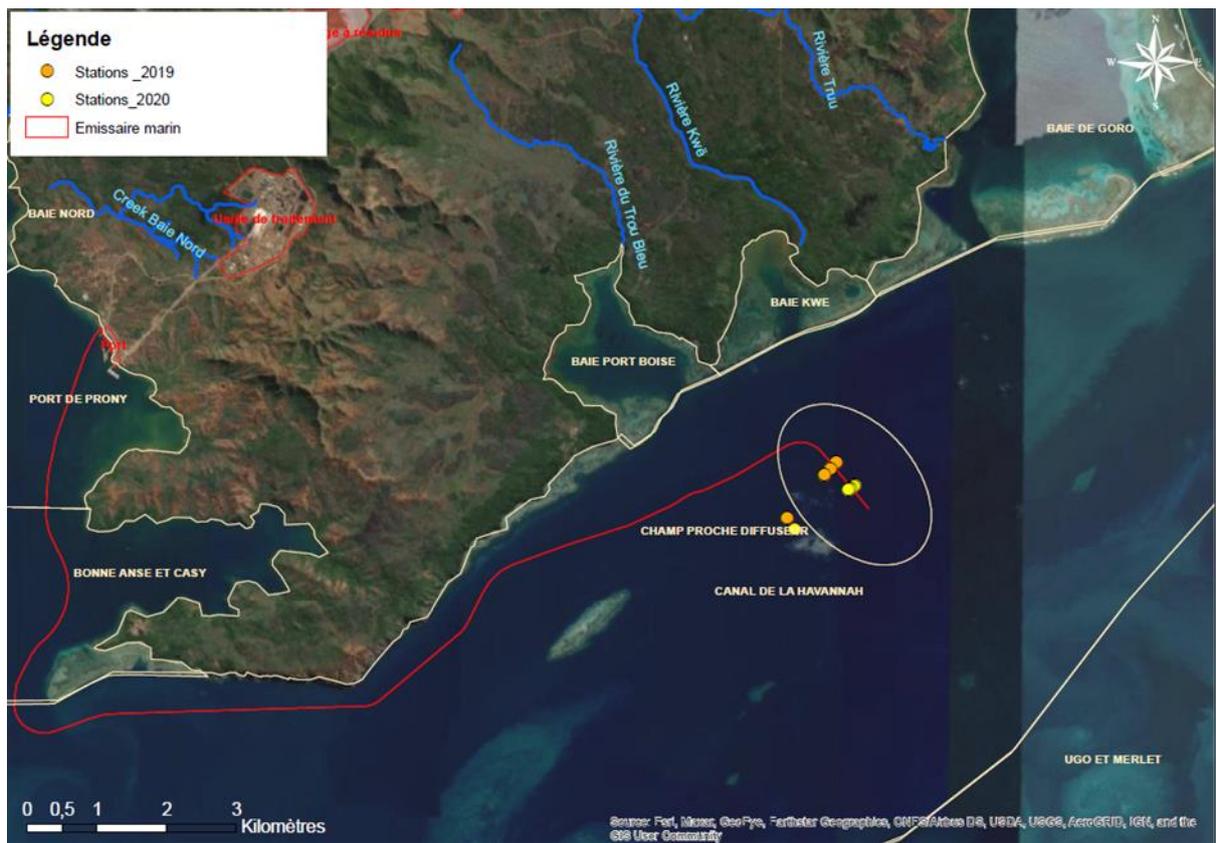


Figure 26 : Localisation des stations de suivi physicochimiques du dispositif d'échantillonneurs passifs autour du diffuseur de l'émissaire marin - milieu marin - Source CÉL

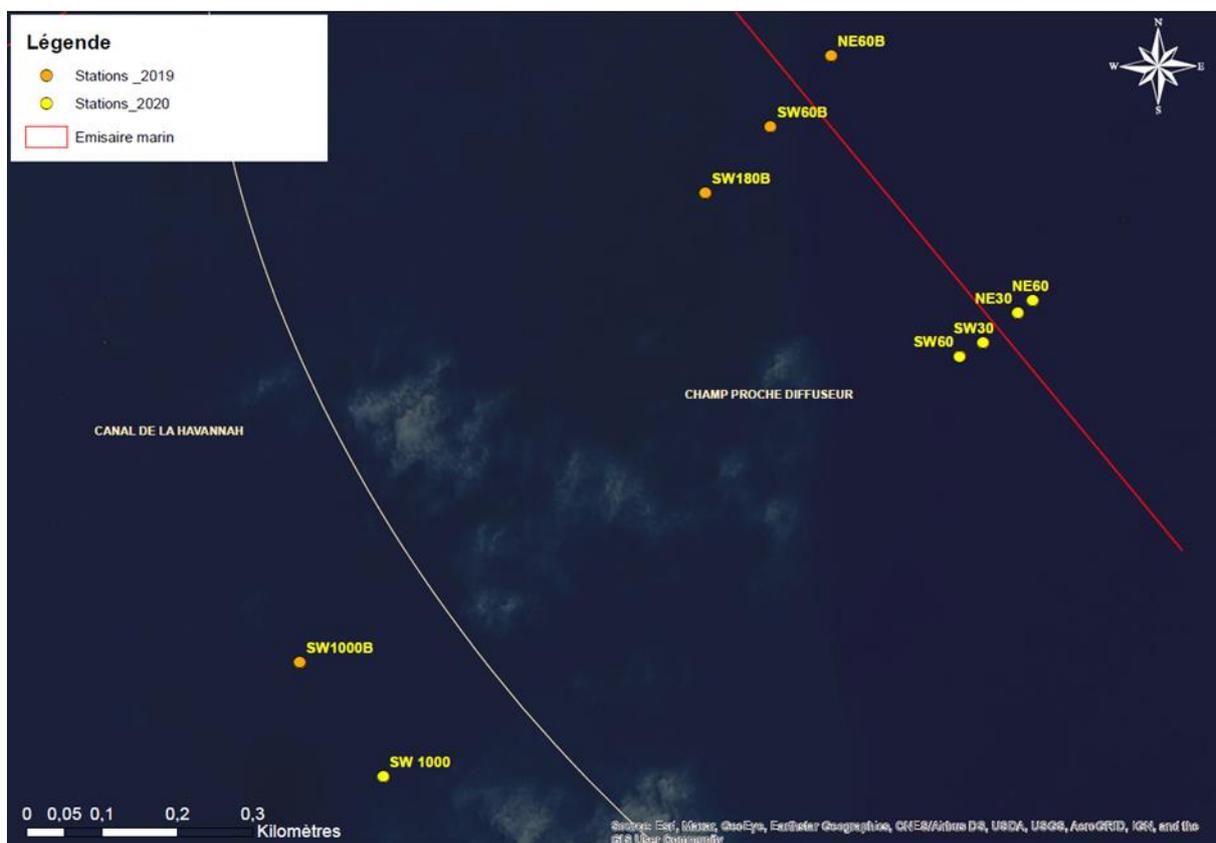


Figure 27 : Localisation des stations de suivi physicochimiques du dispositif d'échantillonneurs passifs autour du diffuseur de l'émissaire marin – agrandissement sur les stations les plus proches du diffuseur marin - milieu marin - Source CEIL

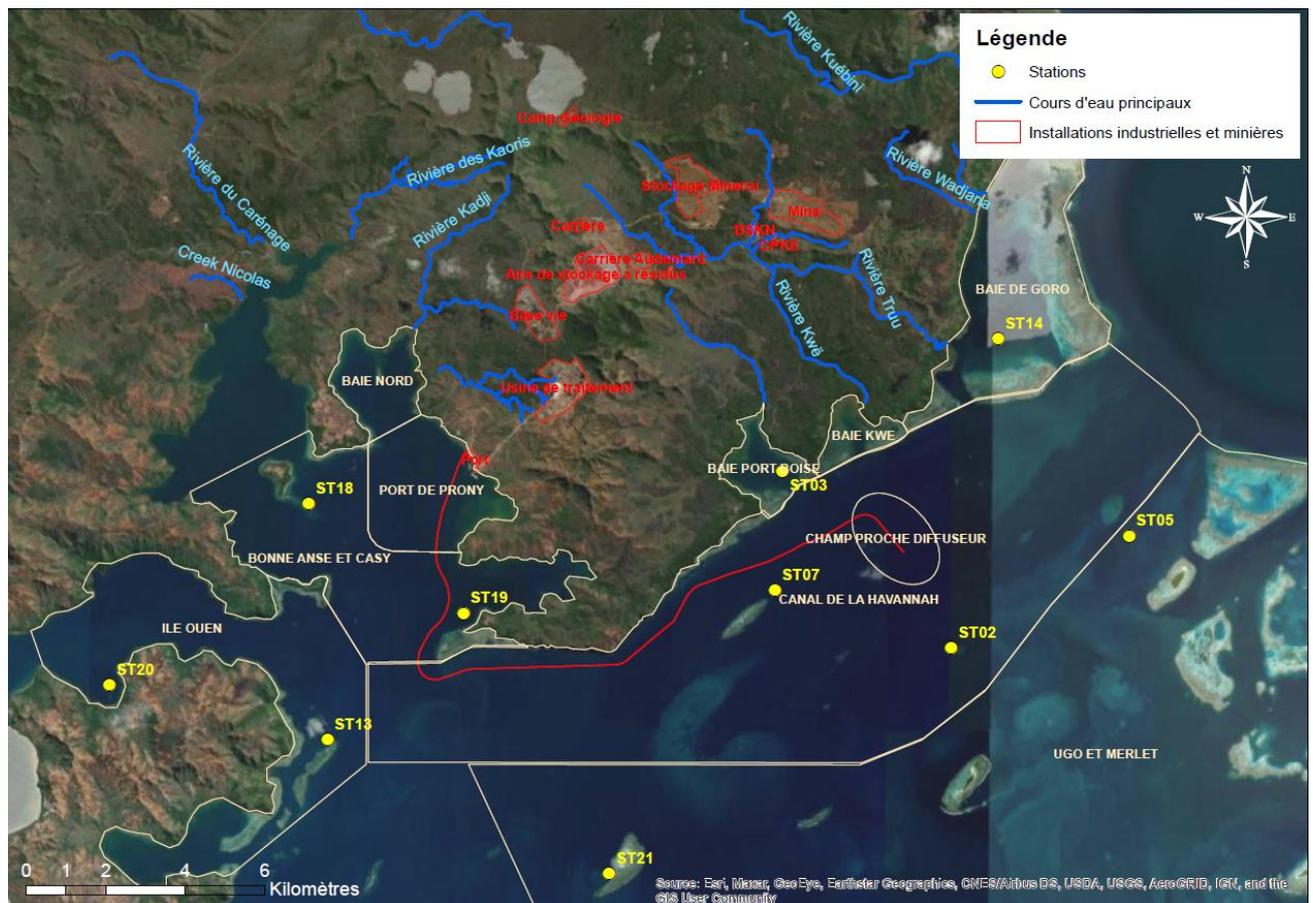


Figure 28: Localisation des stations physicochimiques hors d'influence - milieu marin - Source OEIL

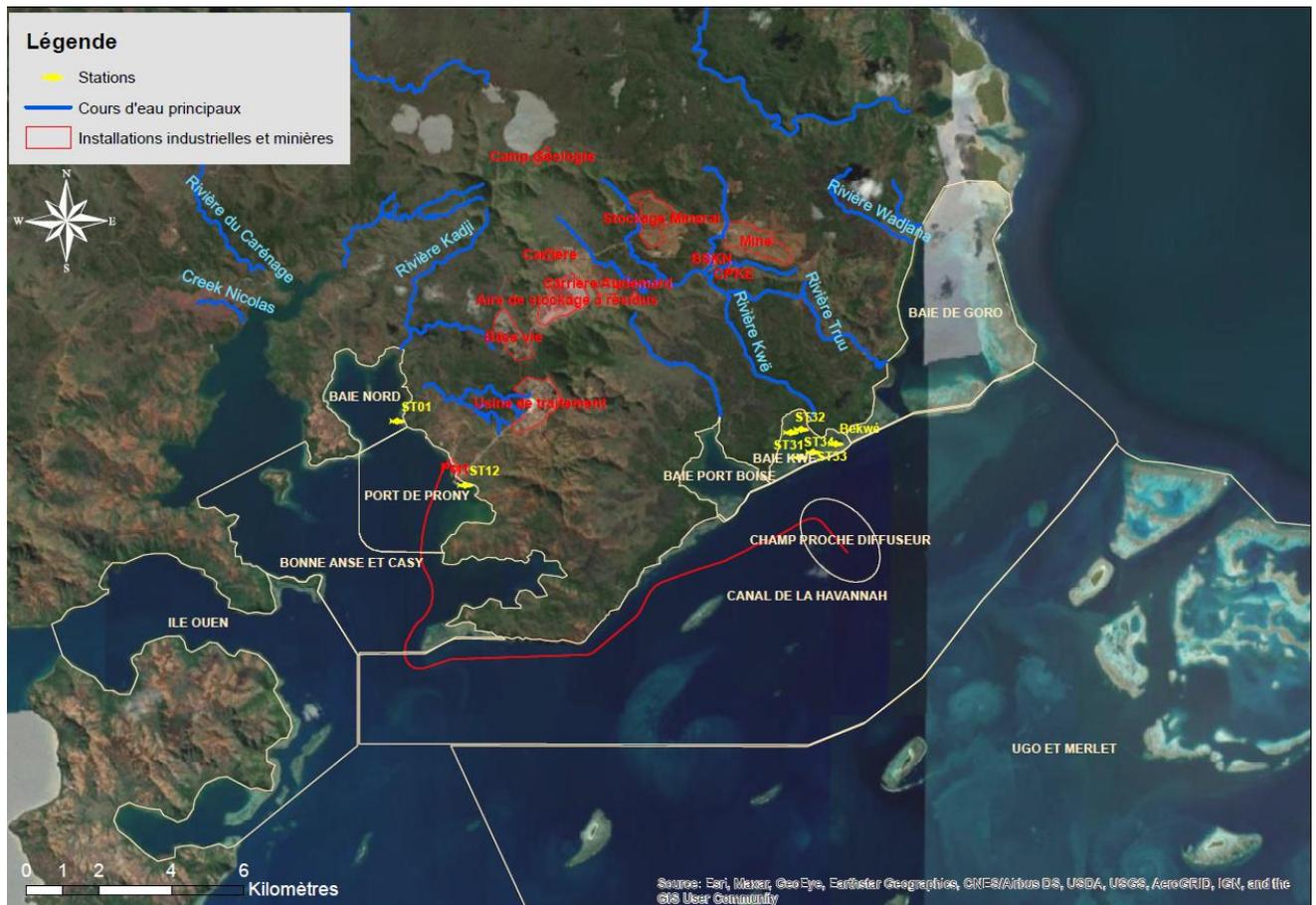


Figure 29 : Localisation des stations de suivi biologiques - milieu marin - Source OEIL

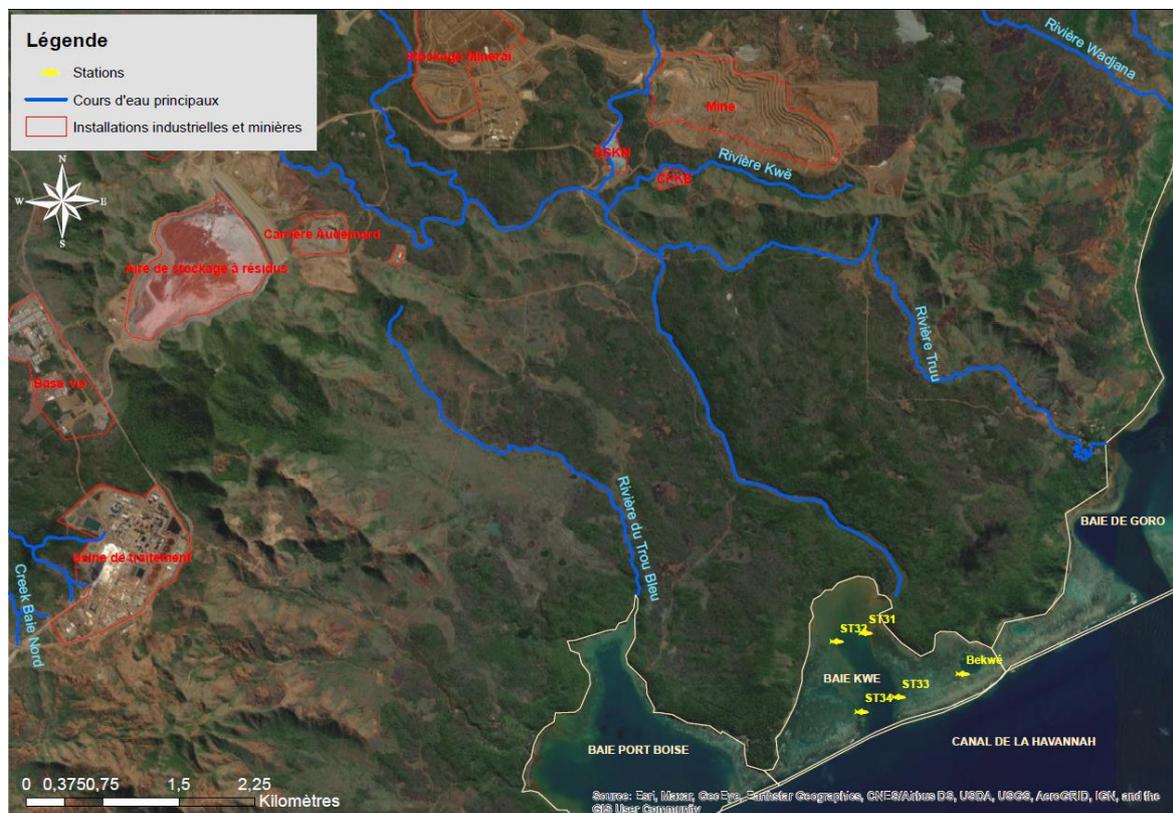


Figure 30: Localisation des stations de suivi des peuplements biologiques - agrandissement sur la Baie Kwé – milieu marin - Source OEIL

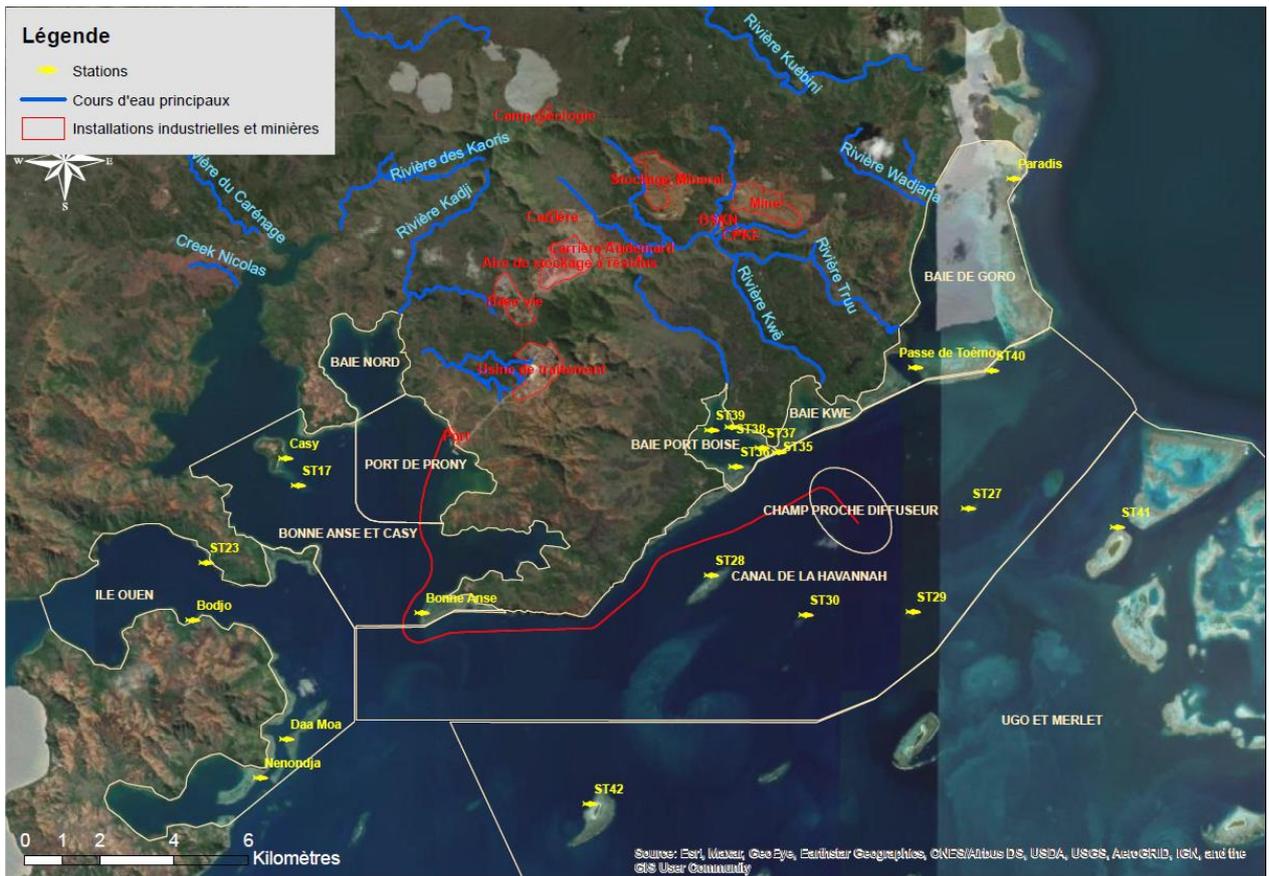


Figure 31: Localisation des stations de peuplements biologiques hors d'influence - milieu marin - Source CEIL

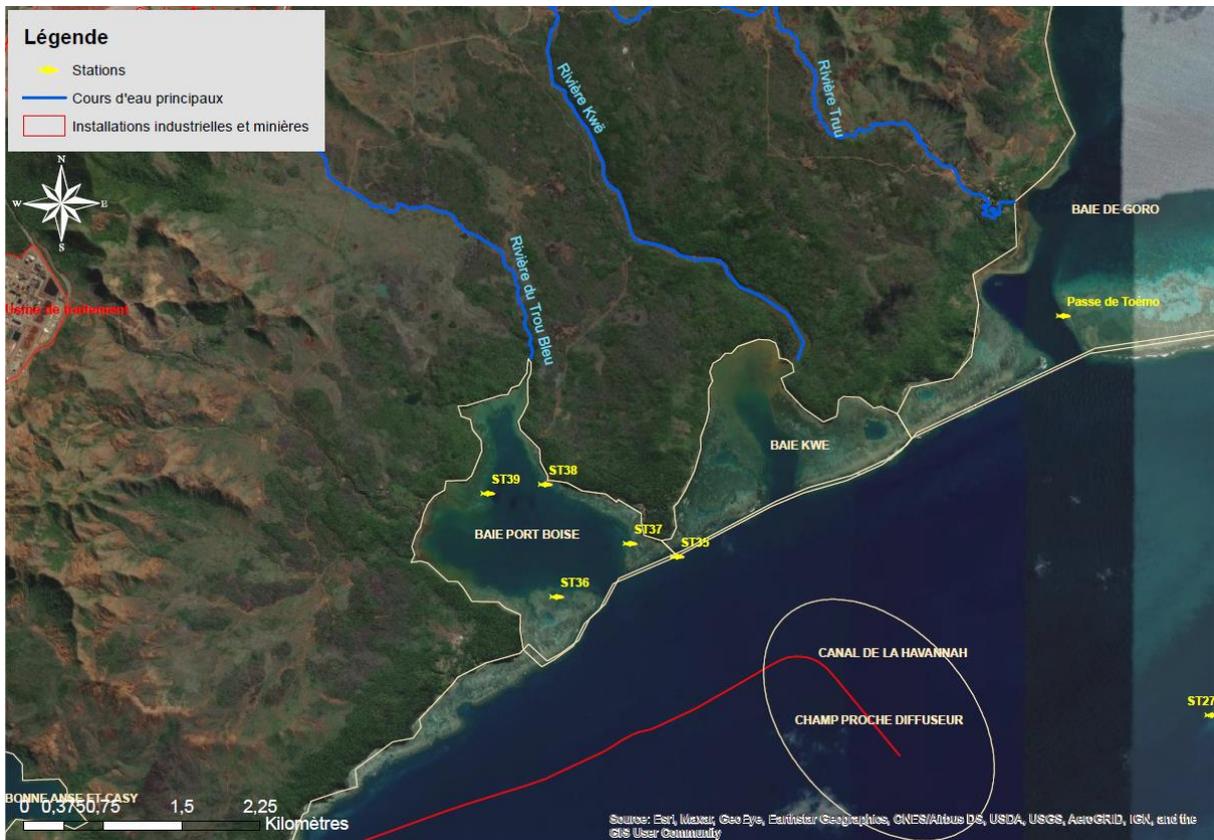


Figure 32 : Localisation des stations de peuplements biologiques hors d'influence - agrandissement sur la Baie de Port Boisé - milieu marin - Source OEIL



Figure 33 : Localisation des stations biologiques hors d'influence (île des pins) - milieu marin - Source OEIL

3.1.3 Qualification des paramètres - milieux marins

Le tableau ci-dessous présente la méthode de qualification des paramètres utilisée (choix du référentiel et de la méthode d'analyse) pour chaque type de suivi et compartiment considéré :

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Méthode d'analyse	
Physico-chimique	Colonne d'eau	Chimiques (Manganèse, Nickel, Chrome VI)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Médiane, Percentile ou Moyenne (calculés sur les 3 dernières années), à comparer à la grille de qualité	
		Physicochimiques (Chlorophylle a, Phosphates, Ammonium, Azote total et Phosphore total)			
		Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)	Spatial	Ecart entre moyennes (de la station de suivi et de référence) l'année N, à comparer au Percentile 90 (calculé à partir des écarts entre moyennes du début des suivis à N-1)	
		Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)			
		Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)	Temporel	Moyenne de la station de suivi l'année N, à comparer au Percentile 90 (calculé à partir des moyennes du début des suivis à N-1)	
		Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)			
		Profil aquatique (Température, Turbidité, Salinité et Fluorescence)	A dire d'expert	A dire d'expert	
	Sédiment de surface	Chimiques (métaux)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité	
	Sédiments profonds	Chimiques (métaux)	Chimiques (métaux)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité
			Chimique (Soufre)	Temporel	Tendance d'évolution de la valeur annuelle sur les 5 dernières années
Chimique (ratio Ca/Fe)			Absence	Absence	
Flux sédimentaire	Chimique (métaux, ratio Ca/Fe)	Temporel	Moyenne semestrielle à comparer à la Valeur de référence 2007		
	Physico-chimique (flux de MES)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité		
Echantillonneurs passifs (DGT)	Chimiques (Manganèse, Nickel)	Grille de qualité (ZONECO/CNRT)	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité		
Biologique	Substrat (PRNC)	% de couverture corallienne	Temporel	Valeur annuelle (du transect en saison fraîche) à comparer au Percentile 25 et à la Médiane (calculés du début des suivis à N-1)	
	Substrat (ŒIL/CCCE)	% de couverture corallienne	Spatial et temporel	Analyses statistiques (contrôle-impact) : Analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs (Campagne x Zone) entre zone sous influence et zone hors d'influence	
	Substrat (ACROPORA et RORC)	% de couverture corallienne	Temporel	Analyses statistiques (évolution temporelle): Kruskal Wallis	

Tableau 9 : Méthode de qualification des paramètres suivis dans les différents compartiments du milieu marin.

La liste détaillée des paramètres physicochimiques suivis en milieu marin est consultable en annexe (Tableau 95).

Etant donné que les éléments majeurs (Magnésium, Calcium, Potassium, Sulfates) constituent essentiellement des paramètres nécessaires à l'appréhension du contexte environnemental et qu'ils se trouvent en surconcentration dans les eaux de mer en comparaison des apports par les eaux douces, ils seront désormais exclus de l'analyse du Bilan Grand Sud (au même titre que les Chlorures et le Sodium).

Bien que les suivis des macro-invertébrés et des poissons ne contribuent pas à la notation, leurs descripteurs biologiques (densité, biomasse, richesse spécifique) seront présentés à titre indicatif. La richesse spécifique est considérée comme présentant un intérêt supérieur à la densité et la biomasse, du fait de la plus grande stabilité de cet indicateur. La trop grande hétérogénéité des transects (haut, milieu et profond) n'a pas permis de réaliser d'analyses statistiques à l'échelle des stations. Le prestataire de PRNC a tout de même réalisé des analyses statistiques (à l'échelle de la zone d'étude en considérant les stations comme des répliques) dont les résultats seront rapportés pour information (malgré l'hétérogénéité non négligeable des stations venant limiter la portée de ces analyses statistiques).

3.1.3.1 Qualification de la colonne d'eau

Certains paramètres chimiques et physicochimiques disposent de grille de qualité ZONECO/CNRT²². Selon les paramètres considérés de la colonne d'eau, les métriques de suivi sont la médiane (Manganèse, Nickel, Chrome VI), le percentile 90 (Chlorophylle a, Azote total, Phosphore total) ou la moyenne (Ammonium, Phosphates) calculés sur la période 2018-2020.

Situation	Concentration (ug/L)				Concentration (umol/L)				Score
	Mn	Ni	CrVI	Chl.a	Nt	Pt	NH4	PO4	
Littoral	< 0,35	< 0,4	< 0,25	< 1,5	< 20	< 3	< 0,5	< 0,5	Non perturbé
	[0,35-0,8[	[0,4-0,75[	[0,25-0,6[	[1,5-5[	[20-50[	[3-6[	[0,5-1[	[0,5-2[	Modérément perturbé
	≥ 0,8	≥ 0,75	≥ 0,6	≥ 5	≥ 50	≥ 6	≥ 1	≥ 2	Fortement perturbé
Côtier	< 0,25	< 0,3	< 0,2	< 1	< 5	< 1	< 0,3	< 0,3	Non perturbé
	[0,25-0,5[	[0,3-0,5[	[0,2-0,3[	[1-2[	[5-10[	[1-12[	[0,3-0,7[	[0,3-01[	Modérément perturbé
	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,3	≥ 2	≥ 10	≥ 2	≥ 0,7	≥ 1	Fortement perturbé
Océanique	< 0,1	< 0,15	< 0,15	< 0,3	< 1,5	< 0,5	< 0,2	< 0,1	Non perturbé
	[0,1-0,2[	[0,15-0,2[	[0,15-0,2[	[0,3-0,5[	[1,5-3[	[0,5-1[	[0,2-0,5[	[0,1-0,2[	Modérément perturbé
	≥ 0,2	≥ 0,2	≥ 0,2	≥ 0,5	≥ 3	≥ 1	≥ 0,5	≥ 0,2	Fortement perturbé

Tableau 10: Grilles de qualité ZONECO/CNRT des paramètres « Manganèse », « Nickel », « Chrome VI », « Chlorophylle a », « Azote total », « Phosphore total », « Ammonium » et « Phosphates » dissouts dans la colonne d'eau

²² Lien vers le [Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie. Programme ZONECO et programme CNRT Le Nickel, Beliaeff, B., Bouvet, G., Fernandez, J.-M., David, C., & Laugier, T. \(2011\).](#)

Zone	Station	Situation
Goro	ST14	Littoral
Ile Ouen	ST13	
	ST20	
Baie Port Boisé	ST03	
Baie Kwé	ST06	
Bonne Anse	ST19	
Casy	ST18	
Baie Nord	ST15	
Port de Prony	ST16	
Canal Havannah	ST02	Cotier
	ST07	
Ugo et Merlet	ST21	
	ST05	
Emissaire	ST09	

Tableau 11 : Attribution d'une situation comme indiquée dans la grille ZONECO/CNRT (cf. Tableau 10) aux stations de suivi de la colonne d'eau.

Pour les paramètres chimiques et physicochimiques ne disposant pas de grille de qualité ZONECO/CNRT, les données mesurées en 2020 sont comparées à un référentiel spatial ou temporel. Seules deux stations de suivi (Baie Kwé et Emissaire) disposent de stations de référence (cf. Tableau 8), les douze autres stations sont donc comparées à leur propre historique de données.

La métrique de référence retenue est le percentile 90 pour les deux référentiels (spatial et temporel). Pour le référentiel spatial, il est calculé du début des suivis jusqu'à l'année 2019, à partir des écarts entre moyenne de la station de suivi et de sa station de référence. Pour le référentiel temporel, il est calculé du début des suivis jusqu'à l'année 2019, à partir des moyennes de la station de suivi.

Pour le référentiel spatial, la métrique de suivi est l'écart mesuré en 2020 entre les moyennes de la station de suivi et de sa station de référence. Pour le référentiel temporel, la métrique de suivi est la moyenne 2020 en station de suivi.

En dessous du percentile 90, un score « Non perturbé » est attribué à la station de suivi, au dessus du percentile 90 ou à niveau équivalent, un score « Fortement perturbé » est attribué à la station de suivi (cf. Tableau 12).

Métrique de suivi	Score
< Percentile 90 gamme de référence	Non perturbé
≥ Percentile 90 gamme de référence	Fortement perturbé

Tableau 12: Grille de qualité des paramètres physicochimiques de la colonne d'eau ne disposant pas de grille de qualité ZONECO/CNRT

Une tendance d'évolution temporelle des paramètres au niveau de chaque station est également appréciée sur la période 2016-2020 (5 ans), en interprétant visuellement si les courbes suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

3.1.3.2 Qualification des sédiments de surface et sédiments profonds

Certains paramètres chimiques (métaux) disposent de grille de qualité ZONECO/CNRT. La métrique de suivi est la valeur 2020.

Influence	Concentration (mg/kg)					Score
	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	
Terrigène	< 168,6	< 4300	< 119000	< 1585	< 1765	Non perturbé
	[168,6-184]	[4300-11340]	[119000-268800]	[1585-1751]	[1765-2835]	Non perturbé
	> 184	> 11340	> 268800	> 1751	> 2835	Modérément perturbé
	>>> 184	>>> 11340	>>> 268800	>>> 1751	>>> 2835	Fortement perturbé
Marine	< 64,4	< 1594	< 49200	< 656,1	< 990	Non perturbé
	[64,4-81,6]	[1594-3622]	[49200-123360]	[656,1-668,9]	[990-1090]	Non perturbé
	> 81,6	> 3622	> 123360	> 668,9	> 1090	Modérément perturbé
	>>> 81,6	>>> 3622	>>> 123360	>>> 668,9	>>> 1090	Fortement perturbé

Tableau 13: Grilles de qualité ZONECO/CNRT des paramètres « Cobalt », « Chrome », « Fer », « Manganèse », « Nickel » dans les sédiments de surface et les sédiments profonds

Zone	Station	Influence
Goro	ST14	Terrigène
Ile Ouen	ST13	
	ST20	
Baie Port Boisé	ST03	
Baie Kwé	ST06	
Bonne Anse	ST19	
Casy	ST18	
Baie Nord	ST15	
Port de Prony	ST16	
Canal Havannah	ST02	Marine
	ST07	
Ugo et Merlet	ST21	

Tableau 14 : Attribution d'une influence comme indiquée dans la grille ZONECO/CNRT (cf. Tableau 13) aux stations de suivi des sédiments de surface et profonds.

Une tendance d'évolution temporelle des paramètres au niveau de chaque station est également appréciée à partir des 5 dernières campagnes disponibles²³ en interprétant visuellement si les courbes suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

Pour le Soufre mesuré dans les sédiments profonds du Port de Prony, en l'absence de grille de qualité ZONECO/CNRT, cette tendance d'évolution est utilisée pour qualifier le paramètre (cf. Tableau 20 - décision du Cotec Résultats du 11/12/2019). En ce qui concerne le ratio Ca/Fe, aucune méthode de qualification n'est disponible.

²³ Campagnes 2016 à 2020 pour les suivis annuels dans les sédiments profonds du Port de Prony et campagnes 2006, 2009, 2012, 2015 et 2018 pour les sédiments de surface dont le suivi est triennuel.

3.1.3.3 Qualification des flux sédimentaires

Seul le paramètre flux de Matières en suspension dispose d'une grille de qualité ZONECO/CNRT. La métrique de suivi est la moyenne semestrielle 2020.

Flux MES (g/m ² /j)	Fond de baie	Embouchure creeks	Abords récifs frangeants	Score
Saison sèche	< 1	< 14,6	< 35,9	Non perturbé
	[1-1,6]	[14,6-22]	[35,9-69,2]	Modérément perturbé
	> 1,6	> 22	> 69,2	Fortement perturbé
Saison humide	< 1,6	< 46,1	< 35,9	Non perturbé
	[1,6-2,2]	[46,1-89,2]	[35,9-69,2]	Modérément perturbé
	> 2,2	> 89,2	> 69,2	Fortement perturbé

Tableau 15: Grille de qualité ZONECO/CNRT du paramètre « Flux de Matières en suspension »

Zone	Station	Situation
Baie Kwé	ST06-KW1	Embouchure de creek
Baie Nord	ST15	
Emissaire	ST60-NE	Abords récifs frangeant

Tableau 16 : Attribution d'une situation comme indiquée dans la grille ZONECO/CNRT (cf. Tableau 15) aux stations de suivi des flux sédimentaires.

Les métaux et le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires sont comparés à la valeur de référence 2007. La métrique de suivi est la moyenne semestrielle 2020. Pour le Soufre dans les flux sédimentaires, en l'absence de valeur de référence 2007, aucune méthode de qualification n'est disponible.

Une tendance d'évolution temporelle des paramètres au niveau de chaque station est également appréciée sur la période 2016-2020 (5 ans), en interprétant visuellement si les courbes suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

Remarque : les flux sédimentaires sont particulièrement influencés par la pluviométrie (source d'apports terrigènes) et l'orientation des vents (pouvant déplacer des masses d'eaux océaniques, remobiliser des sédiments, etc) au moment des prélèvements.

3.1.3.4 Qualification des échantillonneurs passifs (DGT)

Le Manganèse et le Nickel disposent de grille de qualité ZONECO/CNRT. La métrique de suivi est la moyenne semestrielle 2020.

Situation	Concentration (ug/L)		Score
	Mn	Ni	
Littoral	< 0,35	< 0,4	Non perturbé
	[0,35-0,8[	[0,4-0,75[	Modérément perturbé
	≥ 0,8	≥ 0,75	Fortement perturbé
Côtier	< 0,25	< 0,3	Non perturbé
	[0,25-0,5[	[0,3-0,5[	Modérément perturbé
	≥ 0,5	≥ 0,5	Fortement perturbé
Océanique	< 0,1	< 0,15	Non perturbé
	[0,1-0,2[	[0,15-0,2[	Modérément perturbé
	≥ 0,2	≥ 0,2	Fortement perturbé

Tableau 17 : Grilles de qualité ZONECO/CNRT des paramètres « Manganèse » et « Nickel »,

Aucune tendance d'évolution temporelle n'est attribuée aux paramètres de ce suivi en raison du manque de stabilité du plan d'échantillonnage depuis 2017.

3.1.3.5 Qualification du substrat

Pour les stations récifales ACROPORA et du RORC, grâce à l'existence de répliqués à la même profondeur, des analyses statistiques sur le critère temporel sont réalisées.

Pour les stations récifales de PRNC, en l'absence de grille de qualité, de station de référence et de répliqués par transect²⁴, le paramètre pourcentage de couverture corallienne est comparé à un référentiel temporel.

Les métriques de référence retenues sont le percentile 25 et la médiane. Elles sont calculées pour chaque transect du début des suivis jusqu'à l'année 2019, à partir des valeurs de pourcentages de couverture corallienne mesurées en saison fraîche.

La métrique de suivi est la valeur 2020 du pourcentage de couverture corallienne en station de suivi.

En dessous du percentile 25, un score « Fortement perturbé » est attribué à la station de suivi, entre le percentile 25 et la médiane, un score « Modérément perturbé » est attribué à la station de suivi et au dessus de la médiane, un score « Non perturbé » est attribué à la station de suivi (cf. Tableau 18).

Métrique de suivi	Score
> Médiane gamme de ref	Non perturbé
[Percentile 25 gamme de référence - Médiane gamme de ref]	Modérément perturbé
< Percentile 25 gamme de ref	Fortement perturbé

Tableau 18: Grille de qualité du paramètre « % de couverture corallienne »

Une tendance d'évolution temporelle du pourcentage de couverture corallienne au niveau de chaque station est également appréciée sur la période 2016-2020 (5 ans), en interprétant visuellement si les courbes suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

Remarques : la connaissance de la diversité corallienne (dont le suivi n'a plus lieu depuis 2017) aurait été intéressante à l'interprétation de l'évolution du pourcentage de couverture corallienne. En effet, une augmentation de la couverture corallienne n'est pas nécessairement le signe d'un bon état du récif, étant donné qu'elle pourrait être le résultat d'une modification de l'assemblage corallien en faveur d'espèces résistantes aux perturbations terrigènes.

Par ailleurs, la méthode du LIT n'est pas très précise, puisqu'un écart de l'ordre de 20% entre deux campagnes de suivi est tolérée, y compris pour un même opérateur en charge du suivi.

²⁴ Des transects sont réalisés à différentes profondeurs (surface, milieu et bas) mais ne peuvent être considérés comme des répliqués en raison de la forte hétérogénéité entre transect soumis à des pressions diverses (par exemple dessalure en surface, sédimentation en profondeur). Par ailleurs, les coraux se développent préférentiellement en surface, alors que les transects de profondeur sont davantage abiotiques.

3.1.4 Evaluation de la qualité des suivis - milieux marins

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Evaluation de la qualité du suivi	Justifications
Physico-chimique	Colonne d'eau	Chimiques (Manganèse, Nickel, Chrome VI)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique
		Physicochimiques (Chlorophylle a, Phosphates, Ammonium, Azote total et Phosphore total)			
		Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)	Spatial	Mauvaise	- Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique - Station de référence de Port Boisé soumise à des impacts (autre que Vale NC) - Fréquence d'échantillonnage insuffisante (semestrielle)
	Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)				
	Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)	Temporel	Mauvaise	- Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial - Fréquence d'échantillonnage insuffisante (semestrielle)	
	Physicochimiques (sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)				
	Sédiment de surface	Chimiques (métaux)	Grille de qualité	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique
	Sédiments profonds	Chimiques (métaux)	Grille de qualité	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique
		Chimique (Soufre, ratio Ca/Fe)	Temporel	Mauvaise	- Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial - Historique de données insuffisants pour calculer une gamme temporelle
	Flux sédimentaire	Chimique (métaux, ratio Ca/Fe)	Temporel	Mauvaise	- Absence de grille de qualité et de station de référence - Historique de données insuffisants pour calculer une gamme temporelle - Référence 2007 construite à partir d'une seule valeur
Chimique (Soufre)						Temporel	Mauvaise	- Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial - Historique de données insuffisants pour calculer une gamme temporelle
Physico-chimique (flux de MES)		Grille de qualité	Bonne	Existence d'une grille validée sur le plan scientifique	
Echantillonneurs passifs (DGT)	Chimiques (Manganèse, Nickel)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Existence de grilles validées sur le plan scientifique	
Biologique	Substrat (PRNC NC)	% de couverture corallienne	Temporel	Moyenne	- Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial - Absence de réplica
	Substrat (CEIL/CCCE)	% de couverture corallienne	Spatial et temporel	Moyenne	- Configuration BACIPS respectées - Faible chronique de données (4 ans) - Standardisation du protocole depuis 2019 seulement
	Substrat (ACROPORA et RORC)	% de couverture corallienne	Analyse statistiques (tendance d'évolution)	Bonne	Quatre réplicas permettant de réaliser des analyses statistiques

Tableau 19: Classes de qualité (Bonne, Moyenne ou Mauvaise) attribuées aux différents suivis environnementaux du milieu marin

En milieu marin, l'absence de grille de qualité (excepté pour les paramètres disposant de grille de qualité ZONECO/CNRT), de stations de référence (à l'exception de deux stations de suivi) et d'état initial fait que la qualité de la plupart des suivis est jugée « Moyenne » ou « Mauvaise ».

Une fréquence d'échantillonnage insuffisante pour les paramètres physicochimiques de la colonne d'eau et l'absence de réplicas au niveau des transects du suivi substrat contribuent également à la dégradation de la qualité de ces suivis.

Remarque : le fait que l'évaluation de la qualité du suivi soit définie comme « Bonne » indique simplement que des informations satisfaisantes sont disponibles pour établir un diagnostic. Cela ne signifie pas nécessairement que le plan d'échantillonnage existant soit jugé comme optimal, notamment en termes de représentativité spatiale/temporelle.

3.1.5 Qualification des stations - milieux marins

Des scores d'états chimiques et d'états écologiques sont établis pour les différentes stations.

Pour l'état chimique, seuls les paramètres chimiques disposant de grille de qualité ZONECO/CNRT ainsi que le Soufre dans les sédiments profonds mesurés au niveau de la station du Port (ST16)²⁵, contribuent à la notation, selon la règle du paramètre le plus déclassant. En effet, les méthodes de qualification des paramètres reposant sur les référentiels spatial et temporel ont été jugées peu fiables par le Cotec et le Conseil Scientifique de l'OEIL, notamment en raison d'une fréquence de suivi très insuffisante au regard de la variabilité des paramètres en milieu marin.

Concernant l'état écologique, seuls les paramètres physicochimiques disposant de grille de qualité ZONECO/CNRT, appelés « paramètres clés » (Chlorophylle a, Phosphates, Ammonium, Azote total et Phosphore total) et les paramètres biologiques contribuent à définir le score final, selon la règle du paramètre le plus déclassant. Les paramètres biologiques prévalent sur les paramètres physicochimiques clés, mais ces derniers peuvent toutefois, lorsqu'ils présentent des signes de perturbation, venir déclasser d'un rang l'état écologique. En l'absence de suivi biologique, ce sont les paramètres physicochimiques clés qui permettent de définir l'état écologique de la station selon la règle du paramètre le plus déclassant.

²⁵ En effet, le suivi du paramètre Soufre au niveau du Port étant jugé particulièrement important, il a été décidé en Cotec résultats réuni le 11/12/2019 qu'il continuerait de participer à la notation de la station ST16, malgré le fait que son score soit attribué à dire d'expert.

3.1.6 Amélioration continue - milieux marins

Le tableau suivant présente le traitement des principales demandes d'améliorations formulées lors de précédentes réunions du Cotec du Grand Sud ou du Conseil Scientifique de l'OEIL :

Type de suivi	Nature de la demande d'amélioration	Quand ?	Demande satisfaite ?	Précisions sur le traitement de la demande
Physico-chimique	Intégrer le suivi par échantillonneurs passifs au diagnostic et déterminer si les grilles ZONECO/CNRT peuvent être utilisées.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui	Après consultation d'un expert de l'IRD, l'adaptation des grilles ZONECO/CNRT à ce suivi est confirmée. De plus, seul le score de la station la plus éloignée (à 1000 m) de l'émissaire a été pris en compte dans la notation de la zone.
	Rechercher de nouvelles grilles de qualité pour les paramètres physico chimiques (autre que ZONECO/CNRT).	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	Après consultation d'un expert de l'IRD, les grilles ZONECO/CNRT sont les seules adaptées au contexte calédonien (une révision du guide est d'ailleurs en cours).
	Evaluer la pertinence d'utiliser la grille ZONECO/CNRT du Chrome VI pour le Chrome.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui	Après consultation d'un expert de l'IRD, l'utilisation de la grille ZONECO/CNRT du CrVI pour qualifier le Chrome ne serait pas pertinente en raison d'un coefficient d'équivalence jugé trop variable.
	Ne réaliser aucune stratification des données pour le calcul des métriques, que ce soit par campagne ou par profondeur.	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	/
	Ne plus calculer de gamme de référence temporelle pour les flux de Matières en suspension (jugé non pertinent).	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	A défaut de mieux, nous avons donc utilisé la valeur de référence 2017.
	Pour la notation des stations, ne tenir compte que des score des paramètres disposant de grilles ZONECO /CNRT.	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	Les scores obtenus en comparaison d'un référentiel spatial et temporel sont jugés de mauvaise qualité. Un tableau de synthèse de ces scores est tout de même présenté à titre informatif dans le rapport.
	Exclure du diagnostic les éléments majeurs (Magnésium, Calcium, Potassium, Sulfates), au même titre que nous l'avions fait pour les paramètres Chlorures et Sodium lors du bilan annuel 2018, étant donné que ces éléments se trouvent déjà en surconcentration dans le milieu marin.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	/
	A défaut de mieux, utiliser l'évolution temporelle sur 5 ans pour noter le Soufre dans les sédiments profonds du Port.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	Malgré le fait que la méthode de qualification soit jugée peut pertinente, le Cotec demande finalement de maintenir ce paramètre pour noter la zone du Port.
Biologique	Rechercher des grilles de qualité générique (pour le suivi substrat).	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	Après consultation d'un expert de l'IRD, il n'existerait pas de grille de qualité générique pour le substrat. Selon lui, le fait de disposer d'une chronique de données importante est déjà en soit une information intéressante à valoriser.
	A défaut de disposer d'une méthode de qualification pour les suivi Macro-invertébrés et Poissons, rapporter les conclusions du prestataire de Vale NC.	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	/

Tableau 20: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

3.2 Résultats 2020 - Milieux marins

3.2.1 Synthèse des scores 2020 - milieux marins

Le tableau ci-dessous présente les scores des états chimiques et écologiques obtenus en 2020 pour chaque station du milieu marin :

3.2.1.1 Scores des stations sous influence forte de PRNC

Etat chimique																	Etat écologique															
Paramètres chimiques																	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.				Score 2020 par station					
Zone	Station	Métaux														S	Comp. Org.	Score 2020 par station	Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)						
		Mn		Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe		NH ₄ ⁺							PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE				
		E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R	R		M	E	E	E	E	E							
Baie Kwé	ST06*	↗	↘	→	→	→	→	→	→	↗	→								ST06*		→	→	↘	↗	↘							
																			ST06-KW1	→												
																			Bekwé								→					
																			ST31										↗			
																			ST32										↗			
Baie Nord	ST15	↗	↘	→	→	→	→	→	→	↗	→							ST15	↗	→	↗	↘	→	→								
																		ST01								→						
Port de Prony	ST16	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	ST16		→	→	↘	↗	→								
																		ST12								↘						
Emissaire	ST09'	→				→				→								ST09'		→	→	↘	↗	→								
	ST SW1000																	ST60-NE	→													

Légende :

<p>Code couleur des stations :</p> <ul style="list-style-type: none"> Station sous influence forte de VNC Station sous influence modérée de VNC Station hors influence de VNC 	<p>Nature du prélèvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> E Colonne d'eau DGT Echantillonneurs passifs M Flux sédimentaires S Sédiments de surface R Sédiments récents 	<p>Code couleur des scores :</p> <ul style="list-style-type: none"> Non perturbé Non perturbé Modérément perturbé Fortement perturbé Fortement perturbé Non évalué 	<p>Code de l'évolution temporelle (période 2016-2020 pour la plupart des suivis) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ↗ augmentation → stabilité ↘ diminution
--	---	---	---

Tableau 21: Scores des états chimiques et écologiques 2020 des stations sous influence forte de PRNC – milieux marins.

Etat chimique																Etat écologique															
Paramètres chimiques																Paramètres physico-chimiques															
Zone	Station	Métaux												S	Ca/Fe		Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques						
		Mn	Ni	Cr	As	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Zn	T°	Turb.		Sal.	Fluor.		Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP				NOD	POP	POD				
		M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E	M		M	R	E	E				E	E	E	M	E	E	E
Baie Kwé	ST06*			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST06*						↘		→	↘	→	↗	→	→
	ST06-KW1	↗	↗		↗			↗			↗				↘			ST06-KW1						↗							
Baie Nord	ST15	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	→	→		↘		ST15						→	↗	→	↘	→	→	↘	→	
Port de Prony	ST16			→		→	→	→		→	→		→	→		→	ST16						→		→	↘	↘	↗	↘	→	
Emissaire	ST09'			→		→	→	→		→	→		→	→		→	ST09'						→		→	→	→	↗	→	→	
	ST60-NE	↗	→		→			→			→			↗	↗		ST60-NE						↗								

Légende :

Code couleur des stations :

 Station sous influence forte de VNC
 Station sous influence modérée de VNC
 Station hors influence de VNC

Nature du prélèvement :

 E Colonne d'eau
 M Flux sédimentaires
 S Sédiments de surface
 R Sédiments profonds

Code couleur des scores :

 Non perturbé
 Non perturbé
 Modérément perturbé
 Fortement perturbé

 Fortement perturbé
 Inconnu
 Non évalué

Code de l'évolution temporelle

(période 2016-2020 pour la plupart des suivis) :

↗ augmentation
→ stabilité
↘ diminution

Tableau 22: Scores des paramètres chimiques et physico-chimiques 2020 (ne contribuant pas à la notation des scores des stations) des stations sous influence forte de PRNC – milieux marins.

La nature du prélèvement dans lequel est réalisée la mesure du paramètre est précisée. Il peut s'agir de la colonne d'eau, des sédiments de surface, des flux sédimentaires, etc.

En milieu marin, la fréquence des suivis étant parfois supérieure à l'année pour certains suivis (sédiments de surface, couverture corallienne), les données les plus récentes ne correspondent pas nécessairement à l'année 2020. Pour autant, le pas de temps maximal n'ayant pas été dépassé, l'utilisation de ces données antérieures à 2020 pour attribuer un score en 2020 est autorisée (cf. Tableau 1). Les suivis concernés sont les suivants :

- Le suivi des sédiments de surfaces, dont les résultats datent de 2018 ;
- Le suivi de la couverture corallienne des stations récifales CEIL/CCCE et des stations suivies dans le cadre de l'initiative Acropora, dont les résultats datent de 2019.

En plus de l'indication du score obtenu (de « Non perturbé » à « Fortement perturbé »), des flèches indiquent pour chaque paramètre évalué la tendance d'évolution temporelle observée ces 5 dernières années (2016 à 2020). Pour certains suivis, cette période peut être différente en raison de la fréquence de

suivi supérieure à l'année (ex : suivi des sédiments de surfaces évalué sur la période 2006-2018 ; suivi de la couverture corallienne des stations Acropora évalué sur la période de 2015-2019, suivi de la couverture corallienne des stations ŒIL/CCCE évalué sur la période 2011-2019). L'absence de flèche signifie que la chronique de suivi est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution temporelle.

Le tableau de synthèse des scores des états chimiques et écologiques des stations sous influence forte de PRNC pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 124 et Tableau 125).

Remarque : les tableaux de présentation des données 2019 et 2020 par paramètre (ayant permis de produire le tableau de synthèse des scores) sont disponibles sur simple demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL. Les valeurs des métriques de référence calculées pour chaque paramètre sont également présentées dans ces tableaux.

3.2.1.2 Scores des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC

Etat chimique															Etat écologique												
Zone	Station	Paramètres chimiques													Score 2020 par station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio. Substrat corallien (% couverture)		Score 2020 par station			
		Métaux														Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		PRNC NC		Acropora /RORC	CEIL/CCCE	
		Mn	Ni			Cr VI	Cr	Co		Fe		S	Comp. Org.	NH ₄ ⁺					PO ₄ ³⁻	Nt	Pt						
E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R	R	M	E	E	E	E	E	PRNC NC	Acropora /RORC	CEIL/CCCE		
Goro	ST14	→			→			→									ST14		→	→	↘	↗	↘				
																	Paradis									→	
Ile Ouen	ST13	→			→			→									ST13		→	→	↘	↗	→				
	ST20	↗			↗			→									ST20		→	→	↘	→	→				
																	ST23									↘	
																	Bodjo									↘	
																	Daa Moa									↗	
																Menondja									↘		
Baie Port Boisé	ST03*	→	↘	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			ST03*		→	→	→	↗	↘				
																	ST36										→
																	ST37										↗
																	ST38										→
																	ST39										→
Pointe Puka																ST35									↗		
Bonne Anse	ST19	→			→			→								ST19		→	→	→	↗	→					
Casy	ST18	→	→		→	→		→	→							ST18		→	→	↘	→	→					
																ST17									↘		
Canal Havannah	ST02	→			→			→								Casy									→		
	ST07	→			→			→								ST02		→	→	→	↗	→					
																ST07		→	→	→	↗	→					
																ST27									→		
																ST28									↗		
																ST29									↗		
															ST30									→			
Ugo et Merlet	ST21	→			↗			→							ST40									↗			
	ST05'	→			→			→							ST42									↗			
															Passe Toemo									↗			
															ST21		→	→	↘	↗	↘						
															ST05'		→	→	↘	↗	→						
Ile des Pins															ST41												
															ST42									→			
															Kanga Daa									→			
														Daa Kouguié									→				
														Daa Yetali									↗				

Légende :

Code couleur des stations :	Nature du prélèvement :	Code couleur des scores :	Code de l'évolution temporelle (période 2016-2020 pour la plupart des suivis) :
 Station sous influence forte de VNC	 Colonne d'eau	 Non perturbé	 Fortement perturbé
 Station sous influence modérée de VNC	 DGT Echantillonneurs passifs	 Non perturbé	 Fortement perturbé
 Station hors influence de VNC	 M Flux sédimentaires	 Modérément perturbé	 Non évalué
	 S Sédiments de surface		↗ augmentation
	 R Sédiments récents		→ stabilité
			↘ diminution

Tableau 23: Scores des états chimiques et écologiques 2020 des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC – milieux marins.

Etat chimique																	Etat écologique													
Paramètres chimiques																	Paramètres physico-chimiques													
Zone	Station	Métaux												S	Ca/Fe		Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques					
		Mn	Ni	Cr	As	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Zn	T°	Turb.		Sal.	Fluor.		Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP				NOD	POP	POD			
		M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E	M		M	R	E	E				E	E	E	M	E	E
Goro	ST14			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST14					→		→	↘	→	→	→	↘
Ile Ouen	ST13			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST13					→		→	↘	→	→	→	→
	ST20			↗		↗	→	→		→	→		→	→				ST20					→		→	↘	→	→	→	↘
Baie Port Boisé	ST03*			→		→	→	→		→	→		→	→				ST03*					→		→	↘	→	→	→	↘
Bonne Anse	ST19			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST19					→		→	↘	→	↗	↘	→
Casy	ST18			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST18					↗		→	↘	↘	→	↘	→
Canal Havannah	ST02			→		→	→	→		→	→		→	→				ST02					→		↗	↘	→	→	→	↘
	ST07			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST07					→		→	↘	→	↗	→	→
Ugo et Merlet	ST21			→		↗	→	→		→	→		→	→				ST21					→		→	↘	↗	→	→	↘
	ST05'			→		↘	→	→		→	→		→	→				ST05'					→		→	→	→	↗	→	→

Légende :

Code couleur des stations :	Nature du prélèvement :	Code couleur des scores :	Code de l'évolution temporelle (période 2016-2020 pour la plupart des suivis) :
Station sous influence forte de VNC	E Colonne d'eau	Non perturbé	Fortement perturbé
Station sous influence modérée de VNC	M Flux sédimentaires	Non perturbé	Inconnu
Station hors influence de VNC	S Sédiments de surface	Modérément perturbé	Non évalué
	R Sédiments profonds	Fortement perturbé	↗ augmentation
			→ stabilité
			↘ diminution

Tableau 24: Scores des paramètres chimiques et physico-chimiques 2020 (ne contribuant pas à la notation des scores des stations) des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC – milieux marins.

Le tableau de synthèse des scores des états chimiques et écologiques des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 125 et Tableau 126).

3.2.1.3 Remarques générales sur les tableaux des scores 2019 et 2020 des stations – milieux marins

3.2.1.3.1 Concernant les perturbations physico-chimiques 2019 et 2020

Bien que non perturbées dans la colonne d'eau par rapport aux grilles de qualité ZONECO/CNRT, les concentrations en métaux dissous latéritiques (Manganèse, Nickel, Chrome, Chrome VI) présentent un gradient côte-large en 2019 et 2020. Les stations les plus concentrées en métaux sont celles des baies sous influence de PRNC (Baie Nord, Baie Kwé) mais également la station hors d'influence de Baie de Port Boisé.

Quelques perturbations sont observées en Arsenic en raison de la méthode de notation du Bilan Grand Sud, mais aucune concentration majeure n'est enregistrée pour ce paramètre que ce soit en 2019 ou en 2020. Par ailleurs, l'Arsenic est un élément naturellement présent dans le milieu marin (ex : origine volcanique), comme l'atteste sa détection systématique sur l'ensemble des stations de suivi.

En 2019 et 2020, deux stations sous influence de PRNC sont concernées par des perturbations en Plomb (Baie Kwé et Emissaire) en raison de la méthode de notation qui diffère de celles des autres stations (comparaison à une station de référence et non à l'historique de données sur la station), mais aucune concentration majeure de Plomb n'est observée pour ces deux stations. Les perturbations en Zinc sont quant à elles observées sur des stations hors d'influence de PRNC (ex : Canal de la Havannah, Hugo et Merlet).

Les perturbations observées en 2019 et 2020 au niveau des profils aquatiques (Turbidité, Fluorescence, Salinité) concernent aussi bien les stations sous influence (ex : Port de Prony) que hors d'influence (ex : Ugo et Merlet).

Les perturbations en MES en 2019 et 2020 concernent principalement des stations hors d'influence. Les perturbations en Nitrates/Nitrites 2020 concernent uniquement des stations hors d'influence, alors qu'en 2019 elles concernaient des stations sous influence de PRNC (Baie Kwé et Emissaire).

Les perturbations en Azote organique dissous de 2019 et 2020 concernent quasiment l'ensemble des stations de suivi, tandis que les perturbations en Azote total concernent principalement les stations du large. De plus, des tendances à l'augmentation de l'Azote organique dissous et de l'Azote total sont constatées pour environ la moitié des stations sur la période 2016-2020.

3.2.1.3.2 Concernant les perturbations biologiques de 2019 et 2020

Les stations récifales en Baie du Prony (Casy ST17, Baie Nord ST01 et Port de Prony ST12) et dans le Canal Woodin (Ile Ouen ST23, Bodjo) dont les couvertures coralliennes obtiennent des scores « Fortement perturbés » ont toutes subi une prolifération d'Acanthasters plus ou moins récente, entre 2017 et 2019. A ce phénomène, vient s'ajouter une pression sédimentaire (d'origine naturelle et anthropique) au niveau des stations sous influence directe de PRNC (Baie Nord ST01 et Port de Prony ST12), comme semble l'attester le développement important d'algues brunes (*Lobophora variegata*) sur ces deux stations. Toutefois, de nombreux autres facteurs que la pression sédimentaire peuvent venir influencer le développement de ces algues.

Les stations récifales du large (Canal de la Havannah ST27 et ST30 et d'Ugo et Merlet ST41 et ST42) dont les couvertures coralliennes obtiennent des scores « Modérément » et « Fortement perturbés »

sont quant à elles exposées à des perturbations d'ordre mécanique, en raison du fort hydrodynamisme régnant dans ces deux zones. Pour rappel, deux phénomènes majeurs ont exercé leur influence sur les récifs du Grand Sud en février 2019 (cyclone OMA) et mars 2020 (dépression tropicale forte GRETEL).

La couverture corallienne des stations récifales en Baie Kwé (ST31 à ST34) obtient un score « Non perturbé » en comparaison de sa zone de référence (Port Boisé), tandis que la couverture corallienne de la station de la Pointe Puka (ST35) obtient un score « Modérément perturbé », ce qui constitue pour ce dernier point une amélioration par rapport aux précédentes années, comme l'atteste l'augmentation de couverture corallienne sur la période 2016-2020 à la station ST35. Toutefois, une pression sédimentaire en provenance de la rivière Kwé s'exerce bien sur ces deux zones, comme l'illustre la présence de vase et de lésions coralliennes sédimentaires en Baie Kwé ainsi que la modification de l'assemblage corallien vers des espèces résistantes aux conditions turbides à la Pointe Puka.

3.2.2 Informations - 2018 à 2020 - non intégrables au diagnostic - milieux marins

3.2.2.1 Biodisponibilité des métaux latéritiques dans les sédiments de surface

Le rapport sur les sédiments de surface de PRNC 2018 étudie également la biodisponibilité des métaux latéritiques (Cobalt, Chrome, Fer, Nickel et Manganèse) dans les 4 phases géochimiques : les phases oxydables et acido-solubles (facilement disponibles pour les organismes marins) et les phases réductibles et résiduelles (moins facilement disponibles). La conclusion est que pour la plupart des métaux latéritiques, en moyenne sur l'ensemble des stations suivies, la fraction en métaux disponible par rapport aux concentrations totales est faible (< 1% pour le Fer et le Nickel, égale à 1% pour le Chrome total et égale à 4% pour le Cobalt), alors qu'elle représente tout de même 22% de la concentration totale en Manganèse dans les sédiments de surface.

3.2.2.2 Taux d'accumulation sédimentaires

Cette étude est réalisée tous les 3 ans au niveau des stations du Port de Prony, Baie Nord, Baie Kwé et Ile Ouen.

Elle révèle en 2020 que les taux d'accumulation sédimentaires sont faibles au niveau de Baie Nord (0,46 g/cm²/an) et l'Ile Ouen (0,61 g/cm²/an), alors qu'ils sont plus importants au niveau du Port de Prony (1,17 g/cm²/an) et de la Baie Kwé (1,47 g/cm²/an).

Concernant le Port de Prony, le taux d'accumulation a été multiplié par 5 entre 2017 et 2020. La composition minéralogique des sédiments indique l'émergence d'un terme source de nature terrigène. Compte tenu de l'absence de creek à proximité immédiate de la station (située à une profondeur de 43 mètres) qui aurait pu expliquer ces apports, les hypothèses émises par le prestataire de PRNC sont l'impact d'un cyclone tel que OMA en février 2019 ou encore des pertes de matériaux qui seraient dues à l'activité de chargement au niveau du Port de Prony. Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, PRNC explique que cette augmentation du taux d'accumulation sédimentaire au niveau de la station du Port de Prony serait due à l'augmentation de la fréquentation des minéraliers début 2020 due au changement de procédé de l'usine avec la fabrication de NHC. Par conséquent, il est envisagé pour les prochains suivis de déplacer la station en dehors de la zone de mouillage.

3.2.2.3 Herbière

En 2017, le suivi de l'herbière en Baie Kwé avait montré une baisse importante de la densité de phanérogames entre 2014 et 2017 sur les 4 stations de suivi (cf. Figure 34), ainsi que l'apparition d'une nouvelle espèce *Halophila ovalis* au détriment de *Halodule uninervi*. En 2020, les densités sont en légère baisse par rapport à 2017 et *Halophila ovalis* était moins développée. D'après le prestataire de PRNC, les dégradations observées au niveau de l'herbière seraient attribuables à l'hyper-sédimentation qui se produit dans la Baie Kwé principalement en raison de l'activité minière.



Figure 34 : Localisation des stations de suivi biologique de l'herbière - agrandissement sur la Baie Kwé – milieu marin

3.2.2.4 Macro-invertébrés benthiques

Bien que moins mobiles que les poissons, les macro-invertébrés benthiques sont des organismes dont les fluctuations peuvent tout de même être liées à leur comportement indépendamment de toute perturbation. Par ailleurs, une augmentation de leur effectif ne signifie pas nécessairement une bonne santé du récif, car l'augmentation des effectifs de mollusques ou d'échinodermes en recherche de nourriture pourrait au contraire être un signe révélateur de zones récifales dégradées.

Les macro-invertébrés benthiques (ex : mollusques, échinodermes, cnidaires, etc) ont développé les mêmes adaptations que les coraux à leur milieu de vie. Dans le Canal de la Havannah, ils sont par exemple résistants aux forces d'arrachement tandis que dans la Baie du Prony ils sont résistants aux apports terrigènes. En octobre 2020, les richesses spécifiques en macro-invertébrés benthiques en Baie de Prony et dans le Canal de la Havannah sont respectivement de 64 et 103 espèces. Sur la

période 2010-2020, la richesse spécifique d'octobre 2020 figure parmi les plus faibles de la chronique. Si certaines espèces voient leur nombre régresser (mollusques, spongiaires, alcyonaires), d'autres à l'inverse le voit augmenter (échinodermes).

L'étude de l'CEIL/CCCE réalisée en 2019 révèle que les peuplements de macro-invertébrés benthiques des Baie Kwé et Baie de Port Boisé sont conformes à ceux qui peuvent être observés sur d'autres récifs frangeants sous influence terrigène en Nouvelle-Calédonie, bien qu'ils présentent des valeurs de densités et de richesses spécifiques un peu moins élevées.

3.2.2.5 Poissons

Les 14 années d'observation des poissons (2007 à 2020) sur les stations récifales de PRNC permettent de conclure qu'à l'échelle de toute la zone d'étude, la richesse spécifique serait de 720 espèces, mais seulement la moitié des espèces serait observée à chaque campagne. La richesse spécifique des stations en Baie de Prony est en moyenne de 210 espèces, tandis qu'elle est de 320 espèces dans le Canal de la Havannah/Canal Woodin.

Durant les missions de suivi d'octobre 2019 et octobre 2020, les valeurs des descripteurs biologiques (richesse spécifique, densité et biomasse) les plus élevées sont observées au niveau de certaines stations récifales du large (Chambeyron ST29, Ile Ouen ST23 et ilot Kié ST41), tandis que les plus faibles valeurs sont observées au niveau de la Baie du Prony (Port de Prony ST12, Baie Nord ST01 et Casy ST17). Par exemple en octobre 2020, la richesse spécifique et la densité de ST29 (Chambeyron) étaient respectivement de 86 espèces et 3,56 individus/m², alors qu'elles n'étaient que de 23 espèces et 0,42 individus/m² sur ST12 (Port de Prony).

En octobre 2020, le prestataire de PRNC attribue les meilleures notes de qualité des peuplements de poissons (en se basant sur les paramètres richesse spécifique, densité et biomasse) aux stations récifales Ile Ouen ST23, Banc de Kié ST27 et Chambeyron ST29 ; et les moins bonnes notes de qualité aux stations Ugo ST42, Iononatea ST30, Toméo ST40 et Puka ST35. La note globale attribuée en octobre 2020 à l'ensemble des stations de la zone figure parmi les moins élevées depuis le lancement des suivis en 2007.

Des fluctuations sont observées d'une année sur l'autre sur les différentes stations mais n'ont pour l'instant pas été durables, si bien que les peuplements de poissons sont considérés comme stables sur le long terme (2007-2020). Les fluctuations de court terme peuvent s'expliquer par le comportement des poissons, dynamique en soi.

L'étude de l'CEIL/CCCE réalisée en 2019 a révélé que les peuplements de poissons de Baie Kwé et Baie de Port Boisé sont sains et similaires à ceux qui peuvent être observés sur d'autres récifs frangeants sous influence terrigène en Nouvelle-Calédonie.

3.2.2.6 Missions de suivis ponctuels

En 2020, deux missions spécifiques d'inspection des écosystèmes marins ont été lancées par PRNC au niveau des zones « Champ proche de l'émissaire » et « Port de Prony ».

La première mission (juin 2020) concerne l'inspection des écosystèmes marins à proximité immédiate du diffuseur de l'émissaire marin en raison du rejet de 5000 m³ d'effluents industriels le 6 mai 2020

dont le pH était en dessous de la valeur limite réglementaire (pH à 2,8 alors que la fourchette réglementaire est comprise en 5,5 et 9,5). Cette inspection conclue à la bonne santé des écosystèmes marins et à l'absence d'impact lié à cet incident.

La seconde mission (24 juin et 6 août 2020) concerne l'inspection des écosystèmes marins au droit du quai général (Port de Prony) dans la perspective d'une opération de cession de minerais saprolitiques pour la SLN qui pourraient entraîner des chutes de matériaux dans le milieu. Cette inspection décrit la zone comme étant vaseuse, dégradée et n'abritant aucune espèce d'intérêt écologique majeur. Par ailleurs, des piquets de mesure de niveau ont été installés afin de se rendre compte dans le temps d'éventuelles chutes de matériaux.

3.2.3 Eléments d'interprétation des résultats 2019 et 2020

3.2.3.1 Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques mesurés au niveau des stations en milieu marin peuvent trouver une origine terrestre (le plus souvent par l'apport des cours d'eau) ou marine. Le type d'influence qui s'exerce (terrigène/marine ; mixte ou quasi exclusive) sur une station donnée va dépendre de sa localisation (baie, côte, large) ainsi que des conditions météorologiques (précipitations, vents) et hydrodynamiques (courants, marées) au moment des prélèvements.

En ce qui concerne les paramètres du profil aquatique, alors que les eaux du large présentent une tendance à l'homogénéité en raison d'un hydrodynamisme important, celles proches de la côte et dans les baies sont davantage stratifiées, notamment en raison des apports d'eau douce par les cours d'eau qui viennent par exemple diminuer la température et la salinité dans la couche d'eau de surface, en particulier lors d'épisodes pluvieux intenses.

En plus de modifier les profils aquatiques, les cours d'eau peuvent charrier divers éléments chimiques, tels que des matières en suspension (érosion des sols), des métaux latéritiques (Manganèse, Nickel, Cobalt, Chrome), des sels nutritifs (ex : Ammonium issu de la dégradation de débris végétaux) et de la matière organique (ex : débris de végétaux), générant ainsi des gradients côte-large. Par exemple, un gradient côte-large décroissant est couramment observé pour les métaux latéritiques, ces derniers se trouvant plus concentrés au niveau des baies que dans le Canal de la Havannah. En ce qui concerne la composition granulométrique des sédiments, elle révèle que les stations de baies présentent davantage de particules fines d'origine terrigène que les stations présentes au large.

Les apports d'origine océanique sont également variés et peuvent concerner à titre d'exemple les matières en suspension (ex : érosion du platier récifal, blooms planctoniques), les sels nutritifs (ex : cycle de transformation de l'azote en milieu marin, remontées d'eau froide enrichies) et la matière organique (ex : production primaire en milieu marin, dégradation d'organismes marins, remontées d'eau froide enrichies).

En ce qui concerne la présence d'une concentration importante en Chlorophylle a (reflet de la biomasse phytoplanctonique), celle-ci peut être le signe d'un excès de sels nutritifs d'origine terrestre ou océanique (Nitrates, Ammonium, Phosphates) dans le milieu marin (d'ordinaire oligotrophe).

Enfin, certains paramètres retrouvés dans le milieu marin peuvent être dus aux activités industrielles et portuaires : le Soufre dans les sédiments (ex : issu de pertes au moment des déchargements de

bateaux au niveau du quai vraquier), certains métaux utilisés dans les activités portuaires (Cuivre, Plomb, Zinc, Cadmium) et les éléments fortement concentrés dans l'effluent industriel rejeté au niveau du diffuseur de l'émissaire marin (Manganèse, Soufre, etc).

3.2.3.2 Paramètres biologiques

Toutes les stations de suivi, qu'elles soient sous influence ou hors d'influence de PRNC, sont soumises aux perturbations naturelles, dont les plus intenses ont lieu lors des phases dépressionnaires (ex : coraux brisés ou arrachés). En plus de cela, certaines stations sont également exposées à des perturbations d'origine anthropique (ex : remobilisation des sédiments par le trafic maritime au niveau du Port de Prony, activité minière sur le bassin versant de la Kwé générant des apports terrigènes au niveau des stations de la Pointe Puka et de la Baie Kwé) ou à des attaques d'Acanthasters (ex : Casy, Woodin).

Dans ces conditions, les coraux ont développé des adaptations pour résister à l'arrachement dans les zones à fort hydrodynamisme et aux perturbations de type dessalure/sédimentation dans les baies. Cependant, la résilience des récifs est particulièrement affectée pour les stations qui sont concernées par plusieurs types de perturbations à la fois (d'origine naturelle, anthropiques et/ou liée aux Acanthasters). Lorsque la résilience des coraux est réduite, des réactions en chaîne peuvent se produire telles que le blanchissement des coraux, des maladies coralliennes, le développement de cyanobactéries, d'algues ou de turf algal.

3.2.4 Détails des scores 2020 par zone - milieux marins

3.2.4.1 Baie Nord

Etat chimique de la station de la zone

Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe					
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R				
ST15	↗		↘		→		→		→	→		→		→					

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station physicochimique de la zone (ST15) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, certains sont considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives : le Chrome (12 271 mg/kg) et le Cobalt (238 mg/kg) dans les sédiments de surface. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station. Bien que le Manganèse, le Nickel et le Chrome VI dans la colonne d'eau ne soient pas considérés comme perturbés par rapport à leurs grilles ZONECO/CNRT respectives, leurs concentration moyenne sur ST15 figurent parmi les plus importantes de la région en 2020 (respectivement 0,38 µg/L, 0,33 µg/L et 0,2 µg/L). De plus, une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne est observée sur la période 2016-2020 pour le Manganèse (x 1,5).

Pour information, en 2019, le Manganèse dans la colonne d'eau de ST15 présentait une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,38 µg/L).

Station	Métaux												S	Ca/Fe		
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe	Pb	Zn		M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E					E
ST15	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), certains paramètres sont considérés comme perturbés en 2020 car leurs valeurs moyennes sont supérieures aux valeurs de référence de 2007 mesurées sur la station dans les flux sédimentaires : le Manganèse, le Nickel, le Chrome, le Cobalt, le Fer. Pour le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires (égal à 0,23 en saison humide 2020), celui-ci est inférieur à la valeur de référence de 2007 mesurée sur la station (diminution de 1,28). De plus, la concentration moyenne en Cobalt dans la colonne d'eau figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,042 µg/L) et une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne est constatée pour le Fer dans les flux sédimentaires (saison humide) sur la période 2016-2020 (x 1,2).

Pour information, en 2019, le Cobalt dans la colonne d'eau de ST15 présentait une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,06 µg/L).

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											Score 2020 par station	
Paramètres physico-chimiques							Paramètres bio. Substrat corallien (% couverture)					
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		PRNC	NC	Acropora /RORC			CEIL/CCCE
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt						
ST15	↗	→	↗	↘	→	→						
ST01							→					

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien de la station récifale de PRNC (ST01) et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST15.

Sur la station récifale de PRNC (ST01), les couvertures coralliennes obtenues en 2020 (de 7,5% sur le transect du milieu de tombant et de 30,5 % sur celui du haut de tombant) sont inférieures à celles mesurées historiquement sur cette même station. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station. De plus, la présence d'Acanthaster est relevée en grand nombre en 2019 (15 individus) sur la station puis se limite à deux spécimens observés en 2020. La couverture de coraux blanchis est de 4% en octobre 2019 puis diminue à 0,9% en octobre 2020. La présence de l'algue brune (*Lobophora variegata*) est signalée au niveau des deux transects, avec un fort recouvrement sur le transect de haut de tombant.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), le paramètre Matières en suspension dans les flux sédimentaires est considéré comme perturbé en 2020 (moyenne saison humide de 83 g/m²/j) par rapport aux valeurs de sa grille ZONECO/CNRT. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à la station. De plus, sur la période 2016-2020, une

tendance à l'augmentation de la valeur moyenne est observée pour les Matières en suspension dans les flux sédimentaires en saison humide (x 20), ainsi que pour le paramètre Ammonium (x 4).

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques				
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E		E	M	E	E	E	E	E
ST15					→	↗	→	↘	→	→	↘	→

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), le Calcium dans les flux sédimentaires est considéré comme perturbé car la valeur moyenne en 2020 est inférieure par rapport à la valeur de référence de 2007 mesurée sur la station ST15.

Interprétations des résultats – Baie Nord

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées concernent les métaux dans les sédiments (Chrome et Cobalt (données 2018) ainsi que les Matières en suspension et les métaux (Manganèse, Nickel, Chrome, Cobalt, Fer) dans les flux sédimentaires (données 2020). Bien que non perturbées, les teneurs en métaux (Manganèse, Nickel et Chrome VI) dans la colonne d'eau en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région. De plus, une augmentation des teneurs en Ammonium (x 4) et des flux de MES (x 20) est constatée sur la période 2016-2020.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface et des flux de MES (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle que l'influence terrigène est largement dominante sur cette station. Toutefois, la stabilité du ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires indique que l'influence terrigène ne s'est pas renforcée sur la période 2016-2020. La valeur exceptionnelle en MES en saison chaude 2020 serait due aux fortes précipitations du premier semestre et à des conditions de vents favorables.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant qui alimente la Baie Nord peuvent expliquer la présence de certains paramètres (ex : métaux). Sur le bassin versant du Creek Baie Nord, l'érosion est due à d'anciennes dégradations du couvert végétal (ex : anciennes mines, exploitations forestières) mais également à des défrichements plus récents (ex : pour la construction du site industriel).

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

La station ST01 présente une forte richesse spécifique corallienne mais la plupart des espèces sont adaptées à un milieu turbide. Une hyper sédimentation est d'ailleurs constatée sur le transect du milieu de tombant.

Dès 2017, la Baie du Prony était concernée par une prolifération d'acanthasters, la première station touchée étant celle de Casy (ST17). L'origine de ces envahissements périodiques par les acanthasters n'a pour l'instant par été élucidée. Cette invasion s'est ensuite étendue à l'île Ouen (ST23), puis en

2019 au Port de Prony (ST12) et à la Baie Nord (ST01). Le blanchissement observé en 2019 est attribué à cette prolifération d'acanthasters, les deux phénomènes de prolifération d'Acanthasters et de blanchissement pouvant expliquer la baisse de couverture corallienne observée en 2020 à la station ST01.

Par ailleurs, la station ST01 est concernée par une compétition spatiale qui se joue entre les coraux et l'algue brune (*Lobophora variegata*). Le développement de l'algue serait favorisé par la pression sédimentaire qui s'exerce sur la station ST01, mais la résilience des coraux (notamment les coraux branchus) a jusqu'à présent permis de limiter son extension spatiale. Cependant, le caractère potentiellement envahissant de l'algue est à surveiller de près, d'autant plus que l'attaque d'acanthasters de 2019 semble avoir affaibli les coraux, qui présentaient en 2020 un recouvrement partiel par la sédimentation.

3.2.4.2 Port de Prony

Etat chimique de la station de la zone

Station	Métaux														S	Comp. Org.	Score 2020 par station	
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe				
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S				R
ST16	→		→	→	→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station physicochimique de la zone (ST16) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020), sédiments de surface (données 2018) et sédiments récents (données 2020).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Par ailleurs, aucune tendance à l'augmentation n'est constatée sur la période 2016-2020 pour le Soufre dans les sédiments récents. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station.

Station	Métaux											S	Ca/Fe				
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe			Pb	Zn	M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M		E	E	M	M	R
ST16			→		→	→	→		→	→		→	→			→	

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			Score 2020 par station	
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)				
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC	NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE
ST16		→	→	↘	↗	→					
ST12								↘			

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien de la station récifale de PRNC (ST12) et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST16.

Sur la station récifale de PRNC (ST12), les couvertures coralliennes obtenues en 2020 sur les 3 transects sont comprises entre 3 % et 6 % et sont inférieures à celles mesurées historiquement sur cette même station. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station. De plus, une tendance à la baisse est observée sur la période 2016-2020 sur les transects de bas de tombant (-7%) et de milieu de tombant (-25%). La présence d'Acanthaster sur la station est relevée en grand nombre en avril 2019 (18 individus) puis se limite à un unique spécimen observé en octobre 2019, puis n'est plus constatée en 2020. La couverture de coraux blanchis est de 3,6% en avril 2019 puis devient nulle en octobre 2020. La présence de l'algue brune (*Lobophora variegata*) est signalée au niveau des trois transects, avec un très fort recouvrement sur le transect de milieu de tombant. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station. Toutefois, l'Azote total mesuré dans la colonne d'eau de ST16 présente une concentration moyenne (12,5 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020 et présente une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne sur la période 2016-2020 (x 2,4).

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques						
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E				E	M	E	E	E	E	E
ST16					→		→	↘	↘	↗	↘	→		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l'Azote organique dissous présente des valeurs considérées comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station, ainsi qu'une tendance à l'augmentation sur la période 2016-2020. De plus, le prestataire de PRNC signale en 2020 des perturbations du profil aquatique pour les paramètres Turbidité et Fluorescence.

Interprétations des résultats – Port de Prony

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées en 2020 concernent la Turbidité, la Fluorescence et l'Azote organique dissous. Bien que non perturbées, les teneurs en Azote total dans la colonne d'eau en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface et récents (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur cette station, avec une influence océanique toutefois dominante. De plus, la stabilité du ratio Ca/Fe dans les sédiments récents indique que l'influence terrigène ne s'est pas renforcée sur la période 2016-2020.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant qui alimente le Port de Prony peuvent expliquer la présence de certains paramètres (ex : Turbidité). Sur le bassin versant qui alimente le Port de Prony, l'érosion est due principalement due à d'anciennes dégradations du couvert végétal (ex : anciennes mines, exploitations forestières).

En 2015, une opération de nettoyage des matières accumulées (constituées de pertes en matières premières telles que le charbon, le calcaire et le soufre) a été menée au pied du quai vraquier. Afin de vérifier la bonne mise en œuvre des procédures de déchargement du soufre, un contrôle visuel des pertes en soufre est réalisé annuellement par PRNC (suivi volontaire). En 2017, un dépôt d'environ 9 cm/an (entre 2016 et 2017) considéré comme faible par PRNC avait été enregistré.

Par ailleurs, la stabilité des teneurs en Soufre dans les sédiments récents de ST16 sur la période 2016-2020 semble indiquer que les procédures mises en place en 2017 par PRNC pour limiter la chute et la dispersion des matériaux en provenance du quai vraquier sont efficaces.

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

La station ST12 se trouve située dans une zone très envasées où la remobilisation des particules sédimentaires est fréquente en raison du trafic maritime. La plupart des espèces sont adaptées à un milieu turbide. Une hyper sédimentation est d'ailleurs constatée sur le transect du milieu de tombant.

Dès 2017, la Baie du Prony était concernée par une prolifération d'acanthasters, la première station touchée étant celle de Casy (ST17). L'origine de ces envahissements périodiques par les acanthasters n'a pour l'instant par été élucidée. Cette invasion s'est ensuite étendue à l'île Ouen (ST23), puis en 2019 à la Baie Nord (ST01) et au Port de Prony (ST12). Le blanchissement observé en 2019 est attribué à cette prolifération d'acanthasters, les deux phénomènes de prolifération d'Acanthasters et de blanchissement pouvant expliquer la baisse de couverture corallienne observée en 2020 à la station ST12.

De plus, la station ST12 est concernée par une compétition spatiale qui se joue entre les coraux et l'algue brune (*Lobophora variegata*), de nombreux coraux présentent d'ailleurs des lésions dues à cette compétition avec l'algue brune. Le développement de l'algue serait favorisé par la pression

sédimentaire qui s'exerce sur la station ST12. Le caractère potentiellement envahissant de l'algue brune est donc à surveiller de très près, d'autant plus que la résilience des coraux observée face au développement de l'algue brune à la station Baie Nord (ST01) n'a pas été constatée sur la station du Port de Prony (ST12) et que des dépôts sédimentaires conséquents ont été observés sur les transects du bas en 2020.

3.2.4.3 Baie Kwé

Etat chimique de la station de la zone

Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe					
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R			
ST06*	↗	↘	↘	↘	→	→	→	→	→	→	→	↗	→						

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (ST06) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (par prélèvements ponctuels et par échantillonneurs passifs -données 2020), sédiments de surface (données 2018) et sédiments récents (données 2020). Remarque : les composés organiques dans les sédiments récents ne possèdent pas de grille ZONECO/CNRT, mais leur simple présence (associée à l'activité anthropique) permettrait en théorie de considérer le paramètre comme perturbé.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, le Nickel mesuré dans la colonne d'eau à l'aide d'échantillonneurs passifs (0,73 µg/L) est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de la grille ZONECO/CNRT. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à la station. De plus, bien que les métaux Manganèse et Nickel dans la colonne d'eau (mesurés par prélèvements ponctuels) ne soient pas considérés comme anormalement élevés par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives, leurs concentrations moyennes sur ST06 figurent parmi les plus importantes de la région en 2020 : Manganèse (0,38 µg/L) et Nickel (0,3 µg/L). Des tendances à l'augmentation de la valeur moyenne sont également observées sur la période 2016-2020 pour le Manganèse (x 1,8) dans la colonne d'eau (prélèvement ponctuel) et sur la période 2006-2018 pour le Cobalt dans les sédiments de surface (x 1,4).

Pour information, en 2019, le Manganèse, le Nickel, le Chrome VI dans la colonne d'eau de ST06 présentaient des valeurs moyennes parmi les plus importantes de la région (respectivement 0,6 µg/L, 0,62 µg/L, 0,83 µg/L).

Remarque : L'étude ŒIL/CCCE menée en 2020 dans les baies de Kwé et de Port Boisé a permis de révéler que les mesures dans la colonne d'eau à l'aide d'échantillonneur passif permettent d'obtenir des valeurs beaucoup plus élevées qu'avec des prélèvements ponctuels (car ces derniers ne permettent pas la réalisation des mesures lors d'épisodes pluvieux intenses). En Baie Kwé, ces valeurs s'élèvent à 32,2 µg/L de Fer (soit 180 fois le maximum historique par prélèvement ponctuel) ; 1,74 µg/L de Nickel (soit 10 fois le maximum historique par prélèvement ponctuel) et 0,67 µg/L de Cobalt (soit 6 fois le maximum historique par prélèvement ponctuel) à la suite des fortes précipitations du 29

février 2020. Par ailleurs, cette étude n'a pas révélé la présence de composés organiques (cf. Tableau 105) dans les sédiments de la Baie Kwé.

Station	Métaux											S	Ca/Fe				
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe			Pb	Zn	M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M		E	E			
ST06*			→		↗	→	→		→	→		→	→				
ST06-KW1	↗	↗		↗				↗			↗				→		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), certaines valeurs sont considérées comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées en station de référence (ST03) : Arsenic et Plomb dans la colonne d'eau. D'autres paramètres sont considérés comme perturbés car ils présentent des valeurs moyennes supérieures en 2020 par rapport aux valeurs de référence de 2007 mesurées sur la station ST06-KW1 dans les flux sédimentaires : le Manganèse, le Nickel, le Chrome, le Cobalt, le Fer. Pour le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires (égal à 1,77 en saison humide 2020, celui-ci est inférieur à la valeur de référence de 2007 mesurée sur la station (diminution de 2,37). Une tendance à l'augmentation des valeurs moyennes est constatée pour le Manganèse (x 1,5), le Nickel (x 1,6), le Chrome (x 1,5), le Cobalt (x 1,8) et le Fer (x 1,6) dans les flux sédimentaires (saison humide) sur la période 2016-2020 ST06-KW1.

Pour information, en 2019, le Chrome dans la colonne d'eau de ST06 présentait une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,89 µg/L).

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											Score 2020 par station
Paramètres physico-chimiques							Paramètres bio.			Score 2020 par station	
Station	MES		Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)				
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC	NC	CCCE		
	M	E	E	E	E	E	PRNC	NC	CCCE		
ST06*		→	→	↘	↗	↘					
ST06-KW1	→										
Bekwé									→		
ST31										↗	
ST32										↗	
ST33										→	
ST34										↗	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2019 sur le recouvrement corallien des 5 stations récifales (4 stations de l'CEIL/CCCE et une station (Bekwé) suivie dans le cadre de l'initiative ACROPORA) et en 2020 sur les paramètres physicochimiques clés des stations physico-chimiques ST06-KW1 et ST06.

Le recouvrement en corail vivant de la station Bekwé suivie dans le cadre du programme ACROPORA (37,5 % en 2019) ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2019 (test statistique non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station.

Le recouvrement en corail vivant des 4 stations récifales de l'CEIL/CCCE ne montre aucun différentiel de variation temporelle par rapport aux 4 stations de référence sur Port Boisé sur la période 2011-

2019 (analyse de variance à deux facteurs non significative). Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations. En comparaison de sa baie de référence, la Baie Kwé est décrite comme présentant une plus forte couverture corallienne, la présence d'une couche de vase plus épaisse (notamment sur les deux stations en fond de baie) et des lésions coralliennes plus nombreuses. Bien que non significatives, des évolutions temporelles sont constatées, avec une baisse de couverture corallienne de 2011 à 2013, suivie d'une augmentation entre 2014 et 2019. Globalement sur la période 2011-2019, une tendance à l'augmentation est constatée pour 3 stations, allant jusqu'à + 44,6 % pour la station ST34 en sortie de baie.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), le paramètre Matières en suspension dans les flux sédimentaires de ST06-KW1 est considéré comme perturbé en 2020 (moyenne saison humide de 52 g/m²/j) par rapport aux valeurs de la grille ZONECO/CNRT. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à cette station. De plus, l'Ammonium et l'Azote total mesurés dans la colonne d'eau de ST06 présentent une concentration moyenne (respectivement 0,29 µmol/L et 12,1 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020. Une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne est également observée pour le paramètre Azote total (x 2,2) sur la période 2016-2020.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques				
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.		Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E		E	M	E	E	E	E	E
ST06*					↘		→	↘	→	↗	→	→
ST06-KW1						↗						

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), certains sont perturbés comme l'Azote organique dissous dans la colonne d'eau sur ST06 qui présente des valeurs considérées comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station de référence (ST03). De plus, le Calcium dans les flux sédimentaires est considéré en 2020 comme inférieur par rapport aux valeurs de référence de 2007 mesurées sur la station ST06-KW1.

Pour information, en 2019, les Nitrites/Nitrates étaient perturbés par rapport aux valeurs de la grille ZONECO/CNRT (cf. Tableau 124) et présentaient une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,63 µmol/L).

Interprétations des résultats – Baie Kwé

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées en 2020 concernent le Nickel mesuré dans la colonne d'eau par échantillonneurs passifs, l'Arsenic, le Plomb, l'Azote organique dissous dans la colonne d'eau ainsi que les Matières en suspension et les métaux (Manganèse, Nickel, Chrome, Cobalt, Fer) dans les flux sédimentaires. Bien que non perturbées, les teneurs en métaux (Manganèse, Nickel et Chrome VI) dans la colonne d'eau (prélèvements ponctuels), en Ammonium et en Azote total en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface et des flux de MES (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur cette station, avec une influence océanique toutefois prédominante. De plus, la stabilité du ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires indique que l'influence terrigène ne s'est pas renforcée sur la période 2016-2020.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant qui alimente la Baie Kwé peuvent expliquer la présence de certains paramètres (ex : métaux). Sur le bassin versant de la Kwé, l'érosion est principalement due à des défrichements récents (ex : exploitation de la fosse minière de PRNC).

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

Les stations de la Baie Kwé, notamment les deux stations installées en fond de baie, sont sous influence des apports terrigènes de la rivière Kwé, comme l'atteste la présence de vase et de lésions coralliennes.

La baisse de couverture corallienne observée en Baie de Kwé comme en Baie de Port boisé entre 2011 et 2013 serait attribuable aux pluies intenses de 2013. L'augmentation des couvertures coralliennes entre 2014 et 2019 au niveau de la baie Kwé est un phénomène global également constaté en Baie de Port Boisé et sur d'autres stations du RORC situés aux alentours de la baie Kwé.

L'absence de différentiel de variation temporelle significatif entre les stations de Baie Kwé et de Port Boisé ne permet pas de conclure à un impact potentiel des activités minières (s'exerçant sur le bassin versant de la rivière Kwé) sur les coraux de la Baie Kwé.

3.2.4.4 Champ proche de l'Emissaire

Etat chimique des stations de la zone

Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe					
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R			
ST09'	→				→				→										
ST SW1000																			

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les stations physicochimiques de la zone (ST09 et ST SW1000) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau du compartiment colonne d'eau (par prélèvements ponctuels et par échantillonneurs passifs DGT).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations.

Pour information, en 2019, les valeurs maximales mesurées au niveau de la station SW1000-B située à 1000 m du diffuseur étaient fortement perturbées en Manganèse et en Nickel (respectivement 1,12

µg/L lors de la seconde campagne de suivi 2019 et 0,82 µg/L lors de la première campagne de suivi 2019) -cf Tableau 123.

Bien que ne contribuant pas au diagnostic de la zone, à propos du suivi des métaux par échantillonneurs passifs au niveau des stations les plus proches de l'émissaire (à 30 et 60 mètres à l'ouest et à l'est du diffuseurs), les perturbations maximales en Manganèse ont été observées lors de la seconde campagne de suivi 2020 au niveau de la station SW60 située à 60 m à l'ouest de l'émissaire dans la couche K2/K3 (2,04 µg/L, soit 4 fois le seuil fortement perturbé de la grille ZONECO/CNRT du Manganèse). La seconde campagne de suivi 2019 avait également enregistré les perturbations maximales en Manganèse sur SW60-B (6,97 µg/L dans la couche K6 et 3,3 µg/L dans la couche K2/K3), ainsi que des perturbations maximales en Nickel (0,87 µg/L dans la couche K2/K3, soit 1,7 fois le seuil fortement perturbé de la grille ZONECO/CNRT). A noter également qu'une forte variabilité des teneurs est constatée pour le Manganèse selon la semaine d'exposition considérée des échantillonneurs passifs, alors que ce n'est pas le cas pour le Nickel.

Concernant les dépassements du seuil d'écotoxicité du Manganèse défini dans le cadre de l'étude d'impact de l'émissaire marin (10 µg/L)²⁶, seul un dépassement a été enregistré en 2020 à la station SW60 dans la couche K2/K3 durant la semaine du 3 au 10 juillet 2020 (11 µg/L). En 2019, trois dépassements du seuil d'écotoxicité du Manganèse avaient été enregistrés au mois d'aout 2019 à la station SW60-B principalement dans la couche K6 (11 µg/L, 25 µg/L et 37 µg/L).

Station	Métaux												S	Ca/Fe			
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe		Pb		Zn	M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E		M	M	R
ST09'			→		→	→	→		→	→		→	→				
ST60-NE	↗	→		→				→				→		↗	↗		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), certains sont considérés comme perturbés car ils présentent des valeurs moyennes en 2020 supérieures par rapport aux valeurs de référence de 2007 mesurées sur la station ST60-NE dans les flux sédimentaires : le Manganèse, le Nickel, le Chrome, le Cobalt, le Fer. Pour le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires (égal à 15,31 en saison humide 2020), celui-ci est inférieur à la valeur de référence de 2007 mesurée sur la station (diminution de 2,24). De plus, l'Arsenic et le Plomb dans la colonne d'eau de ST09 sont considérés comme anormalement élevés en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station de référence (ST05). Par ailleurs, une tendance à l'augmentation des valeurs moyennes est constatée pour le Manganèse (x 2) et le Soufre (x 1,25) dans les flux sédimentaires (saison humide) sur la période 2016-2020 sur la station ST60-NE.

²⁶ Une étude réalisée par le Dr JC. Massabuau (membre du comité de contre-expertise) conclut qu'une concentration de 100 µg/L de Manganèse serait quasiment sans effet d'un point de vue écotoxicologique. Par principe de précaution, il a été décidé de diviser cette valeur par 10, d'où le seuil de 10 µg/L de Manganèse.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique										
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			Score 2020 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)			
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC NC	Acropora /RORC	CEIL/CCCE	
M	E	E	E	E	E					
ST09'		→	→	↘	↗	→				
ST60-NE	→									

Cette zone ne disposant pas de station récifale, ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les paramètres physicochimiques clés des stations ST09 et ST60-NE.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), seul l'Azote total dans la colonne d'eau est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de sa grille ZONECO/CNRT. De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne est notée pour l'Azote total dans la colonne d'eau sur ST09 (x 2,3). Cependant, considérant qu'il s'agit d'une perturbation d'origine naturelle, un score « Non perturbé » est attribué à la station ST09.

Pour information, en 2019, les Nitrites/Nitrates étaient perturbés par rapport aux valeurs de la grille ZONECO/CNRT (cf. Tableau 124) et présentaient une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,41 µmol/L).

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques				
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E	E	M	E	E	E	E	E	E
ST09'					→		→	→	→	↗	→	→
ST60-NE						↗						

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l'Azote organique dissous dans la colonne d'eau de ST09 présente des valeurs considérées comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station de référence (ST05).

Interprétations des résultats – Champ proche de l'Emissaire

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées en 2020 concernent l'Arsenic, le Plomb, l'Azote total et l'Azote organique dissous dans la colonne d'eau ainsi les métaux (Manganèse, Nickel, Chrome, Cobalt, Fer) dans les flux sédimentaires (données 2020). De plus, une augmentation des teneurs en Azote total dans la colonne d'eau est constatée sur la période 2016-2020 (x 2,3) et pour le Manganèse dans les flux sédimentaires (x 2).

Depuis le début du suivi des flux de MES (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur cette station, avec une influence océanique toutefois prédominante. La tendance à l'augmentation du ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires indique que l'influence terrigène ne s'est

pas renforcée sur la période 2016-2020. La teneur en Soufre en revanche a augmenté sur la période 2016-2020 (x 1,5) mais ne serait pas liée à la présence de minéraux gypseux (CaSO_4) contenus dans l'effluent industriel et rejetés au niveau du diffuseur de l'émissaire marin.

En 2020, aucune perturbation en Manganèse ni en Nickel dans la colonne d'eau (suivi par échantillonneur passif) n'ont été observées à sur la station située à 1000 m du diffuseur (SW1000). Pour rappel, une nouvelle obstruction du diffuseur (se produisant du 61^{ème} au 200^{ème} orifices) survenue en septembre 2020 fait que le panache de l'effluent n'a probablement pas été intercepté en totalité par la station SW1000 lors de la seconde campagne de suivi (d'aout à octobre 2020). Pour information, le suivi des rejets de l'effluent industriel au niveau du diffuseur marin avait révélé des non-conformités au premier semestre 2020 en Nickel (7,76 mg/L le 05/05/2020) et en Manganèse (10,4 mg/L le 22/06/2020) - cf. partie 2.4.1.2.3).

A l'inverse en 2019, le dispositif (placé plus à l'amont - cf. Figure 27) avait bien permis d'intercepter le panache de l'effluent au niveau de la station SW1000-B, révélant de fortes perturbations en Manganèse (en particulier dans les échantillonneurs passifs n°5 à 8 exposés entre le 7 le 28/08/2019 d'après le rapport du prestataire de PRNC) et en Nickel. En 2019, des dépassements de valeur limite (1 mg/L) sont bien constatés en Manganèse dans les rejets du diffuseur sur cette période (4 dépassements, avec un maximum de 1,87 mg/L le 08/08/2019).

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, il est dit que l'absence de concomitance entre les dates de dépassements du seuil d'écotoxicité du Manganèse (10 $\mu\text{g/L}$) dans le milieu récepteur et les dates des non-conformités des rejets en Manganèse les plus importantes n'est pas surprenante, compte tenu des phénomènes complexes de dispersion du panache dans le Canal de la Havannah.

Les obturations à répétition du diffuseur de l'émissaire marin seraient dues au procédé de saturation à la chaux qui conduit à la formation de dépôts de gypse. La désaturation à l'eau de mer (entreprise en 2021) est la solution retenue pour ralentir ces problèmes d'obturation (contrôlés trimestriellement par des plongeurs), mais elle ne peut pas les résoudre en totalité. D'après PRNC, le contrôle de la pression dans le diffuseur ne constituerait pas un bon indicateur d'obturation.

Concernant les perturbations en Azote total, elles seraient dues à une augmentation des concentrations en Azote organique dissous (NOD) depuis 2019 mais leur origine exacte n'est pas déterminée par le prestataire de PRNC. Etant donné que cette augmentation en Azote total est également observée au niveau des stations du Canal de la Havannah et de la zone d'Ugo et Merlet qui se trouvent hors d'influence de l'émissaire, cela vient conforter l'hypothèse d'une origine naturelle des perturbations en Azote total observées à la station émissaire. Pour écarter l'influence des effluents rejetés dans l'émissaire (contenant les rejets traités de la station d'épuration de la base vie donc de l'Azote total), il faudrait disposer des données brutes de la composition de l'effluent les trois jours précédant les prélèvements dans la colonne d'eau.

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

3.2.4.5 Casy

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																		
Station	Métaux															S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe				
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R			
ST18	→		→		→		→		→	→		→		→				

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station physicochimique de la zone (ST18) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. De plus, bien que le Nickel dans la colonne d'eau de ST18 ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux grilles ZONECO/CNRT, sa concentration moyenne figure parmi les plus fortes enregistrées à l'échelle de la région en 2020 (0,3 µg/L).

Station	Métaux												S	Ca/Fe		
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co	Cu	Fe		Pb	Zn		M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E	M	M	R
ST18			→		↗	→	→		→	→		→	→			

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			Score 2020 par station	
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)				
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC	NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE
ST18		→	→	↘	→	→					
ST17								↘			
Casy									→		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien des 2 stations récifales de la zone (ST17 suivie par Vale-NC et Casy suivie dans le cadre de l'initiative RORC) et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST18.

Le recouvrement en corail vivant de la station Casy suivie dans le cadre du programme RORC (25 % en 2020) ne montre aucune évolution temporelle négative sur la période 2004-2020. Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station.

Sur la station récifale de PRNC (ST17), les couvertures coralliennes obtenues en 2020 (de 0,5% sur le transect du haut de tombant et de 1 % sur celui du milieu de tombant) sont inférieures à celles mesurées historiquement sur cette même station. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station. De plus, une tendance à la baisse est observée sur la période 2016-2020 sur les transects de milieu de tombant (-3,5%) et de haut de tombant (-4%). Seuls deux spécimens d'Acanthaster ont été observés, l'un en mai 2019 et l'autre mai 2020. La couverture de coraux blanchis n'a jamais dépassée les 0,2% sur aucune campagne de 2019 et 2020.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station ST18.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques				
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.		Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E		E	M	E	E	E	E	E
ST18					↗		→	↘	↘	→	↘	→

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), les MES dans la colonne d'eau sont considérés comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station et présentent une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 3,4) sur la période 2016-2020. De plus, la concentration moyenne en MES figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,81 mg/L).

Interprétations des résultats - Casy

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées en 2020 concernent MES et à la Turbidité. Bien que non perturbées, les teneurs Nickel dans la colonne d'eau en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région. De plus, une augmentation des teneurs en MES est constatée sur la période 2016-2020 (x 3,4).

Depuis le début du suivi des sédiments de surface (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique et teneur en carbonates) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur cette station, avec une influence océanique toutefois prédominante.

Les surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à proximité de la station Casy (ST18) peuvent expliquer la présence de certains paramètres (ex : MES, Turbidité, Nickel). Sur ces bassins versants, l'érosion est principalement due à d'anciennes dégradations du couvert végétal (ex : anciennes mines, exploitation forestière).

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

La station de Casy (ST17) est la première en Baie du Prony à avoir subi une invasion d’Acanthasters en 2017, qui s’est traduit par la quasi-disparition de la couverture corallienne.

La campagne d’éradication des Acanthasters menée en novembre 2018 par l’IRD et la province Sud dans la baie du Prony ne semble pas avoir eu les effets escomptés, puisque l’invasion d’Acanthasters s’est étendue à d’autres stations de la Baie du Prony en 2019 (stations Baie Nord et Port de Prony).

3.2.4.6 Bonne Anse

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																			
Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co		Fe				
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R			
ST19	→				→				→										

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l’unique station physicochimique de la zone (ST19) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d’eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n’est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Bien que le Chrome VI dans la colonne d’eau ne soit pas considéré comme perturbé par rapport à sa grille ZONECO/CNRT, la concentration moyenne en Chrome VI en 2020 figure parmi les plus importante de la région (0,02 µg/L).

Station	Métaux												S	Ca/Fe		
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co	Cu	Fe		Pb	Zn				
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E	M	M	R
ST19			→		↗	→	→		→	→		→	→			

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l’Arsenic est considéré comme anormalement élevé en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station. De plus, la concentration moyenne en Chrome figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,27 µg/L).

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique										
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			Score 2020 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)			
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC NC	Acropora /RORC	CEIL/CCCE	
			E	E	E	E				
ST19		→	→	→	↗	→				
Bonne Anse								↘		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien de la station récifale de l'initiative RORC (Bonne Anse) présente dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST19.

Le recouvrement en corail vivant de la station Bonne Anse suivie dans le cadre du programme RORC (44 % en 2020) ne montre aucune évolution temporelle négative sur la période 2004-2020. Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station ST19. Toutefois, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 2,3) est notée sur la station pour l'Azote total dans la colonne d'eau.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques						
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E				E	M	E	E	E	E	E
ST19	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↘	→		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l'Azote organique dissous présente des valeurs considérées comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station, ainsi qu'une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne sur la période 2016-2020. De plus, le prestataire de PRNC signale en 2020 une perturbation du profil aquatique pour le paramètre Turbidité.

Interprétations des résultats – Bonne Anse

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées en 2020 concernent l'Arsenic, à la Turbidité et à l'Azote organique dissous. Bien que non perturbées, les teneurs en métaux (Chrome et Chrome VI) dans la colonne d'eau en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique et teneur en carbonates) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur cette station, avec une influence océanique toutefois prédominante.

Les surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à proximité de la station Bonne Anse (ST19) peuvent expliquer la présence de certains paramètres (ex : Turbidité, métaux). Sur ces bassins versants, l'érosion est due à d'anciennes dégradations du couvert végétal (ex : anciennes mines, exploitations forestières).

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

Les résultats obtenus sur la station récifale Bonne Anse ne traduisent aucune perturbation particulière du milieu.

3.2.4.7 Pointe Puka

Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique										
Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			Score 2020 par station	
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)			
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	PRNC NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE
	M	E	E	E	E	E				
ST35							↗			

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien de l'unique station récifale de la zone (ST35).

Sur la station récifale de PRNC, les couvertures coralliennes obtenues en 2020 sont de 2,5% sur le transect du milieu de tombant et de 35,5 % sur celui du haut de tombant. La couverture corallienne du transect du milieu de tombant est inférieure à celles mesurées historiquement sur cette station. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à la station. Toutefois, une tendance à l'augmentation est observée sur la période 2016-2020 sur le transect de haut de tombant (+ 15 %). Aucun spécimen d'*Acanthaster* n'a été observé sur la station et la couverture de coraux blanchis n'a jamais dépassée les 0,2% sur aucune des campagnes de 2019 et 2020. La présence de l'algue rouge (*Asparagopsis taxiformis*) est signalée avec un fort recouvrement sur le transect de haut de tombant en octobre 2019.

Interprétations des résultats – Pointe Puka

Stations biologiques

La station de la Pointe Puka (ST35) est située dans une zone qui la place à la fois sous influence des apports terrigènes de la rivière Kwé mais également sous influence océanique en raison de la proximité du Canal de la Havannah. Ces perturbations ont entraîné des réactions en chaîne (développement de maladies coralliennes, de cyanobactéries, etc) à l'origine d'une baisse de couverture corallienne de 2011 à 2014.

A partir de 2014, le recouvrement corallien repart à la hausse, mais le suivi de la diversité corallienne permet de constater que les espèces résistantes à la sédimentation sont devenues majoritaires. L'arrêt du suivi de la diversité corallienne en 2017 ne permet cependant plus de suivre l'évolution de l'assemblage corallien. L'adaptation des espèces aux conditions turbides a probablement contribué à l'augmentation de la couverture corallienne observée sur la station ST35 sur la période 2016-2020.

Afin de limiter les pressions s'exerçant sur le substrat au niveau de cette station, le prestataire de Vale suggère une bonne gestion des bassins de sédimentaires de la mine afin de limiter les apports terrigènes en aie de Kwé, ainsi qu'un contrôle des rejets d'eaux usées de l'hôtel situé à Port Boisé.

3.2.4.8 Ile Ouen

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																			
Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co		Fe				
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R			
ST13	→				→				→										
ST20	↗				↗				→										

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les deux stations physicochimiques de la zone (ST13 et ST20) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations. Cependant, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne est observée pour les paramètres Manganèse (x 1,9) et Nickel (x 1,8) dans la colonne d'eau de la station ST20.

Station	Métaux													S	Ca/Fe		
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe		Pb	Zn		M	R	
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E	E			M	M	R
ST13			→		→	→	→		→	→		→	→				
ST20			↗		↗	→	→		→	→		→	→				

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l'Arsenic est considéré comme anormalement élevé en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST20. De plus, la concentration moyenne en Chrome figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,35 µg/L) et présente une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 1,9) sur la période 2016-2020 sur la station ST20.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio. Substrat corallien (% couverture)			Score 2020 par station	
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		PRNC	NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt					
ST13		→	→	↘	↗	→					
ST20		→	→	↘	→	→					
ST23							↘				
Bodjo									↘		
Daa Moa									↗		
Menondja									↘		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien de la station récifale suivie par PRNC (ST23), en 2019 sur le substrat corallien des 3 stations récifales suivies dans le cadre de l'initiative ACROPORA et en 2020 sur les paramètres physicochimiques clés des deux stations ST13 et ST20.

Sur la station récifale de PRNC (ST23), les couvertures coralliennes obtenues en 2020 sont comprises entre 16 % et 22 %. Les couvertures coralliennes des transects du haut et du milieu de tombant sont inférieures à celles mesurées historiquement sur cette station. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station. De plus, une tendance à la baisse est observée sur la période 2016-2020 sur les transects de haut de tombant (-13,5 %) et de milieu de tombant (-15,5 %). La présence d'Acanthaster est relevée en 2019 (8 individus), alors que l'espèce est absente 2020. La couverture de coraux blanchis était de 1,43% en octobre 2019 puis devient nulle en 2020.

Le recouvrement en corail vivant de la station Bodjo suivie dans le cadre du programme ACROPORA (16 % en 2019) montre une évolution temporelle à la baisse sur la période 2013-2019 (test statistique significatif), la diminution de couverture corallienne entre 2018 et 2019 étant de - 40,25 %. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station. La présence d'Acanthaster est relevée en 2019 (12 individus) sur cette station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué aux stations ST13 et ST20. Cependant, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 1,5) est notée pour l'Azote total (sur ST13). De plus, bien que l'Ammonium dans la colonne d'eau de ST13 ne soit pas considéré comme perturbé par rapport à sa grille ZONECO/CNRT, sa concentration moyenne figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,28 µmol/L).

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques				
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.		Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E	E	M	E	E	E	E	E	E
ST13					→		→	↘	→	→	→	→
ST20					→		→	↘	→	→	↘	→

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), les paramètres MES et Azote organique dissous dans la colonne d'eau présentent des valeurs moyennes considérées comme anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST13. De plus, la concentration moyenne en MES figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,75 mg/L).

Interprétations des résultats – Ile Ouen

Stations physico-chimiques

Les perturbations physico-chimiques observées en 2020 concernent l'Arsenic, les MES et l'Azote organique dissous. Bien que non perturbées, les teneurs en Chrome et en Ammonium dans la colonne d'eau en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface (2007), la caractérisation des sédiments (composition minéralogique et teneur en carbonates) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur la station ST20, avec une influence océanique toutefois prédominante. Au niveau de la station ST13, l'influence est quasi exclusivement marine.

Les teneurs en métaux peuvent s'expliquer par l'érosion des sols de l'île Ouen, où les sols exposés à l'érosion représentent 18,6% de la surface de l'île (source : OEIL, MOS 2014). L'île Ouen est aussi régulièrement touchée par les incendies²⁷ connus pour aggraver le phénomène d'érosion.

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

La prolifération d'Acanthasters survenue en 2018 (11 et 51 spécimens observés respectivement sur les stations Bodjo et ST23) et 2019 (8 et 12 spécimens observés respectivement sur les stations ST23 et Bodjo) a sans doute réduit la résilience des coraux de ces deux stations récifales, expliquant la baisse de couverture corallienne observée par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station.

3.2.4.9 Port Boisé

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																			
Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co		Fe				
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R			
ST03*	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station physicochimique de la zone (ST03) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (par prélèvements ponctuels et par échantillonneurs passifs -données 2020), sédiments de surface (données 2018) et sédiments récents (données 2020). Remarque : les composés organiques dans les sédiments récents ne possèdent pas de grille ZONECO/CNRT, mais leur simple présence (associée à l'activité anthropique) permettrait en théorie de considérer le paramètre comme perturbé.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, le Manganèse et le Nickel mesurés dans la colonne d'eau à l'aide d'échantillonneur passif sont considérés comme perturbés en 2020 (avec respectivement des valeurs moyennes de 1,35 µg/L et 0,42 µg/L) par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station.

Pour information, en 2019, le Nickel et le Chrome VI dans la colonne d'eau de ST03 présentaient des valeurs moyennes parmi les plus importantes de la région (respectivement 0,55 µg/L et 0,47 µg/L).

²⁷ Le [Géoportail Vulcain](#) répertorie deux incendies détectés par satellite le 22/09/16 et le 07/01/19 sur l'île Ouen. Les feux contribuent grandement à la détérioration du couvert végétal et donc à l'accroissement de l'érosion des sols.

Remarque : L'étude de l'OEIL menée en 2020 dans les baies de Kwé et de Port Boisé a permis de révéler que les mesures dans la colonne d'eau à l'aide d'échantillonneur passif permettent d'obtenir des valeurs beaucoup plus élevées qu'avec des prélèvements ponctuels (car ces derniers ne permettent la réalisation des mesures lors d'épisodes pluvieux intenses). En Baie de Port Boisé, ces valeurs s'élèvent à 4,46 µg/L de Manganèse (soit 22 fois le maximum historique par prélèvement ponctuel) et 1,77 µg/L de Cuivre (soit 14 fois le maximum historique par prélèvement ponctuel) à la suite des fortes précipitations du 29 février 2020. Par ailleurs, cette étude n'a pas révélé la présence de composés organiques (cf. Tableau 105) dans les sédiments de la Baie de Port Boisé

Station	Métaux												S	Ca/Fe			
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe		Pb		Zn	M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E		M	M	R
ST03*			→		→	→	→		→	→		→	→				

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station. Toutefois, la concentration moyenne en Cobalt figure parmi les plus importantes de la région en 2020 (0,042 µg/L).

Pour information, en 2019, le Chrome et le Cobalt dans la colonne d'eau de ST03 présentait des valeurs moyennes parmi les plus importantes de la région (respectivement 0,6 µg/L et 0,06 µg/L).

Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique											Score 2020 par station			
Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			PRNC	NC		Acropora /RORC	CEIL/CCCE	
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)							
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt								
ST03*		→	→	→	↗	↘								
ST36												→		
ST37												↗		
ST38												→		
ST39												→		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2019 sur le recouvrement corallien des 4 stations récifales de l'CEIL/CCCE et en 2020 sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST03

Le recouvrement en corail vivant des 4 stations récifales de l'CEIL/CCCE ne montre aucun différentiel de variation temporelle par rapport aux 4 stations de baie Kwé sur la période 2011-2019 (analyse de variance à deux facteurs non significative). Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations. En comparaison de la baie Kwé, la baie de Port Boisé est décrite comme présentant une moins forte couverture corallienne, la présence d'une couche de vase moins épaisse et des lésions coralliennes moins nombreuses. Bien que non significative, des évolutions temporelles sont constatées, avec une baisse de couverture corallienne de 2011 à 2013, suivie d'une augmentation entre 2014 et 2019. Globalement sur la période 2011-2019, une tendance à l'augmentation est constatée pour une station (ST37) de + 4,8%.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Toutefois, l'Azote total mesuré dans la colonne d'eau présente une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 1,5) sur la période 2016-2020. De plus, l'Ammonium présente une concentration moyenne (0,28 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques						
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E				E	M	E	E	E	E	E
ST03*	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l'Azote organique dissous présente une valeur moyenne considérée comme anormalement élevée en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station. De plus, le prestataire de PRNC signale en 2020 des perturbations du profil aquatique pour les paramètres Turbidité et Fluorescence.

Interprétations des résultats – Port Boisé

Stations physico-chimiques

Les perturbations observées en 2020 concernent le Manganèse et le Nickel mesuré dans la colonne d'eau par échantillonneur passif, la Turbidité, la Fluorescence et l'Azote organique dissous. Bien que non perturbées, les teneurs en Ammonium en 2020 sont également importantes à l'échelle de la région.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface 2007, la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle une influence mixte (terrigène et océanique) sur cette station, avec une influence océanique toutefois prédominante.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant qui alimente la Baie de Port Boisé peuvent expliquer la présence de certains paramètres (ex : métaux). Sur le bassin versant de la Port Boisé, l'érosion est principalement due à d'anciennes dégradations du couvert végétal (ex : anciennes mines, exploitations forestières).

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

Les stations de la Baie de Port Boisé sont sous influence des apports terrigènes des cours d'eau qui se jettent dans la baie (ex : rivière Trou Bleu), mais également sous influence de la rivière la Kwé en raison de connexions avec la Baie Kwé démontrées par modélisation de la courantologie. L'épaisseur de vase et les lésions coralliennes sédimentaires sont cependant moins importantes que celles observées en Baie Kwé.

La baisse de couverture corallienne observée en Baie de Port Boisé comme en Baie Kwé entre 2011 et 2013 serait attribuable aux pluies intenses de 2013. L'augmentation des couvertures coralliennes entre 2014 et 2019 au niveau de la Baie Port Boisé est un phénomène global également constaté en Baie Kwé et sur d'autres stations du RORC situés aux alentours de la baie Port Boisé.

3.2.4.10 Goro

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																			
Station	Métaux														S	Comp. Org.	Score 2020 par station		
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe					
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S				R	R
ST14	→				→				→										

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station physicochimique de la zone (ST14) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station.

Etat chimique																
Station	Métaux												S	Ca/Fe		
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Zn					
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E	M	M	R
ST14			→		↗	→	→		→	→		→	→			

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST14.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio. Substrat corallien (% couverture)			Score 2020 par station	
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		PRNC	NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt					
ST14		→	→	↘	↗	↘					
Paradis									→		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2019 sur le substrat corallien de la station Paradis (suivie dans le cadre de l'initiative ACROPORA) et en 2020 sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST14.

Le recouvrement en corail vivant de la station Paradis (23,75 % en 2019) ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2019 (test statistique non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimique clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station ST14. Cependant, une tendance à la hausse sur la période 2016-2020 est notée pour la concentration moyenne en Azote total.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques						
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E				E	M	E	E	E	E	E
ST14					→		→	↘	→	→	→	↘		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), les paramètres Azote organique dissous et les Nitrates/Nitrites sont considérés comme perturbés car ils présentent des valeurs moyennes anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST14. De plus, les Nitrates/Nitrites présentent une concentration moyenne (0,55 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020.

Pour information, en 2019, l'Ammonium présentait une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,9 µmol/L).

Interprétations des résultats - Goro

Stations physico-chimiques

Les perturbations observées en 2020 concernent les Nitrates/Nitrites et l'Azote organique dissous.

Depuis le début du suivi des sédiments de surface 2007, la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle une influence marine quasi-exclusive.

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

Les résultats obtenus sur la station récifale Paradis ne traduisent aucune perturbation particulière du milieu.

3.2.4.11 Canal de la Havannah

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique															Score 2020 par station			
Station	Métaux												S	Comp. Org.				
	Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co				Fe		
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S				R	S	R
ST02	→				→				→									
ST07	→				→				→									

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations physicochimiques de la zone (ST02 et ST07) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations.

Station	Métaux											S	Ca/Fe			
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe	Pb		Zn	M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M		E				E
ST02			→		→	→	→		→	→		→	→			
ST07			→		↗	→	→		→	→		→	→			

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), le paramètre Zinc est considéré comme perturbé car il présente une valeur moyenne anormalement élevée en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST02. De plus, le Zinc présente la concentration moyenne la plus importante de la région en 2020 à la station ST02 (1,85 µg/L).

Pour information, en 2019, le Zinc présentait sur ST07 la valeur moyenne la plus importante de la région (1,86 µg/L).

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											Score 2020 par station
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio. Substrat corallien (% couverture)				
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		PRNC	NC	Acropora /RORC	CEIL/CCCE	
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt					
ST02		→	→	→	↗	→					
ST07		→	→	→	↗	→					
ST27							→				
ST28							↗				
ST29							↗				
ST30							→				
ST40							↗				
Passe Toemo								↗			

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien des 5 stations récifales suivies par PRNC, en 2019 sur le substrat corallien de la station suivie dans le cadre de l'initiative ACROPORA (Passe Tomeo) et en 2020 sur les paramètres physicochimiques clés des stations ST02 et ST07.

Sur les 5 stations récifales de PRNC, les couvertures coralliennes obtenues en 2020 sont comprises entre 1,5% (transect de bas de tombant de ST28) et 69 % (transect du haut de tombant de ST40). Les couvertures coralliennes du transect du bas de tombant de ST30 et des transects de haut et de milieu de tombant de ST27 sont inférieures à celles mesurées historiquement sur ces stations. La station ST30 obtient un score « Fortement perturbé », la station ST27 un score « Modérément perturbé » et les 3 autres stations des scores « Non perturbés ». Une tendance à l'augmentation est observée sur la période 2016-2020 pour certains transects des stations ST28, ST29 et ST40 (jusqu'à + 35% sur le transect du haut de tombant de ST40). Seul un spécimen d'Acanthaster est aperçu en 2019 à la station ST30, puis aucun en 2020. La couverture de coraux blanchis maximale (1,9 %) est observée à la station ST40 en mai 2020. La présence de l'algue rouge (*Asparagopsis taxiformis*) est signalée avec un fort recouvrement sur les transects de milieu de tombant de ST30 et ST40 en octobre 2019 ainsi que sur le transect de haut de tombant de ST27 en mai 2020.

Le recouvrement en corail vivant de la station Passe Toméo suivie dans le cadre du programme ACROPORA (61,3 % en 2019) ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2019 (test statistique non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), l'Azote total est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de sa grille ZONECO/CNRT pour les deux stations ST02 et ST07. De plus, l'Azote total présente une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne sur la période 2016-2020 pour les deux stations (x 2 pour ST02 et x 3 pour ST07) et une concentration moyenne à la station ST07 (12,6 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020. Cependant, considérant qu'il s'agit d'une perturbation d'origine naturelle, des scores « Non perturbés » sont attribués aux stations ST07 et ST02.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques						
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E				E	M	E	E	E	E	E
ST02					→		↗	↘	→	→	→	↘		
ST07					→		→	↘	→	↗	→	→		

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), les paramètres Nitrates/Nitrites (sur ST02) et Azote organique dissous (sur ST07) sont considérés comme perturbés car ils présentent des valeurs moyennes anormalement élevées en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées respectivement sur ces stations. Ils présentent également une tendance à la hausse sur la période 2016-2020. De plus, les Nitrates/Nitrites présentent une concentration moyenne (2,9 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020 sur ST02.

Pour information, en 2019, l'Ammonium présentait sur la station ST02 une valeur moyenne parmi les plus importantes de la région (0,46 µmol/L).

Interprétations des résultats – Canal de la Havannah

Stations physico-chimiques

Les perturbations observées en 2020 concernent le Zinc, l'Azote total, les Nitrates/Nitrites et l'Azote organique dissous. De plus, une augmentation des teneurs en Azote total est constatée sur la période 2016-2020 (x 3 sur ST07).

Depuis le début du suivi des sédiments de surface 2007, la caractérisation des sédiments (composition minéralogique, teneur en carbonates et valeur du ratio Ca/Fe) révèle une influence marine quasi-exclusive sur les stations du Canal de la Havannah (ST02 et ST07).

Concernant les perturbations en Azote total, elles seraient dues à une augmentation des concentrations en Azote organique dissous (NOD) depuis 2019 mais leur origine exacte n'est pas déterminée par le prestataire de PRNC. Etant donné que cette augmentation en Azote total est également observée au niveau des stations de l'Emissaire et de la zone d'Ugo et Merlet, cela vient conforter l'hypothèse d'une origine naturelle des perturbations en Azote total observées dans ces trois zones.

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

Les stations du Canal de la Havannah sont soumises à un fort hydrodynamisme pouvant expliquer les baisses de couvertures coralliennes observées sur certaines stations (ST27 et ST30) en comparaison des valeurs historiquement mesurées sur ces stations.

3.2.4.12 Ugo et Merlet

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																			
Station	Métaux																S	Comp. Org.	Score 2020 par station
	Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co		Fe				
	E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R	R			
ST21	→				↗					→									
ST05'	→				→					→									

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations physicochimiques de la zone (ST21 et ST05) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau (données 2020) et sédiments de surface (données 2018).

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de leurs grilles ZONECO/CNRT respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations. Cependant, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 1,5) est notée pour le paramètre Nickel dans la colonne d'eau de la station ST21.

Station	Métaux													S	Ca/Fe		
	Mn	Ni	Cr		As	Cd	Co		Cu	Fe		Pb	Zn		M	M	R
	M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E	E				
ST21			→		↗	→	→		→	→		→	→				
ST05'			→		↘	→	→		→	→		→	→				

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), le paramètre Zinc est considéré comme perturbé car il présente une valeur moyenne anormalement élevée en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST02.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique											Score 2020 par station
Paramètres physico-chimiques							Paramètres bio. Substrat corallien (% couverture)				
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		PRNC NC	Acropora /RORC	CEIL/CCCE		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt					
	M	E	E	E	E	E					
ST21		→	→	↘	↗	↘					
ST05'		→	→	↘	↗	→					
ST41											
ST42							→				

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur le substrat corallien des deux stations récifales de PRNC (ST41 et ST42) et sur les paramètres physicochimiques clés des stations ST21 et ST05.

Sur les 2 stations récifales de PRNC (ST41 et ST42), les couvertures coralliennes obtenues en 2020 sont comprises entre 7,5% (transect de bas de tombant de ST41) et 73,5 % (transect du haut de tombant de ST41). Les couvertures coralliennes du transect du bas de tombant de ST42 et des transects de milieu et de bas de tombant de ST41 sont inférieures à celles mesurées historiquement sur ces stations. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué aux deux stations. Aucun spécimen d'Acanthaster n'a été observé sur ces stations en 2019 et 2020. La couverture de coraux blanchis maximale (2,4 %) est observée à la station ST41 en mai 2020.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), l'Azote total est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs de sa grille ZONECO/CNRT pour les deux stations ST05 et ST21. De plus, les deux stations présentent une tendance à l'augmentation de la valeur moyenne (x 1,7 pour ST21 et x 2,8 pour ST05) en Azote total sur la période 2016-2020 et une concentration moyenne à la station ST05 (12,1 µmol/L) parmi les plus importantes de la région en 2020. Cependant, considérant qu'il s'agit d'une perturbation d'origine naturelle, des scores « Non perturbés » sont attribués aux stations ST05 et ST21.

Station	Profil aquatique				MES	El. Maj.	Sels nutritifs	Matières organiques				
	T°	Turb.	Sal.	Fluor.				Ca	NO ₂ /NO ₃	COP	NOP	NOD	POP	POD
	E	E	E	E	E	M	E	E	E	E	E	E
ST21					→		→	↘	↗	→	→	↘
ST05'					→		→	→	↗	→	→	→

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 106), l'Azote organique dissous (sur ST05 et ST21), les Nitrates/Nitrites (ST05), les MES (ST21) sont considérés comme perturbés car ils présentent des valeurs moyennes anormalement élevés en 2020 par rapport aux valeurs historiquement mesurées dans la colonne d'eau. De plus, le prestataire de PRNC signale en 2020 une perturbation du profil aquatique pour le paramètre Turbidité. Par ailleurs, la concentration moyenne en MES (0,78 mg/L) dans la colonne d'eau figure parmi les plus importantes de la région en 2020 sur ST21.

Interprétations des résultats – Ugo et Merlet

Stations physico-chimiques

Les perturbations observées en 2020 concernent le Zinc, l'Azote total, la Turbidité, les MES, les Nitrates/Nitrites et l'Azote organique dissous. De plus, une augmentation des teneurs en Azote total est constatée sur la période 2016-2020 (x 2,8 sur ST05).

Concernant les perturbations en Azote total, elles seraient dues à une augmentation des concentrations en Azote organique dissous (NOD) depuis 2019 mais leur origine exacte n'est pas déterminée par le prestataire de PRNC. Etant donné que cette augmentation en Azote total est également observée au niveau des stations de l'Émissaire et du Canal de la Havannah, cela vient conforter l'hypothèse d'une origine naturelle des perturbations en Azote total observées dans ces trois zones.

De manière générale, l'interprétation des perturbations physico-chimiques en milieu marin peut relever d'une influence terrigène et/ou marine (cf. partie 3.2.3.1).

Stations biologiques

Les stations d'Ugo et Merlet sont soumises à un fort hydrodynamisme pouvant expliquer les baisses de couvertures coralliennes observées en comparaison des valeurs historiquement mesurées sur ces deux stations.

3.2.4.13 Ile des Pins

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique												
Paramètres physico-chimiques							Paramètres bio.			Score 2020 par station		
Station	MES		Chl.a		Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)			
	M	E	E	E	Nt	Pt	PRNC	NC	Acropora /RORC		CEIL/CCCE	
												NH ₄ ⁺
Kanga Daa									→			
Daa Kouguié									→			
Daa Yetaii									↗			

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2019 sur le substrat corallien des 3 stations récifales suivies dans le cadre de l'initiative ACROPORA.

Le recouvrement en corail vivant des 3 stations suivies dans le cadre du programme ACROPORA (35 % sur Daa Kouguié et Daa Yetaii et 46,87 % sur Kanga Daa en 2019) ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2019 (test statistique non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces 3 stations.

Interprétations des résultats – Ile des Pins

Stations biologiques

Les résultats obtenus sur les stations récifales de la zone ne traduisent aucune perturbation particulière du milieu.

4 Bilan Grand Sud - Milieux eaux douces

4.1 Méthodologie - Milieux eaux douces

4.1.1 Suivis environnementaux - milieux eaux douces

4.1.1.1 Objectifs des suivis

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Objectifs des suivis	Autres origines possibles des perturbations
Physico-chimiques	Eaux de surface et des eaux souterraines	Autres métaux (Cuivre, Plomb, Arsenic...)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en autres métaux dans la colonne d'eau, signe d'une influence liée au complexe industriel et minier de PRNC (ex : fuite d'eau de procédé)	
		Sulfates et hydrocarbures	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en sulfates et hydrocarbures dans l'eau, signe d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: fuite d'eau de procédé, fuite d'une cuve d'hydrocarbures)	
		Profil aquatique	pression	Déterminer si l'évolution du profil aquatique (ex: la conductivité) ne traduit pas la perturbation d'autres paramètres (comme les sulfates, métaux, éléments majeurs)	
		Sels nutritifs, matières organiques	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en sels nutritifs et matières organiques dans colonne d'eau, signe d'apports organiques liés au complexe industriel et minier de PRNC (ex: tirs de mine, défaut d'assainissement)	L'augmentation du phénomène d'érosion des bassins versants peut également trouver son origine dans les défrichements liés aux activités minières passées (mines orphelines), à l'exploitation forestière passée, aux incendies et à l'abrutissement par les espèces herbivores envahissantes (cerfs/cochons)
		Métaux indicateurs terrigènes (Fer, Nickel, Chrome, Cobalt, Manganèse)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux indicateurs terrigènes dans la colonne d'eau, signe d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichage des bassins versants, fuite d'eau de procédé)	
		Éléments majeurs	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en éléments majeurs dans la colonne d'eau, signe d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichage des bassins versants pour Manganèse et Silice, fuite d'eau de procédé)	Les apports organiques peuvent également être d'origine naturelle (ex : déjections d'espèces herbivores envahissantes)

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Objectifs des suivis	Autres origines possibles des perturbations
Physico-chimiques	Flux sédimentaires	MES	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations de flux sédimentaires , signes d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichements des bassins versants associés à un sous dimensionnement ou défaut d'entretien des bassins de sédimentation)	L'augmentation du phénomène d'érosion des bassins versants peut également trouver son origine dans les défrichements liées aux activités minières passées (mines orphelines), à l'exploitation forestière passée, aux incendies et à l'abrutissement par les espèces herbivores envahissantes (cerfs/cochons) Les apports organiques peuvent également être d'origine naturelle (ex : déjections d'espèces herbivores envahissantes)
	Sédiments	Métaux	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux dans les sédiments de rivière , signes d'une influence du complexe industriel et minier de PRNC (ex: défrichements des bassins versants associés à un sous dimensionnement ou défaut d'entretien des bassins de sédimentation)	
Biologiques	Macroinvertébrés	Indices biotiques	état	Déterminer si les espèces de macroinvertébrés pollulosensibles regressent, signe d'une perturbation d'origine terrigène ou organique en lien avec le complexe industriel et minier de PRNC (ex: dégradation de l'habitat augmentation des flux de MES dans les rivières, défaut d'assainissement)	
	Diatomées	Indice biotique	état	Déterminer si les espèces de diatomées en présence sont le signe d'une perturbation d'origine terrigène ou organique en lien avec le complexe industriel et minier de PRNC (ex: qualité physico-chimique de l'eau médiocre en raison de l' augmentation des flux de MES dans les rivières, défaut d'assainissement)	
	Poissons et Crustacés	Descripteurs biologiques	état	Déterminer si les populations de poissons et crustacés regressent, signe d'une perturbation en lien avec le complexe industriel et minier de PRNC (ex: dégradation de l'habitat liée à l'augmentation des flux de MES dans les rivières, perturbations chimiques)	

Tableau 25: Objectifs des suivis environnementaux - milieux eaux douces

4.1.1.2 Description des suivis

Des suivis de types physicochimiques et biologiques sont réalisés en milieux doux. Leurs nature, fréquence de suivi, méthode de mesure et période de réalisation sont résumées dans le tableau ci-dessous (tableau). Il est également indiqué dans ce tableau si les suivis contribuent ou non à la qualification des stations.

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Points de prélèvement	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic ?
Physicochimiques	Physicochimie des eaux de surface (rivières)	PRNC	stations sous influence et hors d'influence	2008	variable selon les paramètres considérés : continue, hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle ou semestrielle			oui
		OEIL	stations hors d'influence	2015 et 2017	ponctuelle			
	Physicochimie des eaux de surface (doline)	PRNC	stations sous influence et hors d'influence	2008	variable selon les paramètres considérés : mensuelle ou semestrielle	-prélèvements d'eau dans des flacons et mesures en laboratoire -mesures in situ à l'aide d'un sonde multi-paramétriques		oui
		OEIL et CNRT	stations hors d'influence	2013-2015;2017	ponctuelles			
	Physicochimie des eaux souterraines	PRNC	piézomètres sous influence et hors d'influence	2008	variable selon les paramètres considérés : -en piézomètres de suivi: hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle ou semestrielle -en piézomètre de référence: trimestrielle ou semestrielle ou ponctuelle	-prélèvements d'eau dans des flacons et mesures en laboratoire -mesures in situ à l'aide d'un sonde multi-paramétriques		oui
	Métaux dans les sédiments de surface des rivières	PRNC	stations sous influence et hors d'influence	2008	variable selon les paramètres considérés : mensuelle ou semestrielle	pelle de prélèvement et mesure en laboratoire		non
		OEIL	stations hors d'influence	2017	ponctuelle			
Flux de MES dans les rivières	PRNC	stations sous influence	2016	continue	échantillonneur automatique asservi à une sonde de mesure du niveau d'eau		non	

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Points de prélèvement	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic ?
Biologiques	Macroinvertébrés (creek)	PRNC	stations sous influence et hors d'influence	2011	annuelle	7 prélèvements réalisés sur différents habitats à l'aide d'un filet Surber (selon guide méthodologique)	à l'étiage (octobre)	oui
		OEIL	stations hors d'influence	2015, 2017, 2019	ponctuelle			
	Macroinvertébrés (dolines)	PRNC	stations sous influence	2012	annuelle	combinaison de 3 méthodes de prélèvements (protocole non standardisé)	à l'étiage (octobre)	non
	Diatomées	OEIL	stations sous influence et hors d'influence	2019	ponctuelle	Prélèvement du biofilm présents sur 10 galets à l'aide d'une brosse à dent	à l'étiage (octobre)	oui
	Poissons et Crustacés	PRNC	stations sous influence et hors d'influence	2009	annuelle	pêche électrique (selon guide méthodologique)	saison fraîche (juin-juillet)	oui

Tableau 26: Présentation des suivis environnementaux des milieux eaux douces

La plupart des données sont fournies par Prony Resources NC. Toutefois, en raison de l'absence de données de référence pour certains suivis (macroinvertébrés, sédiments de surface), l'OEIL en a réalisé l'acquisition. En 2019, l'OEIL a également lancé un suivi biologique supplémentaire (diatomées), à la fois sur des stations sous influence et hors d'influence minière, dans le but de renforcer la pertinence du diagnostic. Le CNRT a de son côté fourni des données ponctuelles de référence utilisées pour interpréter le suivi des dolines.

La date de démarrage des suivis est variable : les suivis plus anciens remontent à 2008 (suivi physicochimique des eaux de surface et souterraines) tandis que le suivi plus récent date de 2019 (suivi des diatomées).

La fréquence de suivi est également très variable (de continue à annuelle) selon les suivis, les stations et les paramètres considérés. Ils sont en général plus fréquents en stations de suivi que de référence. A noter qu'en Cotec Résultat réuni le 12 avril 2022, PRNC informe de la reprise du réseau de suivi des piézomètres volontaires (prélevés de 2011 à 2015) dans le cadre de l'étude de la Plaine des Lacs (étude Accords du 4 mars 2021).

Concernant le suivi des poissons et crustacés d'eau douce, seuls sont rapportés les informations sur les poissons, faute de temps disponible pour étudiés les éléments en lien avec les crustacés d'eau douce. La méthode de suivi par pêche électrique n'est pas adaptée à toutes les stations en raison de profondeurs trop importantes (ex : stations des rivières Kuebini et Wadjana). Des observations subaquatiques sont dans ces cas précis préconisées.

4.1.1.3 Explication de la non-intégration au diagnostic de certains suivis

Il a été décidé que trois suivis des milieux eaux douces ne contribueraient pas à la qualification des stations pour les raisons suivantes :

Types de suivi	Suivis environnementaux	Explications de la non intégration des suivis au diagnostic
Physicochim.	Métaux (Fer, Manganèse, Nickel, Cobalt et Chrome) dans les sédiments de surface des rivières	D'après le Cotec réuni le 13/05/2019, les résultats de ce suivi sont difficilement interprétables dans la mesure où les zones échantillonnées sont soumises à des cycles d'accrétion/érosion successifs. Il n'existe donc pas de méthode de qualification pour ce suivi.
	Flux de MES dans les rivières	Le Cotec réuni le 11/12/2019 reconnaît qu'il n'existe pas de méthode de notation simple pour ce suivi fortement dépendant des conditions météorologiques. Il est par contre convenu d'indiquer le nombre de jours où la rivière à coulée rouge (seuil fixé arbitrairement à 50 NTU).
Biol.	Macroinvertébrés (dolines)	Les indices biotiques ont été conçus pour les creeks et non pour les dolines. Il n'existe donc pas de méthode de qualification pour ce suivi.

Remarque : Bien que ne contribuant pas au diagnostic des milieux eaux douces, les informations issues de ces suivis seront tout de même étudiées et tous les éléments remarquables seront rapportés.

4.1.2 Localisation des réseaux de suivi - milieux eaux douces

4.1.2.1 Eaux de surface

Le tableau ci-dessous montre la répartition des différents types de suivis (eau, macro-invertébrés, diatomées, poissons) au niveau des stations et des zones relatives au milieu eaux douces de surface :

Stations hors d'influence				Stations de suivi			
	Zone	Station	Suivi				
Cours d'eau	Kwé (sous bassins hors d'influence)	KO4-20-I					
		FM13 Plaine des lacs					
		FM05 Creek crete sud					
	Kadji (sous bassin hors d'influence)	KADJI 1					
		Carénage	Carénage Amont				
	Carénage Aval						
	Kaoris	Kaori Amont					
		Kaori Aval					
		Kaor200					
	Kuebini	Kueb Amont					
		Kueb Aval					
		Kueb300					
		FM01 Kwé Binyi					
		KUB-40					
	Wadjana	KUB-50					
		KUB-60					
		WJ-01					
		FM11 Wajana radier					
		WAD-40					
	Trou Bleu	WAD-50					
		WAD-70					
		WAJA300					
		3-C					
		Trou Bleu					
	Total			17	8	8	8
	Dolines	Carénage	Doline 1				
			Doline 2				
		Plaine des Lacs	Doline 3				
Doline Maréage							
Wadjana		Doline croissant					
		DOL-XW-02					
		DOL-XW-03					
		LAC-ROB-01					
		LAC-ROB-02					
Kwé Nord		Doline Lac					
		Petite doline					
		Doline Bleue					
Total			13	0	0	0	
Cours d'eau		Kwe Ouest	3-B				
			3-E	ASR			
	KOL		ASR				
	4-N		UPM-CIM				
	KO4-50		ASR				
	KO5-10-I		UPM-CIM				
	KO5-20-I		UPM-CIM				
	KO5-20-P		UPM-CIM				
	KO5-50-I		UPM-CIM				
	KWO-10		ASR				
	KWO-20		ASR				
	KWO-60		ASR				
	Kwe Nord		4-M	UPM-CIM			
	Kwe Est		KE-05	Mine			
	Kwe principale	1-A	UPM-CIM, ASR				
		1-E	UPM-CIM, ASR				
		KWP-10	ASR-Mine-UPM-CIM				
		KWP-40	ASR-Mine-UPM-CIM				
	CBN Amont	KWP-70	ASR-Mine-UPM-CIM				
		6-Q	Usine				
		6-S	Usine				
	CBN Aval	CBN-01	Usine				
		6-BNOR1	Usine				
		6-T	Usine				
		6-U	Usine				
		CBN-10	Usine				
		CBN-30	Usine				
		CBN-40	Usine				
CBN-70		Usine					
CBN-AFF-02		Usine					
Kadji		5-E	Base Vie				
Trüu Amont	TR-01	Mine					
	TR-02	Mine					
Trüu Aval	TR-04	Mine					
	TRU-70	Mine					
Total			14	13	7	15	
Dolines	CBN	6-R	Usine				
		DOL-10	Step base-vie				
Kadji	DOL-11	Step base-vie					
Total			3	0	0	0	

Légende

Degré d'influence par rapport à l'activité industrielle et minière :

- Fort
- Modéré
- Nul

Nature du suivi

- Eaux de surface
- Macro-invertébrés
- Diatomées
- Poissons

Tableau 27: Liste des stations de suivi et des stations de référence des milieu eaux de surface (rivières et dolines).

Les stations considérées sous l'influence directe de Prony Resources NC sont qualifiées de « stations de suivi » (partie droite du tableau), tandis que celles qui se trouvent sous influence modérée ou nulle sont qualifiées de « stations hors d'influence » (partie gauche du tableau).

Les coordonnées géographiques des stations de suivi et hors d'influence sont disponibles en annexe (Tableaux). Ce tableau précise également les structures qui réalisent des suivis sur chacune de ces stations.

Remarque : la station FM01 Kwé Binyi (suivie volontairement par PRNC entre 2011 et 2015) correspond à la station Kuebini (station réglementaire prescrite dans l'arrêté d'exploitation minière n° 2698-2016/AR/DIMENC). Cependant, depuis 2015, il n'y a pas eu de données produites en raison d'un refus d'accès à la station Kuebini par le propriétaire de la parcelle.

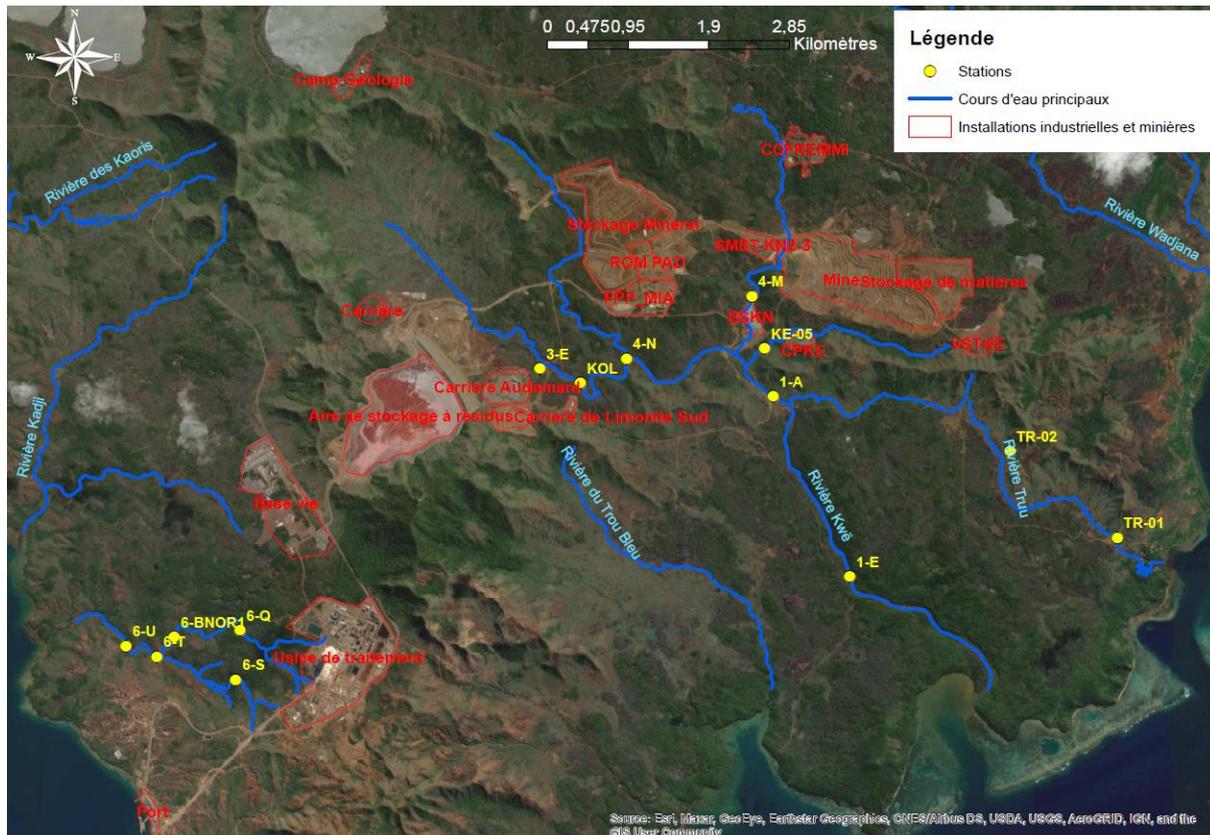


Figure 35 : Localisation des stations de suivi physicochimiques (rivières) - Source CÉIL.



Figure 36 : Localisation des stations physicochimiques hors d'influence (rivières) - Source CEIL.



Figure 37 : Localisation des stations de suivi biologiques Diatomées (rivières) - Source CEIL.



Figure 38 : Localisation des stations biologiques Diatomées hors d'influence (rivières) - Source CÉIL.

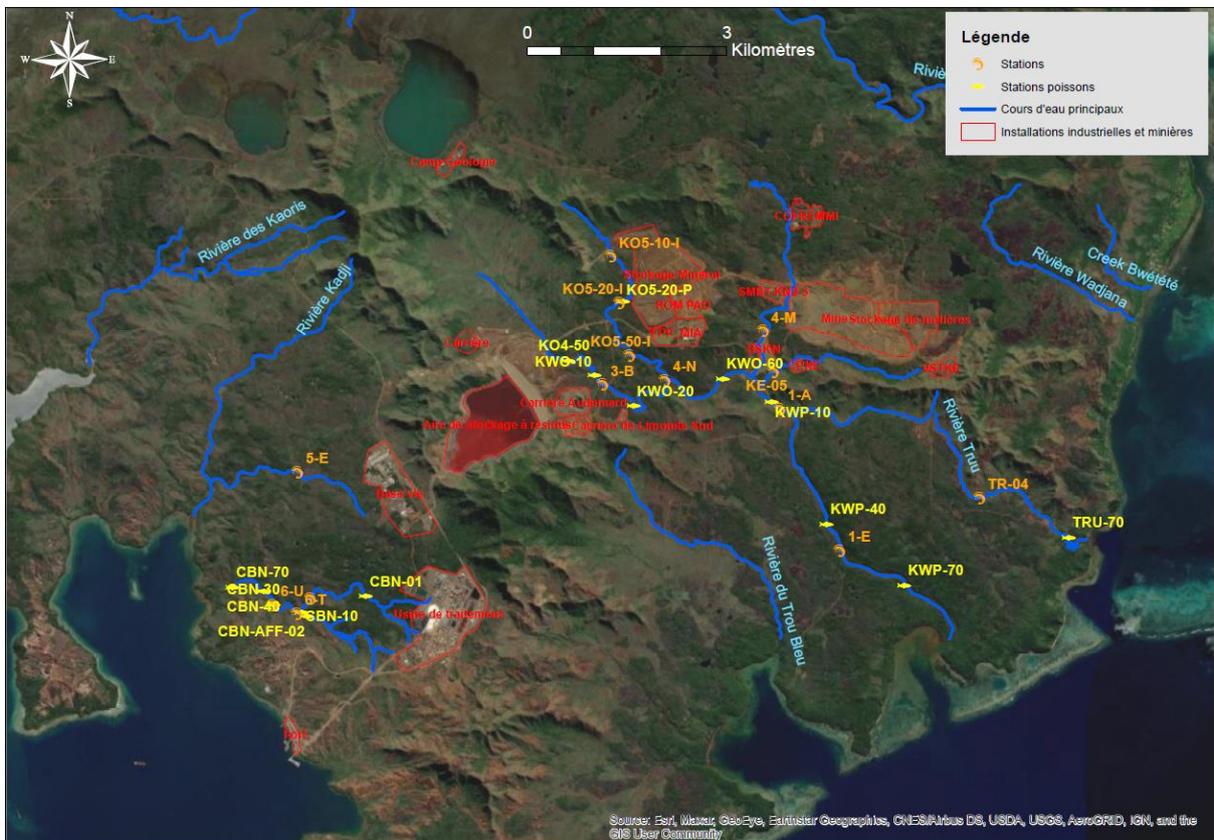


Figure 39: Localisation des stations de suivi biologiques MIB et Poissons (rivières) - Source CÉIL.

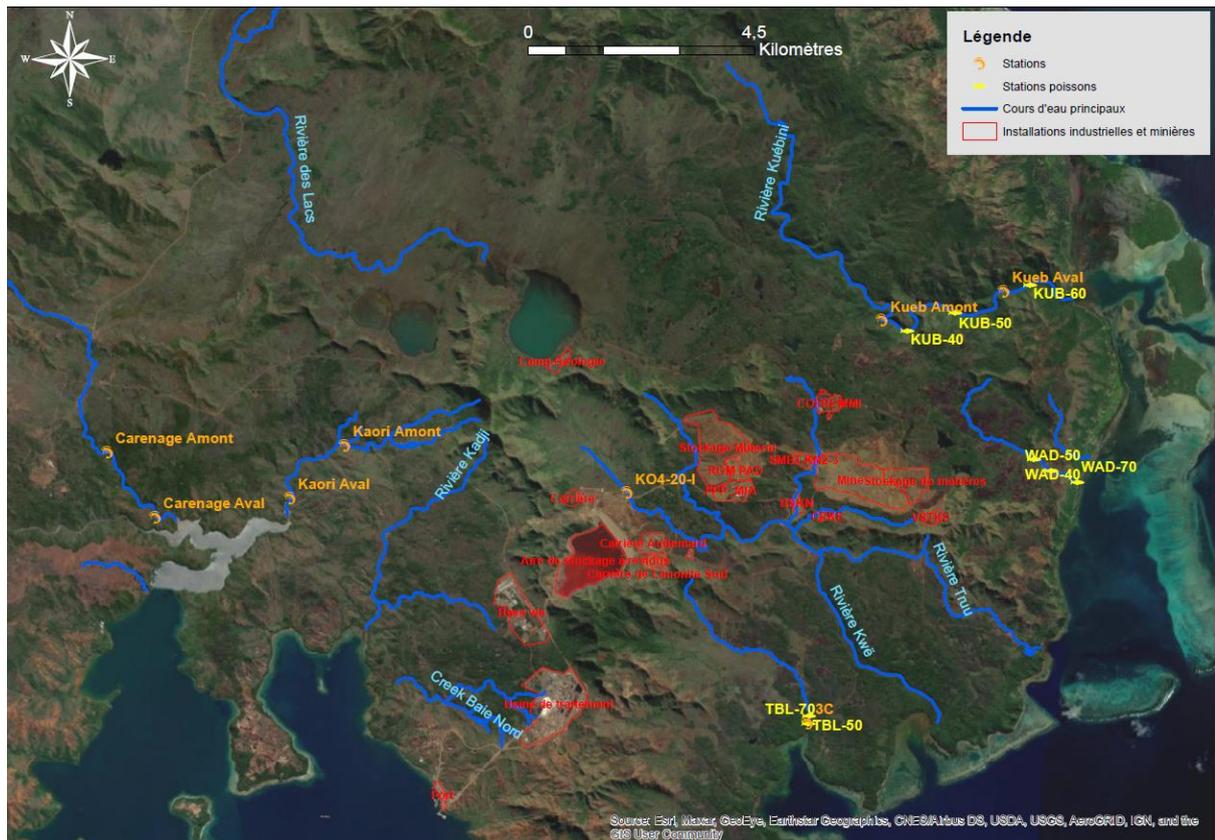


Figure 40 : Localisation des stations biologiques MIB et Poissons hors d'influence (rivières) - Source CEIL.

Remarque : les cours d'eau du Grand Sud présentent la caractéristique d'être oligotrophes, c'est-à-dire qu'ils sont pauvres en éléments nutritifs. Par conséquent, la faune aquatique (macro-invertébrés, poissons) est elle aussi relativement peu abondante et diversifiée.

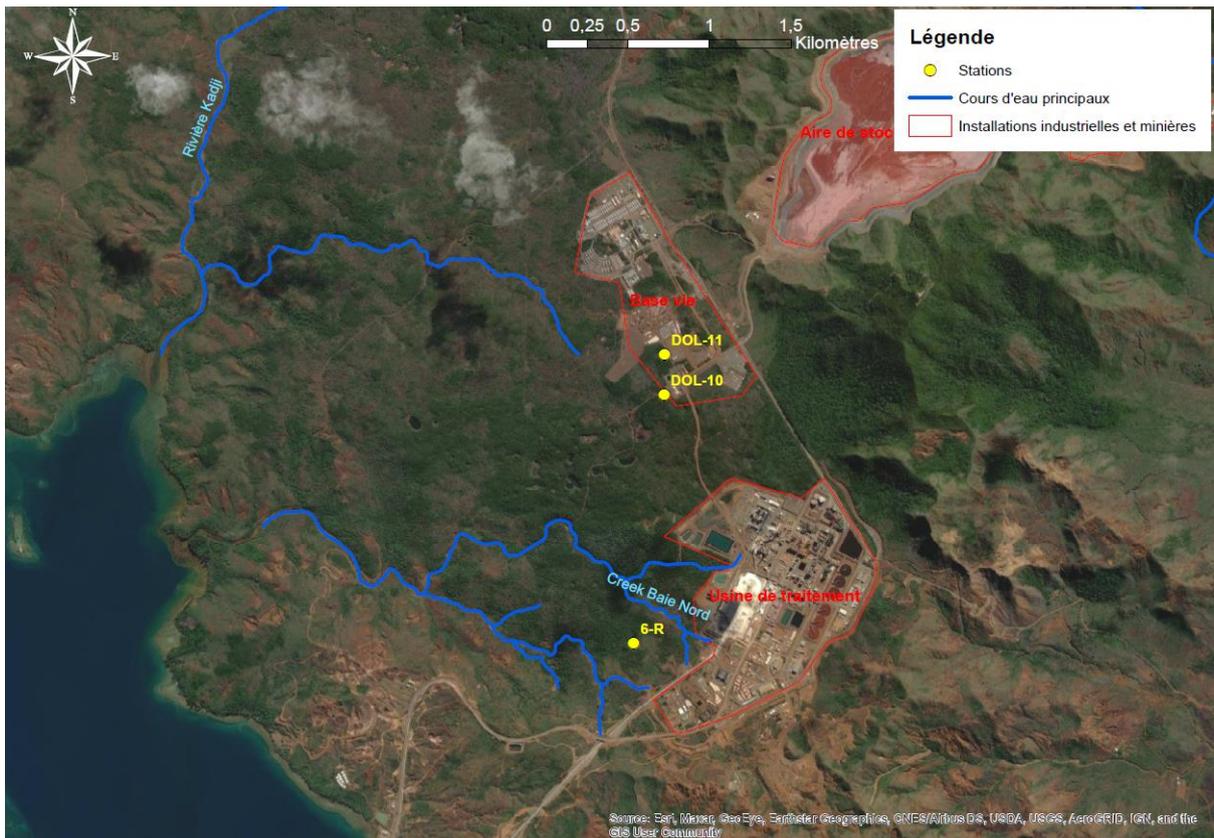


Figure 41: Localisation des stations de suivi physicochimiques dans leurs zones respectives (dolines) - Source CEIL

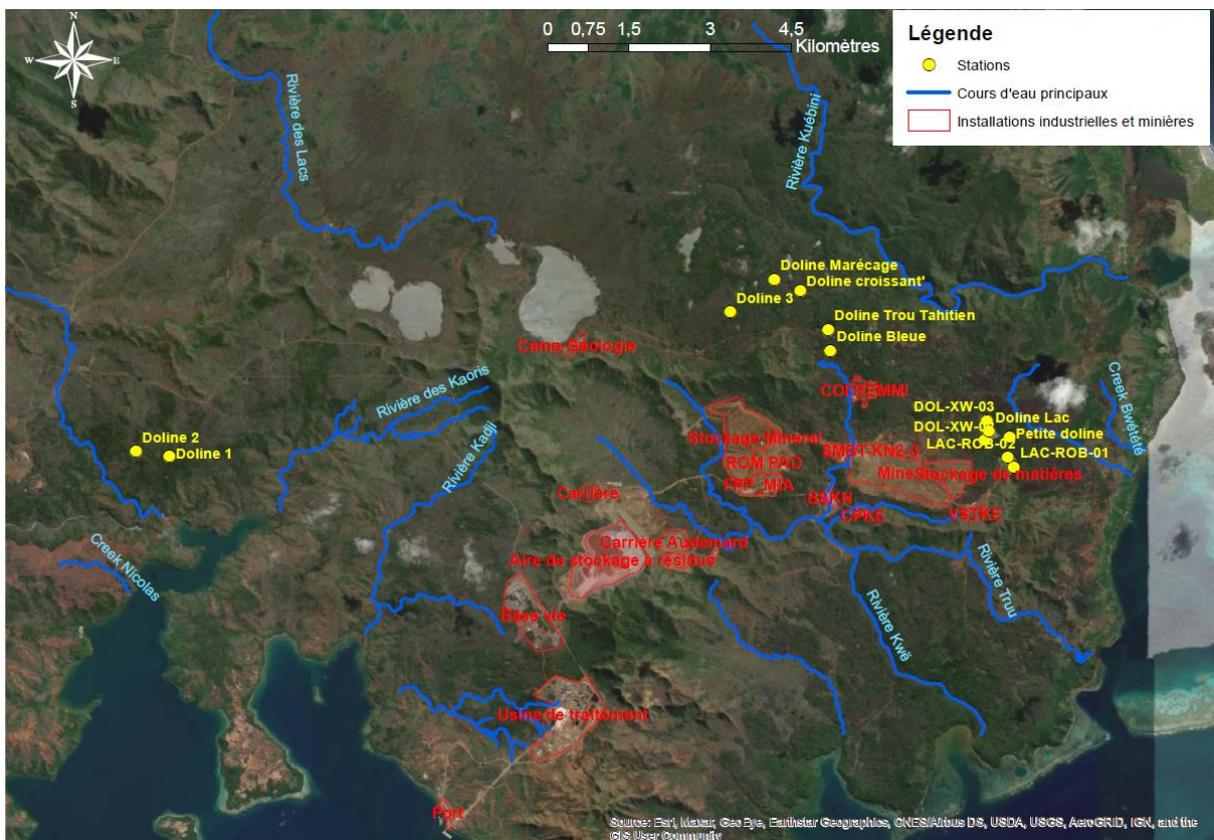


Figure 42 : Localisation des stations physicochimiques hors d'influence dans leurs zones respectives (dolines) - Source CEIL

4.1.2.2 Eaux souterraines

Les tableaux ci-dessous montre la répartition des piézomètres dans les différentes zones relatives au milieu eaux souterraines :

Piézomètres de suivi et de contrôle des eaux souterraines														
Zone	Aquifère	Influence	Piézomètre	Zone	Aquifère	Influence	Piézomètre							
Kwé Nord	Principal	UPM-CIM	4-z1	Kwé Ouest	Principal	ASR (proche)	WK6-13							
			4-z2				WKBH102							
4-z4			WKBH103											
4-z5			WKBH12											
Kwé Ouest	Principal et latéritique	ASR (sources)	WK17				ASR (éloigné)	Principal	ASR (éloigné)	WK6-10				
			WK20							WKBH109				
			WK17-20							WKBH110				
	Latéritique	ASR(proche)	ASR(proche)							PP1-A	Baie de Prony	Principal et latéritique	Port	WKBH110A
										WKBH112A				WKBH111
										WKBH114A				WKBH118
				WKBH115B	WKBH118a									
				PP5-A	WKBH113									
				WKBH116B	WTBH9									
				WKBH117B	WKBH32									
				WK6-9A	12EX0083									
				WK6-11A	WK6-14									
				WK6-12A	11EX0480									
				WKBH102A	WTBH11									
WK6-10A	WTBH02													
Trou Bleu	ASR (éloigné)	ASR (éloigné)	WKBH109A	Creek Baie Nord	Principal	Usine	7-1							
			WKBH110B				7-2							
Kadji	ASR (éloigné)	ASR (éloigné)	WKBH118B	Creek Baie Nord	Principal	Usine	7-3							
			WKBH113A				6-1a							
Kwé Ouest	Principal	ASR (éloigné)	11EX0560	Creek Baie Nord	Principal	Usine	6-2a							
			WTBH11A				6-3a							
			11EX0481				6-7a							
			PP1-B				6-8a							
			WKBH112				6-14a							
			WKBH114				6-1							
			WKBH115				6-2							
			WKBH115A				6-3							
			PP5-B				6-4							
			WKBH116				6-5							
WKBH116A	6-6													
WKBH117	6-7													
WKBH117A	6-8													
WK6-9	6-13													
WK6-11	6-14													
WK6-12														

Légende
Degré d'influence par rapport à l'activité industrielle et minière
 Forte (piézo.suivi)
 Modérée (piézo. contrôle)

Tableau 28: Liste des piézomètres de suivi et de contrôle du milieu eaux souterraines

Remarque : les piézomètres de contrôle 11EX0481, 11EX0481 et 7-2 ont été volontairement retirés de la liste des piézomètres de contrôle ayant servis à calculer les gammes de référence, du fait qu'ils soient fortement perturbés (raison inconnue pour 11EX0481 et 11EX0481 ; intrusion d'eau salée pour 7-2).

Piézomètres hors d'influence					
Zone	Aquifère	Piézomètre	Zone	Aquifère	Piézomètre
KO4	Latéritique	10EX0187	KO4	Principal	10EX0161
		10EX0193			10EX0162
		10EX0204			10EX0164
		10EX0206			10EX0178
		10EX0210			10EX0190
		10EX0212			10EX0199
		10EX0213			10EX0205
		10EX0215			10EX0209
		10EX0228			10EX0214
		10EX0230			10EX0221
FM25		10EX0233	FM25		11EX0474
		10EX0241			11EX0476
		10EX0259			12EX0090
		10EX0286			09GH0008
		10EX0290			10EX0229
		10EX0295			10EX0231
		10EX0296			10EX0240
		10EX0298			10EX0252
		10EX0304			10EX0284
		10EX0306			10EX0288
		10EX0308			10EX0291
		10EX0311			10EX0302
		10EX0333			10EX0307
		11EX0371			10EX0331
		11EX0372			10EX0341
		11EX0408			10EX0350
		11EX0413			11EX0403
		11EX0427			11EX0409
		11EX0435			11EX0424
		11EX0444			11EX0429
	11EX0461	11EX0431			
	13EX0150	11EX0433			
	13EX0151	11EX0440			
13EX0157	11EX0450				
Lac Robert	11EX0452				
Lac Xere Wapo	11EX0455				
PDL	Grand Lac	11EX0462			
	Lac en Huit	11EX0465			
AEM	10EX0239	13EX0143			
	11EX0471	TBH029			
	11EX0473	TBH038			
Légende <i>Degré d'influence par rapport à l'activité industrielle et minière :</i>  Hors d'influence			TBH108		
			10EX0238		
			11EX0449		
			11EX0463		
			09GH0001		
			09GH0003		
			10EX0332		
			09GH0005		
			12EX0228		
			12EX0242		
09GH0013					
11EX0493					
AEM FM37 Camp de Géologie Mine des japonais Port Boisé					

Tableau 29: Liste des piézomètres hors d'influence du milieu eaux souterraines

Les piézomètres considérés sous influence directe de PRNC sont qualifiés de « piézomètres de suivi » (en rose dans le Tableau 28), ceux qui se trouvent sous influence modérée sont qualifiés de « piézomètres de contrôle » (en bleu clair dans le Tableau 28), tandis que ceux qui se trouvent hors d'influence sont qualifiés de « piézomètres hors d'influence » (en bleu foncé dans le Tableau 29).

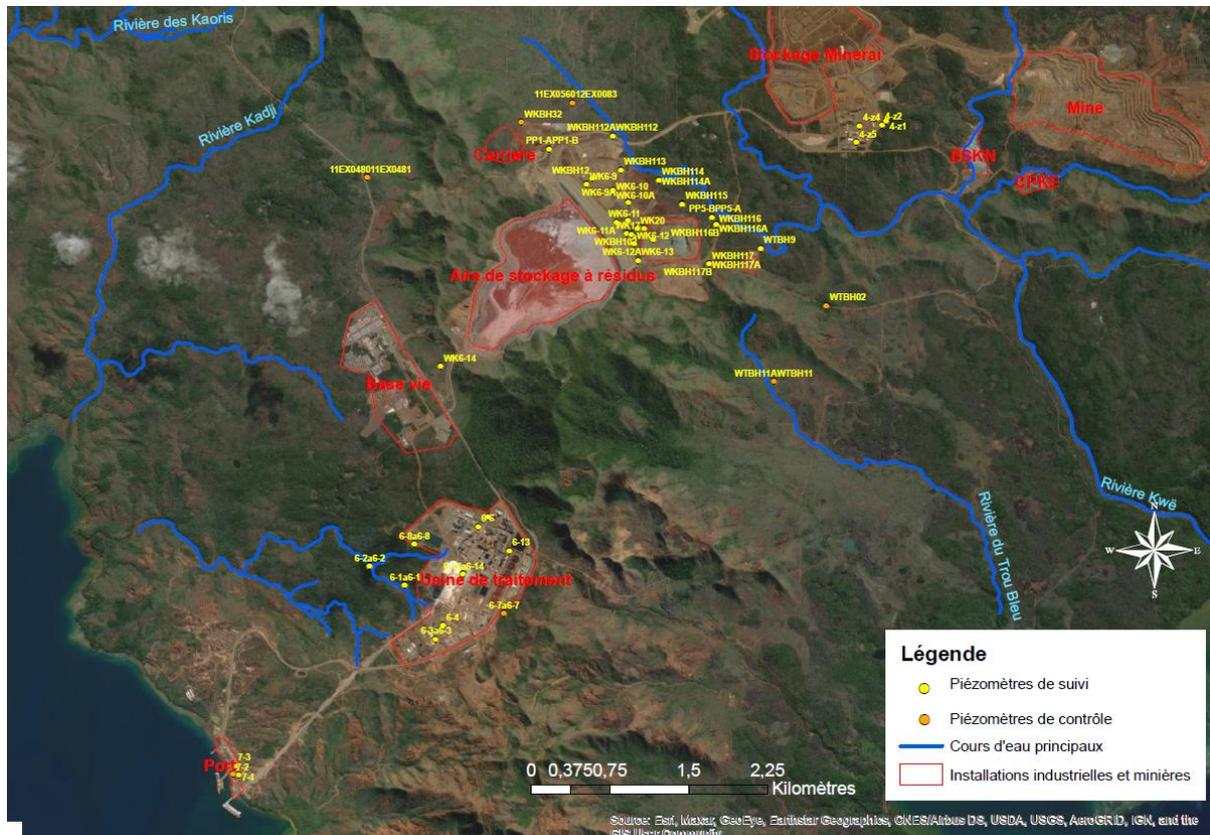


Figure 43: Localisation des piézomètres de suivi et de contrôle dans leurs zones respectives - eaux souterraines

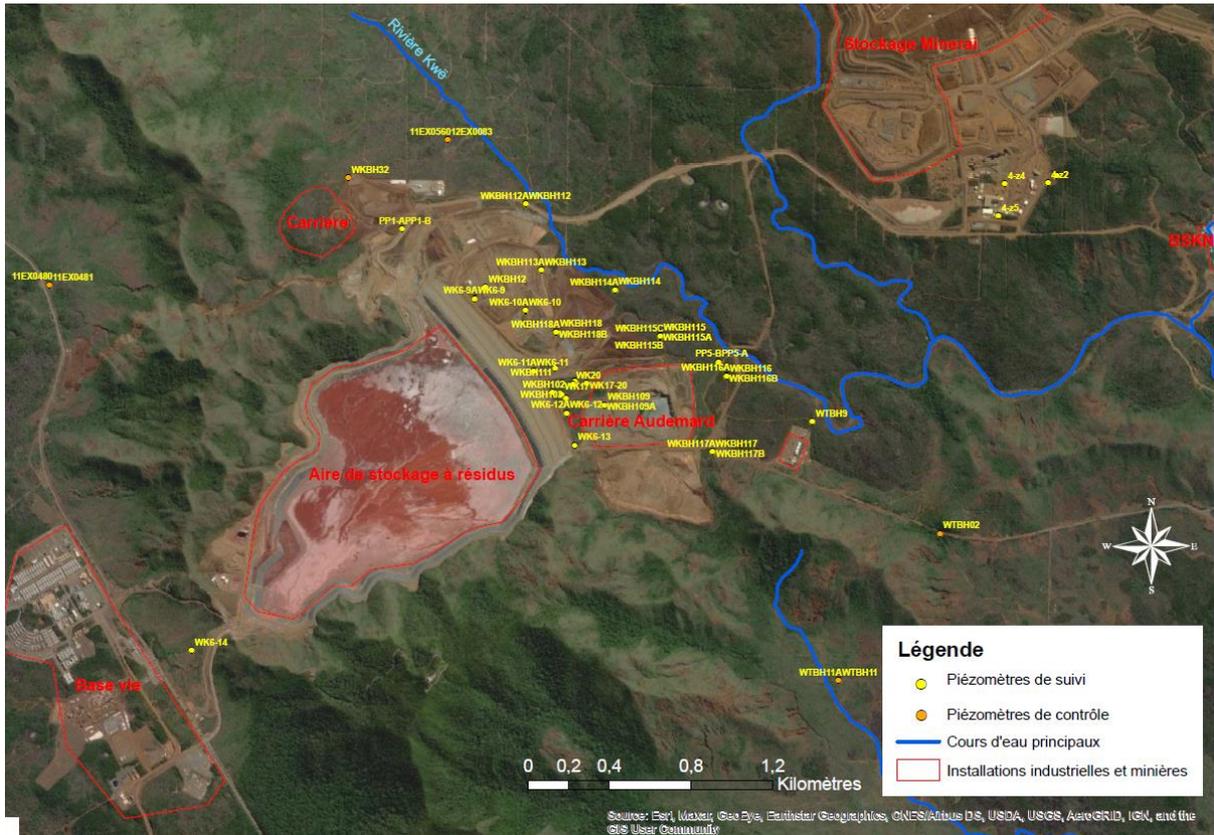


Figure 44 : Localisation des piézomètres de suivi et de contrôle dans leurs zones respectives - agrandissement sur l'ASR - eaux souterraines

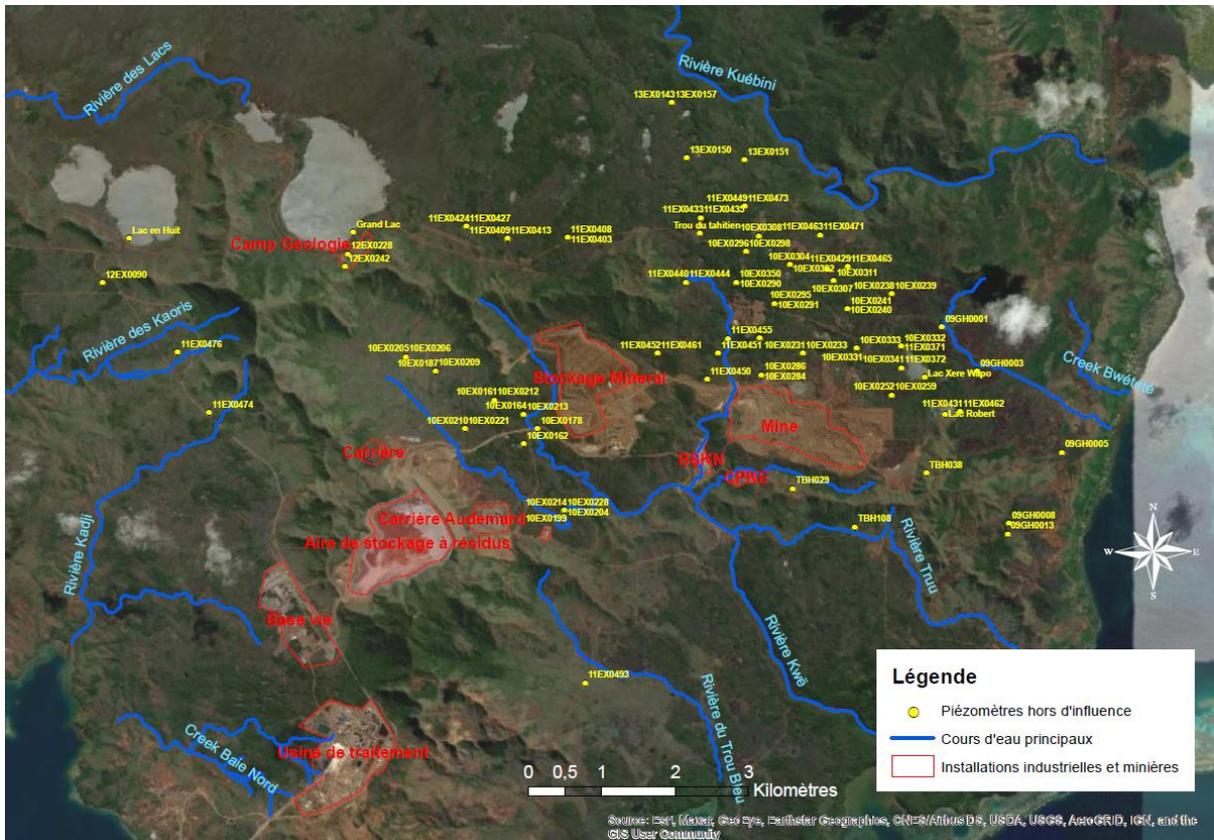


Figure 45: Localisation des piézomètres hors d'influence - eaux souterraines

4.1.3 Caractérisation des influences à l'amont des stations – milieux eaux douces

4.1.3.1 Méthodologie de délimitation des bassins versants à l'amont des stations

La procédure de délimitation des bassins versants à l'amont des stations se déroule en quatre temps :

1. La sélection du bief sur lequel se trouve la station de suivi à l'aide d'une couche « talwegs » représentant le réseau de talwegs de Nouvelle-Calédonie et mise à disposition de l'OEIL par le BRGM ;
2. L'identification du réseau de talwegs à l'amont du bief sélectionné précédemment à l'aide d'un outil développé par le BRGM et mis à disposition de l'OEIL ;
3. L'identification de l'ensemble des bassins versants élémentaires associés à ce réseau de talwegs à l'amont de la station à l'aide d'une deuxième couche intitulée « bassins versants élémentaires » et mise à disposition de l'OEIL par le BRGM ;
4. La fusion de l'ensemble des bassins versants élémentaires afin d'obtenir le bassin versant à l'amont de la station.

Remarque : La gestion des eaux pluviales opérée au niveau des installations du complexe industriel et minier peut venir modifier de façon significative l'écoulement naturel des eaux de pluie. Par exemple, sur le bassin versant situé à l'amont de la station KE-05, alors que les eaux de pluies ruisselant sur la moitié de la surface concernées par la fosse minière de PRNC devrait en théorie s'écouler en direction de KE-05 (Figure 51), ces dernières sont déviées vers le bassins de sédimentation BSC (Figure 131) dont l'exutoire est le bassin BSKN, déconnecté de la station KE-05 (cf. Figure 74).

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, il est rappelé que la présence de bassins endoréiques fait que les bassins versants à l'amont des stations eaux douces délimités en s'appuyant sur le réseau hydrographique ne correspondent pas toujours à la réalité. Un bassin endoréique drainant la Plaine des lacs influence notamment le bassin versant à l'amont de la station 4M (cf. Figure 50).

4.1.3.1.1 Délimitation des bassins versants et schéma de hiérarchisation des stations

4.1.3.1.1.1 Creek Baie Nord

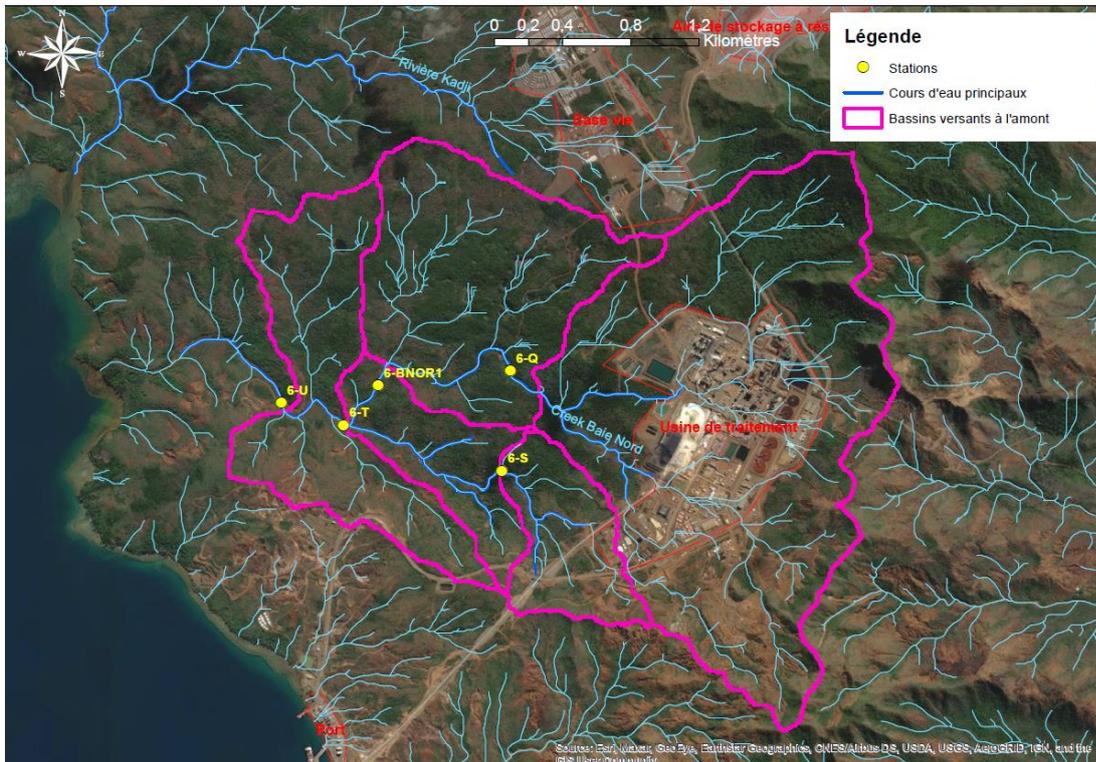


Figure 46: Délimitation des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord - Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

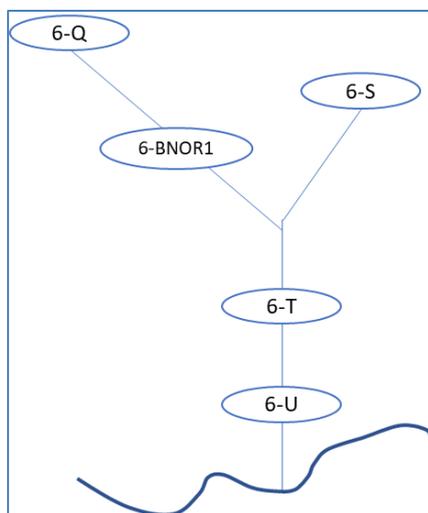


Figure 47: Hiérarchisation de l'amont vers l'aval des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

	Nom	Surface totale(ha)
Grands bassins (>160 ha)	6U	858,37
	6T	722,86
	6BNOR1	601,27
	6Q	424,38
Bassins moyens (entre 60 et 160 ha)	6S	60,67

Tableau 30 : Superficie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord

4.1.3.1.1.2 Kwé

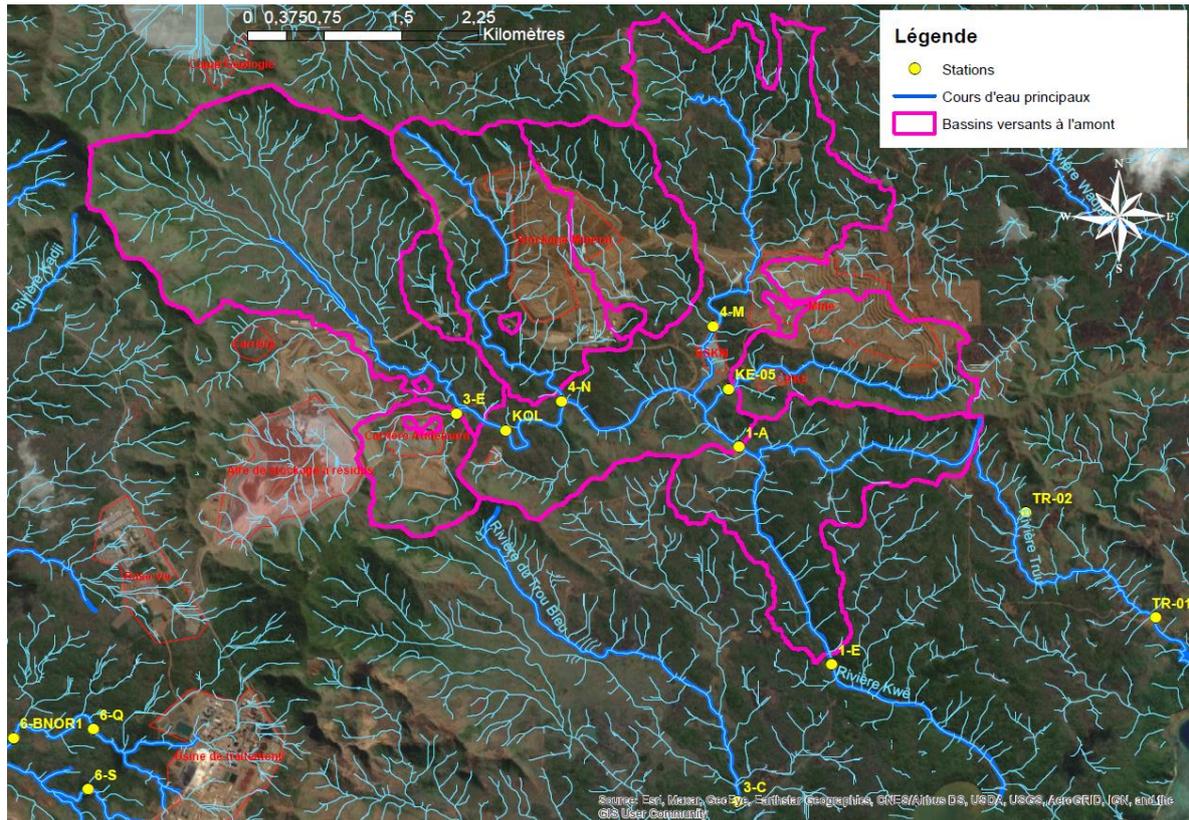


Figure 48 : Délimitation des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

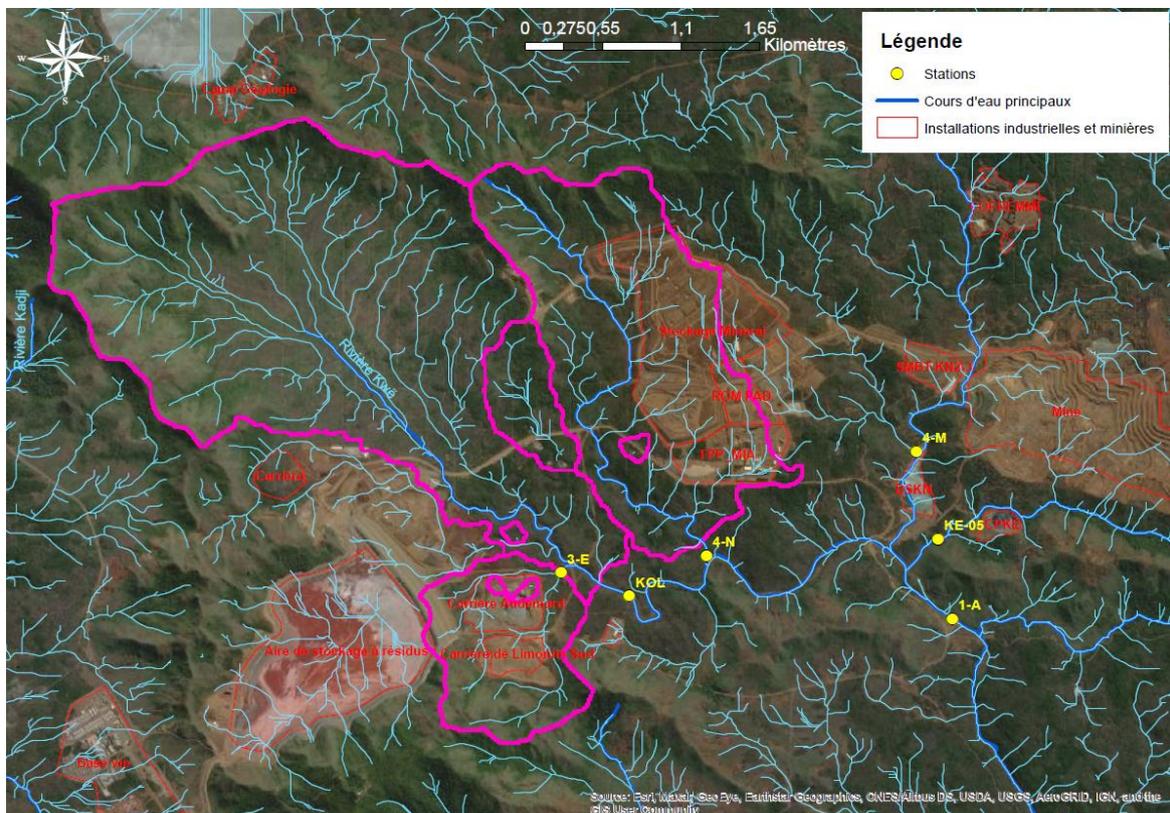


Figure 49 : Délimitation des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé, agrandissement sur la Kwé Ouest - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

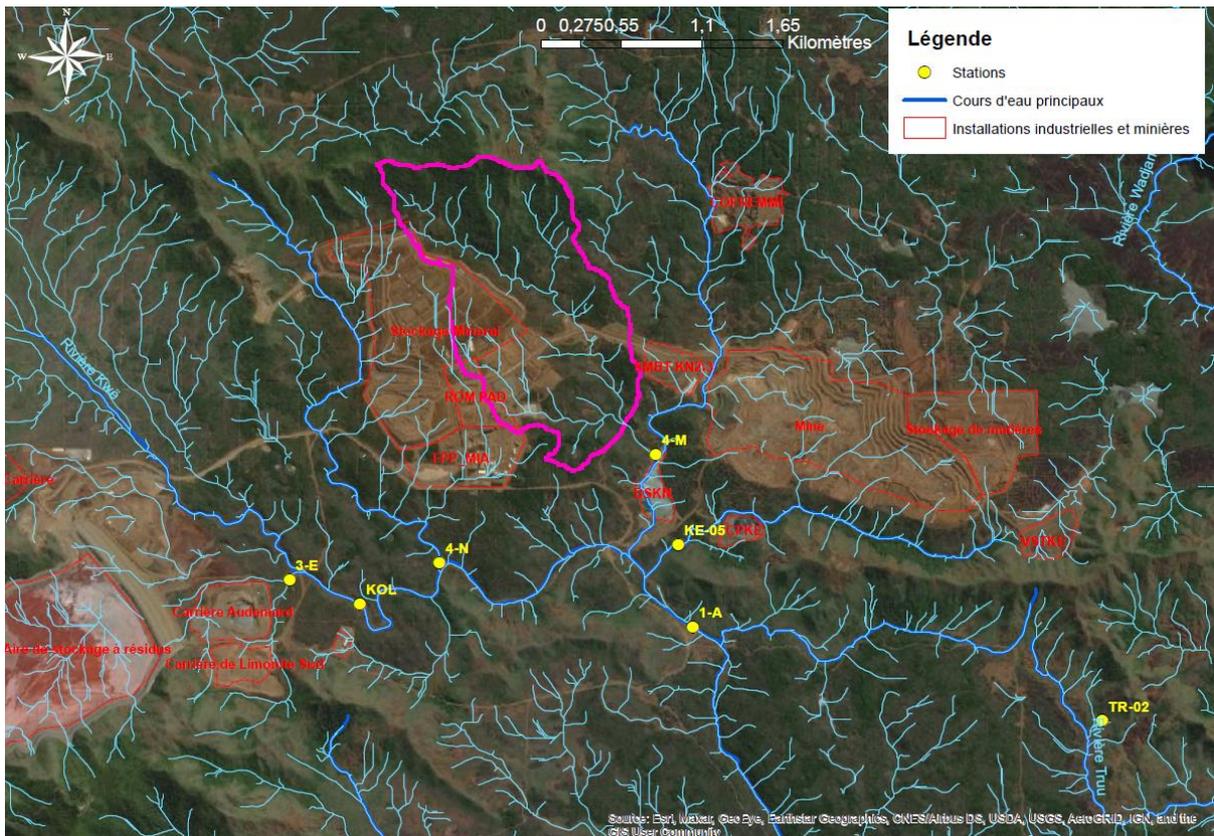


Figure 50 : Délimitation des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé, agrandissement sur la Kwé Nord - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

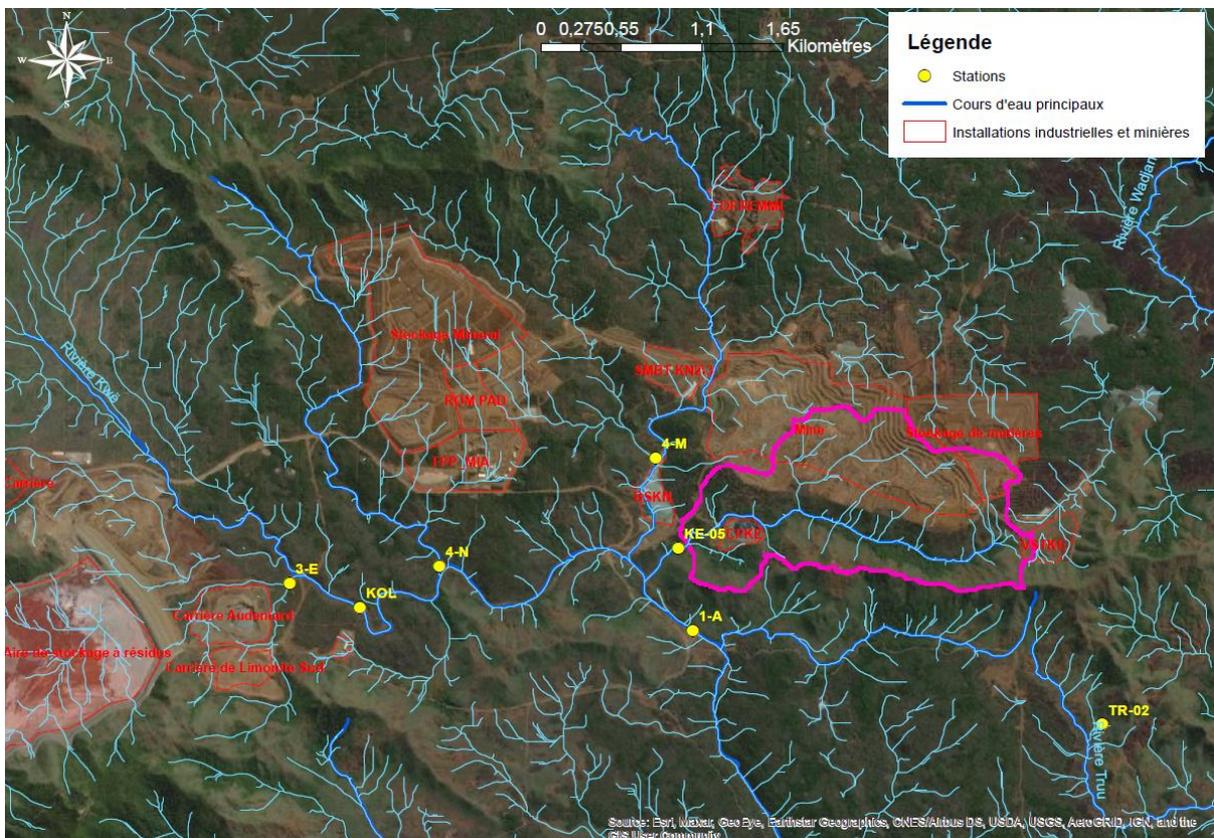
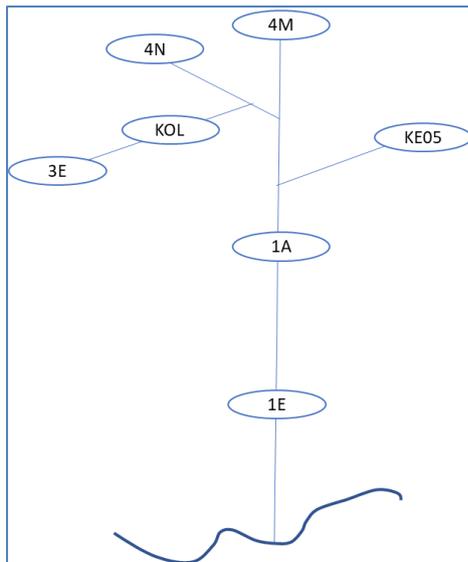


Figure 51 : Délimitation des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé, agrandissement sur la Kwé Est - Source CEIL/BRGM/DAVAR.



	Nom	Surface totale(ha)
Grands bassins (>160 ha)	1E	2603,28
	1A	2259,75
	KOL	763,86
	4N	328,55
	4M	212,43
	KE05	207,48
Bassins moyens (entre 60 et 160 ha)	3E	114,53

Tableau 31 : Superficie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé

Figure 52 : Hiérarchisation de l'amont vers l'aval des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

Remarque : Les « trous » constatés sur les bassins versants à l'amont de Kwé (cf. Figure 49) correspondent à des zones endoréiques, dont les talwegs sont connectés aux talwegs voisins.

4.1.3.1.1.3 Truu

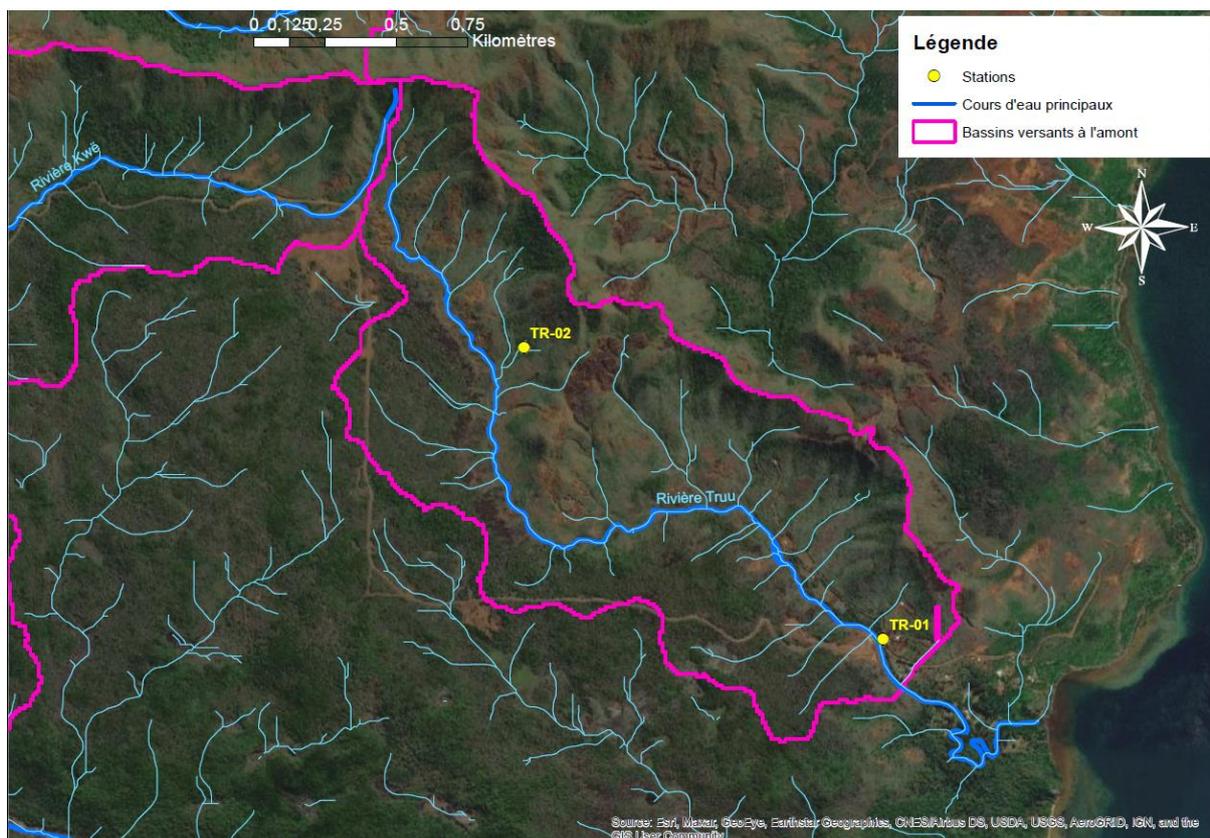
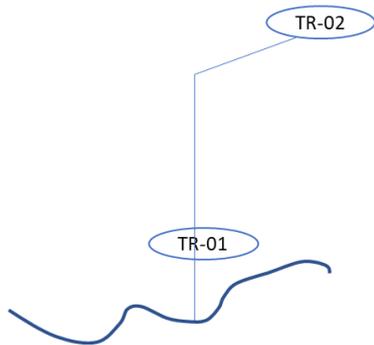


Figure 53 : Délimitation des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu - Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

Remarque : la station TR02 étant une source, aucun bassin versant à l'amont de cette station n'a été tracé.



	Nom	Surface totale(ha)
Grands bassins (>160 ha)	TR01	233,6

Tableau 32: Superficie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu

Figure 54 : Hiérarchisation de l'amont vers l'aval des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

4.1.3.1.1.4 Zone hors d'influence

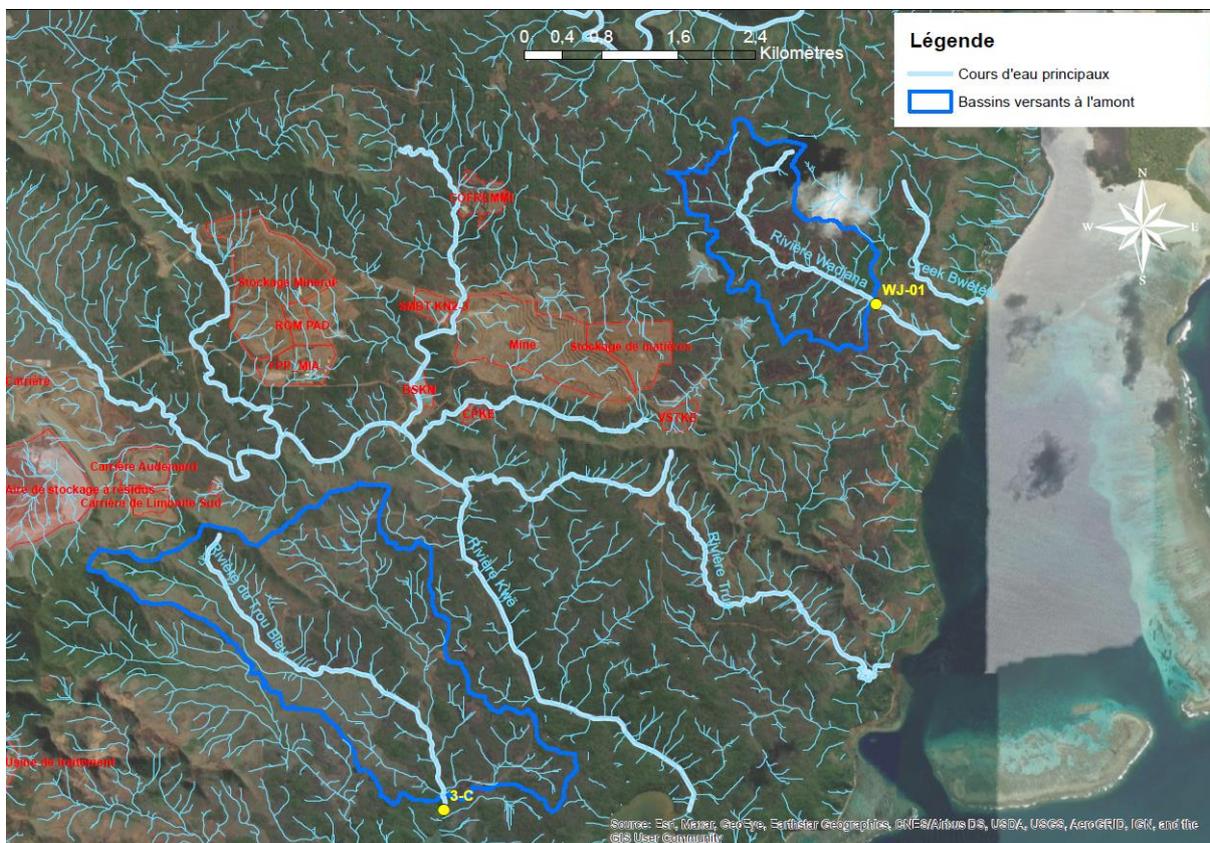


Figure 55 : Délimitation des bassins versants à l'amont des stations hors d'influence du complexe minier et industriel de PRNC - Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

	Nom	Surface totale(ha)
Grands bassins (>160 ha)	3C	692,59
	WJ01	254,38

Tableau 33: Superficie des bassins versants à l'amont des stations hors d'influence

Remarque : D'autres stations de référence constituent la gamme de référence (cf. Tableau 8), mais n'ont représenté que quelques mesures ponctuelles (cf. Tableau 7). Il a donc été retenu de ne pas analyser les pressions qui s'exercent sur les bassins versants à l'amont de ces stations de référence.

4.1.3.1.2 Tableau de synthèse des influences sur les bassins versants à l'amont des stations

Les surfaces de bassins versants à l'amont des stations ont été croisées avec les différentes influences existantes sur la zone d'étude, qui peuvent être classées en deux catégories :

- Les critères environnementaux : hydro-écorégion²⁸, pluviométrie, géologie, pédologie, végétation ;
- Les pressions : incendies, érosion (dont l'érosion liée à la mine), agriculture, urbanisation (constructions), industrie.

	Influences	Détails sur l'influence	Emprise spatiale	Propriétaire	Dernière publication
Critères environnementaux	Hydroécorégions	Numérotées de A à G	Nouvelle-Calédonie	Gouvernement NC	2011
	Pluviométrie	Pluviométrie annuelle moyenne estimée sur la période 1990 à 2009 (en mm/an)	Nouvelle-Calédonie	Gouvernement NC	2011
	Géologie	Régolite de nature ultramafique ou non ultramafique	Nouvelle-Calédonie	Gouvernement NC	2020
	Pédologie	Type de sol (sol bruns, alluviaux ou latéritiques)	Nouvelle-Calédonie	IRD	2012
	Végétation	Type de strates (arborée, arbustive ou herbacée) extraites du MOS 2014	Province Sud	Gouvernement NC L'OEIL	2014
Pressions	Incendies	Surfaces brûlées de 2012 à 2019 détectées par capteur VIIRS (résolution de 375 m)	Nouvelle-Calédonie	L'OEIL	2019
		Surfaces brûlées en 2017 et 2018 obtenues avec la version 1 de la chaîne de traitement des images satellitaires Sentinel 2 (résolution de 10 m)	Nouvelle-Calédonie		2017 et 2018
		Surfaces brûlées en 2019 obtenues avec la version 2 de la chaîne de traitement des images satellitaires Sentinel 2 (résolution de 10 m)	Nouvelle-Calédonie		2019
	Erosion	Type de surfaces exposées à l'érosion et origine de l'érosion (anthropique, minière, indéterminée, etc.)	Province Sud	L'OEIL	2020
		Sensibilité des sols à l'érosion, exprimées en pertes en sol annuelle moyenne (en tonne/ha/an)	Province Sud	UNC	2006
	Agriculture	Surfaces de terres arables et cultures permanentes/terres pastorales aménagées structurées, extraites du MOS 2014	Province Sud	Gouvernement NC	2014
		Surfaces de parcelles agricoles et orientations technico-économiques (cultures ou élevages), extraites d'Agribase	Province Sud	province Sud	2020
	Urbanisation	Surfaces construites	Nouvelle-Calédonie	Gouvernement NC	2019
	Industries (ICPE)	Nature de l'ICPE	Province Sud	province Sud	2019

Tableau 34 : Sources des différentes couches d'information exploitées.

Les surfaces exposées à l'érosion (sols non ou peu végétalisés) sont classées en deux grandes catégories :

- Les aménagements (ex : zones bâties, carrières, zones de chantiers, versés contrôlés, décharges non contrôlés, pistes, etc) ;

²⁸ Les hydro-écorégions ont pour objectif de constituer un cadre cohérent pour décrire les conditions naturelles abiotiques des différents types de cours d'eau. Au sein d'une même HER, les cours d'eau présentent des caractéristiques communes en termes de fonctionnement écologique et donc de peuplement, ainsi que d'évolution amont-aval. Les HER ont été définies en tenant compte des facteurs primaires que constituent le climat, le relief et la géologie.

Lien vers le rapport de [l'étude de définition des hydro-écorégions dans le cadre des conseils de l'eau - Rapport d'état d'avancement : Phase 1 et 2 - Novembre 2011. Biotop, Asconit Consultants|DAVAR, DENV](#) :

- Les sols nus ou peu végétalisés indifférenciés (ex : ravines, zones de ravinement (lavaka, badlands) mouvements de terrain (arrachement), cuirasses, escarpement rocheux actif, etc).

L'origine des surfaces exposées à l'érosion est plus ou moins aisée à déterminer. Elle est par exemple sans ambiguïté de nature « anthropique minière » pour une décharge non contrôlée, d'origine « naturelle » pour un escarpement rocheux actif, mais d'origine « indéterminée » pour une zone de ravinement.

La pression agricole est évaluée à partir d'informations incomplètes compte tenu du fait que la base de données Agribase ne recense que les exploitations ayant bénéficié d'aides agricoles provinciales. En ce qui concerne les informations extraites du MOS, elles présentent l'inconvénient de remonter à 2014 avec en plus une résolution ne permettant pas d'identifier les petites exploitations.

D'après une étude menée dans le cadre du programme CHRONICK du CNRT, les surfaces plantées en pin des caraïbes (*Pinus caribaea*) et les incendies pourraient également avoir une influence dans le relargage de certains métaux (Chrome, Nickel). Cependant, ces surfaces occupées par le pin des caraïbes n'ont pour le moment pas fait l'objet d'une géolocalisation précise.

4.1.3.1.2.1 Creek Baie Nord

	Influences	Nombre de bassins concernés (sur 5)	Indicateurs mesurés
Crières environnementaux	Hydroécocorégion D	5	100 % de la surface totale du bassin
	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	5	2218 à 2403 mm de pluie en moyenne annuelle
	Récolite ultramafique	5	99,82 % à 100 % de la surface totale du bassin
	Récolite non ultramafique	4	0,06 % à 0,18 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols latéritiques)	5	100 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols alluviaux)	0	
	Végétation totale	5	50,26 % à 69,32 % de la surface totale du bassin
	Végétation arborée	5	9,97 % à 29,56 % de la surface totale du bassin
Pressions	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	0	
	Incendie sentinelle 2017	0	
	Incendie sentinelle 2018	4	0,47 % à 0,95 % de la surface totale du bassin
	Incendie sentinelle 2019	4	0,33 % à 0,68 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (toutes origines confondues)	5	25,54 % à 42,44 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	5	19,16 % à 34,15 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)	4	1,01 % à 1,56 % de la surface totale du bassin
	Sensibilité des sols à l'érosion	5	22 à 53 t/ha/an en moyenne sur le bassin
	Agriculture (MOS 2014)	0	
	Agriculture (Agribase)	0	
	Urbanisation (construction)	5	0,21 % à 2,16 % de la surface totale du bassin
	Industrie (ICPE)	5	Usine, Prony Energies, station essence

Tableau 35 : Influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

A l'échelle du bassin versant du Creek Baie Nord, seule l'hydroécocorégion D²⁹ est représentée. La pluviométrie annuelle moyenne estimée sur 20 ans varie de 2218 à 2403 mm selon les bassins versants considérés. Le régolite ultramafique est largement dominant sur tous les bassins versants, celui présentant la plus forte proportion de régolite non ultramafique ne représente que 0,18 % des surfaces. Seuls les sols latéritiques sont rencontrés sur les bassins versants. Les bassins versants sont plus ou moins végétalisés (de 50,26 % à 69,32 %), le maximum de surfaces arborées observé est de 29,56 % de la surface totale du bassin versant.

En ce qui concerne les pressions, l'érosion est la pression la plus étendue spatialement sur le bassin versant du Creek Baie Nord. Le maximum de surfaces exposées à l'érosion liée à la mine observé est de 34,15% de la surface totale du bassin versant à l'amont de la station tandis que le maximum de perte de sol potentielle relevé est de 53 tonnes/ha/an à l'échelle du bassin versant à l'amont de la station. Les pressions potentielles liées aux incendies (inférieures à 1%) et aux constructions (jusqu'à 2,16%) sont quant à elles relativement faibles d'après les données disponibles, nulles pour celles liées à l'agriculture. Des ICPE sont présentes sur le bassin versant du Creek Baie Nord, à savoir l'Usine, Prony Energies et une station essence.

La cartographie des différentes caractéristiques et le détail des résultats obtenus sur chaque bassin versant à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord sont présentés en annexe (cf. 7.39.1).

²⁹ Description sommaire de l'HER D (plaine du Grand Sud) : zone de plateau ou à relief peu élevé abritant des bassins à dépôts colluviaux et fluviaux lacustres sur un substrat de péridotites. La zone est relativement bien arrosée. Le réseau hydrographique y est particulièrement peu dense et principalement constitué de plans d'eau ou de cours d'eau méandriformes.

4.1.3.1.2.2 Kwé

	Influences	Nombre de bassins concernés (sur 7)	Indicateurs mesurés
Crêtes environnementaux	Hydroécocorégion D	7	100 % de la surface totale du bassin
	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	7	2697 à 2833 mm de pluie en moyenne annuelle
	Réglolite ultramafique	7	99,83 % à 100 % de la surface totale du bassin
	Réglolite non ultramafique	4	0,06 % à 0,17 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols latéritiques)	7	65,21% à 100 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols alluviaux)	5	2,85 % à 34,79 % de la surface totale du bassin
	Végétation totale	7	45,54 % à 86,8 % de la surface totale du bassin
	Végétation arborée	7	1,16 % à 19,25 % de la surface totale du bassin
Pressions	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	0	
	Incendie sentinelle 2017	0	
	Incendie sentinelle 2018	0	
	Incendie sentinelle 2019	0	
	Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	7	13,23 % à 53,35 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	7	8,75 % à 46,6 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)	7	0,06 % à 0,41 % de la surface totale du bassin
	Sensibilité des sols à l'érosion	7	15,11 à 78 t/ha/an en moyenne sur le bassin
	Agriculture (MOS 2014)	0	
	Agriculture (Agribase)	0	
	Urbanisation (construction)	3	0,05 % à 0,3 % de la surface totale du bassin
	Industrie (ICPE)	5	UPM, CIM, Mine, 1 step, 2 stations essences

Tableau 36 : Influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

A l'échelle du bassin versant de la Kwé, seule l'hydroécocorégion D est représentée. La pluviométrie annuelle moyenne estimée sur 20 ans varie de 2697 à 2833 mm selon les bassins versants considérés. Le réglolite ultramafique est largement dominant sur tous les bassins versants, celui présentant la plus forte proportion de réglolite non ultramafique ne représente que 0,17 % des surfaces. Seuls les sols latéritiques sont rencontrés sur les bassins versants. Les bassins versants sont plus ou moins végétalisés (de 45,54 % à 86,8 %), le maximum de surfaces arborées observé est de 19,25 % de la surface totale du bassin versant.

En ce qui concerne les pressions, l'érosion est la pression la plus étendue spatialement sur le bassin versant de la Kwé. Le maximum de surfaces exposées à l'érosion liée à la mine observé est de 46,6% de la surface totale du bassin versant à l'amont de la station tandis que le maximum de perte de sol potentielle relevé est de 78 tonnes/ha/an à l'échelle du bassin versant à l'amont de la station. D'après les données disponibles, les pressions potentielles liées aux constructions sont quant à elles relativement faibles, nulles pour les incendies et l'agriculture. Des ICPE sont présentes sur le bassin versant du Creek Baie Nord, à savoir l'UPM, la Mine, deux stations essence et une station d'épuration.

La cartographie des différentes caractéristiques et le détail des résultats obtenus sur chaque bassin versant à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé sont présentés en annexe (cf. 7.39.2).

4.1.3.1.2.3 Truu

	Influences	Nombre de bassins concernés (sur 1)	Indicateurs mesurés
Crières environnementaux	Hydroécocorégion D	1	100 % de la surface totale du bassin
	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	1	2531 mm de pluie en moyenne annuelle
	Réglolite ultramafique	1	99,61 % de la surface totale du bassin
	Réglolite non ultramafique	1	0,39 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols latéritiques)	1	100 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols alluviaux)	0	
	Végétation totale	1	75,99 % de la surface totale du bassin
	Végétation arborée	1	2,48 % de la surface totale du bassin
Pressions	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	0	
	Incendie sentinelle 2017	0	
	Incendie sentinelle 2018	0	
	Incendie sentinelle 2019	0	
	Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	1	9,47 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	1	0,4 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)	1	1,31 % de la surface totale du bassin
	Sensibilité des sols à l'érosion	1	70 t/ha/an en moyenne sur le bassin
	Agriculture (MOS 2014)	0	
	Agriculture (Agribase)	0	
	Urbanisation (construction)	1	0,02 % de la surface totale du bassin
Industrie (ICPE)	0		

Tableau 37 : Influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

A l'échelle du bassin versant de la Truu, seule l'hydroécocorégion D est représentée. La pluviométrie annuelle moyenne estimée sur 20 ans est de 2531 mm sur le bassin versant à l'amont de la station TR-01. Le réglolite ultramafique est quasiment le seul rencontré, tandis que les sols latéritiques sont les seuls rencontrés. Les surfaces arborées représentent 2,48 % de la surface totale du bassin versant à l'amont de la station TR-01

En ce qui concerne les pressions liées aux constructions et à l'érosion, elles sont globalement négligeables d'après les données disponibles. Les pressions liées aux incendies, à l'agriculture et aux ICPE sont quant à elles nulles d'après les données disponibles.

La cartographie des différentes caractéristiques et le détail des résultats obtenus sur le bassin versant à l'amont de la station TR-01 sont présentés en annexe (cf. 7.39.3).

4.1.3.1.2.4 Zone hors d'influence

	Influences	Nombre de bassins concernés	Indicateurs mesurés
Crières environnementaux	Hydroécocorégion D	2	100 % de la surface totale du bassin
	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	2	2511 et 2862 mm de pluie en moyenne annuelle
	Récolite ultramafique	2	99,68 % et 100 % de la surface totale du bassin
	Récolite non ultramafique	1	0,32 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols latéritiques)	2	100 % de la surface totale du bassin
	Pédologie (sols alluviaux)	0	
	Végétation totale	2	55,89 % et 83,77 % de la surface totale du bassin
	Végétation arborée	2	4,96 % et 11,69 % de la surface totale du bassin
Pressions	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	0	
	Incendie sentinelle 2017	0	
	Incendie sentinelle 2018	0	
	Incendie sentinelle 2019	0	
	Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	2	9,19 % et 10,74 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	2	0,52 % et 1,47 % de la surface totale du bassin
	Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)	2	0,15 % et 1,07 % de la surface totale du bassin
	Sensibilité des sols à l'érosion	2	19 et 36 t/ha/an en moyenne sur le bassin
	Agriculture (MOS 2014)	0	
	Agriculture (Agribase)	0	
	Urbanisation (construction)	0	
	Industrie (ICPE)	0	

Tableau 38 : Influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

Seule l'hydroécocorégion D est représentée sur les bassins versants des stations hors d'influence. La pluviométrie annuelle moyenne estimée sur 20 ans est comprise entre 2511 et 2862 mm selon les bassins versants considérés. Le récolite ultramafique est largement dominant sur tous les bassins versants, celui présentant la plus forte proportion de récolite non ultramafique ne représente que 0,32 % des surfaces. Seuls les sols latéritiques sont rencontrés sur les bassins versants. Les bassins versants sont plus ou moins végétalisés (55,89 % à 83,77 %), le maximum de surfaces arborées observé est de 11,69 % de la surface totale du bassin versant.

En ce qui concerne les pressions, les surfaces exposées à l'érosion représentent jusqu'à 10,74% de la surface totale du bassin versant, mais celle-ci est peu liée à la mine (maximum de 1,47 %). Les pressions liées aux incendies, aux constructions, à l'agriculture et aux ICPE sont quant à elles nulles d'après les données disponibles.

La cartographie des différentes caractéristiques et le détail des résultats obtenus sur chaque bassin versant à l'amont des stations hors d'influence sont présentés en annexe (cf. 7.39.4).

4.1.4 Qualification des paramètres - milieux eaux douces

Le tableau ci-dessous présente la méthode de qualification des paramètres utilisée (choix du référentiel et de la métrique de suivi) pour chaque type de suivi et compartiment considéré :

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Méthode d'analyse
Physico-chimique	Eaux de surface	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures...) Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Seuils de qualité en rivière (pour 24 paramètres) issus étude OEIL Spatial eaux superficielles, stratifié en deux gammes (Rivières/Dolines)	Pourcentage de valeurs en station de suivi l'année N supérieures au percentile 75 de référence, à comparer à une grille de qualité validée en Cotec
	Eaux souterraines	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures...) Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Spatial eaux souterraines, stratifié en deux gammes (Aquitard latéritique/Aquifère principal)	
Biologique	Macro Invertébrés	Indices biotiques (IBNC et IBS)	Grille de qualité	Valeur annuelle étalonnée à partir de la gamme de référence à comparer à la grille de qualité
	Diatomées	Indice Diatomique (IDNC)	Grille de qualité	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité
	Poissons	Richesse spécifique, densité, biomasse...	A dire d'expert	A dire d'expert

Tableau 39 : Méthode de qualification des paramètres suivis dans les différents compartiments des milieux eaux douces

L'OEIL a lancé en 2022 une étude d'amélioration de la pertinence des indicateurs physicochimiques utilisés dans l'évaluation de la qualité des rivières (14 paramètres concernés). Les résultats de cette étude permettront à terme d'améliorer la méthode d'analyse de la physico-chimie des rivières du Grand Sud.

Les listes détaillées des paramètres physico-chimiques suivis en milieux eaux douces et des paramètres mesurés en rivières disposant de seuils de qualité sont consultables en annexe (Tableau 119 et Tableau 120).

4.1.4.1 Qualification des prélèvements d'eaux

Pour les 24 paramètres mentionnés dans le Tableau 119, les données mesurées en rivière l'année 2020 sont comparées aux seuils de qualité produits dans le cadre d'une étude commanditée par l'OEIL et restituée en 2019³⁰. Pour les autres paramètres mesurés en rivières et tous les paramètres mesurés dans les dolines et les eaux souterraines, en l'absence de seuils de qualité, les données mesurées en 2020 sont comparées à un référentiel spatial (constitué de mesures réalisées sur des stations de référence ou des piézomètres de référence).

Les critères suivants peuvent avoir une influence sur les concentrations des paramètres :

- La typologie rivière/doline du bassin versant pour les eaux de surface ;
- Le type d'aquifère pour les eaux souterraines.

En tenant compte de ces critères, les gammes de référence suivantes sont constituées:

- Pour les eaux de surface:

³⁰ La majorité des données ayant permis de calculer ces seuils ont été obtenues sur des stations hors d'influence situées dans le Grand Sud (rivières Trou bleu et Wadjana).

- Gamme de référence rivière : constituée des mesures réalisées en stations de référence de type rivière
- Gamme de référence doline : constituée des mesures réalisées en stations de référence de type doline.
- Pour les eaux souterraines³¹ :
 - Gamme de référence aquifère principal : constituée des mesures réalisées sur les piézomètres de référence placés dans l'aquifère principal ;
 - Gamme de référence aquitard latéritique : constituée des mesures réalisées sur les piézomètres de référence placés dans l'aquitard latéritique ;
 - Gamme de référence aquifère principal/aquitard latéritique ³² : constituée des mesures réalisées sur les piézomètres de référence placés dans l'aquifère principal et dans l'aquitard latéritique.

La métrique de référence retenue est le percentile 75³³. Pour les 24 paramètres mesurés en rivière disposant de seuils de qualité³⁴, les percentiles 75 sont disponibles dans le rapport d'étude³⁵. Pour tous les autres cas de figure rencontrés en eaux douces, les percentiles 75 des paramètres sont calculés à partir de l'ensemble des données collectées sur les stations/piézomètres constituant la gamme de référence, du début des suivi jusqu'à l'année 2020. Pour les eaux de rivières, dans le cas où les mesures seraient inférieures à la limite quantitative (LQ), ce qui correspond à la non détection du paramètre, il a été retenu d'attribuer à ces mesures une valeur correspondant à la moitié de cette LQ.

La métrique de suivi est le pourcentage de valeur mesurées l'année 2020 qui dépassent le percentile 75 du référentiel (seuil de qualité ou référentiel spatial). Pour les eaux de rivières, dans le cas où les mesures seraient inférieures à la limite quantitative (LQ), ce qui correspond à la non détection du paramètre, il a été retenu d'attribuer à ces mesures une valeur correspondant à la moitié de cette LQ.

Pour l'attribution d'un score à la station ou au piézomètre, la métrique de suivi est comparée à un pourcentage de dépassement du percentile 75³⁶ de la gamme de référence, appelé « seuil de dépassement ». En fonction du paramètre considéré, ce seuil de dépassement peut varier de 30 à 40%

³¹ Les piézomètres de référence utilisés pour calculer les gammes de référence sont en priorité les piézomètres hors d'influence de Vale NC. Pour les paramètres qui ne sont pas suivis au niveau des piézomètres hors d'influence, ce sont alors les piézomètres de contrôle qui ont servi à calculer les gammes de référence. Les piézomètres utilisés (hors d'influence ou de contrôle) pour calculer les gammes de référence sont indiqués pour chaque paramètre en annexe (Tableau 12222).

³² L'eau prélevée au niveau des sources (WK17 et WK20) de l'ASR et celle prélevée au niveau des piézomètres du Port serait un mélange d'eaux souterraines en provenance de l'aquifère principal et de l'aquifère profond, d'où la décision de calculer une gamme de référence mixte.

³³ Le choix du percentile 75 est recommandé en page 5 d'une étude du BRGM dont voici la référence : Lions J., Mauffret A., Devau N. (2016). Evaluation des concentrations de référence des fonds hydrogéochimiques des eaux souterraines par lithologie des aquifères. Rapport BRGM/RP-65594-FR,110 p.

³⁴ Pour le calcul de ces seuils, dans le cas où les mesures étaient inférieures à la limite quantitative (LQ), ce qui correspond à la non détection du paramètre, il a été retenu d'attribuer à ces mesures une valeur correspondant à la moitié de cette LQ.

³⁵ Lien vers le rapport d'étude [Seuils indicateurs pour la surveillance des paramètres physico-chimiques dans les eaux douces superficielles du Grand Sud, Guillemot N., Dominique Y., DEXEN, BioEko | CEIL](#)

³⁶ Cas particuliers : Pour les paramètres Oxygène dissous (OD) et Potentiel d'oxydoréduction (ORP), ce n'est pas le pourcentage de valeurs supérieures au percentile 75 qui est considéré mais le pourcentage de valeur inférieures au percentile 25. En ce qui concerne le paramètre pH, les deux percentiles (25 et 75) doivent être considérés.

(Tableau 119 et Tableau 120). En dessous du seuil de dépassement, un score « Non perturbé » est attribué, au dessus du seuil ou à niveau équivalent, un score « Fortement perturbé » est attribué à la station ou au piézomètre.

Métrique de suivi	Score
< seuil de dépassement	Non perturbé
≥ seuil de dépassement	Fortement perturbé

Tableau 40: Grille de notation des paramètres physicochimiques des eaux de surface et eaux souterraines

Pour que le score attribué soit considéré comme valide, il a été arrêté qu'un volume d'au moins 8 mesures en station était nécessaire pour les eaux de surface, 6 mesures sur un piézomètre pour les eaux souterraines.

Une tendance d'évolution temporelle des paramètres au niveau de chaque station est également appréciée sur la période 2016-2020 (5 ans), en interprétant visuellement si les médianes en station ou piézomètre suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

Remarque : Etant donné qu'il s'agit d'objectifs imposés dans le cadre de l'étude d'impact et que les risques restent inchangés tant que le projet Lucy ne sera pas en place, le Cotec Résultats réuni en décembre 2019 a décidé de poursuivre la comparaison aux seuils réglementaires de l'arrêté l'ASR³⁷ applicable à la Kwé Ouest (0,05 mg/L en Mn) et aux eaux souterraines au droit de l'ASR (1 mg/L en Mn, 150 mg/L en SO4 et 1000 µS/cm en Cond), malgré le fait qu'ils aient été abrogés par l'arrêté du 29 novembre 2017 autorisant l'exploitation d'une usine d'assèchement et d'un stockage de déchets (projet Lucy).

Bien que depuis 2018 certains piézomètres du groupe B aient dépassé les seuils réglementaires pour les sulfates et/ou la conductivité (cf. prescription de l'arrêté n°1466-2008/PS du 9/10/2008), la procédure d'interception des eaux souterraines n'a jamais été déclenchée. A terme, d'après PRNC, le projet Lucy devrait atténuer la pollution des eaux souterraines car les résidus seront secs et non plus humides, limitant ainsi les infiltrations vers les eaux souterraines. De plus, lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, PRNC informe d'un arrêt récent de l'utilisation de l'acide chlorhydrique et d'une baisse d'utilisation de la chaux, qui devrait conduire à des diminutions de teneurs en Calcium et Chlorures dans les résidus.

4.1.4.2 Qualification des macro-invertébrés

Une version révisée du guide méthodologique et technique des indices biotiques (IBNC et IBS)³⁸ a été publiée en 2016. Le respect des recommandations du guide méthodologique par les prestataires en charge des suivis des macro-invertébrés est une condition nécessaire à l'obtention de données fiables.

L'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) a été développé afin de détecter des pollutions organiques générées par les effluents domestiques, les élevages, etc. Il est basé sur une liste de 66 taxons indicateurs. Chaque taxon possède un score compris entre 1 et 10, en fonction de leur

³⁷ Arrêté n°1466-2008/PS du 9/10/2008

³⁸ Lien vers le [Guide méthodologique et technique – Indice biotique de Nouvelle-Calédonie \(IDNC\) et Indice biosédimentaire \(IBS\) - 2016. ETHYCO|CNRT, DAVAR, OEIL:](#)

sensibilité à 8 paramètres (chlorures, sulfates, sodium, potassium, ammonium, phosphates, MES, DBO5). Il est établi selon la formule :

$$IBNC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} Si \quad n : \text{nombre de taxa indicateurs}$$

Si : score du taxon i

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. Il est basé sur une liste de 56 taxons indicateurs. Chaque taxon possède un score compris entre 1 et 10, en fonction de leur sensibilité à la pollution sédimentaire. Il est établi selon la formule :

$$IBS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} Si \quad n : \text{nombre de taxa indicateurs}$$

Si : score du taxon i

IBS	IBNC	Score
> 6	> 5,7	Non perturbé
[5,45 - 6]	[5,3 - 5,7]	Non perturbé
[4,9 - 5,45[	[4,75 - 5,3[	Modérément perturbé
[4,35 - 4,9[	[4,25 - 4,75[	Fortement perturbé
< 4,35	< 4,25	Fortement perturbé

Tableau 41: Grille de notation de référence (Mary N., 2016) des IBS et IBNC

En raison de leurs particularités hydrogéologiques, les milieux lotiques du Grand Sud accueillent une communauté de macro-invertébrés très pauvre, peu abondante et déstructurée. Un seuil empirique de 10 taxons indicateurs a été fixé pour le calcul des notes IBNC et IBS. En dessous de ce seuil, le score obtenu est à considérer avec précaution³⁹.

Par ailleurs, il est précisé dans le guide méthodologique (page 50) que la mise en évidence de perturbations par les sédiments fins peut être affectée quand des perturbations de type organique viennent s'y ajouter, c'est-à-dire qu'elle sera soit masquée, soit diminuée, soit amplifiée en fonction de la nature et de l'importance de la perturbation organique.

Une tendance d'évolution temporelle des indices biotiques au niveau de chaque station est également appréciée sur la période 2016-2020 (5 ans), en interprétant visuellement si les valeurs suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

4.1.4.3 Qualification des diatomées

³⁹ Dans le guide méthodologique (Guide méthodologique et technique-Indice biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice Biosédimentaire (IBS). Mary, N., & Archaimbault, V. (2016) | DAVAR), il est expliqué en pages 46-47 qu'une faible richesse taxonomique (inférieur à 10 taxons) traduit plus souvent une perturbation (sites recevant des effluents domestiques en quantité importante ou sites fortement dégradés par les exploitations minières) ou un type de milieu particulier (zone de source, affleurement, suintement, etc).

Le respect des recommandations du guide méthodologique et technique ⁴⁰ par les prestataires en charge des suivis des diatomées est une condition nécessaire à l'obtention de données fiables.

L'indice diatomique de Nouvelle-Calédonie (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 42).

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

Tableau 42 : Grille de notation de référence de l'IDNC (E. Lefrançois et al., 2018).

4.1.4.4 Qualification des poissons

Le respect des recommandations du guide méthodologique et technique ⁴¹ par les prestataires en charge des suivis poissons est une condition nécessaire à l'obtention de données fiables⁴².

Les descripteurs biologiques mesurés au niveau de chaque station sont la densité, la biomasse, la richesse spécifique et la richesse spécifique endémique.

Une attention particulière doit être accordée aux espèces endémiques rares et sensibles, étant donné qu'elles sont particulièrement sensibles aux perturbations d'origine anthropiques, à l'inverse des espèces communes aux cours d'eau plus tolérantes et résistantes aux pressions anthropiques.

Il est important de souligner que toutes les espèces ne seront pas observées à chaque campagne, en raison de leur répartition hétérogène à l'échelle du cours d'eau, de migrations vers le milieu marin en

⁴⁰ Lien vers le [Guide méthodologique et technique – Indice diatomique de Nouvelle-Calédonie \(IDNC\) - 2018. Eco in'Eau, IRSTEA|CNRT, DAVAR, OEIL](#)

⁴¹Lien vers le [Guide méthodologique et technique – Poissons et crustacés des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie - 2018. |DAFE, OFB, OEIL](#)

⁴² A partir de la campagne de suivi poissons de 2020, le cahier des charges de PRNC impose bien le respect des prescriptions du guide méthodologique et technique paru en 2018.

fonction de la saison, de la difficulté à pêcher certaines espèces vivant dans des habitats bien spécifiques, de la rareté d'une partie des espèces, etc.

Les résultats sur certains cours d'eau doivent être considérés avec précaution étant donné qu'ils reposent sur l'évaluation d'une unique station présente à l'aval du cours d'eau, alors qu'il en faudrait idéalement au moins 3 (une dans le cours supérieur, une dans le cours moyen et une dans le cours inférieur) pour évaluer l'état des peuplements piscicoles du cours d'eau.

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, PRNC confirme que les seuils d'écotoxicité en lien avec les Sulfates dont ils font régulièrement mention sont issus d'une synthèse bibliographique concernant la toxicité des Sulfates en général (étude 2003 CSIRO, etc) réalisée dans le cadre de l'étude d'impact du projet Lucy, et non d'une étude d'écotoxicité sur les poissons d'eau douce de Nouvelle-Calédonie. Bien qu'une étude spécifique aux espèces de Nouvelle-Calédonie soit souhaitable, un des principaux freins à sa réalisation est le manque actuel de connaissance scientifique concernant les cycles de vie des espèces de poissons locales (répartition dans le cours d'eau, lieu et période de reproduction, migration, alimentation, etc). A noter que le projet CNRT QUAVAR (qui devrait s'achever en 2022) a tout de même l'ambition de produire des seuils d'écotoxicité des métaux (Nickel, Chrome, Cobalt).

4.1.5 Evaluation de la qualité des suivis - milieux eaux douces

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Evaluation de la qualité du suivi	Justifications
Physico-chimique	Eaux de surface	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures...) Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Spatial	Bonne	- Seuils eaux douces existants pour 24 paramètres mesurés en rivières - Gammes de référence construite à partir d'un historique de données important - Fréquences d'échantillonnages suffisantes pour la plupart des stations (supérieure à 8 données annuelles)
	Eaux souterraines	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures...) Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)		Moyenne	- Absence de seuils eaux douces (eaux souterraines) - Compte tenu de l'absence de piézomètre hors d'influence pour certains paramètres, utilisation pour ces paramètres des piézomètres de contrôle (modérément impactés par Vale NC) pour calculer les gammes de référence - Fréquences d'échantillonnage insuffisantes pour de nombreux piézomètres (inférieure à 6 données annuelles pour 75% des piézomètres)
Biologique	Macro Invertébrés	Indices biotiques (IBNC et IBS)	Grille de qualité	Bonne	Grilles de qualité validées sur le plan scientifique
	Diatomées	Indice Diatomique (IDNC)	Grille de qualité	Bonne	Grille de qualité validée sur le plan scientifique
	Poissons	Richesse spécifique, densité, biomasse...	A dire d'expert	Mauvaise	Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique Evaluation à dire d'expert

Tableau 43: Classes de qualité (Bonne, Moyenne ou Mauvaise) attribuées aux différents suivis environnementaux des milieux eaux douces

En milieu eaux douces, l'existence seuils de qualité pour certains paramètres et de stations de référence couplée à une fréquence d'échantillonnage satisfaisante au niveau des suivis physicochimiques, ainsi que le développement d'indicateurs pour le suivi des macro-invertébrés et des diatomées permet de considérer la qualité de ces suivis comme « Bonne ».

En revanche, la fréquence d'échantillonnage est jugée insuffisante pour de nombreux piézomètres, d'où une estimation de la qualité « Moyenne » pour le suivi des eaux souterraines.

Enfin, l'absence d'indice poisson nécessitant de recourir au dire d'expert conduit à estimer la qualité du suivi poisson comme « mauvaise ». En ce qui concerne le protocole de suivi par pêche électrique, l'OEIL a missionné des experts de l'OFB afin de produire un guide méthodologique de standardisation des pêches électriques.

Remarque : le fait que l'évaluation de la qualité du suivi soit définie comme « Bonne » indique simplement que des informations satisfaisantes sont disponibles pour établir un diagnostic. Cela ne signifie pas nécessairement que le plan d'échantillonnage existant soit jugé comme optimal, notamment en termes de représentativité spatiale/temporelle.

4.1.6 Qualification des stations - milieux eaux douces

Des scores d'états chimiques et d'états écologiques sont établis pour les différentes stations.

Pour l'état chimique, l'ensemble des paramètres chimiques ont le même poids et la règle du paramètre le plus déclassant s'applique lors de l'étape d'agrégation des scores.

Concernant l'état écologique, seuls les paramètres physicochimiques clés (Conductivité, Nitrates et Phosphates) et les paramètres biologiques contribuent à définir le score final, selon la règle du paramètre le plus déclassant. Les paramètres biologiques prévalent sur les paramètres physicochimiques clés, mais ces derniers peuvent toutefois, lorsqu'ils présentent des signes de perturbation, venir déclasser d'un rang l'état écologique. En l'absence de suivi biologique, ce sont les

paramètres physicochimiques clés qui permettent de définir l'état écologique de la station selon la règle du paramètre le plus déclassant. Amélioration continue - milieux eaux douces

Le tableau suivant présente le traitement des principales demandes d'améliorations formulées lors de précédentes réunions du Cotec du Grand Sud ou du Conseil Scientifique de l'ŒIL :

Compartiment	Type de suivi	Nature de la demande d'amélioration	Quand ?	Demande satisfaite ?	Précisions sur le traitement de la demande
Eaux douces	Physico-chimique	Certains paramètres sont redondants (Sulfates et Soufre, Silice et Silicium, Phosphates et Phosphore), ne retenir dans la notation des zones que les Sulfates, le Silicium et les Phosphates.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui et Non	Cependant, dans les eaux souterraines, il est plus pertinent de conserver pour la notation des zones le paramètre Silice que Silicium, car la Silice dispose d'une gamme de référence calculée à partir de piézomètres hors d'influence, alors que celle du Silicium est calculée à partir de piézomètres de contrôle (sous influence modérée).
		Déterminer les percentiles adéquats, les valeurs seuils des grilles de qualité et le nombre de valeurs nécessaires pour qualifier les paramètres.	Cotec Méthode 13/05/2019 et Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	Choix de maintenir le percentile 75 (car issu d'une étude BRGM), attribution de valeur seuils (variant de 30 à 40% selon les paramètres) aux grilles de qualité et détermination d'un nombre de valeurs minimum (8 pour les eaux de surface et 6 pour les eaux souterraines).
		Attribuer des scores aux stations de référence afin de s'assurer qu'elles ne sont pas perturbées.	Cotec Méthode 13/05/2019 et Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	Seules les stations de référence des eaux de surface et piézomètres de contrôle sont concernés (car piézomètres hors d'influence de Vale suivis uniquement sur la période 2011-2015).
		Pour la notation des zones, ne tenir compte que des paramètres considérés comme indicateur de la pression suivie (industrielle, minière, etc) au niveau de la station.	Cotec Méthode 13/05/2019	Non	Nous n'avons pas obtenu de réponse de la part du Cotec et du Conseil scientifique pour tous les paramètres et toutes les pressions (notamment minière).
		Même en cas de fréquence d'échantillonnage insuffisante sur les stations ou piézomètres, communiquer les résultats de l'année diagnostiquée, tout en informant sur les limites.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	/

Compartiment	Type de suivi	Nature de la demande d'amélioration	Quand ?	Demande satisfaite ?	Précisions sur le traitement de la demande
Eaux de surface	Physico-chimique	Ne plus considérer le suivi des sédiments de surface dans la notation des zones.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui	/
		Intégrer un volet quantitatif au Bilan Grand Sud (volume d'eau consommé)	Cotec Méthode 13/05/2019	Non	La faisabilité d'intégrer ce volet au prochain bilan technique sera sans doute réalisée en 2022.
		Ne plus considérer les scores des paramètres Matières en suspension, Turbidité et Température dans la notation des zones, mais poursuivre tout de même à titre indicatif l'analyse des données.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui	/
		Exploiter les résultats du suivi en continu des MES et de la Turbidité sur la Kwé, en indiquant par exemple le nombre de jours où la rivière a coulé rouge.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	Un seuil de 50 NTU a été fixé arbitrairement pour déterminer le nombre de jours où la rivière a coulé rouge. Un expert en hydrologie des cours d'eau du Grand Sud précise que si la couleur et la turbidité de l'eau sont bien corrélées, il n'en est pas de même de la turbidité (particules de toutes tailles) et des MES (particules de grande taille générées par l'activité minière). Ainsi, une eau rouge pourrait être liée uniquement à une forte intensité pluviométrique ayant générée de la turbidité, sans pour autant que la qualité de la gestion des eaux sur mine ne soit remise en cause.
		Utiliser les seuils eau de rivière produits dans le cadre d'une étude commanditée par l'CEIL en 2019.	Décision SE CEIL-2020	Oui	Ces seuils concernent 24 paramètres suivis dans les rivières.
		Cesser de stratifier les gammes de référence rivière du Grand Sud selon la position amont/aval de la station, car cela est jugé non pertinent dans le cadre de l'étude des seuils eau de rivière commanditée par l'OEIL en 2019.	Décision SE CEIL - 2020	Oui	Pour les paramètres disposant de seuil eau de rivière issus de l'étude de l'CEIL, ce référentiel est retenu en priorité pour noter les stations par rapport au référentiel gamme de référence rivières du Grand Sud
		Lors de la dernière session de révision de la méthode du Bilan Grand Sud, plusieurs membres du Conseil Scientifique de l'CEIL ont manifesté le souhait d'une analyse plus poussée des données des trois milieux récepteurs afin de produire des indicateurs pertinents.	Conseil Scientifique 12/07/2019	Oui	Au vu de l'ampleur de la tâche, il a été décidé de commencer ce travail d'identification indicateurs pertinents en s'intéressant aux données physicochimiques collectées dans le cadre des suivis rivières. Une étude est actuellement en cours.

Compartiment	Type de suivi	Nature de la demande d'amélioration	Quand ?	Demande satisfaite ?	Précisions sur le traitement de la demande
Eaux souterraines	Physico-chimique	Améliorer la robustesse des gammes de référence spatiales.	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui et Non	Vale NC a transmis des données volontaires concernant des piézomètres hors d'influence. Cependant, tous les paramètres diagnostiqués ne sont pas suivis dans le cadre de ce réseau volontaire. Pour ces paramètres non suivis, les piézomètres de contrôle continue à servir comme référence.
		Ne plus se servir des piézomètres de contrôle 11EX0480 et 11EX081 des pour le calcul des gammes de référence car ces derniers sont fortement perturbés pour certains éléments.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	/
		En l'absence de nouveaux seuils environnementaux fixés en lien avec le projet Lucy, poursuivre la comparaison aux seuils réglementaires de l'arrêté de l'ASR applicable à la Kwé Ouest (0,05 mg/L en Mn) et aux eaux souterraines au droit de l'ASR (1 mg/L en Mn, 150 mg/L en SO4 et 1000 µS/cm en Cond).	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	/
		Abandonner l'analyse des paramètres Conductivité, DCO et pH au niveau du Port car données biaisées par une intrusion d'eau de mer.	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui	/

Tableau 44: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

En plus de l'indication du score obtenu (« Non perturbé » à « Fortement perturbé »), des flèches indiquent pour chaque paramètre évalué la tendance d'évolution temporelle observée ces 5 dernières années (2016 à 2020). Pour le suivi poissons, la tendance d'évolution temporelle est évaluée sur une plus longue période (2010-2020). L'absence de flèche signifie que la chronique suivi est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution.

Les paramètres physicochimiques clés qui contribuent à la notation du score écologique sont indiqués en orange dans le tableau.

Les cases apparaissant grisées correspondent à des scores inconnu, et ce pour diverses raisons. Il peut s'agir d'une limite quantitative utilisée en station de suivi supérieure au percentile de référence, de l'absence de gamme de référence ou de l'impossibilité de prospecter une station.

Lorsqu'une étoile (*) figure dans la case, cela indique que le nombre de mesures réalisées en 2020 sur la station est inférieur à 8, et qu'en conséquence le score obtenu doit être considéré avec précaution. De même, la présence de deux étoiles (**) indique que le nombre de taxons comptabilisés sur la station biologique est inférieur à 10, et qu'en conséquence le score obtenu doit être considéré avec précaution.

Le tableau de synthèse des scores des états chimiques et écologiques des stations de suivi pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 127 et Tableau 127).

Remarque : les tableaux de présentation des données 2019 et 2020 par paramètre (ayant permis de produire le tableau de synthèse des scores) sont disponibles sur simple demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL. Les valeurs des métriques de référence calculées pour chaque paramètre sont également présentées dans ces tableaux.

En ce qui concerne le suivi Poissons, les scores vont de « non perturbé » à « fortement perturbé », témoignant là encore que des perturbations importantes peuvent se produire en dehors de la zone d'influence du complexe industriel et minier de PRNC.

Le tableau de synthèse des scores des états chimiques et écologiques des stations de référence pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 128).

4.2.1.1.3 Remarques générales sur le tableau des scores 2020 des stations de suivi – eaux de surface

Concernant l'état chimique

Au niveau des stations de suivi des eaux de surface (Tableau 45), la fréquence des perturbations chimiques observées en 2020 en comparaison de leurs gammes de référence respectives peut être qualifiée ainsi :

- Elevée pour les paramètres : Nickel, Chrome VI, Silicium et Sulfates ;
- Moyenne à faible pour les paramètres : Manganèse, Chrome, Fer et Brome ;
- Nulle pour les paramètres : Cobalt, Aluminium, Arsenic, Cadmium, Cuivre, Plomb, Zinc, Etain.

Sur la période 2016-2020, quelques paramètres montre également des tendances à l'augmentation sur plusieurs stations de la zone d'étude : Chrome, Chrome VI et Sulfates.

Pour un paramètre donné, les stations les plus fortement perturbées au niveau de la chimie en 2020 l'étaient également déjà la plupart du temps en 2019 (cf. Tableau 127). Par exemple, la station 3-E présentait la plus forte valeur médiane en Sulfates en 2020 (438 mg/L) et en 2019 (350 mg/L).

Concernant l'état écologique

Au niveau des stations de suivi des eaux de surface (Tableau 45), la fréquence des perturbations physico-chimiques observées en 2020 en comparaison de leurs gammes de référence respectives peut être qualifiée ainsi :

- Elevée pour les paramètres : Conductivité, Magnésium et Nitrates ;
- Moyenne pour les paramètres : pH, Demande biologique en Oxygène sur 5 jours, Chlorures, Sodium, Calcium ;
- Nulle pour les paramètres : Demande chimique en Oxygène, Oxygène dissous, Nitrites, Phosphates, Carbone organique total.

Sur la période 2016-2020, quelques paramètres montrent également des tendances à l'augmentation sur plusieurs stations de la zone d'étude : Conductivité, Magnésium et Calcium.

Le pH des eaux de surface est perturbé pour certaines stations, en raison de valeurs généralement plus basiques que celles de leurs gammes de référence.

Le Titre alcalimétrique total affiche des scores perturbés pour la plupart des stations. D'ordinaire, les eaux de Nouvelle-Calédonie sont qualifiées de « douces », c'est-à-dire dépourvues d'hydroxydes de carbonates (HCO_3). L'hypothèse avancée par PRNC pour expliquer cette perturbation serait l'érosion des cuirasses, riches en hydroxydes de fer ($\text{Fe}(\text{OH})_2$).

Pour un paramètre donné, les stations les plus fortement perturbées au niveau de la physico-chimie en 2020 l'étaient également déjà la plupart du temps en 2019 (cf. Tableau 127). Par exemple, la station 3-E présentait la plus forte valeur médiane en Conductivité en 2020 ($954 \mu\text{S}/\text{cm}$) et en 2019 ($822 \mu\text{S}/\text{cm}$).

Sur l'ensemble des stations, les indices biotiques 2020 des Macro-invertébrés sont « modérément perturbés » à « fortement perturbés ». Ce constat est compréhensible en ce qui concerne l'IBS, qui traduit une perturbation d'ordre sédimentaire dans les terrains à dominante ultrabasique, mais moins évident pour l'IBNC qui traduit une pollution d'origine organique (lié à des effluents domestiques, d'élevage, etc). Le prestataire de PRNC exprime lui-même que « l'IBNC s'avère peu pertinent du fait de l'absence caractérisée de pollution organique » en amont de la plupart des stations MIB (exceptée celles de Kadji et du Creek Baie Nord).

Les descripteurs biologiques 2020 (abondance, richesse spécifique, endémicité, etc) des communautés de poissons sont variables d'un cours d'eau à l'autre, justifiant que les scores attribués par le prestataire de PRNC vont de « non perturbés » à « fortement perturbés ». Depuis le début des suivis qui remonte à 2010, les tendances d'évolution sont considérées comme stables pour tous les cours d'eau. Le nombre de stations suivies en 2020 a fortement chuté en raison des blocages de l'Usine en fin d'année 2020 sur la Kwé et de la fin de l'obligation de suivi réglementaire sur le Creek Baie Nord.

4.2.1.2 Scores « Eaux souterraines »

4.2.1.2.1 Scores des piézomètres de suivi et de contrôle - eaux souterraines

Le tableau ci-dessous présente les scores obtenus en 2020 pour chaque piézomètre et zone du milieu eaux souterraines :

Paramètres physico-chimiques																												Score 2020 par piéz.											
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Métaux et métalloïdes																	Profil aquatique						Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.					
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn	Br	F	SO4	S	Ht	pH	Cond.	DCO	DBO5		OD	ORP	TA	TAC	Cl-	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Kwe Nord	principal	4-1	UPM-CIM																																				
		4-2																																					
		4-4																																					
		4-5																																					
Kwe Ouest	principal latéritique	WK17	ASR (source)																																				
		WK20																																					
	latéritique	WK17-20	ASR (proche)																																				
		PP1-A																																					
		WKBH112A																																					
		WKBH114A																																					
		WKBH115B																																					
		PPS-A																																					
		WKBH116B																																					
		WKBH117B																																					
		WK6-9A																																					
		WK6-11A																																					
		WK6-12A																																					
		WKBH102A																																					
		WK6-10A																																					
		WKBH109A																																					
		WKBH110B																																					
	WKBH118B																																						
	WKBH113A																																						
Trou Bleu	Kadji	11EX0560	ASR (éloigné)																																				
		WTBH11A																																					
		11EX0481																																					
	principal	PP1B	ASR (proche)																																				
		WKBH112																																					
		WKBH114																																					
		WKBH115																																					
		WKBH115A																																					
		PPS-B																																					
		WKBH116																																					
		WKBH116A																																					
		WKBH117																																					
		WKBH117A																																					
		WK6-9																																					
		WK6-11																																					
		WK6-12																																					
		WKBH102																																					
		WKBH103																																					
		WKBH13																																					
		WK6-10																																					
		WKBH109																																					
	WKBH110																																						
	WKBH110A																																						
	WKBH111																																						
	WKBH118																																						
	WKBH118A																																						
	WKBH113																																						
	WTBH9																																						
	WKBH32																																						
	12EX0083																																						
Kadji	principal	WK6-14	ASR (éloigné)																																				
		11EX0480																																					
Trou Bleu	principal latéritique	WTBH11	Port																																				
		WTBH02																																					
Prony	principal latéritique	7-1	Usine																																				
		7-2																																					
		7-3																																					
		6-1a																																					
	6-2a																																						
	6-3a																																						
	6-7a																																						
	6-8a																																						
	6-14a																																						
	6-1																																						
	6-2																																						
	6-3																																						
	6-4																																						
	6-5																																						
	6-6																																						
	6-7																																						
	6-8																																						
	6-13																																						
	6-14																																						

Tableau 47: Scores des états globaux 2020 des piézomètres de suivi et de contrôle - eaux souterraines

En plus de l'indication du score obtenu (« Non perturbé » ou « Fortement perturbé »), des flèches indiquent pour chaque paramètre évalué la tendance d'évolution temporelle observée ces 5 dernières années (2016 à 2020).

Les cases apparaissant grisées correspondent à des scores inconnu, et ce pour diverses raisons. Il peut s'agir d'une limite quantitative utilisée en station de suivi supérieure au percentile de référence, du manque de précision des mesures ou d'une infiltration d'eau de mer.

Lorsqu'une étoile (*) figure dans la case, cela indique que le nombre de mesures réalisées en 2020 sur le piézomètre est inférieur à 6, et qu'en conséquence le score obtenu doit être considéré avec précaution.

Certains piézomètres indiqués dans ce tableau ne sont pas évalués en 2020 (cases blanches) :

- 4z1, 4z2, WTBH9 : ils étaient pourtant suivi en 2018 mais plus en 2019. Dans le rapport eaux souterraines 2019 de PRNC, il est évoqué la destruction des piézomètres 4z1 et 4z2 qui se trouvaient au niveau de la plateforme d'excavation des terres souillées aux hydrocarbures ;
- WKBH109, WKBH109A, WKBH113, WKBH113A, WKBH118 : ils étaient pourtant suivis en 2018 et 2019. Dans le rapport eaux souterraines 2020 de PRNC, il est évoqué des difficultés d'accès à la plateforme où se trouvent les piézomètres WKBH109 et WKBH109A;
- WKBH12, WK6-13 : il semblerait que ces piézomètres aient été mis en service en 2019 sans qu'aucune mesure n'aient été réalisés à ce jour.

Les piézomètres de contrôle qui ont servi à construire les gammes de référence « contrôle » de certains paramètres (cf. Tableau 122) présentent en 2020 des perturbations comme indiqué dans le Tableau 47. Pour cette raison, à la demande du Cotec Résultats réuni en décembre 2019 (cf. Tableau 44), les piézomètres 11EX0481 et 11EX0480 présentant les plus fortes concentrations, notamment pour le Chrome et Chrome VI (valeurs médianes allant de 0,15 à 0,19 mg/L, soit au moins 5 fois les percentiles 75 de référence), n'ont pas servis à établir les gammes de référence.

En ce qui concerne les gammes de référence « volontaires » construites à l'aide des piézomètres hors d'influence suivis volontairement par PRNC de 2011 à 2015 (cf. Tableau 122), seul le paramètre Manganèse interroge. En effet, les percentiles 75 calculés à partir des piézomètres hors d'influence sont plus élevés (le percentile 75 dans l'aquifère latéritique est de 0,046 mg/L) que ceux calculés à partir des piézomètres de contrôle (supposés être davantage perturbés car sous influence modérée du complexe industriel et minier de PRNC) égaux à 0,01 mg/L.

Le tableau de synthèse des scores des eaux souterraines des piézomètres de suivi et de contrôle pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 129).

Remarque : les tableaux de présentation des données 2019 et 2020 par paramètre (ayant permis de produire le tableau de synthèse des scores) sont disponibles sur simple demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL. Les valeurs des métriques de référence calculées pour chaque paramètre sont également présentées dans ces tableaux.

4.2.1.2.2 Remarques générales sur le tableau des scores 2020 – eaux souterraines

Au niveau des points de mesures des eaux souterraines de la zone d'étude, la fréquence des perturbations observées en 2020 en comparaison de leurs gammes de référence respectives peut être qualifiée ainsi :

- Très élevée pour les paramètres : Nickel, Oxygène dissous, Chlorures, Magnésium, Nitrates ;
- Elevée pour les paramètres : Chrome, Chrome VI, Silice, Sulfates, Conductivité, Sodium, Calcium ;
- Moyenne pour les paramètres : pH, Conductivité, Demande biologique en Oxygène sur 5 jours, Azote total ;
- Faible pour les paramètres : Manganèse, Cobalt, Brome, Demande Chimique en Oxygène, Titre alcalimétrique complet, Potassium, Phosphates, Carbone organique total ;
- Nulle pour les paramètres : Arsenic, Cadmium, Cuivre, Plomb, Zinc, Etain, Fluorures, Hydrocarbures, Ammonium.

Sur la période 2016-2020, quelques paramètres montrent également des tendances à l'augmentation : Nickel, Chrome, Sulfates, Conductivité, Chlorures, Magnésium, Sodium et Calcium, mais ces augmentations se concentrent la plupart du temps sur les mêmes points de mesures. En ce qui concerne le paramètre pH, une tendance à la diminution est observée sur la période 2016-2020 pour plusieurs piézomètres.

Alors qu'on observe un pH plutôt acide dans l'aquifère latéritique (inférieur à 7), les piézomètres de l'aquifère principal présentent des pH un peu plus basiques qui peuvent être attribués à la présence de roches ultrabasiques (saprolites). A noter que le pH des eaux souterraines (notamment de l'aquifère principal) est perturbé pour certains piézomètres, en raison de valeurs généralement plus acides que celles de leurs gammes de référence.

Si les plus fortes perturbations en Sulfates sont la plupart du temps associées à des fortes perturbations de la Conductivité et des éléments majeurs (Magnésium, Chlorures, Sodium et Calcium), les plus fortes perturbations en métaux sont régulièrement isolées des autres perturbations de paramètres. De plus, les piézomètres les plus fortement perturbés en Manganèse ne sont pas les mêmes piézomètres que ceux les plus fortement perturbés Nickel, qui sont encore différents des piézomètres les plus perturbés en Chrome et Chrome VI. Enfin, les plus fortes perturbations en Nitrates et Azote total semblent elles aussi déconnectées des autres perturbations de paramètres.

Pour un paramètre donné, les piézomètres les plus fortement perturbées en 2020 l'étaient également déjà la plupart du temps en 2019 (cf. Tableau 129). Par exemple, le piézomètre WKBH103 présentait la seconde plus forte valeur médiane en Conductivité en 2020 (2095 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et en 2019 (1840 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Enfin, l'ensemble des paramètres présente des teneurs nettement plus élevées dans les eaux souterraines que dans les cours d'eau, ce qui traduit un effet de dilution des concentrations en surface. Par exemple, les facteurs de multiplication de la valeur médiane de la concentration maximale observée dans les eaux souterraines par rapport aux eaux de surfaces en 2020 sont les suivants : Nickel (x 4), Chrome (x 15), Sulfates (x 3), Conductivité (x 2), Magnésium (x 3), Nitrates (x 5).

4.2.2 Détails des scores 2020 par zone - milieux eaux douces

Important : Dans la partie qui va suivre, seules les valeurs les plus élevées, c'est-à-dire les plus perturbées par rapport à leur gamme de référence, ont été indiquées. Il en est de même pour les facteurs de multiplication de la valeur de référence que cela représente, ainsi que des facteurs d'augmentation ou de diminution que cela représente sur la période de 2016-2020. Ces facteurs n'ont d'ailleurs été indiqués que lorsqu'ils étaient supérieurs ou égaux à deux. Par exemple, il pourrait être indiqué que le paramètre Sulfates présente la plus forte valeur médiane à l'échelle de la région sur la station 3-E de la Kwé Ouest (438 mg/L), que cela représente 182 fois la valeur du percentile 75 de référence et une augmentation d'un facteur 3 sur la période 2016-2020.

4.2.2.1 Bassin versant de la Kwé ouest

4.2.2.1.1 Rivière Kwé Ouest

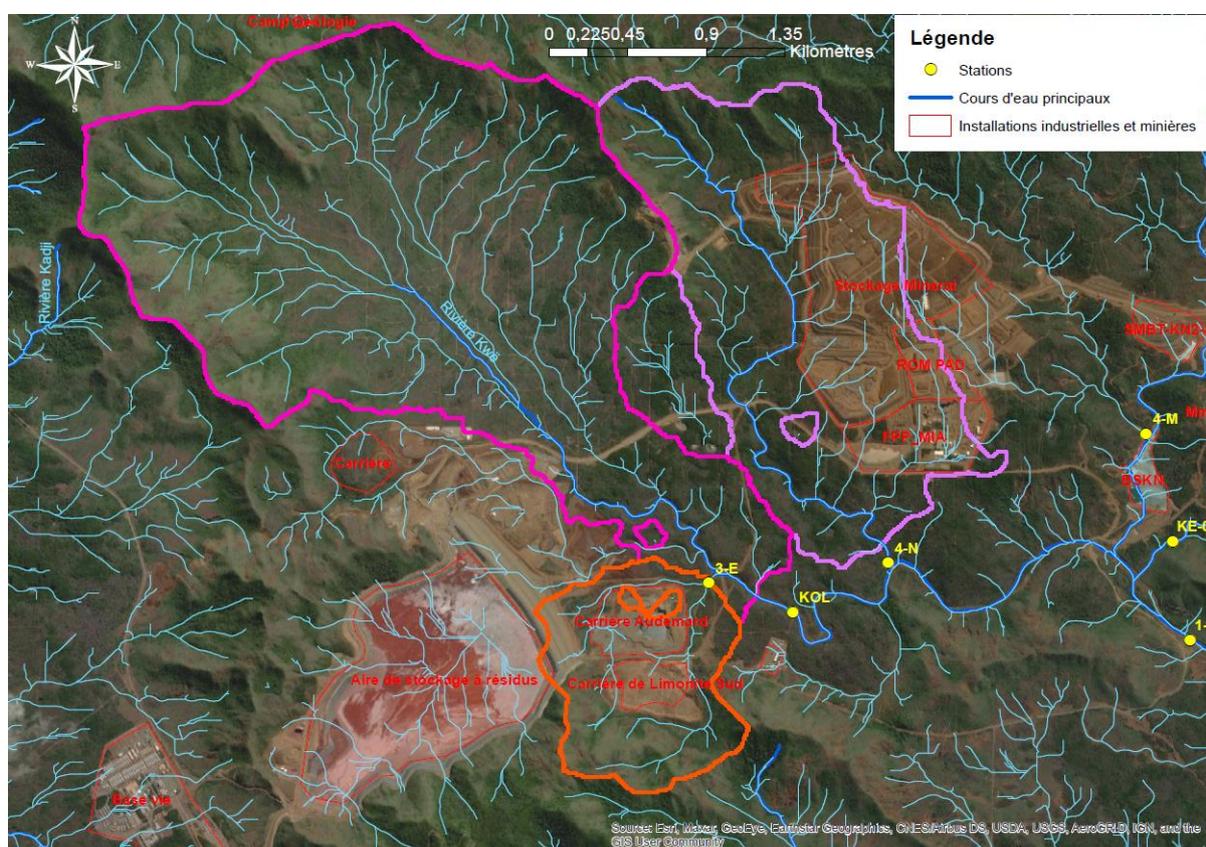


Figure 56 : Localisation des stations physico-chimiques du bassin versant de la Kwé Ouest - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations de la Kwé Ouest

Etat chimique																							
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques														Score 2020 par station					
				Métaux et métalloïdes																			
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn		Br	F	Si	SiO2	SO ₄ ²⁻
Kwé Ouest	Amont	3-E	ASR	→	→	↘	→	→	→	→	↗	↗	→	→	→	→	LQ	LQ	→	→	↗	↗	→
		KOL	ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		4-N	UPM-CIM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations physicochimiques de la zone (3-E, KOL et 4-N) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leur gammes de référence respectives sont : Sulfates (3-E, KOL et 4-N) ; Nickel (3-E, KOL) ; Chrome VI et Silicium (3-E). La station 3-E enregistre les valeurs médianes les plus importantes à l'échelle de la région pour les Sulfates (438 mg/L, soit 182 fois la valeur du percentile 75 de référence) et le Nickel (0,06 mg/L, soit 4 fois la valeur du percentile 75 de référence). La station 4-N enregistre également une valeur médiane très élevée à l'échelle de la région pour les Sulfates (75 mg/L, soit 31 fois la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour les Sulfates (station 3-E (x 3) et station 4-N (x2)) et le Chrome VI (3-E). Des scores « Fortement perturbés » sont donc attribués à ces stations. Toutefois, sur la période 2016-2020, une tendance à la diminution de la valeur médiane est observée pour le Nickel (3-E).

Bien que certains métaux ne soient pas considérés comme perturbés par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives, ceux-ci sont parfois détectés, comme par exemple l'Arsenic avec un maximum de 0,04 mg/L sur 3-E ou l'Etain avec un maximum de 0,04 mg/L sur KOL.

Aucun dépassement de la valeur limite réglementaire pour le Manganèse (0,05 mg/L) qui était autrefois en vigueur au niveau de la Kwé Ouest⁴³ n'a été constaté en 2020. Cependant, deux dépassements ont été enregistrés à la station KOL en 2019, soit une valeur de 0,24 mg/L de Manganèse le 20/02/2019 et une autre de 0,69 mg/L le 05/10/2019.

En 2019, deux détections d'hydrocarbures (1 mg/L) avaient été enregistrées sur la station KOL le 07/05 et le 24/12.

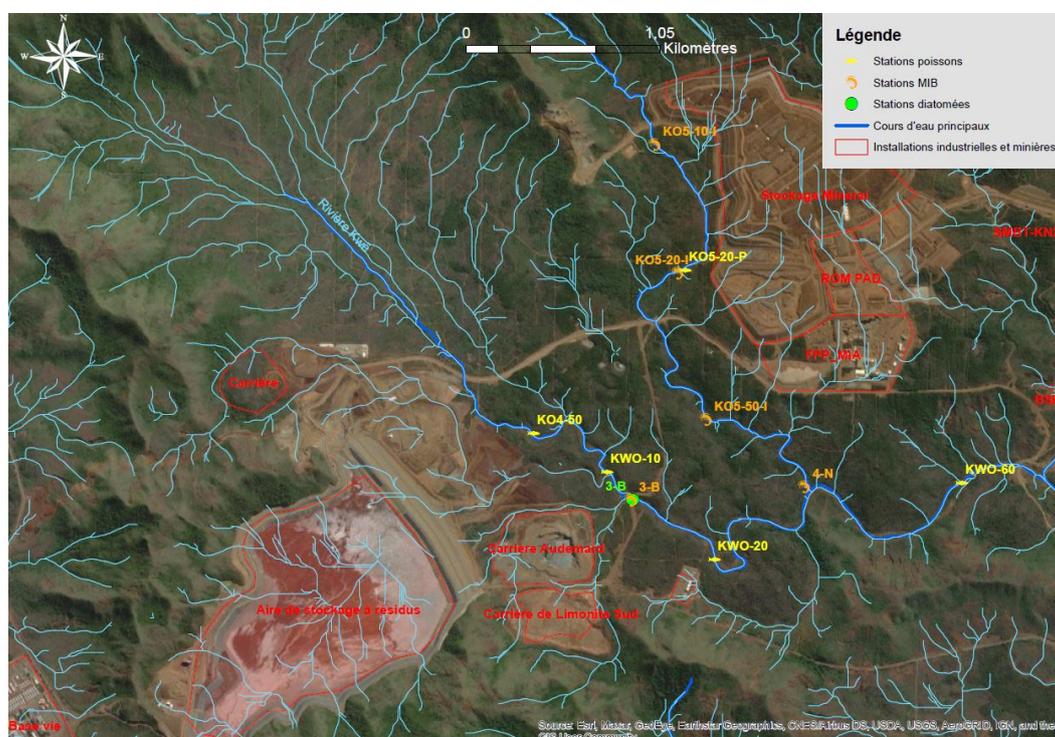


Figure 57 : Localisation des stations biologique du bassin versant de la Kwé Ouest - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

⁴³ D'après l'arrêté de l'ASR n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008, abrogé depuis par l'arrêté du 29 novembre 2017 autorisant l'exploitation d'une usine d'assèchement et d'un stockage de déchets (projet Lucy).

Etat écologique des stations de la Kwé Ouest

Etat écologique																																		
Zone	Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques																Paramètres bio.			Score 2020 par station												
			Profil aquatique								Eléments majeurs				Sels nutritifs				Mat. org.				MIB	Diat.	Poissons									
			pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH3	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt		P	IBNC	IBS	IDNC								
Kwé Ouest	3-B	ASR																																
	3-E	ASR	→	↗	→	*	→	G↗	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	LQ	→	→	LQ	→*	→*	→		→	→								
	KOL	ASR	→	→	→	*	→	G↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→											
	4-N	UPM-CIM	→	→	→*				→	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗		LE	LE									
	KO4-50	Mine																														B		
	KO5-10-I	UPM-CIM																																
	KO5-20-I	UPM-CIM																								→	↗							
	KO5-20-P	UPM-CIM																																B
	KO5-50-I	UPM-CIM																																B
	KWO-10	ASR																																B
KWO-20	ASR																																B	
KWO-60	ASR / UPM-CIM																																B	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations biologiques (5 pour les Macro-invertébrés et 6 pour les Poissons) et sur les paramètres physicochimiques clé des 3 stations physicochimiques de la zone en 2020.

Sur les 5 stations Macro-invertébrés de la zone, toutes les stations présentes sur le bassin versant KO5 sous influence de l'UPM, obtiennent des indices biotiques IBS et IBNC « Fortement perturbés » en 2020, à l'exception de la station 4-N qui obtient un score « Inconnu » étant donné que les conditions hydrologiques (dus à un lâcher d'eau au niveau du barrage situé sur le haut du massif minier) ont empêché de la prospecter. L'unique station présente sur le bassin versant KO4 sous influence de l'ASR, la station 3-B, obtient un score « Modérément perturbé ».

Sur les 5 stations Poissons de la zone, aucune n'a pu faire l'objet d'un suivi en 2020 en raison des blocages de l'usine ayant eu lieu en fin d'année 2020. Des scores « Inconnu » leur sont donc attribués. En 2019, d'après le prestataire de PRNC, les peuplements piscicoles des 5 stations étaient très peu abondants et déséquilibrés car dominés par des espèces communes aux cours d'eau calédoniens (tolérantes aux pressions anthropiques), comme le gobie *Awaous guamensis* ou le mullet *Cestraeus plicatilis*.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité (3-E, KOL, 4-N) et Nitrates (3-E, 4-N). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi. La station 3-E enregistre la valeur médiane la plus importante à l'échelle de la région pour la Conductivité (954 µS/cm, soit 8 fois la valeur du percentile 75 de référence) et la seconde plus élevée pour les Nitrates (4,65 mg/L, soit 9 fois la valeur de du percentile 75 référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour la Conductivité (station 3-E (x 2)).

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leur gammes de référence respectives sont : Magnésium et Calcium (3-E, KOL et 4-N) ; Chlorures, Sodium et Potassium (3-E, 4-N) ; DBO5 (3-E et KOL) ; Azote total, Titre alcalimétrique complet et pH (acide) (3-E). La station 3-E enregistre les valeurs médianes les plus importantes à l'échelle de la région pour le Magnésium (129 mg/L, soit 15 fois la valeur du percentile 75 de référence) et les Chlorures (25 mg/L, soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence) et les secondes valeurs médianes les plus élevées pour le Calcium (9 mg/L, soit 18 fois la valeur du percentile 75 de référence) et le Sodium (10 mg/L). Par ailleurs, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour les Chlorures (3-E (x 2), 4N), le Magnésium (3-E (x 3), 4N (x 3)), le Sodium (3-E, 4-N), le Calcium (3-E (x 3)) et le Titre alcalimétrique complet (3-E).

Bien que l'absence d'un référentiel pertinent ne permette pas de qualifier les paramètres MES et Turbidité (car très dépendants des conditions pluviométriques), des valeurs maximales particulièrement élevées ont été mesurées de janvier à avril 2020 (maximums enregistrés les 29 février et 3 mars) sur la station KOL (MES et Turbidité) et la station 3-E (Turbidité, 6 mars 2020) :

- Pour les MES : à 8 reprises sur la station KOL, valeurs allant de 90 à 840 mg/L, soit de 10 à 80 fois supérieures à la valeur maximale de référence⁴⁴ ;
- Pour la Turbidité : à 16 reprises sur la station KOL, valeurs allant de 200 à 1000 NTU, soit de 10 à 50 fois supérieures à la valeur maximale de référence ; une seule fois sur la station 3-E (valeur de 1000 NTU).

De plus, la station 4-N enregistre en 2020 la valeur médiane en Turbidité la plus importante à l'échelle de la région (13 NTU, soit 7,5 fois la valeur du percentile 75 de référence).

Enfin, avec des mesures continues agrégées journalièrement et sur la base d'un seuil de Turbidité fixé à 50 NTU, il est observé que l'eau a coulé « rouge » 9 jours à la station KOL et 4 jours à la station 3E en 2020.

Interprétations des résultats - Kwé Ouest

Stations physico-chimiques

Station 3-E : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 3-E sont principalement dues à l'**influence de l'ASR** qui se trouve sur le bassin versant à l'amont de cette station. Pour rappel, les plus fortes valeurs médianes en Sulfates (référence x 182), Nickel (référence x 4), Conductivité (référence x 8), Magnésium (référence x 15), Chlorures (référence x 2) sont enregistrées sur cette station en 2020. De plus, les secondes plus fortes valeurs médianes en Nitrates (référence x 9), Calcium (référence x 18) et Sodium sont aussi enregistrées sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020, notamment pour les paramètres suivants : Sulfates (x 3), Conductivité (x 2), Magnésium (x 3), Chlorures (x 2), Calcium (x 3) et Sodium.

L'ASR est l'installation dans laquelle sont stockés les résidus solides issus du traitement des effluents de l'Usine de transformation du minerai (traitement assuré par l'unité 285). La gestion des eaux de l'ASR vise à éviter les perturbations au niveau des milieux récepteurs, puisque toutes les eaux ruisselées sur l'ASR et les eaux d'exhaure des résidus sont envoyées vers l'unité 285, puis vers l'émissaire marin. Une géomembrane assure quant à elle la protection des eaux souterraines.

Le percement de cette géomembrane en plusieurs endroits, depuis de nombreuses années, serait à l'origine de la contamination des eaux souterraines au droit de l'ASR. Ces eaux souterraines contaminées alimentent ensuite les eaux de surfaces de la Kwé ouest, notamment via les sources (WK17 et WK20). Initiée en 2010, l'adaptation des modalités de production de l'Usine à une évolution du type de minerai traité (enrichis en sapolites) a conduit à l'enrichissement progressif des résidus

⁴⁴ A noter cependant que ces valeurs maximales de référence ont été obtenues en dehors d'épisodes de crue, contrairement à celles mesurés en continu en station de suivi.

en Sulfates et Magnésium⁴⁵ et par conséquent à un enrichissement des infiltrations contaminées vers les eaux souterraines. Ces tendances à l'augmentation des perturbations observées dans les eaux souterraines depuis 2012 devraient normalement atteindre un plateau, sans savoir quelle en est l'échéance compte tenu de l'inertie du système.

Par ailleurs, d'autres incidents pourraient avoir contribué aux perturbations observées sur la station 3-E en 2019 :

- Un débordement du puits de pompage survenu le 28 avril 2019 (épisode de pluies intenses) dans lequel aboutissent les 4 drains du système de drainage sous la géomembrane de l'ASR a conduit à un rejet dans la Kwé ouest de 800 m³ (< 1% des eaux captées annuellement) – cf. 2.4.1.1.3 ;

- Des valeurs importantes sont relevées en Sulfates (maximum de 1160 mg/L observé en août 2019) au niveau du drain central (drain 4R9 - volume annuel 2019 de 65 747 m³) qui se déverse dans la Kwé Ouest - cf. 2.4.1.2.4.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station 3-E peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Nickel, Chrome VI, Silicium), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que 46 % du bassin versant à l'amont de 3-E est exposé à l'érosion, dont 40,6 % d'origine minière (cf. Figure 156 et Tableau 133). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Le pic de Turbidité à la station 3-E s'est déroulé durant la saison des événements pluviométriques majeurs (cf. 2.1.2). En revanche, aucun événement particulier (cyclone, dépression ou vigilance fortes pluies et orages) n'a eu lieu le jour du pic (6 mars 2020). En fixant le seuil à 50 NTU, l'eau a coulé rouge sur cette station seulement 1 % des jours de l'année.

La perturbation en Nitrates de la station 3-E est probablement due à des connexions souterraines avec les piézomètres WK6-12A (22 mg/L) et WK6-12 (16 mg/L), qui sont les plus perturbés des piézomètres situés à l'aval de l'ASR (Tableau 52).

Station KOL : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station KOL, qui se trouve juste à l'aval de la station 3-E, sont également probablement dues à l'**influence de l'ASR**. Les paramètres concernés sont notamment : Sulfates, Nickel, Conductivité, Magnésium, Calcium. Aucune tendance à l'augmentation des valeurs médiane n'est cependant constatée sur la période 2016-2020.

Ces perturbations sont cependant bien moindres qu'au niveau de la station 3-E qui se trouve juste à l'aval de l'ASR et dont le bassin versant à l'amont qui l'alimente est de petite taille, tandis que la station KOL est alimentée par un bassin versant à l'amont de bien plus grande taille (cf. Figure 56), produisant un effet de dilution des concentrations.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station KOL peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Nickel), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que 13,2 % du bassin versant à l'amont de KOL est exposé à l'érosion, dont 8,7 % d'origine

⁴⁵ En effet, plus d'acide sulfurique est nécessaire pour dégrader les saprolites qui sont riches en magnésium.

minière (cf. Figure 156 et Tableau 133). A noter que de 2012 à 2019, qu'aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Les pics de MES et de Turbidité à la station KOL se sont déroulés durant la saison des événements pluviométriques majeurs (cf. 2.1.2). Le 29 février 2020, la région de Yaté était placée en vigilance rouge fortes pluies et orages. La station météorologique « Goro-résidus » a enregistré 385 mm de pluie en 6 heures, soit une intensité observée en moyenne une fois tous les 100 ans à cette station. En revanche, aucun événement particulier (cyclone, dépression ou vigilance fortes pluies et orages) n'a eu lieu lors du pic du 3 mars. En fixant le seuil à 50 NTU, l'eau a coulé rouge sur cette station seulement 2,5 % des jours de l'année.

Station 4-N : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 4-N sont probablement dues à l'**influence de l'UPM-CIM** qui se trouve sur le bassin versant à l'amont de cette station. Pour rappel, une valeur médiane parmi les plus élevées à l'échelle de la région est enregistrée en Sulfates (référence x 31) et en Turbidité (référence x 7,5) sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants : Sulfates (x 2), mais aussi Sodium, Magnésium et Chlorures.

L'UPM est l'installation qui sert à mettre en pulpe le minerai avant de l'envoyer vers l'Usine de transformation du minerai, générant des stériles en quantité importante. Dans un rapport d'étude réalisé par PRNC datant du 31/10/2019, il est mentionné que des eaux de procédés en provenance de l'usine sont recyclées afin de laver des blocs rocheux (qui sont des rejets de l'UPM) et que cette pratique conduit à une contamination des eaux souterraines de l'aquifère latéritique, au niveau du piézomètre 4z5a du réseau de suivi volontaire de PRNC. Une voie rapide de transfert entre l'aquifère latéritique et la Kwé ouest au niveau de la station 4-N, qui serait due à la couche de cuirasse, est suspectée du fait d'un comportement similaire des variations en Sulfates et Magnésium sur le piézomètre 4z5a (piézomètre volontaire de PRNC dont l'OEIL ne dispose pas des données) et la station 4-N. De plus, le bassin de sédimentation BS2, dont l'exutoire se trouve à l'amont de la station 4-N, drainerait également l'aquifère latéritique.

Les surfaces exposées à l'érosion présentes sur le bassin versant à l'amont de la station 4-N peuvent également être à l'origine des perturbations en éléments majeurs (Magnésium) et Turbidité. Il se trouve que 41,4% du bassin versant à l'amont de 4-N est exposé à l'érosion, dont 39,4 % d'origine minière (cf. Figure 156 et Tableau 133). A noter que de 2012 à 2019, qu'aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

PRNC informe que la pratique de lavage des matériaux rocheux a été modifiée en réalisant le dernier lavage avec de l'eau brute, donc propre.

Stations biologiques

La station 3-B sous influence de l'ASR présente un niveau de colmatage qualifié de moyen et obtient des indices biotiques 2020 « modérément perturbés ». Ce constat est confirmé au niveau des diatomées, par l'IDNC de 2019 mesurées à la station 3B, qui était en « non perturbé ».

En revanche, sur le sous bassin versant sous influence de l'UPM alimentant la Kwé ouest (KO5), toutes les stations MIB obtiennent des scores fortement impactés, que ce soit pour l'IBS ou l'IBNC. Le colmatage est qualifié d'important sur la station la plus en amont (KO5-10-I) et de faible sur les deux

autres stations (KO5-20-I et KO5-50-I). La station 4-N la plus à l'aval du bassin versant KO5 n'étaient pas prospectable en 2020. En revanche, elle présentait des scores d'indices biotiques « fortement perturbés » en 2019 (cf. Tableau 127) et un colmatage important.

D'après PRNC, l'activité minière est bien à l'origine des perturbations de l'IBS sur ce secteur. A noter toutefois qu'aucun débordement du bassin de sédimentation BS6 drainant les eaux de ruissellement du stock de minerai SM1 et de la verse SMLT - cf. Figure 128) n'a été constaté lors des épisodes pluvieux intenses de 2019 et 2020. Les perturbations physico-chimiques liées à l'UPM (mesurées sur la station 4N) pourraient expliquer les scores d'IBNC obtenus en 2019 sur la station 4-N. Enfin, l'instabilité du régime hydrologique de ce cours d'eau (qui s'écoule sur cuirasse latéritique), régulièrement en assec, pourrait également être à l'origine d'une déstabilisation des communautés de macro-invertébrés et expliquer que des stations peu colmatées obtiennent des scores « fortement perturbés ».

Afin d'accélérer la vidange des bassins de sédimentation et de leur permettre de retrouver rapidement leur capacité de rétention, les industriels ont proposé aux autorités publiques l'usage de flocculants au fil de l'eau pendant les crues. Cette proposition a été refusée en raison du risque environnemental que peuvent représenter ces molécules. Sur cette même problématique, un programme de recherche CNRT sur des flocculants biosourcés est en cours.

Les peuplements piscicoles n'ont pu être évalués au niveau de la Kwé ouest en 2020 en raison des blocages de l'usine ayant eu lieu en fin d'année 2020. Le rapport 2019 concluait que les peuplements piscicoles sont « modérément perturbés » par la pression sédimentaire qui s'exerce en raison de l'activité minière actuelle et passée sur le bassin versant de la Kwé ouest (cf. Tableau 127).

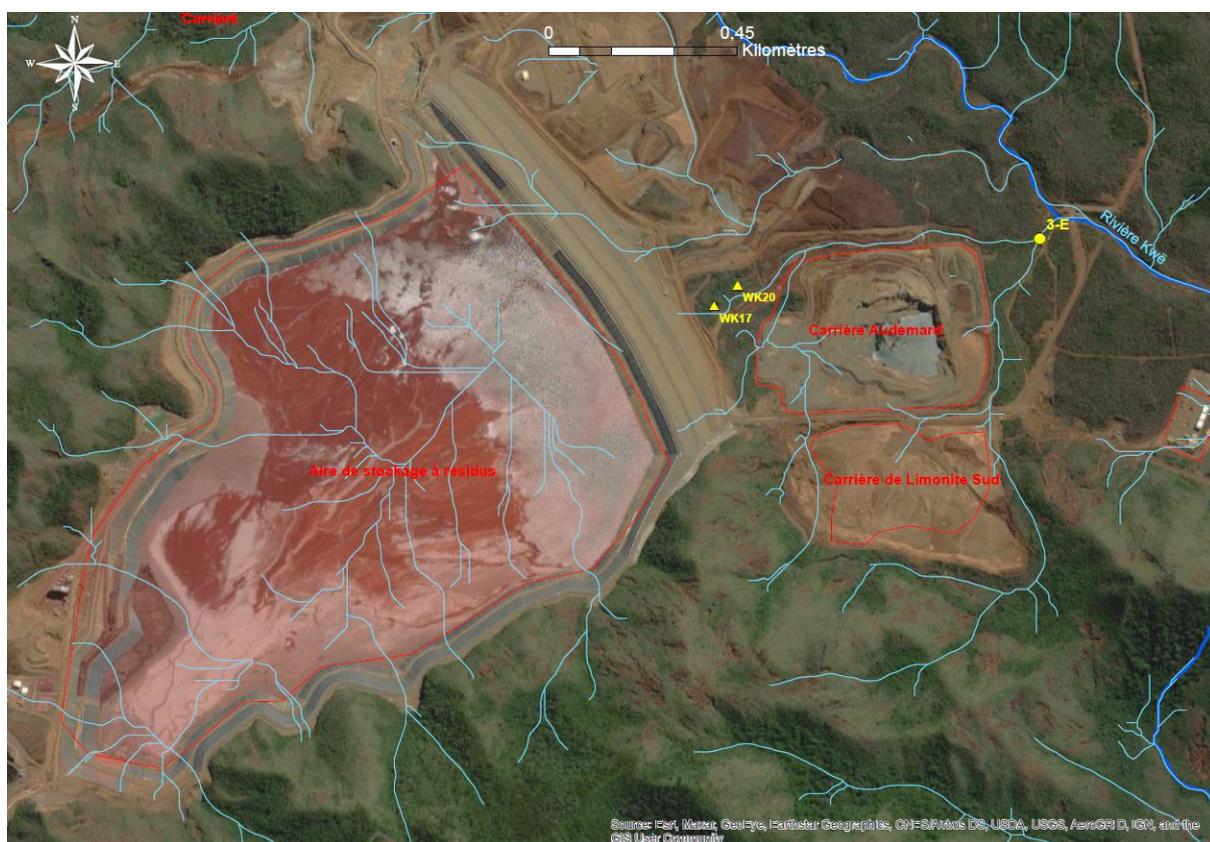


Figure 58 : Localisation des sources WK17 et WK20 alimentant l'affluent situé à l'amont de la station 3-E - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

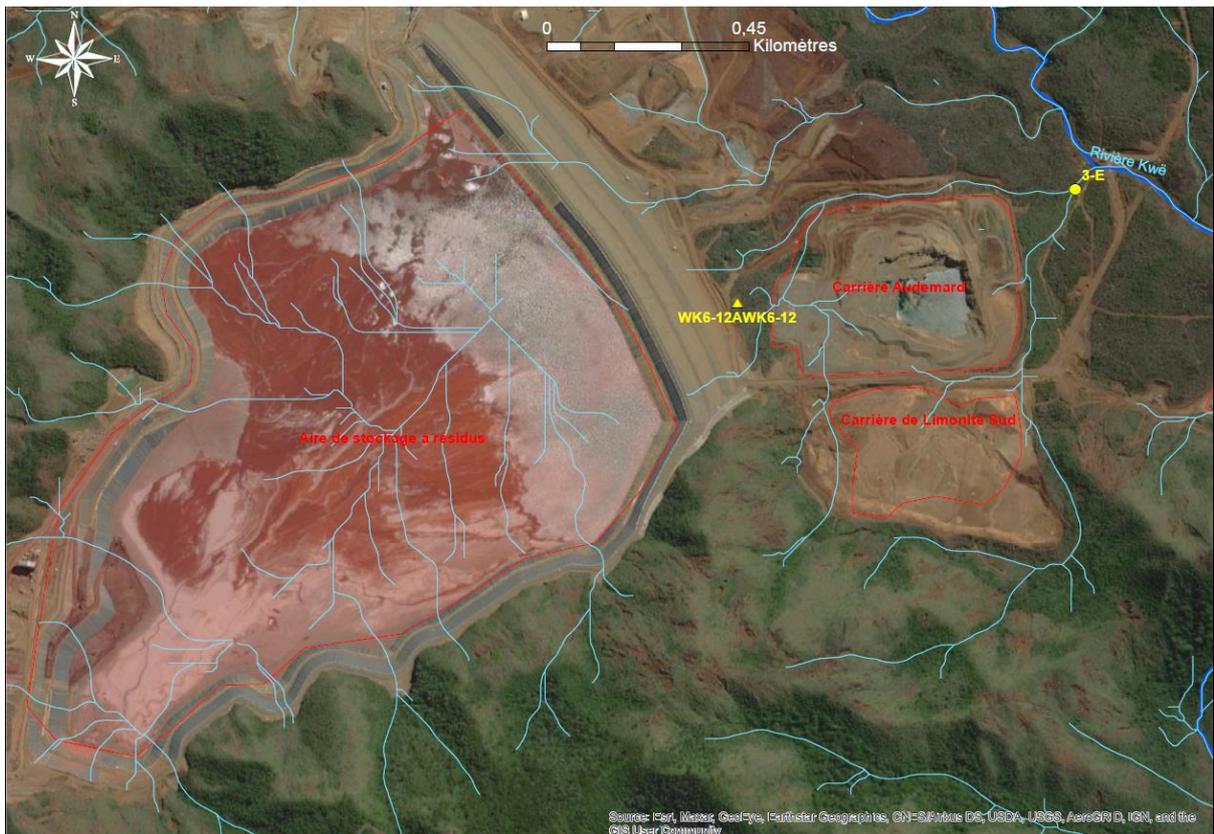


Figure 59 : Localisation des piézomètre WK6-12 et WK6-12A (les plus perturbés en Nitrates) par rapport à la station 3-E - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

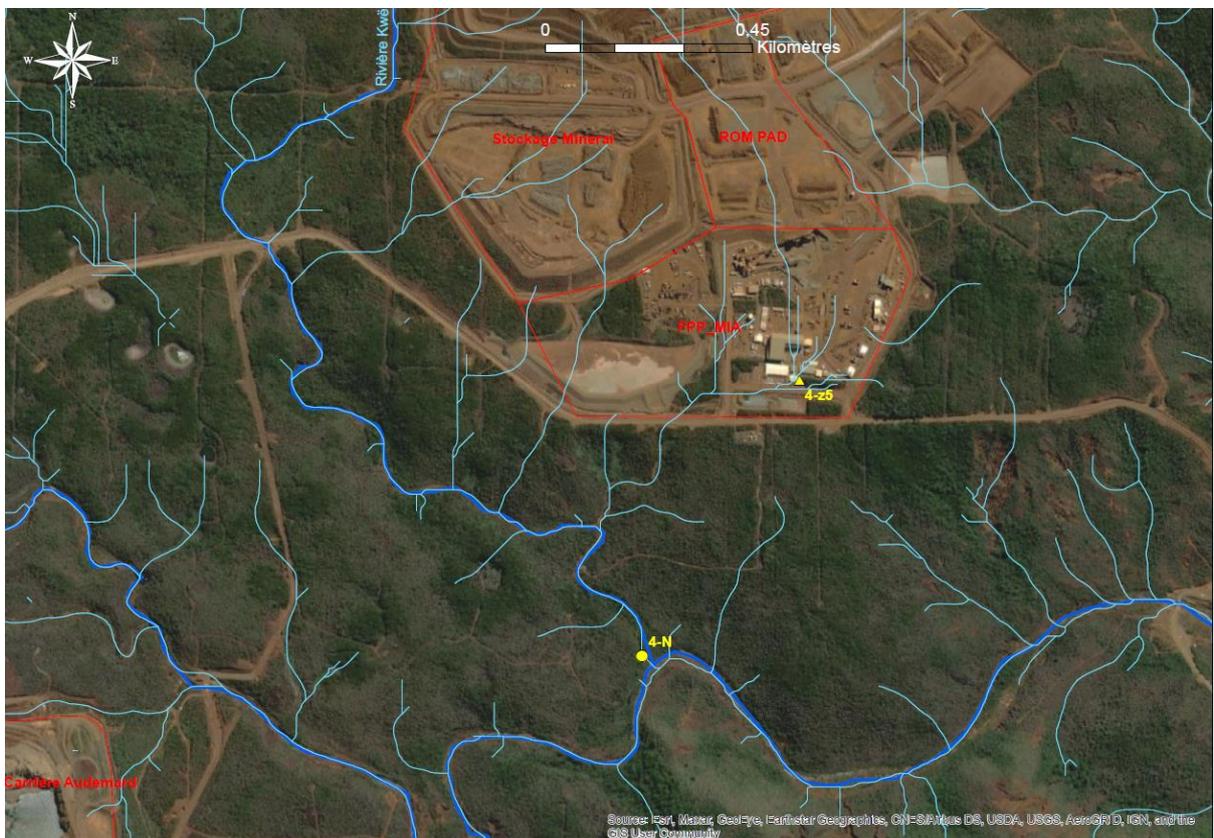


Figure 60 : Localisation du piézomètre 4z5 de l'aquifère principal (le piézomètre 4z5a se trouvant au même endroit mais dans l'aquifère latéritique) par rapport à la station 4-N - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

4.2.2.1.2 Eaux souterraines à l'aval de l'Aire de Stockage des Résidus (ASR)

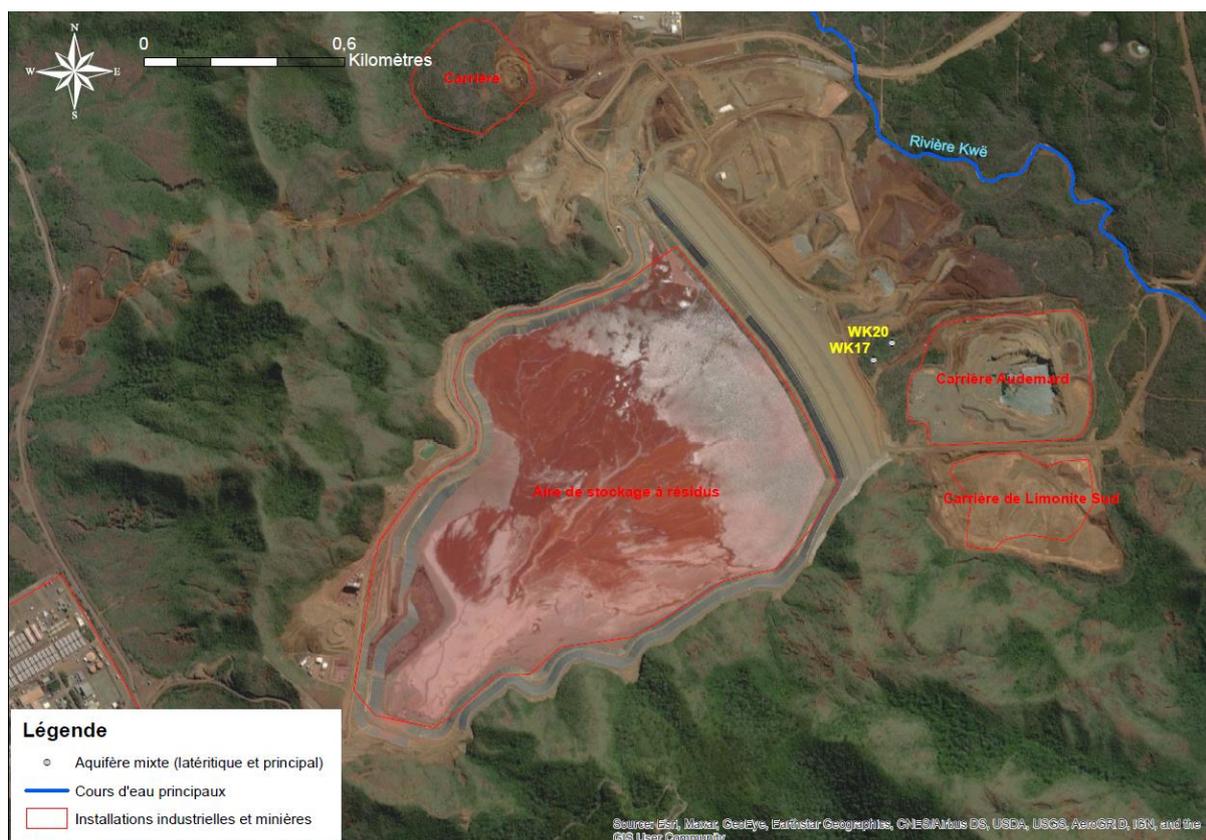


Figure 61 : Localisation des sources situées à l'aval de l'ASR - Source CEIL.

Etat des Sources ⁴⁶ de la zone de l'Aire de Stockage des Résidus

Paramètres physico-chimiques																								
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Métaux et métalloïdes													Br	F	SO4	S	Ht			
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si						SiO2	Sn	
Kwe Ouest	principal latéritique	WK17	ASR (source)	LQ	→	↗	LQ	→	→	→	↗	↗	*	→	→	→	*	→	LQ*	LQ*	↗	↗	→	*
		WK20		LQ	→	↗	LQ	→	→	→	↗	→	*	→	*	→	LQ*	LQ*	↗	↗	→	*		
		WK17-20		LQ	→	↗	LQ	→	→	→	↗	→	*	→	*	→	LQ*	LQ*	↗	↗	→	*		

Paramètres physico-chimiques																	Score 2020 par piézo.								
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Profil aquatique						Éléments majeurs					Sels nutritifs			Mat. org.							
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl-	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	PO ₄ ³⁻	NH3	Cot	Nt	P		
Kwe Ouest	principal latéritique	WK17	ASR (source)	↘*	↗	→*		→*	↗	*	*	*	↗	↗	↗	↗	↗	↗	LQ*	LQ*	→*				→
		WK20		↘*	↗	↗*		→	↗	*	*	*	↗	↗	↗	↗	↗	↗	LQ*	LQ*	→*				
		WK17-20		↘*	↗	↗*		→	↗	*	*	*	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	LQ*	LQ*	→*			

A l'échelle de la zone qui compte 2 sources suivies, les 13 paramètres perturbés par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont : Nickel (100 % des sources), Chrome (100 %), Chrome VI (100 %), Silice (50 %), Sulfates (100 %), Conductivité (100 %), Demande Chimique en Oxygène (50 %), Oxygène dissous (50 %), Chlorures (100 %), Magnésium (100 %), Sodium (100 %), Calcium (100 %) et Nitrates (100 %).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en 2020 pour les paramètres suivants :

- Nickel : 0,18 mg/L à la source WK17 (soit 18 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;

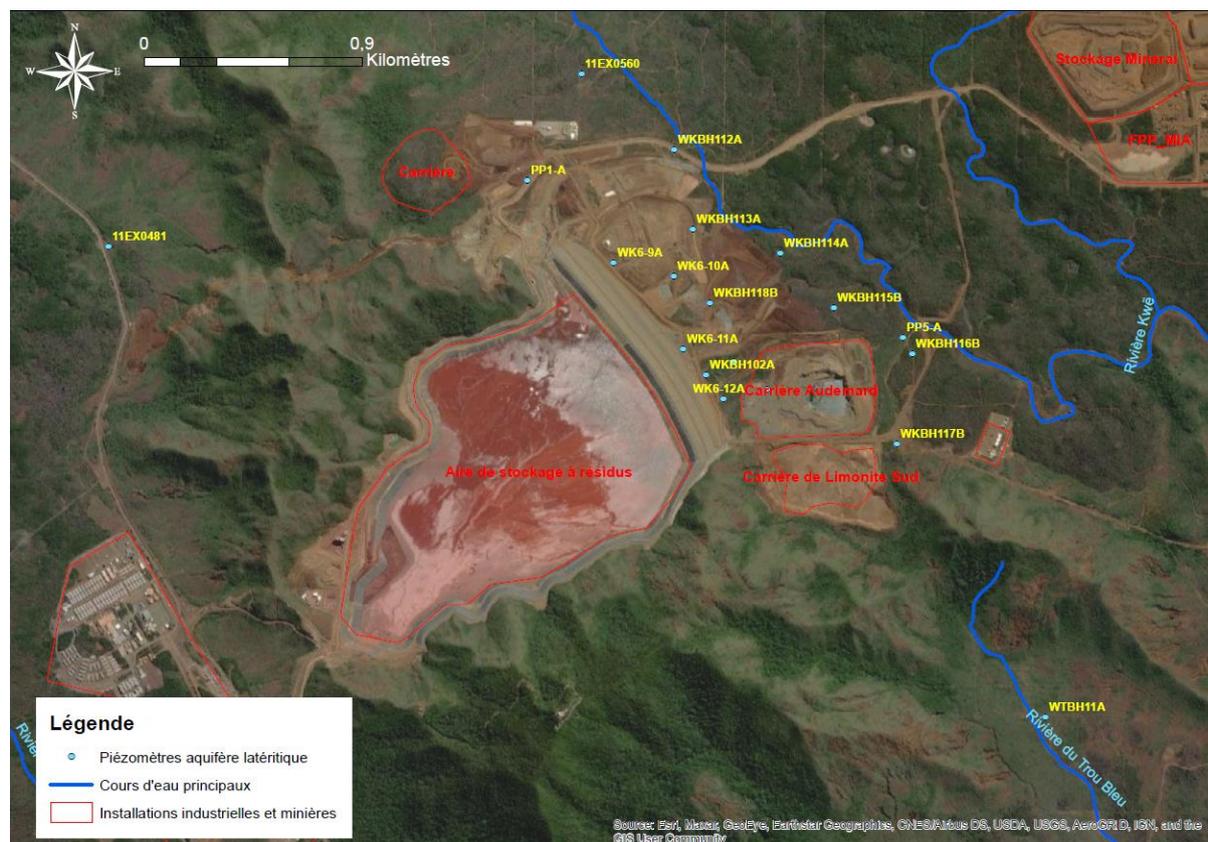
⁴⁶ L'eau prélevée au niveau des sources (WK17 et WK20) serait un mélange d'eaux souterraines en provenance de l'aquifère principal et de l'aquifère profond, d'où le choix de présenter ces résultats à part

- Sulfates : 1230 mg/L à la source WK17 (soit 375 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 309 mg/L à la source WK20 (soit 93 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Conductivité : 2245 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la source WK17 (soit 16 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 748 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la source WK20 (soit 5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Demande Chimique en Oxygène : 19 mg/L à la source WK20 ;
- Chlorures : 52 mg/L à la source WK17 (soit 5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Magnésium : 373 mg/L à la source WK17 (soit 27 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sodium : 19 mg/L à la source WK17 (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Calcium : 26 mg/L à la source WK17 (soit 14 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;

De plus, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est notée sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants sur :

- WK17 et WK20 : Nickel (x 2 pour WK17), Chrome, Sulfates (x 2 pour WK17), Conductivité (x 2 pour WK17 et WK20), Magnésium (x 2,5 pour WK17) et Calcium (x 3 pour WK17) ;
- WK17 : Chrome VI, Chlorures (x 3), Sodium et Potassium ;
- WK20 : Demande Chimique en Oxygène (x 2).

Des dépassements de valeurs limites réglementaires qui étaient autrefois en vigueur au niveau de l'ASR⁴⁷ pour la Conductivité (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et les Sulfates (150 mg/L) sont observés en 2020. Ils représentent 100% des valeurs mesurées sur WK17 et WK20 (sauf pour le paramètre Conductivité sur WK20 qui n'enregistre que 2% de dépassements).



⁴⁷ D'après l'arrêté de l'ASR n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008, abrogé depuis par l'arrêté du 29 novembre 2017 autorisant l'exploitation d'une usine d'assèchement et d'un stockage de déchets (projet Lucy).

Figure 62 : Localisation des piézomètres de l'aquifère latéritique situés à l'aval de l'ASR - Source OEIL.

Etat global des piézomètres de l'Aquifère Latéritique de la zone de l'Aire de Stockage des Résidus

Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Paramètres physico-chimiques																						
				Métaux et métalloïdes												Br	F	SO4	S	Ht						
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn								
Kwe Ouest	latéritique	PP1-A	ASR (proche)	LQ*	*	*	LQ*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
		WKBH112A		LQ*	→*	↘*	LQ*	→*	→*	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		WKBH114A		LQ	→	→	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH115B		LQ	→	→	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		PP5-A		LQ	→	→	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH116B		LQ	→	→	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH117B		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-9A		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-11A		LQ*	↘*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-12A		LQ	→	→	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	LQ*	LQ*	↗	↗	↗
		WKBH102A		LQ*	↗*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-10A		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH109A		LQ	→	↗	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗
		WKBH110B		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH118B		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
WKBH113A	LQ	→	→	LQ	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
11EX0560	LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
Trou Bleu	W7BH11A	LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
Kwe Ouest	11EX0481	LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			

Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Paramètres physico-chimiques															Score 2020 par piézo.								
				Profil aquatique						Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.										
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₃	Cot	Nit	P				
Kwe Ouest	latéritique	PP1-A	ASR (proche)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	LQ*	LQ*	*	*	*	*	*			
		WKBH112A		→*	↘*	*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	P→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	↘*	→*	→*		
		WKBH114A		→	→	→*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	P→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*		
		WKBH115B		↘*	→	→*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*		
		PP5-A		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	LQ*	LQ*	*	*	*	*	*	
		WKBH116B		↘*	→*	→*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→	→	
		WKBH117B		↘*	→*	→*	*	↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*	
		WK6-9A		↘*	→*	→*	*	↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*	
		WK6-11A		→*	→*	*	*	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*	
		WK6-12A		→*	↗*	*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	P→*	→*	→*	→*	→*	→*	↘*	LQ*	LQ*	→*	→*
		WKBH102A		→*	↗*	*	*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*
		WK6-10A		→*	↘*	*	*	↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*	
		WKBH109A		LQ	→	*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	P↗*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	LQ*	→*	→*	→
		WKBH110B		→*	↗*	*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*
		WKBH118B		↘*	↘*	*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*
WKBH113A	LQ	→	*	*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*			
11EX0560	↘*	→*	→*	*	↗*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*			
Trou Bleu	W7BH11A	→*	→*	→*	*	↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*			
Kwe Ouest	11EX0481	↗*	→*	→*	*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	*	→*	→*			

A l'échelle de la zone qui compte 17 piézomètres suivis, les 10 paramètres perturbés par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont : Manganèse (12 % des piézomètres suivis), Nickel (18 %), Chrome (47 %), Chrome VI (30 %), Silice (44 %), Sulfates (47 %), pH (18 %), Conductivité (41 %), Demande Chimique en Oxygène (10 %), Oxygène dissous (63 %), Potentiel d'oxydo-réduction (6 %), Titre alcalimétrique total (18 %), Chlorures (5 3%), Magnésium (71 %), Sodium (29 %), Calcium (41 %), Nitrates (71 %), Carbone organique total (23 %), Azote total (63 %).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en 2020 pour les paramètres suivants :

- Manganèse : 0,05 mg/L au piézomètre PP1-A et 0,05 mg/L au piézomètre WKBH115B ;
- Nickel : 0,26 mg/L au piézomètre WKBH112A (soit 13 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Chrome : 0,13 mg/L au piézomètre WK6-9A - 0,11 mg/L au piézomètre WK6-10A et 0,15 mg/L au piézomètre 11EX0481 (soit de 5 à 7 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Chrome VI : 0,16 mg/L au piézomètre 11EX0481 (soit 6 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sulfates : 228 mg/L au piézomètre WKBH110B (soit 58 fois la valeur du percentile 75 de référence) - 77 mg/L au piézomètre WK6-12A (soit 4 fois la valeur du percentile 75 de référence)

- Conductivité : 598 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH110B (soit 8 fois la valeur du percentile 75 de référence) - 307 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WK6-12A (soit 4 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Calcium : 10 mg/L au piézomètre 11EX0481 (soit 6 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Nitrates : 22,6 mg/L au piézomètre WK6-12A (soit 19 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Azote total : 5,3 mg/L au piézomètre WK6-12A (soit 8 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 4,1 mg/L au piézomètre WKBH116B (soit 6 fois la valeur du percentile 75 de référence).

De plus, des tendances à l'augmentation des valeurs médianes sont notées sur la période 2016-2020 pour certains paramètres particulièrement perturbés cité ci-dessus :

- Chrome au piézomètre WK6-10A (x 2) ;
- Sulfates au piézomètre WKBH110B (x 5) et WK6-12A (x2) ;
- Conductivité au piézomètre WKBH110B (x 3) ;
- Calcium au piézomètre 11EX0481 ;

A l'inverse, des tendances à la diminution sont notées sur la période 2016-2020 pour certains paramètres particulièrement perturbés cité ci-dessus :

- Nickel au piézomètre WKBH112A ;
- Chrome et Chrome VI au piézomètre 11EX0481 ;
- Nitrates et Azote total au piézomètre WK6-12A (diminution d'un facteur 2).

Des dépassements de valeurs limites réglementaires qui étaient autrefois en vigueur au niveau de l'ASR⁴⁸ pour la Conductivité (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et les Sulfates (150 mg/L) sont observés en 2020 pour 100% des valeurs mesurées sur le piézomètre WKBH110B.

A noter que le piézomètre 11EX0481, situé en champ éloigné de l'ASR, présente des perturbations pour de nombreux paramètres en 2020, notamment en :

- Chrome (valeur médiane de 0,15 mg/L, soit 7 fois le percentile 75 de référence) ;
- Chrome VI (valeur médiane de 0,16 mg/L, soit 6 fois le percentile 75 de référence) ;
- Sulfates (valeur médiane de 5,6 mg/L, soit 1,5 fois le percentile 75 de référence) ;
- Conductivité (valeur médiane de 89,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit 1, 2 fois le percentile 75 de référence) ;
- Chlorures (valeur médiane de 20 mg/L, soit 2 fois le percentile 75 de référence) ;
- Sodium (valeur médiane de 9 mg/L, soit 1,3 fois le percentile 75 de référence) ;
- Calcium (valeur médiane de 10 mg/L, soit 6 fois le percentile 75 de référence).

En 2019, une valeur médiane maximale à l'échelle de la région a été mesurée sur le piézomètre WKBH116B en Azote total (valeur médiane de 30 mg/L, soit 46 fois le percentile 75 de référence).

⁴⁸ D'après l'arrêté de l'ASR n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008, abrogé depuis par l'arrêté du 29 novembre 2017 autorisant l'exploitation d'une usine d'assèchement et d'un stockage de déchets (projet Lucy).

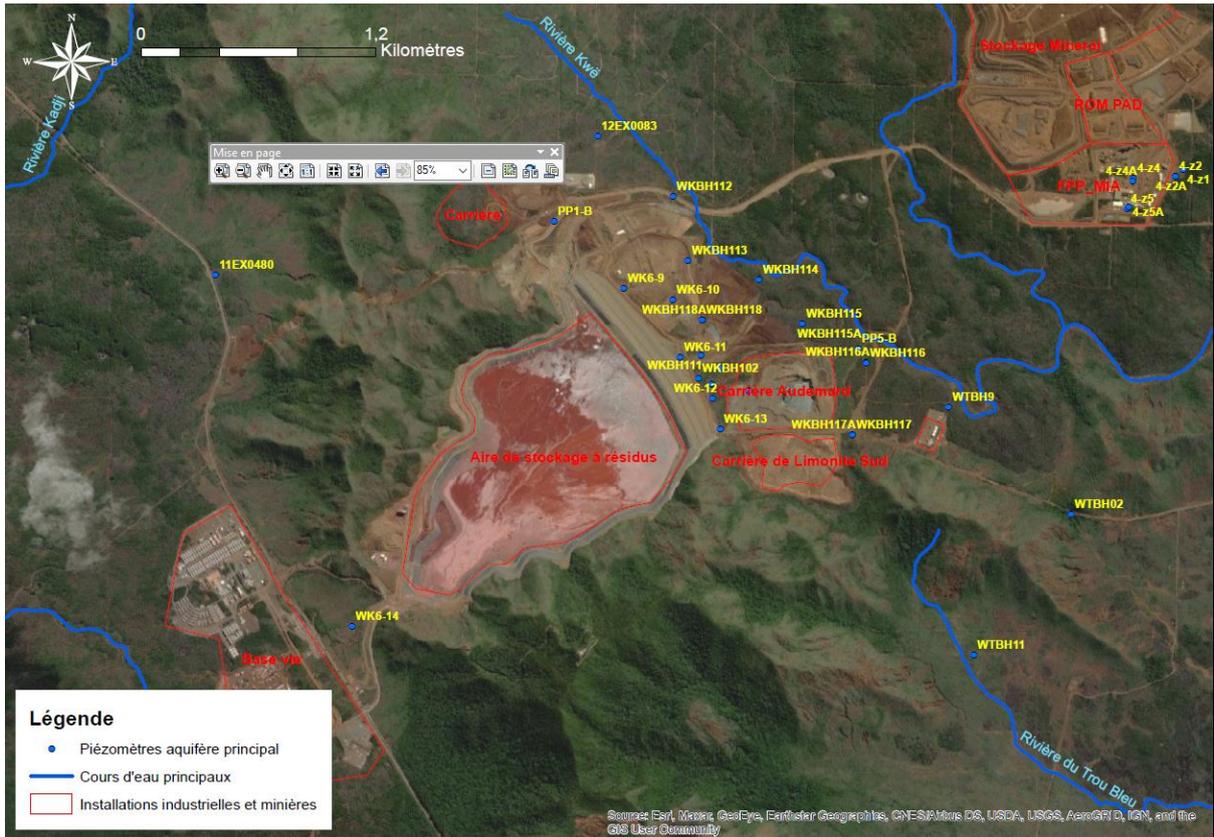


Figure 63 : Localisation des piézomètres de l'aquifère principal situés à l'aval de l'ASR - Source OEIL.

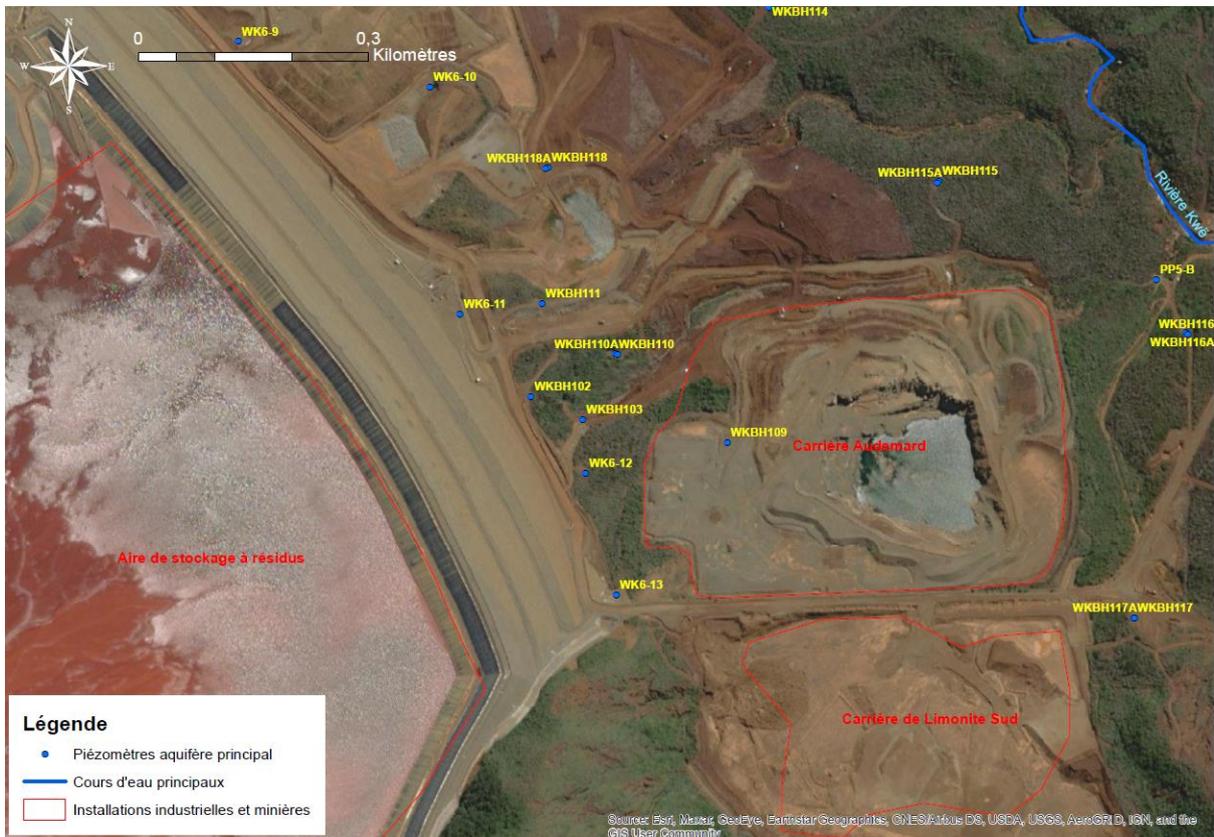


Figure 64 : Agrandissement sur les piézomètres de l'aquifère principal situés à proximité de la carrière Audemard - Source OEIL.

Etat global des piézomètres de l'Aquifère Principal de la zone de l'Aire de Stockage des Résidus

Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Paramètres physico-chimiques																									
				Métaux et métalloïdes															Br	F	SO4	S	Ht						
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn											
Kwe Ouest	principal	PP1B	ASR (proche)	LQ*	*	*	LQ*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
		WKBH112		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH114		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH115		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH115A		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		PP5-B		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH116		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH116A		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH117		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH117A		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WK6-9		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WK6-11		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WK6-12		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WK6-13																											
		WKBH102		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH103		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH13																											
		WK6-10		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH109																											
		WKBH110		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH110A		LQ	→	*	LQ	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH111		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH118																											
		WKBH118A		LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	
		WKBH113																											
		WTBH9																											
WKBH32	LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→				
12EX0083	LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→				
Kadji	WK6-14	LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*				
Trou Bleu	11EX0480	LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*				
	WTBH11	LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*				
WTBH02	LQ*	→	*	LQ*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→	*	→				

Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Paramètres physico-chimiques																		Score 2020 par piézo.						
				Profil aquatique						Eléments majeurs				Sels nutritifs				Mat. org.										
				pH	Cond.	DCO	DBOS	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH3	Cot		Nt	P				
Kwe Ouest	principal	PP1B	ASR (proche)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
		WKBH112		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		WKBH114		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH115		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		WKBH115A		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		PP5-B		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH116		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH116A		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH117		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH117A		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-9		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-11		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WK6-12		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WK6-13																										
		WKBH102		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH103		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH13																										
		WK6-10		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH109																										
		WKBH110		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH110A		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
		WKBH111		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH118																										
		WKBH118A		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		WKBH113																										
		WTBH9																										
WKBH32	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
12EX0083	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
Kadji	WK6-14	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
Trou Bleu	11EX0480	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
	WTBH11	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
WTBH02	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			

A l'échelle de la zone qui compte 26 piézomètres suivis, les 19 paramètres perturbés par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont : Nickel (73 % des piézomètres suivis), Chrome (23 %), Chrome VI (13 %), Silice (73 %), Sulfates (54 %), pH (65 %), Conductivité (23 %), Demande Chimique en Oxygène (7 %), Oxygène dissous (50 %), Potentiel d'oxydo-réduction (8 %), Titre alcalimétrique (4 %), Chlorures (38 %), Magnésium (42 %), Sodium (19 %), Calcium (35 %), Nitrates (88 %), Phosphates (12 %), Carbone organique total (5 %) et Azote total (48 %). Le paramètre Demande Biologique en Oxygène pour 5 jours est également perturbé pour sur le piézomètre W6-14, le seul où il soit mesuré.

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en 2020 pour les paramètres suivants :

- Nickel : 0,13 mg/L au piézomètre PP1B - 0,15 mg/L au piézomètre WKBH112 – 0,09 mg/L au piézomètre WKBH114 - 0,2 mg/L au piézomètre WKBH115A – 0,13 mg/L au piézomètre WK6-12 -, 0,17 mg/L au piézomètre WKBH102 et 0,2 mg/L au piézomètre WKBH103 (soit de 9 à 20 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Chrome : 0,11 mg/L au piézomètre WK6-11 - 0,23 mg/L au piézomètre WK6-10 - 0,06 mg/L au piézomètre WK6-14 et 0,18 mg/L au piézomètre 11EX0480 (soit de 2 à 7 fois la valeur du percentile 75 de référence);
- Chrome VI : 0,07 mg/L au piézomètre WK6-14 (soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 0,19 mg/L au piézomètre 11EX0480 (soit 5,5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sulfates : 1160 mg/L au piézomètre WKBH103 - 767 mg/L au piézomètre WKBH102 - 217 mg/L au piézomètre WKBH110 - 213 mg/L au piézomètre WKBH110A - 82 mg/L au piézomètre WK6-12 (soit de 26 à 366 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Conductivité : 2095 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH103 - 1550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH102 - 578 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH110 - 571 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH110A - 345 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WK6-12 (soit de 2 à 13 fois la valeur du percentile 75 de référence);
- Chlorures : 50 mg/L au piézomètre WKBH103 (soit 5 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 35 mg/L au piézomètre WKBH102 (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Magnésium : 346 mg/L au piézomètre WKBH103 (soit 21 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 219 mg/L au piézomètre WKBH102 (soit 13 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sodium : 19 mg/L au piézomètre WKBH103 (soit 2,5 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 15 mg/L au piézomètre WKBH102 (soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Calcium : 23 mg/L au piézomètre WKBH103 (soit 12 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 14 mg/L au piézomètre WKBH102 (soit 7 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Nitrates : 16,6 mg/L au piézomètre WK6-12 (soit 32 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 6,4 mg/L au piézomètre WKBH103 (soit 12 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Carbone organique total : 8,5 mg/L au piézomètre WKBH111 (soit 5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Azote total : 6,6 mg/L au piézomètre WK6-12 (soit 9 fois la valeur du percentile 75 de référence).

De plus, des tendances à l'augmentation des valeurs médianes sont notées sur la période 2016-2020 pour certains paramètres particulièrement perturbés cité ci-dessus :

- Nickel aux piézomètres WKBH115A, WK6-12, WKBH102 (x 4) et WKBH103 (x 2) ;
- Chrome au piézomètre WK6-10 ;
- Sulfates aux piézomètres WKBH103 (x 3), WKBH102 (x 5), WKBH110 (x 4) et WKBH110A (x 5);
- Conductivité aux piézomètres WKBH103 (x 2), WKBH102 (x 3), WK6-12, WKBH110 (x 2,5) et WKBH110A (x 3) ;
- Chlorures aux piézomètres WKBH103 (x 2) et WKBH102 (x 2) ;
- Magnésium aux piézomètres WKBH103 (x 3) et WKBH102 (x 4,5) ;

- Sodium : aux piézomètres WKBH103 et WKBH102 ;
- Calcium aux piézomètres WKBH103 (x 4) et WKBH102 (x 5,5) ;
- Carbone organique total au piézomètre WKBH111 (x 17) ;

A l'inverse, des tendances à la diminution sont notées sur la période 2016-2020 pour certains paramètres particulièrement perturbés cité ci-dessus :

- Chrome VI au piézomètre 11EX0480 ;
- Nitrates (diminution d'un facteur 2) et Azote total au piézomètre WK6-12.

Des dépassements de valeurs limites réglementaires⁴⁹ qui étaient jusqu'à présent en vigueur au niveau de l'ASR pour la Conductivité (1000 µS/cm) et les Sulfates (150 mg/L) sont observés en 2020. Ils concernent 2 piézomètres pour la Conductivité : WKBH102 et WKBH103 et 4 piézomètres pour les Sulfates : WKBH102, WKBH103, WKBH110, WKBH110A. Ces dépassements concernent 100% des valeurs mesurées, à l'exception du piézomètre WKBH102 qui enregistre 62% de dépassements pour la Conductivité.

A noter que le piézomètre WK6-14, situé en champ éloigné de l'ASR, présente des perturbations en 2020 pour de nombreux paramètres, notamment en :

- Nickel (valeur médiane de 0,04 mg/L, soit 4 fois le percentile 75 de référence) ;
- Chrome (valeur médiane de 0,06 mg/L, soit 2 fois le percentile 75 de référence) ;
- Chrome VI (valeur médiane de 0,07 mg/L, soit 2 fois le percentile 75 de référence) ;
- Sulfates (valeur médiane de 6 mg/L, soit 2 fois le percentile 75 de référence) ;
- Conductivité (valeur médiane de 254 µS/cm, soit 1,5 fois le percentile 75 de référence) ;
- Chlorures (valeur médiane de 11 mg/L, soit 1,1 fois le percentile 75 de référence) ;
- Sodium (valeur médiane de 22 mg/L, soit 1,4 fois le percentile 75 de référence) ;
- Nitrates (valeur médiane de 2,2 mg/L, soit 4 fois le percentile 75 de référence).

En 2019, le piézomètre WKBH109A (qui n'est plus suivi en 2020), présentait des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région pour les paramètres suivants :

- Sulfates (valeur médiane de 224 mg/L, soit 57 fois le percentile 75 de référence) ;
- Conductivité (valeur médiane de 616 µS/cm, soit 8,5 fois le percentile 75 de référence) ;
- Chlorures (valeur médiane de 24,5 mg/L, soit 2 fois le percentile 75 de référence) ;
- Magnésium (valeur médiane de 71,6 mg/L, soit 19 fois le percentile 75 de référence) ;
- Nitrates (valeur médiane de 4,3 mg/L, soit 3,5 fois le percentile 75 de référence) ;

De plus, des tendances à l'augmentation des valeurs médianes sont notées sur le piézomètre WKBH190A sur la période 2015-2019 pour certains paramètres particulièrement perturbés cité ci-dessus : Sulfates (x 5), Conductivité (x 2), Magnésium (x 2,5).

⁴⁹ A priori, ces valeurs réglementaires issues de l'arrêté provincial du 09 octobre 2008 autorisant l'exploitation de l'ASR ne seraient plus applicables (à confirmer par la DIMENC).

Interprétations des résultats - eaux souterraines au droit de l'ASR

A l'exception des Nitrates, les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau des sources et des piézomètres de l'aquifère latéritique et de l'aquifère principal situés dans le champ proche de l'ASR, sont dues à l'**influence de l'ASR** qui se trouve juste à l'amont du réseau de suivi des eaux souterraines. En champ éloigné de l'ASR, l'influence de l'ASR reste probable et donc à surveiller de près.

L'ASR est l'installation dans laquelle sont stockés les résidus solides issus du traitement des effluents de l'Usine de transformation du minerai (traitement assuré par l'unité 285). Une géomembrane assure en théorie la protection des eaux souterraines du risque d'infiltration d'eaux contaminées par les résidus de l'ASR. Le percement de cette géomembrane en plusieurs endroits, depuis de nombreuses années, serait à l'origine de la perturbation des eaux souterraines au droit de l'ASR.

En champ proche de l'ASR, la source **WK17** et les piézomètres **WKBH103** et **WKBH102** de l'aquifère principal sont les plus impactés du réseau de suivi puisqu'ils présentent le plus grand nombre de paramètres perturbés, les concentrations les plus élevées et des tendances à l'augmentation des concentrations de ces paramètres sur la période 2016-2020. Sur ces trois points de mesures, les paramètres les plus perturbés en 2020 par rapport à leurs valeurs de référence sont les Sulfates (jusqu'à 375 fois la valeur de référence), le Magnésium (jusqu'à 27 fois la valeur de référence), le Calcium (jusqu'à 14 fois la valeur de référence) et le Nickel (jusqu'à 18 fois la valeur de référence). Les facteurs d'augmentation des valeurs médiane sur la période 2016-2020 vont de 2 à 5 selon les points de mesure et les paramètres considérés.

Toujours dans le champ proche mais dans une moindre mesure que les piézomètres précédemment cités, la source WK20, les piézomètres de l'aquifère principal WKBH110 et WKBH110A et le piézomètre de l'aquifère latéritique WKBH110B sont également fortement perturbés. Sur ces quatre points de mesures, le paramètre le plus perturbé en 2020 par rapport à leur valeur de référence sont les Sulfates (jusqu'à 93 fois la valeur de référence). Les facteurs d'augmentation des valeurs médiane des Sulfates sur la période 2016-2020 vont de 2 à 5 selon les points de mesure considérés.

En champ éloigné de l'ASR, des perturbations plus ou moins fortes sont observées en 2020 pour certains paramètres et piézomètres. Les piézomètres 11EX0481 (aquifère latéritique) et WK6-14 (aquifère principal), situés sur le bassin versant de Kadji, sont ceux qui présentent le plus grand nombre de paramètres perturbés.

Si les piézomètres les plus perturbés au niveau de la Conductivité, des Sulfates et des éléments majeurs (Chlorures, Magnésium, Sodium, Calcium) sont regroupés à peu près au même endroit juste à l'aval de l'ASR au pied du barrage (cf. Figure 65 et Figure 66), ce n'est pas le cas des piézomètres les plus perturbés en métaux (Nickel, Chrome et Chrome VI) - cf. Figure 67 et Figure 68. Ainsi, certains piézomètres fortement perturbés en Nickel se trouvent toujours dans le champ proche de l'ASR mais relativement éloignés du pied de berme et proche de la Kwé Ouest (piézomètres WKBH112, WKBH 114, WKBH 115), mais également en champ éloigné de l'ASR (PP1-A). Certains piézomètres fortement perturbés en Chrome (WK6-9, W6-10) se trouvent en pied de berme mais à l'opposé de ceux fortement perturbés en éléments majeurs, d'autres piézomètres se trouvent en champ éloigné sur le bassin versant de Kadji (piézomètres WK6-14 et 11EX0480).

L'aquifère latéritique étant peu épais au droit de l'ASR, il est rapidement traversé par les eaux d'infiltration qui rejoignent alors l'aquifère principal. Les circulations préférentielles de l'eau dans les aquifères latéritique et principal pourraient expliquer que certains piézomètres soient plus perturbés que d'autres. Sans qu'il n'y ait de lien direct entre ces points de mesure, des piézomètres fortement perturbés (notamment WKBH103 et WKBH110) alimentent les sources WK17 et WK20, expliquant que ces dernières soient également très perturbées.

Initié en 2010, l'adaptation des modalités de production de l'Usine à une évolution du type de minerai traité (enrichis en saprolites) a conduit à l'enrichissement progressif des résidus en éléments Sulfates et Magnésium et par conséquent à un enrichissement des infiltrations contaminées vers les eaux souterraines. Bien qu'anticipées par les modèles de PRNC, l'augmentation des teneurs initiée en 2012 (toujours constatée en 2022) met un peu plus de temps que ce que prévoyait la modélisation à se stabiliser. Le plateau devrait en théorie être atteint en premier au niveau du piézomètre le plus perturbé (WKBH103), ce qui ne pourra être observé en raison du recouvrement de la plateforme où se trouve le piézomètre WKBH103 par les résidus du projet Lucy.

En ce qui concerne les perturbations en Nitrates, elles sont probablement à rapprocher de l'usage d'explosifs (contenant du nitrate d'ammonium) utilisés dans le cadre des activités d'extraction de matériaux. Les deux piézomètres les plus perturbés WK6-12a (référence x 19) et WK6-12 (référence x 32) se trouvent justement à proximité de la carrière de péridotites Audemard (Figure 69).

Au niveau du piézomètre WK6-14 (localisé sur le bassin versant de Kadji), une perturbation en sulfates est constatée (6 mg/L, réf x 2). Elle pourrait être due à des fuites ponctuelles du tuyau d'acheminement des résidus de l'usine vers l'ASR (hypothèse à confirmer), bien que PRNC précise que des rondes d'inspection journalières sont organisées et qu'il en va de la sécurité des installations si ces petites fuites ne sont pas rapidement réparées. La problématique d'assèchement du piézomètre WK6-14 a été résolue en 2020 en le creusant plus profondément (de 50 m), mais cela ne sera pas sans conséquence sur la comparabilité des données nouvellement acquises avec les valeurs historiques. Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, il est rappelé l'importance de suivre les perturbations qui pourraient se produire au-delà du bassin versant de la Kwé Ouest, à savoir dans les vallées adjacentes de la Trou bleu et de la Kadji. PRNC explique que les piézomètre WK6-14 (vallée de Kadji) et du piézomètre WTBH02 (vallée de Trou Bleu) sont prévus à cet effet, et installés au niveau de failles qui pourraient court circuiter les panaches d'eau souterraines contaminée qui se dirigent vers la Kwé Ouest. PRNC précise que selon lui le signal d'alerte serait une tendance d'évolution à la hausse du paramètre Sulfates, ce qui n'est pas observé sur le piézomètre WK6-14, ni sur WTBH02, ni au niveau des rivières Trou Bleu et Kadji sur la période 2016-2020 (à noter que l'OEIL n'a pas accès aux données de qualité physico-chimique de la Kadji puisqu'il s'agit d'un suivi volontaire de PRNC).

Des études sont menées par PRNC afin de déterminer l'impact des différents projets de stockage des résidus (ASR, Lucy 1, Lucy 2, etc) sur la qualité de eaux du milieu naturel. Une étude en interne est également en cours afin de déterminer l'impact du nouveau procédé de fabrication du NHC sur la composition des résidus, mais les résultats ne sont pas encore disponibles.



Figure 65 : Localisation des sources et piézomètres les plus fortement perturbés (Conductivité, Sulfates et éléments majeurs) situés à l'aval de l'ASR - Source OEIL.



Figure 66 : Agrandissement sur les sources et piézomètres les plus fortement perturbés (Conductivité, Sulfates et éléments majeurs) situés à l'aval de l'ASR - Source OEIL.



Figure 67 : Localisation des sources et piézomètres situés à l’aval de l’ASR qui sont les plus fortement perturbés en Nickel - Source OEIL.



Figure 68 : Localisation des sources et piézomètres situés à l’aval de l’ASR qui sont les plus fortement perturbés en Chrome et Chrome VI - Source OEIL.

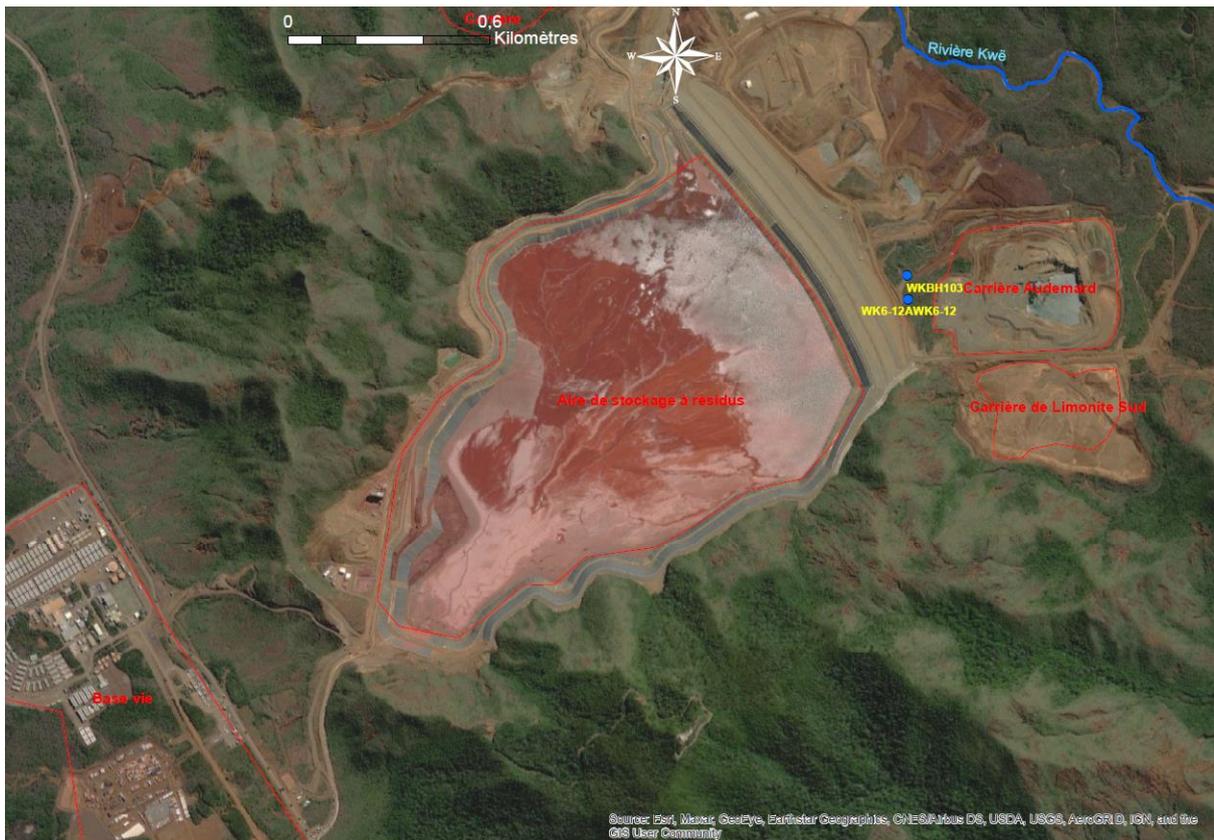


Figure 69 : Localisation des piézomètres situés à l'aval de l'ASR qui sont les plus fortement perturbés en Nitrates - Source OEIL.



Figure 70 : Localisation des piézomètres WKBH103 et WKBH110 alimentant respectivement les sources WK17 et WK20 - Source OEIL.

4.2.2.1.3 Eaux souterraines au droit de l'Unité de Préparation de Minerai (UPM) et Centre Industriel de la Mine (CIM)



Figure 71 : Localisation des piézomètres de l'aquifère principal situés au droit de l'UMP-CIM - Source OEIL.

Etat global des piézomètres de l'Aquifère Principal de la zone de l'Unité de Préparation de Minerai et du Centre Industriel de la Mine

Paramètres physico-chimiques																							
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Métaux et métalloïdes															Br	F	SO4	S	Ht
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn					
Kwe Nord	principal	4-z1	UPM-CIM																				
		4-z2																					
Kwe Ouest		4-z4		LQ*	↘*	→*	LQ*	→*	→*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		4-z5		LQ*	↗*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*

Paramètres physico-chimiques																	Score 2020 par piézo.						
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Profil aquatique					Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.							
				pH	Cond.	DCO	DBOS	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH3	Cot	Nt	P
Kwe Nord	principal	4-z1	UPM-CIM																				
		4-z2																					
Kwe Ouest		4-z4		↘*	↘*	→*		↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	↘*	LQ*	→*					→*
	4-z5	↘*	→*	→*		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*						→*	

A l'échelle de la zone qui compte 2 piézomètres suivis, les 9 paramètres perturbés par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont : Manganèse (100%), Nickel (100%), Cobalt (50%), Sulfates (50%), pH (100%), Oxygène dissous (100%), Chlorures (50%), Sodium (50%) et Potassium (50%).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en 2020 pour les paramètres suivants :

- Manganèse : 0,81 mg/L au piézomètre 4-z5 (soit 30 fois la valeur du percentile 75 de référence) - 0,08 mg/L au piézomètre 4-z4 (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence);
- Nickel : 0,09 mg/L au piézomètre 4-z5 (soit 9 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Cobalt : 0,06 mg/L au piézomètre 4-z5 (soit 6 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;

De plus, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est notée sur la période 2016-2020 pour le Manganèse (piézomètre 4-z5). A l'inverse, une tendance à la diminution de la valeur médiane (d'un facteur 2) est notée sur la même période pour le Manganèse (piézomètre 4-z4).

Interprétations des résultats – eaux souterraines au droit de l'UPM

Piézomètre 4z5 : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées sur le piézomètre 4z5 de l'aquifère principal situé au droit de l'UPM sont probablement dues à l'**influence de l'UPM-CIM**. Pour rappel, des valeurs médianes parmi les plus importantes en Manganèse (référence x 30), Nickel (référence x 9) et Cobalt (référence x 6) sont enregistrées sur le piézomètre 4z5 en 2020.

L'UPM est l'installation qui sert à mettre en pulpe le minerai avant de l'envoyer vers l'Usine de transformation du minerai, générant des stériles en quantité importante. Dans un rapport d'étude réalisé par PRNC datant du 31/10/2019, il est mentionné que des eaux de procédés en provenance de l'Usine sont recyclées au niveau de l'UPM afin de laver des blocs rocheux (qui sont des rejets de l'UPM) et que cette pratique conduit à une contamination des eaux souterraines de l'aquifère latéritique, au niveau du piézomètre 4z5a du réseau de suivi volontaire de PRNC. Il est donc très probable que les perturbations observées au niveau du piézomètre 4z5 de l'aquifère principal soit elles-mêmes dues à une contamination par les eaux de l'aquifère latéritique de surface (piézomètre 4z5a).

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, PRNC répond que comme pour les autres métaux (Nickel, Chrome, Chrome VI) observés sur d'autres zones (ASR, Usine), la présence de Manganèse au niveau de l'UPM reste difficile à interpréter.

Piézomètre 4z4 : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées sur le piézomètre 4z4 de l'aquifère principal situé au droit de l'UPM-CIM ne sont pas exactement de même nature que celles observées au niveau du piézomètre 4z5. Dans un rapport d'étude réalisé par PRNC datant du 31/11/2019, il est dit que la dégradation du scellement de l'ouvrage d'observation favorise la contamination du piézomètre par les eaux infiltrées depuis la surface ou l'aquifère latéritique sus-jacent.

4.2.2.2 Rivière Kwé Nord

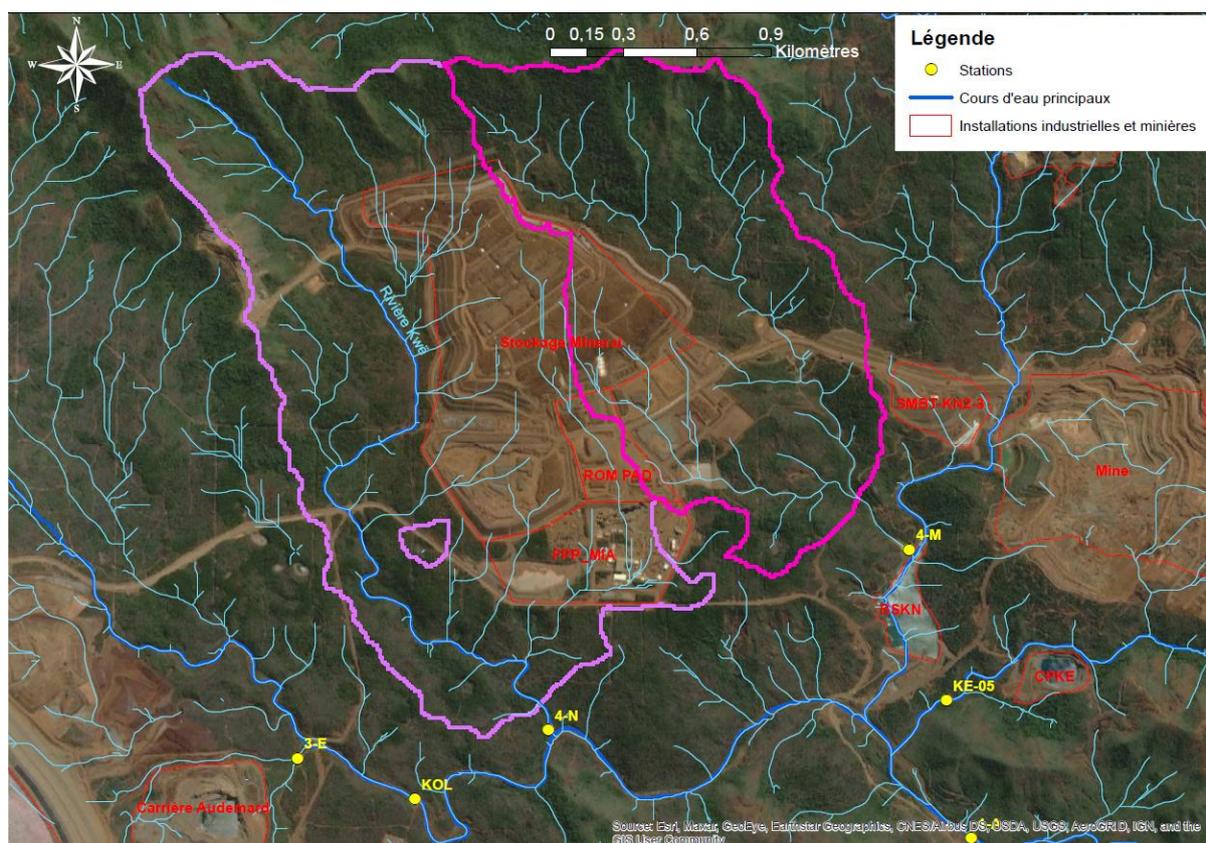


Figure 72 : Localisation de la station physico-chimique du bassin versant de la Kwé Nord- Source OEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique de la station de la Kwé nord

Etat chimique																							
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques													Score 2020 par station						
				Métaux et métalloïdes																			
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn		Sn	Br	F	Si	SiO ₂	SO ₄ ²⁻
Kwé Nord	Amont	4-M	UPM-CIM	↗	↗	→	→	→	→	→	↗	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (4-M) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Fer, Manganèse, Chrome VI, Silicium et Sulfates. La station 4-M enregistre les valeurs médianes les plus élevées à l'échelle de la région pour le Fer (0,02 mg/L, soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) et le Manganèse (0,03 mg/L, soit 4 fois la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour le Fer (x 4), le Manganèse (x 6), le Chrome et le Chrome VI. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

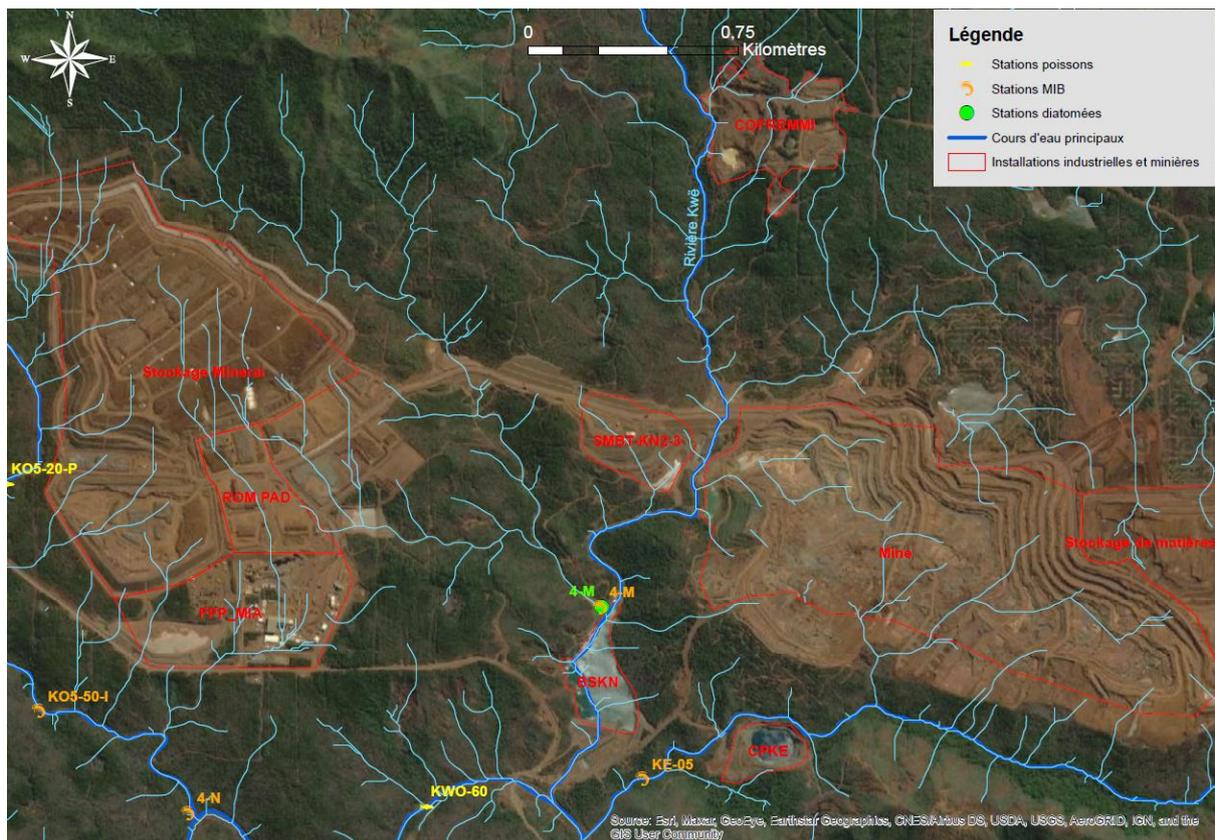


Figure 73 : Localisation de la station biologique du bassin versant de la Kwé Nord- Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique de la station de la Kwé nord

Etat écologique																								
Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques															Paramètres bio.			Score 2020 par station				
		Profil aquatique							Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.			MIB		Diat.	Poissons		
		pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH3	PO ₄ ³⁻					Cot	Nt	P
4-M	UPM-CIM	→	↘	→			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↘	→			

Ce score est associé aux résultats obtenus sur les Macro-invertébrés et les paramètres physicochimiques clés de la station 4-M en 2020.

La station obtient des scores biotiques IBS et IBNC « Fortement perturbés » en 2020. De plus, une tendance à la diminution est constatée pour l'IBNC sur la période 2016-2020. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. Sur la période 2016-2020, une tendance à la diminution de la valeur médiane est observée pour la Conductivité.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Magnésium et Titre alcalimétrique complet.

Bien que l'absence d'un référentiel pertinent ne permette pas de qualifier le paramètre Turbidité (car très dépendant des conditions pluviométriques), la station 4-M enregistre en 2020 la deuxième valeur

médiane la plus importante à l'échelle de la région (10,75 NTU, soit 6 fois la valeur du percentile 75 de référence).

Interprétations des résultats - Kwé Nord

Station physico-chimique

Station 4-M : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 4-M sont probablement dues à l'**influence de l'UPM** qui se trouve sur le bassin versant à l'amont de cette station. Pour rappel, les plus fortes valeurs médianes à l'échelle de la région en Fer (référence x 3), Manganèse (référence x 4) et Turbidité (référence x 6) sont enregistrées sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants : Fer (x 4), Manganèse (x 6), mais aussi le Chrome et le Chrome VI.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station 4-M représentent 30,4 % du bassin versant, dont 28,5 % d'origine minière (cf. Figure 156 et Tableau 133). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Station biologique

Sur le sous bassin versant sous influence de l'UPM alimentant la Kwé Nord (station 4M), les indices biotiques (IBS et IBNC) sont « fortement perturbés » et associés à un niveau de colmatage qualifié de très important sur cette station. Ce constat est confirmé au niveau des diatomées, par l'IDNC mesurée en 2019 sur la station 4M, qui était « fortement perturbé » en raison d'une altération d'origine minière (cf. Tableau 127). D'après PRNC, le bassin de sédimentation BS3 (conçu pour retenir les particules fines issues de l'aire de stockage de minerais long terme, du Rom-Pad et du début de la voie de roulage – cf. Figure 128) ne serait pas en la cause. L'explication viendrait plutôt du fait que la vallée est creusée très profondément même en tête de bassin versant et qu'un bassin endoréique induit des connexions avec la plaine des lacs, ce qui génère naturellement beaucoup d'érosion.

4.2.2.3 Rivière Kwé Est

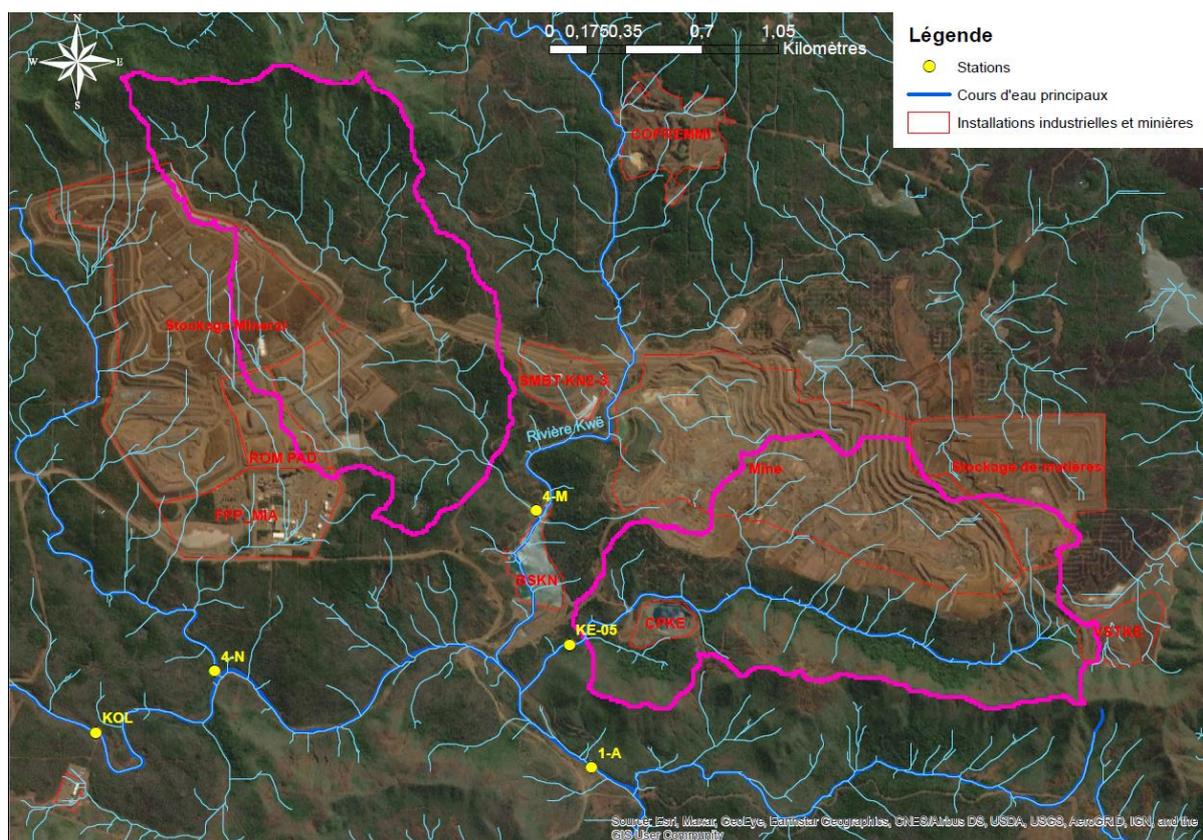


Figure 74 : Localisation de la station physico-chimique du bassin versant de la Kwé Est - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique de la station de la Kwé Est

Etat chimique				Paramètres chimiques																Score 2020 par station			
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Métaux et métalloïdes												Br	F	Si	SiO ₂		SO ₄ ²⁻	S	Ht.
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb									Zn	Sn
Kwé Est	Amont	KE-05	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (KE-05) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Chrome, Chrome VI, Silicium et Sulfates. La station KE-05 enregistre les valeurs médianes les plus élevées à l'échelle de la région pour le Chrome (0,02 mg/L, soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence) et le Chrome VI (0,02 mg/L, soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour le Chrome (x 2) et le Chrome VI (x 2). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

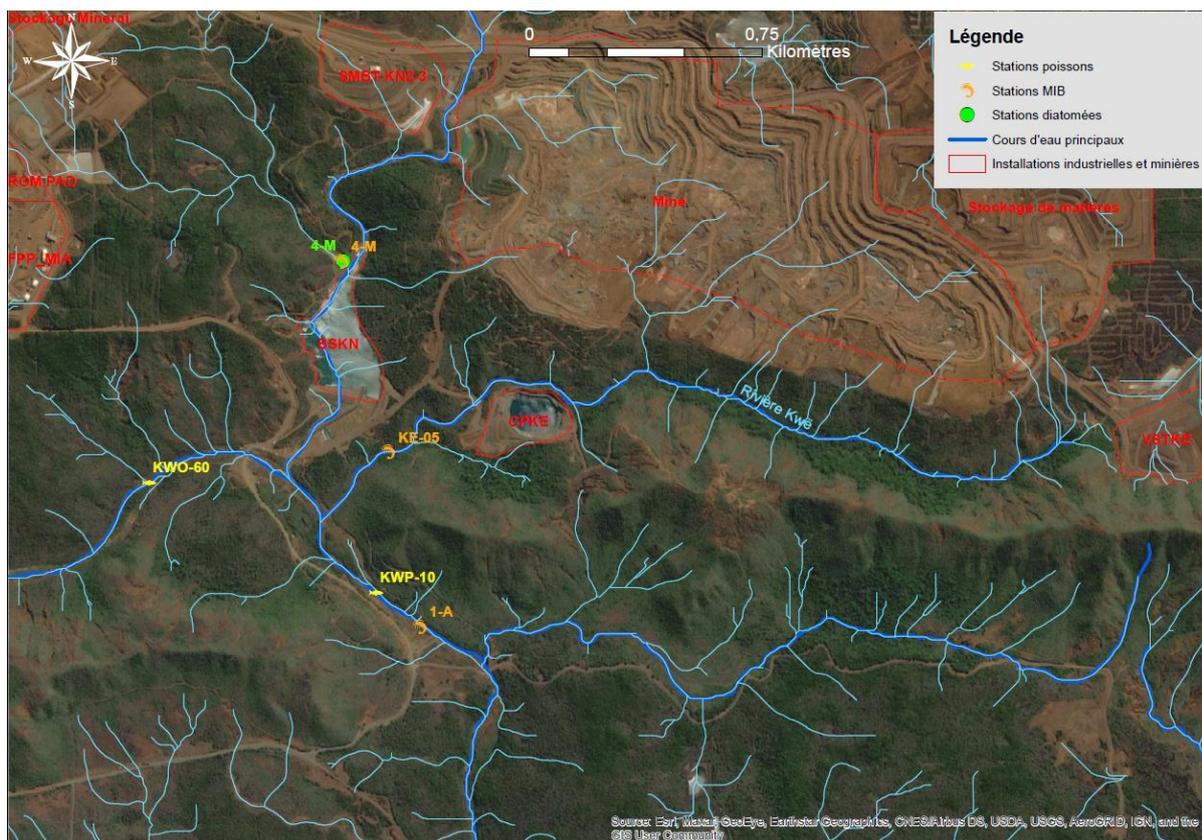


Figure 75 : Localisation de la station biologique du bassin versant de la Kwé Est - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique de la station de la Kwé Est

Etat écologique																													
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques										Paramètres bio.			Score 2020 par station												
				Profil aquatique						Éléments majeurs				Sels nutritifs				Mat. org.			MIB	Diat.	Poissons						
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Ca	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH3	PO ₄	Cot	Nit	P	IBNC	IBS	IDNC			
Kwe Est	Amont	KE-05	Mine	→	↗	→*				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	

Ce score est associé aux résultats obtenus sur les Macro-invertébrés et les paramètres physicochimiques clés de la station KE-05 en 2020.

La station KE-05 obtient un score IBNC « Fortement perturbé » et un score IBS « Modérément perturbé » en 2020. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour la Conductivité.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Magnésium et Titre alcalimétrique complet. De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour le Magnésium.

Bien que l'absence d'un référentiel pertinent ne permette pas de qualifier les paramètres MES et Turbidité (car très dépendants des conditions pluviométriques), la station KE-05 enregistre en 2019 la valeur médiane la plus importante à l'échelle de la région pour les MES (14,35 mg/L, soit 6 fois la

valeur du percentile 75 de référence) et la Turbidité (14,8 NTU, soit 9 fois la valeur du percentile 75 de référence)⁵⁰. De plus, des valeurs maximales particulièrement élevées ont été mesurées le 21 avril 2019 à la station KE-05 :

- Pour les MES : à 5 reprises, valeurs allant de 120 à 330 mg/L, soit de 10 à 80 fois supérieures à la valeur maximale de référence⁵¹ ;
- Pour la Turbidité : à 7 reprises, valeurs allant de 276 à 1000 NTU, soit de 13 à 50 fois supérieures à la valeur maximale de référence.

Enfin, avec des mesures continues agrégées journalièrement et sur la base d'un seuil de Turbidité fixé à 50 NTU, il est observé que l'eau a coulé « rouge » 2 jours à la station KE-05 en 2020.

Interprétations des résultats - Kwé Est

Station physico-chimique

Station KE-05 : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station KE-05 sont probablement dues à l'**influence des ouvrages miniers (carrière de péridotites CPKE et verse VSKE)** qui se trouvent sur le bassin versant à l'amont de cette station. Pour rappel, les plus fortes valeurs médianes en Chrome (référence x 2) et Chrome VI (référence x 2) sont enregistrées sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants : Chrome (x 2), Chrome VI (x 2), mais aussi Conductivité et Magnésium.

Une carrière à péridotites fourni les matériaux rocheux nécessaires à la construction des ouvrages miniers tels que les bassins de sédimentation ou les pistes de roulage, tandis qu'une verse à stérile est un lieu de stockage des matériaux issus de l'activité minière mais qui ne sont pas économiquement exploitables. La gestion des eaux de ruissellement de la carrière CPKE et de la verse VSKE est assurée respectivement à l'aide des bassins de sédimentation CP06 et BS7 (Figure 131).

En ce qui concerne les perturbations en métaux (Nickel, Chrome, Chrome VI, Silicium) et certains éléments majeurs (Magnésium), elles sont probablement dues à l'érosion intense du bassin versant de la Kwé est accentuée par les activités d'extraction de matériaux. Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station KE-05 représentent 53,3 % du bassin versant, dont 46,6 % d'origine minière⁵² (cf. Figure 156 et Tableau 133). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Les pics de MES et de Turbidité enregistrés à la station KE-05 le 21 février 2019 sont liés à un évènement pluviométrique majeur (vigilance orange fortes pluies et orages).

⁵⁰ A partir d'aout 2019, la station KE05 a été déséquipée afin de renforcer le suivi de la station KOL.

⁵¹ A noter cependant que ces valeurs maximales de référence ont été obtenues en dehors d'épisodes de crue, contrairement à celles mesurées en continu en station de suivi.

⁵² Pour rappel, sur le bassin versant situé à l'amont de la station KE-05, alors que les eaux de pluies ruisselant sur la moitié de la surface concernées par la fosse minière de PRNC devrait en théorie s'écouler en direction de KE-05, ces dernières sont toutes déviées vers le bassin de sédimentation BSC (Figure 131) dont l'exutoire est le bassin BSKN, déconnecté de la station KE-05.

La perturbation en Sulfates observée à la station KE-05 serait potentiellement attribuable à la construction des pistes de roulage à partir de matériaux rocheux nettoyés sur le site de l'UPM-CIM avec de l'eau de procédé. Par ailleurs, PRNC émet une seconde hypothèse pouvant expliquer la perturbation en Sulfates : la mise à jour de composés sulfurés par l'activité d'extraction de matériaux. Ces deux hypothèses doivent cependant être vérifiées.

La perturbation en Nitrates, bien que considérée comme faible, peut être rapprochée de l'usage d'explosifs dans les activités d'extraction de matériaux, au niveau de la carrière CPKE.

Station biologique

Sur le sous bassin versant sous influence de la mine alimentant la Kwé Est (station KE-05), l'indice biotique IBS, lié aux perturbations d'ordre sédimentaire, est « modérément perturbé » en 2020. Un colmatage qualifié de faible est indiqué sur cette station en 2020. À l'inverse, la forte perturbation observée au niveau de l'IBN interroge sur ce bassin, à priori non soumis à des apports organiques. En effet, PRNC précise que la fréquentation humaine sur ce bassin versant est faible.

4.2.2.4 Rivière Kwé Principale

Pollution accidentelle aux hydrocarbures en 2020 : le 14 décembre 2020, un incendie déclenché au niveau de l'UPM-CIM a entraîné la destruction de réservoirs d'huiles pour engins de chantiers, entraînant le déversement d'environ 5000 L d'hydrocarbures dans la Kwé. L'OEIL s'est rendu sur le terrain afin d'évaluer les potentiels impacts environnementaux, au lendemain de l'incident et un mois et demi plus tard. Des hydrocarbures ont bien été détectés le 15 décembre 2020 dans les eaux superficielles de la Kwé principale dans des concentrations modérées. Lors de la seconde mission, aucun hydrocarbure n'a été mesuré, probablement en raison de la forte pluviométrie des mois de décembre 2020 et janvier 2021.

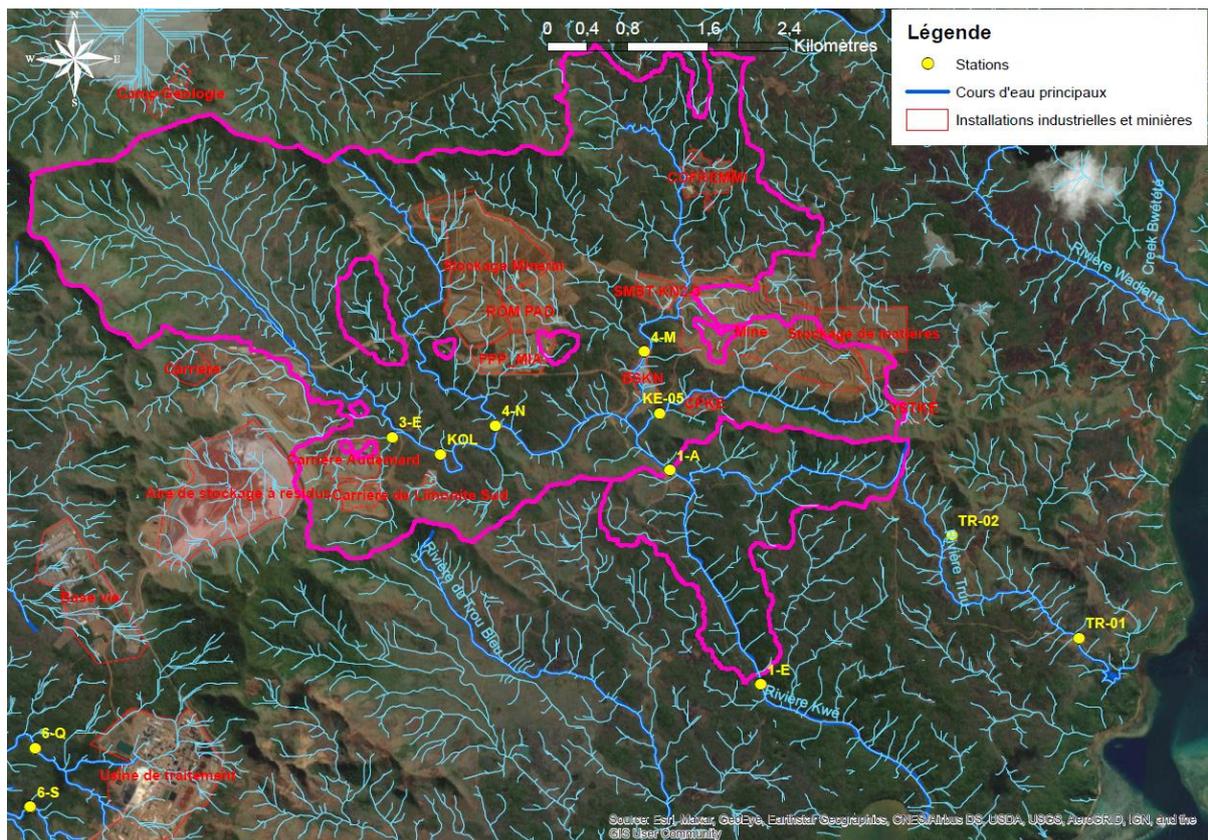


Figure 76 : Localisation des stations physico-chimiques du bassin versant de la Kwé Principale- Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations de la Kwé principale

Etat chimique																							
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques															Score 2020 par station				
				Métaux et métalloïdes																			
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn	Br		F	Si	SiO ₂	SO ₄ ²⁻
Kwé principale	Aval	1-A	UPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		1-E	UPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physicochimiques de la zone (1-A et 1E) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chrome VI, Silicium, Sulfates (1-A et 1-E) ; Chrome (1-A). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour le Chrome et le Chrome VI. Des scores « Fortement perturbés » sont donc attribués à ces stations.

En 2020, des hydrocarbures ont été détectés une seule fois sur la station 1-A (1 mg/L) le 13/08.

Suite à l'incendie survenu sur le centre de maintenance de la mine de PRNC le 14 décembre 2020 ayant engendré une pollution aux hydrocarbures au niveau de la Kwé (5000 L d'hydrocarbures environ se sont déversés dans le cours d'eau), l'OEIL a réalisé des prélèvements d'eau sur la station 1-E et plus à l'amont dans une zone proche de la berge où les écoulements étaient moins rapides que dans la

veine d'eau principale. Les teneurs en hydrocarbures totaux⁵³ étaient respectivement de 0,96 mg/L et 1,8 mg/L sur ces deux stations le 15/12/2020.

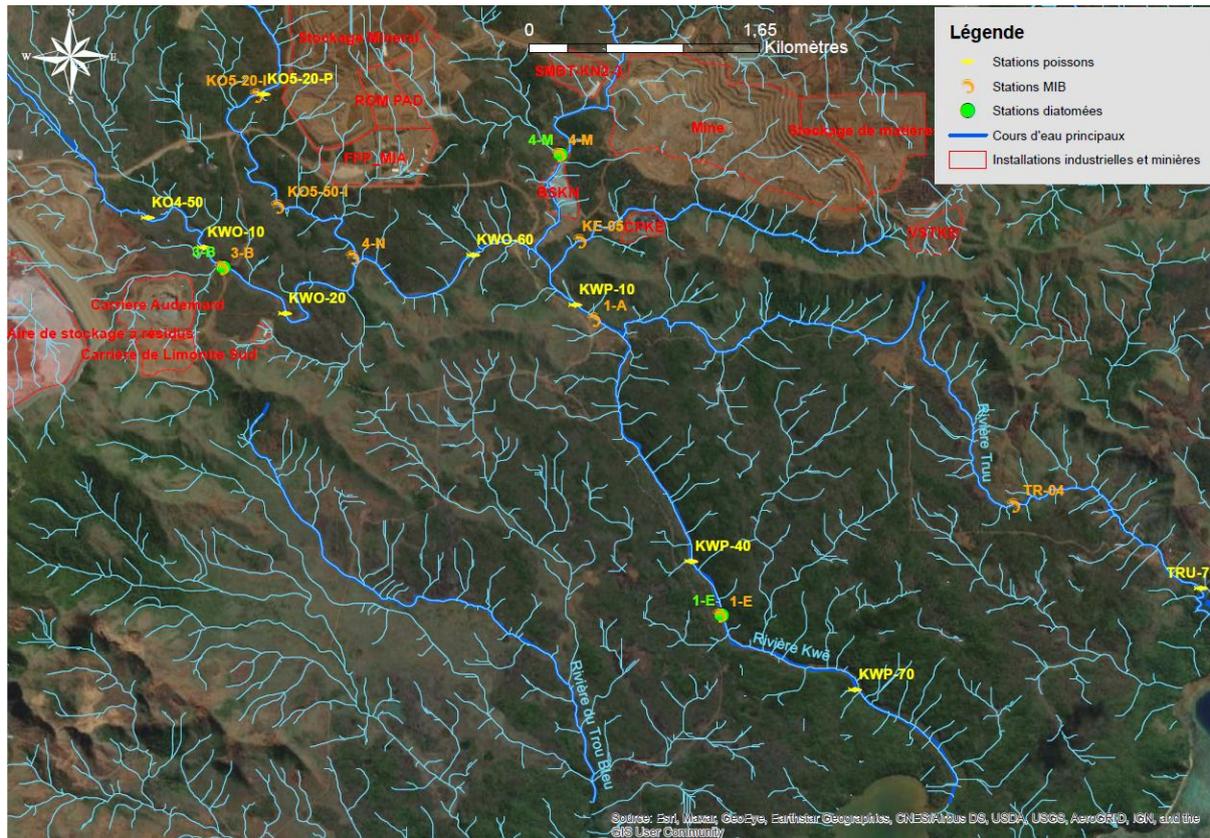


Figure 77 : Localisation des stations biologiques du bassin versant de la Kwé Principale- Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique des stations de la Kwé principale

		Etat écologique																				Score 2020 par station			
Zone	Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques														Paramètres bio.								
			Profil aquatique							Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.			MIB	Diat.		Poissons		
			pH	Cond.	DCO	DBOS	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt		P	IBNC	IBS	IDNC
Kwé principale	1-A	UPM-CIM, ASR	→	↗	→	*	→	G↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
	1-E	UPM-CIM, ASR	→	↗	→	*	→	G↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
	KWP-10	UPM-CIM																							B
	KWP-40	UPM-CIM																							→
	KWP-70	UPM-CIM																							→

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations biologiques (2 pour les Macro-invertébrés et 3 pour les Poissons) et sur les paramètres physicochimiques clés des 2 stations physicochimiques de la zone en 2020.

⁵³ A titre d'information, l'arrêté métropolitain de 2007 (relatif aux valeurs limites pour les eaux brutes et les eaux destinées à la consommation humaine) fixe une valeur limite des eaux superficielles destinées à la consommation à 1 mg/L d'hydrocarbures dissous ou émulsionnés pour des eaux destinées à un traitement physique et chimique poussé correspondant à des opérations d'affinage et de désinfection (groupe 3).

Les deux stations Macro-Invertébrés de la zone (1-A et 1-E) obtiennent des scores biotiques IBNC et IBS « Fortement perturbés » en 2020, à l'exception de l'IBS de la station 1-A qui est Modérément perturbé ». Des scores « Fortement perturbés » sont donc attribués à ces stations.

Sur les 3 stations Poissons de la zone, la station KP-10 n'a pas fait l'objet d'un suivi en 2020 en raison des blocages de l'usine ayant eu lieu en fin d'année 2020. Un score « Inconnu » est donc attribué à la station KP-10. D'après le prestataire de PRNC, les peuplements piscicoles des stations KP-40 et KP-70 sont très peu abondants, moyennement diversifiés et déséquilibrés car dominés par des espèces communes aux cours d'eau calédonien (tolérantes aux pressions anthropiques), comme la carpe *Kuhlia rupestris* ou les lochons *Eleotris sp.* Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à ces deux stations. Toutefois, quelques espèces rares et sensibles (dont des espèces endémiques) faiblement tolérantes aux pressions anthropiques sont recensées, telles que des mulets noirs. De plus, la tendance d'évolution des descripteurs biologiques est considérée comme stable depuis 2011.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates (1-A et 1-E). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour la Conductivité.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : DBO5, Magnésium et Titre alcalimétrique complet (1-A et 1-E). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour le Magnésium.

Avec des mesures continues agrégées journalièrement et sur la base d'un seuil de Turbidité fixé à 50 NTU, il est observé que l'eau a coulé « rouge » 2 jours en 2020 (11 et 12 janvier 2020) et 3 jours en 2019 (04 mars, 21 et 22 avril 2019) à la station 1A.

Bien que ne contribuant pas à la notation, l'évaluation des débits de pointe lors d'épisodes de crue et les mesures de MES permettent d'estimer les flux sédimentaires qui transitent au niveau de la station 1-A. En 2020, les MES n'ont pas été mesurées lors de la crue record qui s'est produite le 29 février (débit de pointe de 269 m³/s) car le préleveur automatique a été endommagé lors de la crue. Lors de la seconde crue du 16 mars 2020 (dépression Gretel), le flux de MES était particulièrement faible (< 0,1 kg/s). En 2019, les données de suivis des débits n'étaient pas valides donc aucun flux de MES n'a pu être mesuré.

Interprétations des résultats – Kwé principale

Stations physico-chimiques

Station 1-A et 1-E : Ces deux stations se trouvent sur la Kwé principale collectant les eaux de l'ensemble des bassins versants amont (Kwé Ouest, Kwé Nord et Kwé Est). Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau des stations 1-A et 1-E sont probablement dues à **l'influence des différentes installations de PRNC (ASR, UPM et fosse minière)** présentes sur les bassins versants à l'amont de ces stations. Les paramètres concernés sont notamment : Chrome, Chrome VI, Sulfates, Conductivité, Magnésium. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane

sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants : Chrome, Chrome VI, Conductivité et Magnésium.

Les surfaces exposées à l'érosion présentes sur les bassins versants à l'amont des stations 1-A et 1-E peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Chrome, Chrome VI, Silicium), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que respectivement 25 % et 22,8 % des bassins versants à l'amont de 1-A et 1-E sont exposés à l'érosion, dont respectivement 19,4 % et 16,9 % d'origine minière (cf. Figure 156 et Tableau 133). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Si certaines perturbations observées sur les stations à l'amont du cours d'eau (3-E, 4-N, 4-M, KE-05) restent décelables à l'aval sur les stations 1-A et 1-E, elles sont de moindre importance en raison de l'effet de dilution qui se produit à aval du cours d'eau.

Lorsque l'eau a coulé rouge le 11 janvier 2020 au niveau de la station 1-A, elle coulait également rouge à l'amont au niveau de la Kwé ouest (station KOL)⁵⁴. Le 21 avril 2019, lorsque l'eau a coulé rouge au niveau de la station 1-A, c'est surtout au niveau de la Kwé est (station KE-05) qu'elle coulait également rouge.

Le faible flux de MES enregistré en mars 2020 suppose que la première crue de février avait sans doute déjà évacué une grande partie des matériaux mobilisables au niveau des chantiers miniers. D'après PRNC, la comparaison des flux sédimentaires et des débits de pointes des 45 crues qui se sont produites de 2006 à 2020 semble montrer que malgré l'augmentation des surfaces défrichées, les flux sédimentaires n'augmentent pas, preuve de l'efficacité des ouvrages de gestion des eaux (bassins de sédimentation).

Stations biologiques

Les deux stations MIB à l'aval de la Kwé sont qualifiées de moyennement colmatées en 2020. Les indices biotiques IBS et IBNC 2020 sont quasiment tous « fortement perturbés » sur ces stations en aval de la Kwé, et davantage sur la station la plus à l'aval (1E). A noter également qu'en 2019, un score de l'IDNC « fortement perturbé » avait été enregistré pour les diatomées sur la station 1-E en raison d'une altération d'origine minière (cf. Tableau 127). Le bassin de sédimentation BSKN (qui collecte toutes les eaux de ruissellements en principe traitées par les autres bassins de sédimentation de la mine et d'une partie de l'UPM-CIM - Figure 132), dernier ouvrage à assurer la protection des eaux contre les perturbations d'origine minière avant rejet dans le milieu naturel, n'a présenté aucun débordement en 2019 et 2020 (cf. 2.4.1.2.6).

Les peuplements piscicoles sont « fortement perturbés » en 2020 par la pression sédimentaire (nombreux dépôts colmatants) qui s'exerce en raison de l'activité minière actuelle et passée sur le bassin versant de la Kwé principale et de manière générale les dégradations passées du couvert végétal (exploitations forestières, incendies, etc).

⁵⁴ La station KE05 ayant été déséquipée en aout 2019 au profit de la station KOL, aucune donnée de suivi continu n'est disponible sur KE05 en 2020.

4.2.2.5 Bassin versant du Creek Baie Nord

4.2.2.5.1 Creek Baie Nord

Anciennes pollutions chroniques et accidentelles du Creek Baie Nord :

- Impact des rejets d'effluents traités de l'usine pilote de traitement du minerai (2000 à 2004) : rejet des surnageants des bassins de sédimentation de l'usine pilote dans le Creek Baie Nord;
- Impact des rejets d'effluents traités de la step de la base-vie (2002 à 2009) : point de rejet située à l'amont du Creek Baie Nord (bras Nord), encore plus à l'amont que la station 6-Q ;
- Fuite d'acide (1 avril 2009) : plusieurs milliers de litres d'acide sulfurique (pur) déversés (3,1 m³) entraînant une acidification du Creek Baie Nord. Constat d'une baisse considérable et immédiate des populations de poissons, puis d'un processus de recolonisation rapide s'étalant de 2012 à janvier 2014 ;
- Fuite d'acide (7 mai 2014) : plusieurs milliers de litre de solution acide chlorhydrique (diluée) déversés (96 m³) entraînant une acidification du CreeK Baie Nord. Constat d'une baisse significative et immédiate des populations de poissons (mais moins forte qu'en 2009), puis d'un processus de recolonisation (qui semble toutefois plus lent que celui observé après l'incident de 2009).

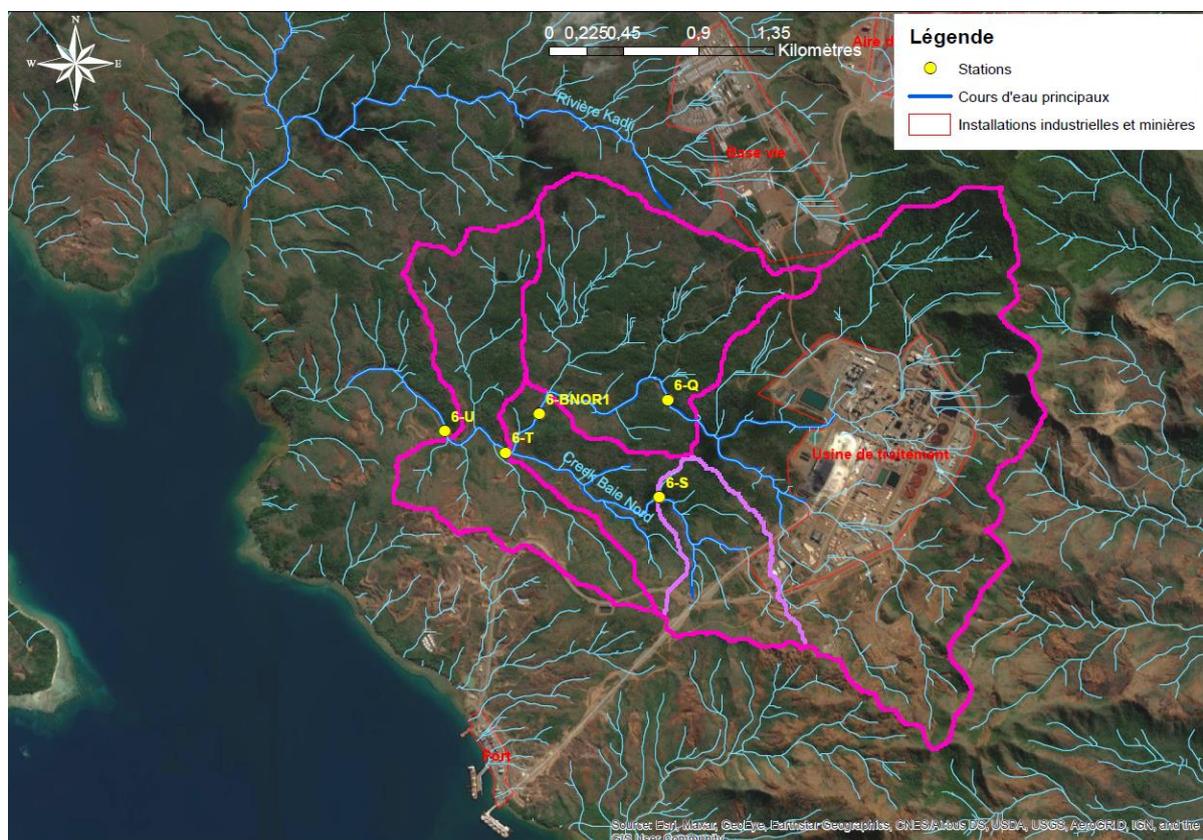


Figure 78 : Localisation des stations physico-chimiques du bassin versant du Creek Baie Nord - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations du Creek Baie Nord

Etat chimique																						
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques														Score 2020 par station				
				Métaux et métalloïdes																		
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn		Br	F	Si	SiO2	SO_{4}^{2-}	S	Ht.
CBN	Amont	6-Q	Usine	→*	→*	→*	→*	→*		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-S	Usine	→*	→*	→*	→*	→*		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physicochimiques de la zone (6-Q et 6-S) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Silice, Sulfates (6-Q et 6-S) ; Chrome VI (6-S) ; Brome (6-Q). La station 6-Q enregistre la valeur médiane la plus importante de la région pour le Brome (0,04 mg/L, soit 4 fois la valeur du percentile 75 de référence), ainsi qu'une des valeurs médianes parmi les plus importantes de la région pour les Sulfates (35,8 mg/L, soit 15 fois la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour le Brome, les Sulfates (6-Q (x 2)) et le Chrome VI (6-S). Des scores « Fortement perturbés » sont donc attribués à ces stations.

En 2020, des hydrocarbures ont été détectés une seule fois sur la station 6-Q (1 mg/L) le 13/08.

Etat chimique																							
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques														Score 2020 par station					
				Métaux et métalloïdes																			
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn		Br	F	Si	SiO2	SO ₄ ²⁻
CBN	Aval	6-BNOR1	Usine	→*	→*	→*	→*	→*		→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		6-T	Usine	→	→	→	→	→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		6-U	Usine	→													→	→			→		→

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations physicochimiques de la zone (6-BNOR1, 6-T et 6-U) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Sulfates (6-BNOR1, 6-T et 6-U), Nickel et Silicium (6-BNOR1, 6-T), Manganèse (6-BNOR1). Des scores « Fortement perturbés » sont donc attribués à ces stations.

En 2020, des hydrocarbures ont été détectés une seule fois sur la station 6-T (1 mg/L) le 13/08.

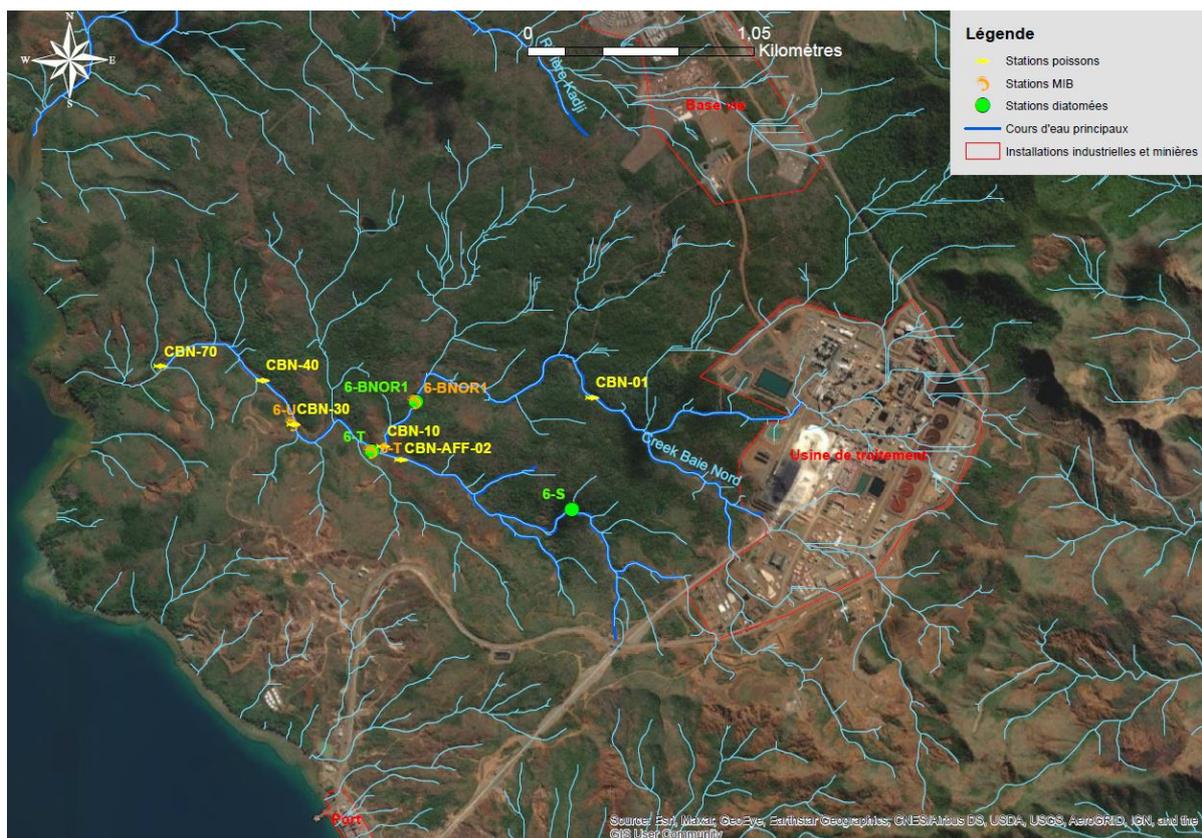


Figure 79 : Localisation des stations biologiques du bassin versant du Creek Baie Nord - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique des stations du Creek Baie Nord

Etat écologique																											
Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques															Paramètres bio.			Score 2020 par station							
		Profil aquatique							Eléments majeurs				Sels nutritifs				Mat. org.				MIB			Diat.	Poissons		
		pH	Cond.	DCO	DBOS	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄ ³⁻	Cot		Nt	P	IBNC			IBS	IDNC
6-Q	Usine	↘	↗	→*		→		→*	↗*	→*	↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			→*							
6-S	Usine	→*	↗*	→*		→*		↗*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			→*							
CBN-01	Usine																										FO

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur l'unique station biologique Poissons de la zone et 2 stations physicochimiques de la zone (6-Q et 6-S).

En 2020, la station Poissons (CBN-01) n'a pas fait l'objet d'un suivi (cf. note de bas de page de la page suivante). Un score « Inconnu » lui est donc attribué. En 2019, la prolifération d'algues filamenteuses observées en 2018 sur cette station ne s'est pas reproduite mais elle a été observée sur la station la plus en aval du Creek Baie Nord (CBN-70).

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates (6-Q et 6-S). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour la Conductivité.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorures, Magnésium, Sodium, Calcium, Titre alcalimétrique complet (6-Q et 6-S) ; Potassium (6-Q) ; pH (basique) (6-S). La station 6-Q enregistre des valeurs médianes parmi les plus importantes de la

région pour les Chlorures (20,6 mg/L, soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence), le Sodium (11 mg/L, soit 2 fois la valeur du percentile 75 de référence), le Calcium (5 mg/L, soit 10 fois la valeur du percentile 75 de référence) et le Titre alcalimétrique complet (53 °f). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour le Titre alcalimétrique complet (6-Q et 6-S), le Magnésium (6-Q) et le Calcium (6-Q (x 2,5)).

Bien que l'absence d'un référentiel pertinent ne permette pas de qualifier les paramètres MES et Turbidité (car très dépendants des conditions pluviométriques), la station 6-Q enregistre le 6 février 2019 des valeurs maximales très importantes : MES à 200 mg/L, soit 10 fois le maximum de référence et Turbidité 55,6 NTU, soit 5 fois le maximum de référence.

Etat écologique																									
Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques																Paramètres bio.			Score 2020 par station				
		Profil aquatique								Éléments majeurs				Sels nutritifs				Mat. org.				MIB	Diat.	Poissons	
		pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt		P	IBNC	IBS	IDNC
6-BNOR1	Usine	→*	→*	→*	*	→*	→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	↘	↗		
6-T	Usine	→	→	→	*	→	→*	→*	→	→	→	→	→	→	→	→	LQ*	→	→*	→*	→*	↘	↗		
6-U	Usine	→	→	→					→					→	→	→									
CBN-10	Usine																								FO
CBN-30	Usine																								→
CBN-40	Usine																								FO
CBN-70	Usine																								FO
CBN-AFF-02	Usine																								FO

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations biologiques (3 pour les Macro-invertébrés et 5 pour les Poissons) et sur les paramètres physicochimiques clés des 3 stations physicochimiques de la zone en 2020.

Les 3 stations Macro-Invertébrés de la zone obtiennent des scores d'IBNC 2020 « Fortement perturbés » et une tendance à la diminution sur la période 2016-2020. Les scores d'IBS 2020 sont « Modérément perturbés » et présentent une tendance à l'augmentation pour deux stations. Des scores « Fortement perturbés » sont donc attribués à ces stations.

En 2020, sur les 5 stations Poissons de la zone, seule la station CBN-30 a fait l'objet d'un suivi, car le suivi pour les 4 autres stations n'était plus obligatoire⁵⁵. Ces 4 autres stations obtiennent donc des scores « Inconnus » en 2020. D'après le prestataire de PRNC, le peuplement piscicole de la station CBN-30 est abondant mais déséquilibré car dominé par des espèces communes aux cours d'eau calédoniens et tolérantes aux pressions anthropiques, comme la carpe *Kuhlia rupestris* et le gobie *Awaous guamensis*. Quelques espèces rares et sensibles faiblement tolérantes aux pressions anthropiques sont toutefois recensées, comme le gobie *Protogobius attiti* (espèce endémique). Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station CBN-30.

En 2019, les 5 stations de la zone avaient bien été échantillonnées. A l'échelle du cours d'eau, le prestataire de PRNC qualifie les peuplements piscicoles d'abondants mais déséquilibrés car dominés par des espèces communes aux cours d'eau calédoniens comme la carpe *Kuhlia rupestris* et le gobie *Awaous guamensis*. Quelques espèces rares et sensibles sont néanmoins recensées, comme les gobies *Schismatogobius fuligineus* et *Protogobius attiti* (espèce endémique). Un score « Non perturbé » a

⁵⁵ PRNC explique qu'après la fuite acide de mai 2014, le courrier n°2014-30799 DENV prévoyait un suivi des 5 stations CBN-01, CBN-AFF-02, CBN-10, CBN40 et CBN-70 jusqu'en 2017. La station CBN-30 étant quant à elle prescrite par arrêté n°890-2007/PS, son suivi est maintenu.

donc été attribué aux 5 stations (Tableau 127). Par ailleurs, une prolifération d'algues filamenteuses a été observée en 2019 sur la station la plus en aval du Creek Baie Nord (station CBN-70).

En 2020, sur les 38 espèces de poissons d'eau douce recensées sur le Creek Baie Nord lors des campagnes de suivi de juin 2009 à janvier 2014 (c'est-à-dire menées entre les deux incidents de fuite acide), 5 espèces d'habitat mixte eaux douces/eaux saumâtres/marines (*Butis amboinensis*, *Giuris margaritaceus*⁵⁶, *Stiphodon rutilaureus* et *Parioglossus neocaledonicus* et *Chelon planiceps*⁵⁷) n'avaient toujours pas été réobservées lors des campagnes de suivi menées sur le cours d'eau depuis l'incident du 7 mai 2014 via la technique de pêche électrique.

Fin 2021, une mission a été lancée par PRNC dans le but de ré observer 4 espèces d'eaux douces citées plus haut (*Butis amboinensis*, *Giuris margaritaceus*, *Stiphodon rutilaureus* et *Parioglossus neocaledonicus*), afin de confirmer l'achèvement du processus de recolonisation. D'après le prestataire de PRNC, ces 4 espèces sont qualifiées de rares (soit en faible abondance), vivent dans des habitats peu représentés sur le Creek Baie Nord et privilégient majoritairement les eaux saumâtres de l'embouchure (Tableau 48). La pêche électrique étant considérée comme peu efficace en eau saumâtre, la plongée en apnée a été retenue pour réaliser les observations durant cette mission. Sur les 4 espèces recherchées, seule *Giuris margaritaceus* n'a pas été ré-observée, les 3 autres espèces (*Butis amboinensis*, *Stiphodon rutilaureus* et *Parioglossus neocaledonicus*) ayant été aperçues, parfois même en grand nombre (ex : plusieurs bancs d'une dizaine d'individus de *Parioglossus neocaledonicus*). Une synthèse de ces éléments est présentée Tableau 49.

Espèces non réobservées suite à la fuite acide du 7/05/2014	Campagnes de pêche électrique où ces espèces ont été observées avant la fuite du 7/05/2014	Nombre d'individus observés
<i>Butis amboinensis</i>	octobre 2009 et juin 2011	2
<i>Ophieleotris aporos</i>	janvier 2011	2
<i>Stiphodon rutilaureus</i>	juin 2011, mars 2013, juin 2013, janvier 2014	6
<i>Parioglossus neocaledonicus</i>	en juin 2013	2
<i>Chelon planiceps</i>	octobre 2009, janvier 2010, mai-juin 2010 et juin 2012	entre 30 et 45

Tableau 48 : Eléments attestant de la rareté des 5 espèces toujours non réobservées (en 2020) à la suite de la fuite acide de mai 2014.

Année d'observation	2018	2019	2020	2021
Méthode d'observation	Pêche électrique	Pêche électrique	Pêche électrique	Observations en apnée
Nombre de stations échantillonnées	6	6	1 (CBN30)	Sur tout le cours d'eau mais principalement à l'embouchure
Liste des espèces d'eau douce non réobservées depuis la fuite acide du 7/05/2014	<i>Butis amboinensis</i>	<i>Butis amboinensis</i>	<i>Butis amboinensis</i>	<i>Giuris margaritaceus</i> (anciennement appelé <i>Ophieleotris aporos</i>)
	<i>Ophieleotris aporos</i>	<i>Ophieleotris aporos</i>	<i>Ophieleotris aporos</i>	
	<i>Stiphodon rutilaureus</i>	<i>Stiphodon rutilaureus</i>	<i>Stiphodon rutilaureus</i>	
	<i>Protogobius attiti</i>			
	<i>Parioglossus neocaledonicus</i>	<i>Parioglossus neocaledonicus</i>	<i>Parioglossus neocaledonicus</i>	
	<i>Chelon planiceps</i>	<i>Chelon planiceps</i>	<i>Chelon planiceps</i>	<i>Chelon planiceps</i>
Nombre d'espèces d'eau douce non réobservées depuis la fuite acide du 7/05/2014	6	5	5	2

Tableau 49 : Informations concernant le processus de recolonisation du Creek Baie nord depuis la fuite acide du 7 mai 2014.

⁵⁶ *Giuris margaritaceus* anciennement nommé *Ophieleotris aporos*.

⁵⁷ *Chelon planiceps* anciennement nommé *Liza tade*.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates (6-BNOR1, 6-T et 6-U).

Les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : pH (basique) et Chlorures (6-BNOR1, 6-T et 6-U) ; Magnésium, Sodium, Calcium, Titre alcalimétrique complet (6-BNOR1, 6-T) et Ammoniac (6-BNOR1).

Interprétations des résultats – Creek Baie Nord

Stations physico-chimiques

Station 6-Q : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 6-Q sont probablement dues à l'**influence de l'Usine de traitement du minerai** qui se trouve sur le bassin versant à l'amont de cette station. Pour rappel, la valeur médiane la plus élevée en Brome (0,04 mg/L) et une des valeurs médianes les plus élevées à l'échelle de la région pour les Sulfates (référence x 15), Chlorures (référence x 2), Sodium (référence x 2) et Calcium (référence x 10) sont enregistrées sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants : Brome, Sulfates (x 2), Conductivité, Magnésium, Calcium (x 2,5).

L'Usine de traitement du minerai est une installation constituée de plusieurs unités de procédés qui permettent la transformation de la pulpe de minerai en produit fini (oxyde de nickel et carbonate de cobalt), et qui génère par la même occasion de grandes quantités d'effluents industriels qui doivent être traités au sein de l'unité de traitement des effluents (unité 285) avant d'être éliminés au niveau de l'ASR (rejets solides) et de l'émissaire marin (rejets liquides). Par ailleurs, la gestion des eaux de pluie de l'Usine vise à ce que toutes les eaux potentiellement perturbées qui ruissellent à l'intérieur de l'Usine soient également envoyées vers l'unité de traitement des effluents ou recyclées dans le process.

Le rapportage 2020 des eaux souterraines de l'Usine révèle que certains piézomètres sont perturbés par l'infiltration des eaux de ruissellement de l'Usine. Dans le rapport 2020 des eaux de surface, PRNC explique que « la qualité des eaux de surface est le reflet de la qualité des eaux souterraines », laissant entendre un drainage des nappes d'eau souterraines par le Creek Baie Nord. Un renforcement du réseau de suivi des eaux souterraines de l'Usine aurait été réalisé par PRNC en février 2020 avec l'implantation de 12 nouveaux piézomètres, dans le but de comprendre l'origine des perturbations observées au niveau des eaux souterraines, et par voie de conséquence celles observées au niveau des eaux de surface. Au mois de juin 2021, les résultats de cette étude étaient en cours de finalisation.

Des contrôles sont effectués aux points de rejets des ruissellements internes de l'Usine dans le Creek Baie Nord afin d'éviter de dépasser les valeurs limites imposées (cf. Tableau 73). A noter qu'aucune valeur limite n'est imposée pour les paramètres Sulfates, Magnésium et Calcium au point de rejet des bassins de contrôle Nord et Sud. PRNC informe dans son rapport sur les rejets liquides de l'Usine 2020 qu'il n'y a pas eu de non-conformité en 2020 (cf. 2.4.1.2.2). Cependant, il est expliqué qu'une procédure par temps de pluie est déclenchée lorsque les bassins de contrôle ont atteint leur limite de rétention. Cette procédure consiste à envoyer directement les eaux de ruissellement en surplus dans

le Creek Baie Nord, sans réaliser de contrôle au préalable. Les activités présentant un risque de pollution ou de déversement sont alors stoppées le temps que la procédure par temps de pluie soit levée. D'après PRNC, l'hypothèse d'une pollution de la station 6-Q par le débordement des bassins de contrôle par temps de pluies intenses est exclue car les taux de dilution sont très élevés et que cela ne représente que 5% des eaux de pluie. De plus, ce sont les 25 premiers mm de pluie qui concentrent des particules en suspension lessivées contaminées qui vont sédimenter dans les bassins de contrôle, les eaux de ruissellements sont ensuite considérées comme propres.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station 6-Q peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Nickel, Silicium), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que 42,4 % du bassin versant à l'amont de la station 6-Q est exposé à l'érosion, dont 34,1 % d'origine minière (cf. Figure 146 et Tableau 132). A noter qu'en 2018 et 2019, des incendies ont été détectés par le satellite Sentinel mais sur des surfaces toujours inférieures à 1% du bassin versant à l'amont de la station 6-Q.

Le pic de Turbidité à la station 6-Q s'est déroulé durant la saison des événements pluviométriques majeurs (cf.2.1.1). En revanche, aucun événement particulier (cyclone, dépression ou vigilance fortes pluies et orages) n'a eu lieu le jour du pic (6 février 2019).

Station 6-S : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 6-S (bras sud) sont probablement dues à **l'influence des cellules à résidus de l'ancienne usine pilote** qui se trouvent sur le bassin versant à l'amont de cette station. Une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est également constatée sur la période 2016-2020 pour le paramètre Conductivité.

Les cellules à résidus de l'ancienne usine pilote étaient le lieu de stockage des résidus solides issus du traitement des effluents de l'usine pilote⁵⁸. Ces cellules sont étanches car tapissées de géomembranes en vue de protéger les eaux souterraines des infiltrations. Lorsque l'usine pilote était encore en fonctionnement, la doline 6-R était le point de rejet réglementaire de l'effluent final des cellules à résidus. A l'heure actuel, la doline 6-R collecte les eaux de surverse des cellules à résidus, ce qui explique les perturbations observées. La doline 6-R contaminée étant connectée par écoulements souterrains à des résurgences alimentant le bras Sud du Creek Baie Nord sur lequel se trouve positionnée la station 6-S, ceci pourrait expliquer les perturbations observées à la station 6-S.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station 6-S peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Nickel, Chrome VI, Silicium), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que 29,6 % du bassin versant à l'amont de la station 6-S est exposé à l'érosion, dont 23,4 % d'origine minière (cf. Figure 146 et Tableau 132). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Stations 6-BNOR1 : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 6-BNOR, qui se trouve à l'aval de la station 6-Q, sont également probablement dues à **l'influence de l'Usine**. Aucune tendance à l'augmentation des valeurs médiane n'est constatée sur la période 2016-2020.

⁵⁸ Si l'ancienne usine pilote est en cours de démantèlement depuis fin 2021, il n'en est rien des cellules à résidus qui servent à réaliser des expérimentations de revégétalisation sur résidus, dans la perspective du projet LUCY.

Stations 6-T et 6-U : Ces deux stations se trouvent sur la partie aval du cours d'eau collectant les eaux de l'ensemble des bassins versants amont (bras Nord et bras Sud du Creek Baie Nord). Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau des stations 6-T et 6-U sont probablement dues à **l'influence des différentes installations de PRNC présentes à l'amont (Usine et cellules à résidus de l'ancienne usine pilote)**. Aucune tendance à l'augmentation des valeurs médiane n'est constatée sur la période 2016-2020.

Les surfaces exposées à l'érosion présentes sur les bassins versants à l'amont des stations 6-BNOR1, 6-T et 6-U peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Nickel, Silicium), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que respectivement 30,5 %, 28,6 et 25,5 % des bassins versants à l'amont de 6-BNOR1, 6-T et 6-U sont exposés à l'érosion, dont respectivement 24,3 %, 22,2 % et 19,1 % d'origine minière (cf. Figure 146 et Tableau 132). A noter qu'en 2018 et 2019, des incendies ont été détectés par le satellite Sentinel mais sur des surfaces toujours inférieures à 1% du bassin versant à l'amont de ces trois stations.

Si les perturbations observées sur les stations à l'amont du cours d'eau (6-Q et 6-S) restent décelables à l'aval sur les stations 6-BNOR1, 6-T et 6-U, elles sont de moindre importance en raison de l'effet de dilution qui se produit à aval du cours d'eau.

Stations biologiques

En ce qui concerne les diatomées, l'IDNC mesuré en 2019 sur la station 6-S (pour rappel, il n'y a pas eu de suivi des diatomées en 2020), située sur le bras Sud à l'amont du Creek Baie Nord, était « fortement perturbé » en raison d'une altération d'origine « minière », liée elle-même aux perturbations des métriques « Nickel » et « Colmatage latéritique » (cf. Tableau 127). Toutefois, le colmatage était qualifié de faible en 2019 par le prestataire de l'OEIL.

A l'aval du Creek Baie Nord, les indices IBS des trois stations (6-BNOR1, 6-T et 6-U) sont « modérément perturbés », mais les IBNC sont « fortement perturbés ». Le constat était le même en 2019 (cf. Tableau 127). L'hypothèse d'un défaut de gestion des eaux d'assainissement de la **station d'épuration de la base vie** sur ce secteur pourrait être émise. Cependant, malgré des non-conformités relevées en Azote global (cf. 2.4.1.1.1), le Creek Baie Nord ne devrait en théorie pas être impacté, puisque depuis 2009 les rejets de stations d'épuration ne se font plus à l'amont du Creek Baie Nord mais sont envoyés vers l'usine de traitement des effluents (unité 285) avant d'être redirigés vers l'émissaire marin.

L'obligation de suivi de la plupart des stations du Creek Baie Nord arrivé à échéance, les peuplements piscicoles n'ont été évalués en 2020 que sur une station située à l'aval du cours d'eau (station CBN-30, la seule mentionnée dans l'arrêté Usine 2008). La présence d'algues filamenteuses constatée en 2019 à la station la plus en aval du Creek Baie Nord (CBN-70) pourrait être due aux rejets d'effluents de Prony Energies et aux eaux de ruissellements de l'usine de traitement du minerai⁵⁹ ou aux déjections organiques des espèces herbivores envahissantes présentes dans la zone. Les résultats de la mission lancée fin 2021 semblent confirmer l'achèvement du processus de recolonisation du Creek Baie Nord puisque l'ensemble des espèces strictement d'eau douce ont été réobservées au cours de

⁵⁹ Cependant, aucune non-conformité pour les paramètres Azote total et Phosphore (pouvant être à l'origine d'un développement d'algues filamenteuses) n'est relevée dans les rapports de rejets 2019 et 2020 en lien avec les points de rejets de Prony Energies et de Prony Ressources situés au niveau de l'usine de traitement du minerai (cf. 2.4.1.2.1).

la mission. Il reste cependant deux espèces (*Giuris margaritaceus* et *Chelon planiceps*) appartenant à des habitats mixtes (eaux douces/eaux saumâtres/marines) qui n'ont pas été réobservées. Les raisons avancées pour expliquer la non-réobservation du *Giuris margaritaceus* sont les suivantes : habitat très limité voir quasi-absent (zones vaseuses d'eaux saumâtres et turbides au moindre mouvement) sur le Creek Baie Nord et technique de plongée en apnée également peu adaptée à l'observation de cette espèce. Par ailleurs, une espèce très proche phylogénétiquement (*Giuris viator*) inféodée au même habitat que celui de *Giuris margaritaceus* a été retrouvée lors des récents suivis, laissant supposer que *Giuris margaritaceus* a une forte probabilité de s'y trouver également.



Figure 80 : Localisation de la doline 6-R par rapport à la station 6-S - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

4.2.2.5.2 Dolines proches de l'Usine (6-R et DOL-10)



Figure 81 : Localisation des dolines présentes sur le bassin versant du Creek Baie Nord - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations dolines proches de l'Usine

Etat chimique																									
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques													Score 2020 par station								
				Métaux et métalloïdes																					
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn	Br	F	Si	SiO ₂	SO ₄ ²⁻	S	Ht.	
CBN	Doline	6-R	Usine	→	→	→	LQ	LQ		LQ	LQ	→	→	LQ	LQ	LQ	G →	G →			LQ		→	→	G →
		DOL-10	Epuration, BV	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A		A	A	A

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physicochimiques de la zone (6-R et DOL-10) en 2020. La doline DOL-10 étant en assec, elle obtient un score « Inconnu ». Par ailleurs, l'absence de gammes de référence propres aux dolines et/ou l'utilisation de limites quantitatives (LQ) supérieures en stations de suivi par rapport à celles utilisées en stations de référence, ont conduit à des scores inconnus pour la plupart des paramètres mesurés sur la station 6-R.

Les paramètres chimiques considérés comme perturbés en 2020 pour la station 6-R par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Manganèse, Nickel, Sulfates. De plus, la station 6-R a enregistré en 2020 des valeurs médianes parmi les plus importantes de la région pour le Manganèse (0,02 mg/L, soit 3 fois la valeur de référence) et les Sulfates (51,8 mg/L, soit 28 fois la valeur de référence). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station. A noter cependant, une tendance à la diminution des valeurs médiane du Manganèse (d'un facteur 5) et du Nickel (d'un facteur 6) sur la période 2016-2020.

En 2020, des hydrocarbures ont été détectés une seule fois sur la station 6-R (1 mg/L) le 13/08.

État écologique des stations dolines proches de l'Usine

Etat écologique																											
Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques																	Paramètres bio.			Score 2020 par station					
		Profil aquatique							Eléments majeurs					Sels nutritifs				Mat. org.			MIB		Diat.	Poissons			
		pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₃	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	P		IBNC	IBS	IDNC		
6-R	Usine	↗	↗	G →		→		G →	G →	→	→	→	↗	→	→	G →	G*	G →			LQ						
DOL-10	Epuration, BV	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A						

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physicochimiques de la zone (6-R et DOL-10) en 2020. La doline DOL-10 étant en assec, elle obtient un score « Inconnu ». Par ailleurs, l'absence de gammes de référence propres aux dolines et/ou l'utilisation de limites quantitatives (LQ) supérieures en stations de suivi par rapport à celles utilisées en stations de référence, ont conduit à des scores inconnus pour la plupart des paramètres mesurés sur la station 6-R.

Le paramètre physicochimique clé Conductivité est considéré comme perturbé en 2020 sur la station 6-R par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence. De plus, la station 6-R a enregistré en 2020 une valeur médiane parmi les plus importantes de la région pour la Conductivité (202,5 µS/cm, soit 5 fois la valeur de référence). Une tendance à l'augmentation de la valeur médiane de la Conductivité est également observée sur la période 2016-2020. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : pH (basique), Chlorures, Magnésium, Sodium, Calcium, Potassium. De plus, la station 6-R enregistre en 2020 la valeur médiane la plus importante de la région pour le Calcium (16 mg/L, soit 114 fois la valeur de référence), ainsi qu'une tendance à l'augmentation sur la période 2016-2020 de ce paramètre. La valeur médiane du pH augmente également sur cette station de 2016 à 2020.

Interprétations des résultats – Doline 6-R

Station 6-R : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station 6-R sont dues à **l'influence des cellules à résidus de l'ancienne usine pilote**. Pour rappel, des valeurs médianes parmi les plus importantes de la région pour les paramètres Manganèse (référence x 3), Sulfates (référence x 28), Conductivité (référence x 5) et Calcium (référence x 114) sont enregistrées sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres pH, Conductivité et Calcium. A l'inverse, des tendances à la diminution des valeurs médiane sont constatées sur la même période pour les paramètres Manganèse (division par 5) et Nickel (division par 6).

Les cellules à résidus de l'ancienne usine pilote étaient le lieu de stockage des résidus solides issus du traitement des effluents de l'usine pilote. Ces cellules sont étanches car tapissées de géomembranes en vue de protéger les eaux souterraines des infiltrations. Lorsque l'usine pilote était encore en fonctionnement, la doline 6-R était le point de rejet réglementaire de l'effluent final des cellules à résidus. A l'heure actuel, la doline 6-R collecte les eaux de surverse des cellules à résidus, ce qui explique les perturbations observées.

Si l'ancienne usine pilote est en cours de démantèlement depuis fin 2021, il n'en est rien des cellules à résidus qui servent à réaliser des expérimentations de revégétalisation sur résidus, dans la perspective du projet LUCY.

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, il est dit que les fluctuations du niveau d'eau dans la doline 6-R peuvent expliquer les diminutions en Nickel et Manganèse observées, en raison d'une augmentation du pH qui favoriserait la précipitation du Manganèse et du Nickel, et donc une diminution du Manganèse et du Nickel dissous dans la doline 6-R. Il est en effet constaté une augmentation du pH entre 2015 et 2019 (passage d'un pH de 6,5 à 7,2).

4.2.2.5.3 Eaux souterraines au droit de l'Usine



Figure 82 : Localisation des piézomètres de l'aquifère latéritique situés au droit de l'Usine - Source OEIL.

Etat global des piézomètres de l'Aquitard Latéritique de la zone de l'Usine

Paramètres physico-chimiques																							
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Métaux et métalloïdes															Br	F	SO4	S	Ht
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn					
CBN	latéritique	6-1a	Usine	LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
		6-2a		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*			
		6-3a		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		6-7a		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		6-8a		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		6-14a		LQ*	→*	→*	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	LQ*	→*	→*	

Paramètres physico-chimiques																			Score 2020 par piézo.				
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Profil aquatique						Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.						
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl-	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	PO ₄ ³⁻	NH3	Cot	Nt	P
CBN	latéritique	6-1a	Usine	→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*	
		6-2a		→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-3a		→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-7a		→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-8a		→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-14a		→*	→*	→	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*

A l'échelle de la zone qui compte 6 piézomètres suivis, les 13 paramètres perturbés par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont : Nickel (33%), Chrome (50%), Chrome VI (50%), Silicium (33%), Sulfates (50%), Conductivité (100%), Oxygène dissous (67%), Titre alcalimétrique complet (33%), Chlorures (100%), Magnésium (100%), Sodium (100%), Calcium (67%), Nitrates (83%).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en 2020 pour les paramètres suivants :

- Chrome : 0,07 mg/L au piézomètre 6-7a (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Chrome VI : 0,08 mg/L au piézomètre 6-7a (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sulfate : 245 mg/L au piézomètre 6-14a (soit 62 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 26 mg/L au piézomètre 6-14a (soit 6,5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Conductivité : 581 µS/cm au piézomètre 6-14a (soit 8 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Calcium : 9 mg/L au piézomètre 6-14a (soit 5,5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;

Cependant, des tendances à la diminution des valeurs médianes sont notées sur la période 2016-2020 pour certains paramètres particulièrement perturbés cités ci-dessus : Chrome (diminution d'un facteur 2, piézomètre 6-7a) ; Conductivité et Calcium (piézomètre 6-14a).

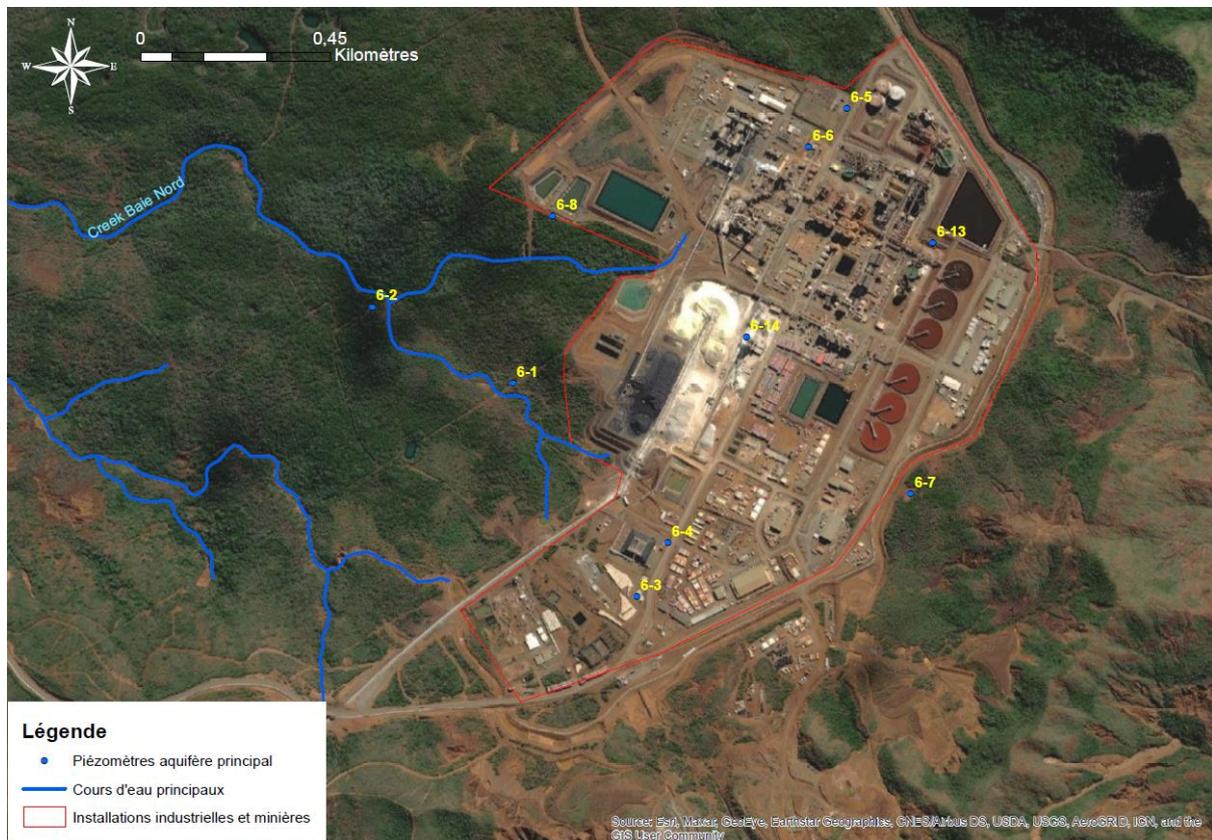


Figure 83 : Localisation des piézomètres de l'aquifère principal situés au droit de l'Usine - Source OEIL.

Etat global des piézomètres de l'Aquifère Principal de la zone de l'Usine

Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Paramètres physico-chimiques																								
				Métaux et métalloïdes																								
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn	Br	F	SO4	S	Ht					
CBN	principal	6-1	Usine	LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*				
		6-2		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		6-3		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		6-4		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		6-5		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		6-6		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-7		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-8		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-13		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-14		LQ*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*

Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Paramètres physico-chimiques														Score 2020 par piézo.				
				Profil aquatique						Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.					
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂ ⁻		NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₃	Cot	Nt	P
CBN	principal	6-1	Usine	→*	→	→	↘*	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*	
		6-2		→*	→*	→	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-3		→*	→*	→	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-4		→*	→*	→	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-5		→*	→*	→	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-6		→*	→*	↗*	↘*	↘*	↗*	↗*	→*	↘*	↗*	↗*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-7		→*	→*	→*	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-8		→*	→*	→	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-13		→*	→*	→*	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*
		6-14		→*	→*	→	↘*	↘*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	LQ*	→*				→*

A l'échelle de la zone qui compte 10 piézomètres suivis, les 17 paramètres perturbés par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont : Nickel (70%), Chrome (20%), Chrome VI (20%), Silicium (20%), Brome (10%), Sulfates (20%), pH (90%), Conductivité (60%), Demande Chimique en Oxygène (20%), Oxygène dissous (70%), Titre alcalimétrique complet (30%), Chlorures (100%), Magnésium (50%), Sodium (60%), Calcium (20%), Potassium (10%) et Nitrates (100%).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en 2020 pour les paramètres suivants :

- Chrome : 0,3 mg/L au piézomètre 6-5 (soit 9 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 0,1 mg/L au piézomètre 6-13 (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Chrome VI : 0,33 mg/L au piézomètre 6-5 (soit 9 fois la valeur du percentile 75 de référence) et 0,11mg/L au piézomètre 6-13 (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sulfate : 21 mg/L au piézomètre 6-14 (soit 6,5 fois la valeur du percentile 75 de référence) ;
- Sodium : 24 mg/L au piézomètre 6-6 (soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence).
- Titre alcalimétrique complet : 123 °f au piézomètre 6-1 et 122 °f au piézomètre 6-6.

De plus, des tendances à l'augmentation des valeurs médianes sont notées sur la période 2016-2020 pour certains paramètres particulièrement perturbés cité ci-dessus : Chrome et Chrome VI (piézomètre 6-5), Sodium (x 3, piézomètre 6-6).

Interprétations des résultats – Eaux souterraines au droit de l'Usine

Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau des piézomètres de l'aquifère latéritique et de l'aquifère principal au droit de l'Usine sont probablement dues à l'**influence de l'Usine de traitement du minerais**. Le piézomètre 6-14a (aquifère latéritique) est le plus perturbé, notamment pour les paramètres suivants : Sulfate (référence x 62), Conductivité (référence x 8) et Calcium (référence x 5,5). Des valeurs médianes particulièrement élevées sont également observées en 2020 au niveau du piézomètre 6-5 (aquifère principal) pour le Chrome (référence x 9) et le Chrome VI (référence x 9). A noter également une valeur maximale de 1 mg/L de Chrome VI mesurée en 2019 sur le piézomètre 6-5 (référence x 28).

L'Usine de traitement du minerais est une installation constituée de plusieurs unités de procédés qui permettent la transformation de la pulpe de minerais en produit fini (avant 2020 de l'oxyde de nickel et du carbonate de cobalt ; depuis début 2020 de l'hydroxyde de nickel (NHC)), et qui génère par la même occasion de grandes quantités d'effluents industriels qui doivent être traités au sein de l'unité de traitement des effluents (unité 285) avant d'être éliminés au niveau de l'ASR et de l'émissaire marin. Pailleurs, la gestion des eaux de pluie de l'Usine vise à ce que toutes les eaux potentiellement perturbées qui ruissellent à l'intérieur de l'Usine soient également envoyées vers l'unité de traitement des effluents ou recyclées dans le process.

Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau des piézomètres de l'aquifère latéritique et de l'aquifère principal au droit de l'Usine sont le signe d'une infiltration d'eaux de ruissellement contaminées. Les eaux de l'aquifère latéritique seraient davantage perturbées que celles de l'aquifère principal. Des précisions sont apportées pour certains piézomètres par PRNC dans son rapportage de 2020 :

- Au niveau de 6-14a, il s'agit d'une contamination de longue date due à l'accumulation dans le bassin d'eaux de procédé de sédiments (riches en dépôts de soufre) qui relarguent des polluants. Ce bassin servant également de bassin d'incendie, il ne pouvait jusqu'à présent faire l'objet d'un entretien. L'arrêt d'une partie des unités de production de l'usine de traitement du minerai en 2020 a permis d'assurer le curage des sédiments contaminés et de colmater les fissures du liner du bassin d'eau de procédé. Cependant, la pollution des eaux souterraines est déjà présente et durera de nombreuses années encore ;

- Des augmentations récentes avaient été constatées pour de nombreux paramètres au piézomètre 6-8a dans le rapport du bilan Grand Sud 2019 (période 2014-2018). PRNC estime que ces perturbations seraient dues à des petites fuites ponctuelles au niveau du bassin de contrôle Nord ;

- Au niveau du piézomètre 6-6 présent dans l'aquifère principal, des écoulements préférentiels souterrains en provenance de la zone de stockage des vracs (et plus largement du site industriel) pourrait en être la cause.

Des investigations sont toujours nécessaires afin d'expliquer les perturbations en métaux (Chrome et Chrome VI) observées sur les piézomètres de l'aquifère latéritique (piézomètre 6-7a) et de l'aquifère principal (piézomètre 6-5 et 6-13).

Un renforcement du réseau de suivi des eaux souterraines de l'Usine aurait été réalisé par PRNC en février 2020 avec l'implantation de 12 nouveaux piézomètres, dans le but de comprendre l'origine des perturbations observées au niveau des eaux souterraines (et par voie de conséquence celles observées au niveau des eaux de surface). Au mois de juin 2021, les résultats de cette étude étaient en cours de finalisation.

Les plus fortes perturbations du Titre alcalimétrique complet sont observées au niveau de l'Usine. Lors du Cotec Résultats réuni en décembre 2019, PRNC émet l'hypothèse que la grande quantité de béton ayant servi dans la construction du site industriel puisse influencer ce paramètre.



Figure 84 : Localisation des piézomètres les plus fortement perturbés situés au droit de l'Usine - Source OEIL.

4.2.2.6 Bassin versant de Kadji

4.2.2.6.1 Kadji

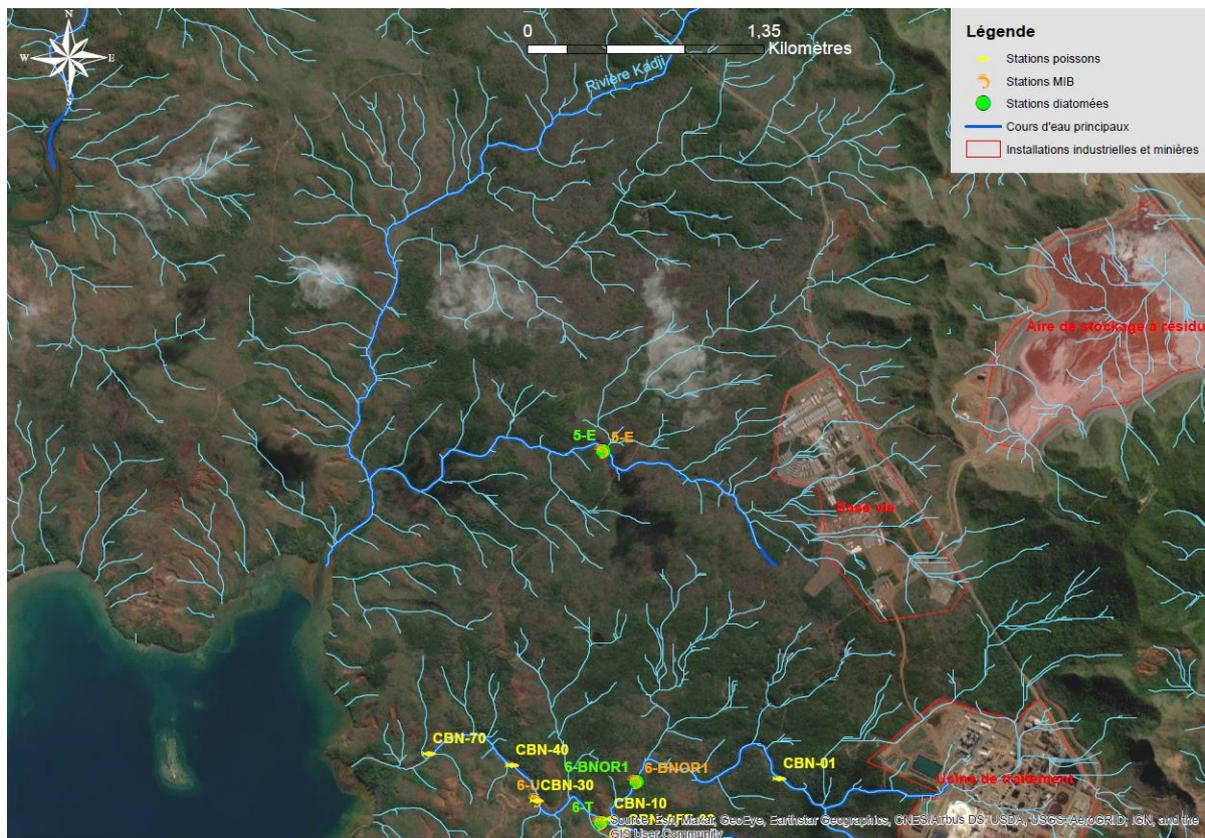


Figure 85 : Localisation de la station biologique du bassin versant de Kadji- Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique de la station de la Kadji

Etat écologique																												
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques											Paramètres bio.		Score 2020 par station											
				Profil aquatique						Éléments majeurs			Sels nutritifs		Mat. org.			MIB	Diat.									
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH3	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	P	IBNC	IBS	IDNC	Poissons	
Base Vie	Aval	5-E	Base Vie																									

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station biologique Macro-invertébrés de la zone en 2020.

La station 5-E présente des scores d'IBNC et d'IBS « Fortement perturbés » en 2020. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

Interprétations des résultats - Kadji

Station biologique

L'IBNC 2020 « fortement perturbé » pourrait être dû à une **influence de la station d'épuration de la base vie** (cf. 2.4.1.1.1). L'absence de suivi physicochimique sur cette rivière ne permet cependant pas de vérifier cette hypothèse. L'IBS 2020 « fortement perturbé » serait attribuable à l'érosion de sols du bassin versant à l'amont de la station 5-E. A noter cependant que le niveau de colmatage sur cette station est considéré comme faible.

4.2.2.6.2 Doline proche de la Base Vie (DOL-11)

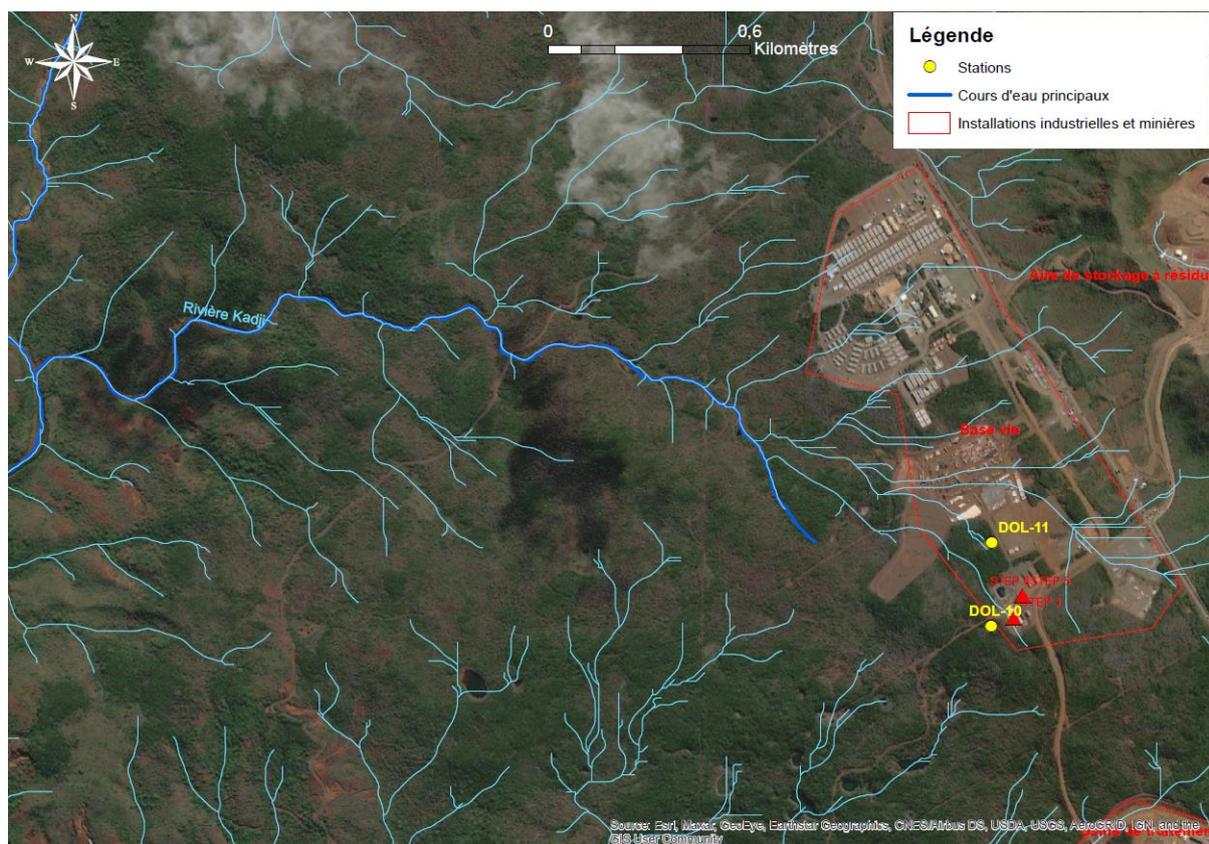


Figure 86 : Localisation de la doline DOL11 présente sur le bassin versant de Kadji - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique de la station doline proche de la Base Vie

Etat chimique														Score 2020 par station											
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques																					
				Métaux et métalloïdes																					
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn	Br	F	Si	SiO2	SO ₄ ²⁻	S	Ht.	
Kadji	Doline	DOL-11	Epuration, BV	→*	→*	→*	LQ	LQ		LQ	LQ	→*		LQ	LQ	LQ	G	G		→*		→*	→*		

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (DOL-11) en 2020. Par ailleurs, l'absence de gammes de référence propres aux dolines et/ou l'utilisation de limites quantitatives (LQ) supérieures en stations de suivi par rapport à celles utilisées en stations de référence, ont conduit à des scores inconnus pour la plupart des paramètres.

Les paramètres chimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Silicium, Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

État écologique de la station doline proche de la Base Vie

Etat écologique															Score 2020 par station													
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques												Paramètres bio.												
				Profil aquatique							Éléments majeurs					Sels nutritifs			Mat. org.			MIB	Diat.	Poissons				
				pH	Cond.	DCO	DBOS	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH3	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	P	IBNC	IBS	IDNC		
Kadji	Doline	DOL-11	Epuration, BV	→*	→*	G		→*		G	G	→*	→*	→*	→*	→*	→*	G	G	G	G	G	G	LQ				

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (DOL-11) en 2020. Par ailleurs, l'absence de gammes de référence propres aux dolines et/ou l'utilisation de limites

quantitatives (LQ) supérieures en stations de suivi par rapport à celles utilisées en stations de référence, ont conduit à des scores inconnus pour la plupart des paramètres.

Le paramètre physicochimique clé Conductivité est considéré comme perturbé en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence. De plus, bien que ne disposant pas de gamme de référence pour évaluer son niveau de perturbation, la station DOL-11 a tout de même enregistré en 2020 une valeur maximale égale à 10,4 mg/L de Nitrates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour cette station. A noter cependant une tendance à la diminution de la valeur médiane de la Conductivité sur la période 2016-2020.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : pH (basique), Chlorures, Magnésium, Sodium, Calcium, Potassium. De plus, la station DOL-11 enregistre en 2020 une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour le Sodium (11 mg/L, soit 3 fois la valeur du percentile 75 de référence), le Calcium (5 mg/L, soit 36 fois la valeur du percentile 75 de référence), et la plus élevée pour le Potassium (0,9 mg/L, soit 7,5 fois la valeur du percentile 75 de référence). Par ailleurs, bien que ne disposant pas de gamme de référence pour évaluer son niveau de perturbation, la station DOL-11 enregistre en 2020 une valeur maximale pour l'Azote total égale à 2,3 mg/L. De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour le pH, les Chlorures et le Calcium.

Interprétations des résultats – Doline DOL-11

Station DOL-11 : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station DOL-11 sont probablement dues à **l'influence de la station d'épuration de la base vie** (cf. 2.4.1.1.1). Pour rappel, des valeurs parmi les plus importantes de la région pour les paramètres Nitrates (10,4 mg/L), Azote total (2,3 mg/L), Sodium (référence x 3), Calcium (référence x 36) et Potassium (référence x 7,5) sont enregistrées sur cette station en 2020. Des tendances à l'augmentation des valeurs médiane sont également constatées sur la période 2016-2020 pour les paramètres suivants : pH, Chlorures et Calcium.

D'après PRNC, des débordements ponctuels de la lagune de stockage des effluents traités par les stations d'épuration de la base vie pourraient éventuellement avoir impacté la doline DOL11 qui se trouve à proximité de la lagune.

4.2.2.7 Rivière Truu

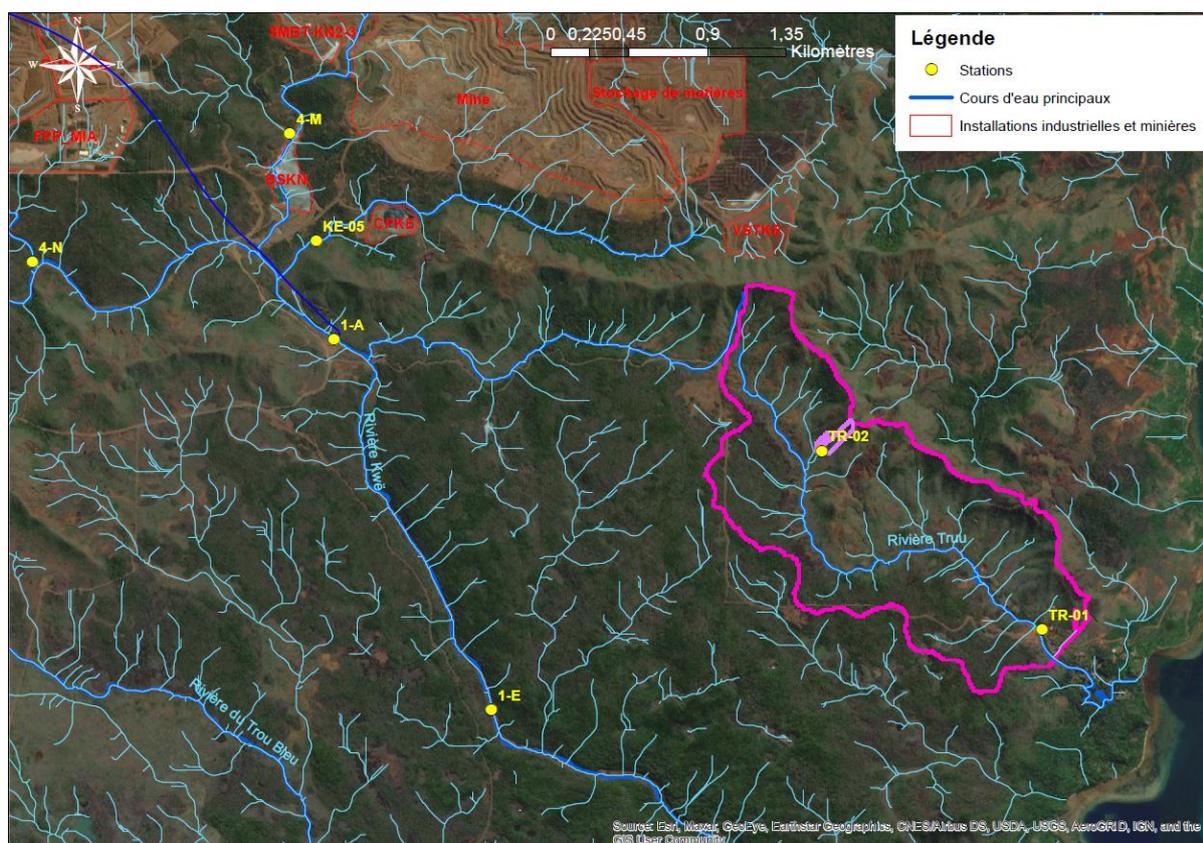


Figure 87 : Localisation des stations physico-chimiques du bassin versant de la Truu - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations de la Truu

Etat chimique																							
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques															Score 2020 par station				
				Métaux et métalloïdes												Br	F	Si		SiO ₂	SO ₄ ²⁻	S	Ht.
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb									Zn	Sn
Truu	Amont	TR-02	Mine	→	→	→	→	→	→	→	↘	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→*	

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (TR-02) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Chrome, Chrome VI, Silicium et Sulfates. La station TR-02 enregistre une des valeurs médianes les plus élevées à l'échelle de la région pour le Chrome VI (0,02 mg/L). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour le Chrome VI. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

Etat chimique																							
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres chimiques															Score 2020 par station				
				Métaux et métalloïdes												Br	F	Si		SiO ₂	SO ₄ ²⁻	S	Ht.
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb									Zn	Sn
Truu	Aval	TR-01	Mine	→	→	→	→	→	→	→	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (TR-01) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Silicium et Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.



Figure 88 : Localisation des stations biologiques du bassin versant de la Truu - Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique des stations de la Truu

Etat écologique																													
Zone	Position BV	Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques														Paramètres bio.		Score 2020 par station									
				Profil aquatique							Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.			MIB	Diat.	Poissons						
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH3	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	P	IBNC	IBS	IDNC			
Truu	Amont	TR-02	Mine	↘	→	→*		↘		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→*	→			→						

Ce score est associé aux résultats obtenus sur les paramètres physicochimiques clés de la station TR-02 (il s'agit d'une source) en 2020.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station TR-02.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : pH (basique), Magnésium, Sodium, Titre alcalimétrique complet.

Etat écologique																													
Station de suivi	Influence	Paramètres physico-chimiques														Paramètres bio.		Score 2020 par station											
		Profil aquatique							Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.			MIB	Diat.	Poissons								
		pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH3	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	P	IBNC	IBS	IDNC					
TR-01	Mine	→	→			↘		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→				→							
TR-04	Mine																						→	↗					
TRU-70	Mine																									→			

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations biologiques (une pour les Macro-invertébrés et une pour les Poissons) et sur les paramètres physicochimiques clés de la station physicochimique de la zone (TR-01) en 2020.

La station Macro-invertébrés (TR-04) obtient des scores « Modérément perturbés » pour l'IBNC et l'IBS en 2020. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à cette station.

D'après le prestataire de PRNC, le peuplement piscicole de la station TR-70 est abondant et moyennement diversifié. Il est composé d'espèces communes aux cours d'eau calédoniens et tolérantes aux pressions anthropiques comme les carpes *Kuhlia rupestris* et *Kuhlia munda*, ainsi que d'espèces rares et sensibles (dont des espèces endémiques) faiblement tolérantes aux pressions anthropiques, telles que les muets noirs. La tendance d'évolution des descripteurs biologiques est considérée comme stable depuis 2010. Cependant, une tendance à l'augmentation des pressions sédimentaires semble s'être aggravée en 2020. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à la station.

Les paramètres physicochimiques clés considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station TR-01.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorures, Magnésium, Sodium, Titre alcalimétrique complet.

Interprétations des résultats – Truu

Stations physico-chimiques

Station TR-02 et TR-01 : Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau les stations TR-02 et TR-01 sont probablement dues à **des connexions souterraines avérées entre la Truu et la Kwé Est** (qui se font au niveau de la source TR02), dont le bassin versant est le lieu d'une activité minière intense avec la présence de la fosse minière de PRNC. Elles peuvent également s'expliquer par des **connexions en cascade via des systèmes pseudo karstiques à trois autres bassins endoréiques très érodés**, dont l'un d'eux a fait l'objet d'une exploitation minière durant de nombreuses années (bassin de l'ancienne mine des Japonais). Pour rappel, une valeur médiane parmi les plus élevées à l'échelle de la région en Chrome VI (0,02 mg/L) est enregistrée sur la station TR-02 en 2020. De plus, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est également constatée sur la période 2016-2020 pour le paramètre Chrome VI sur la station TR-02. Pour information, les perturbations observées pour les autres paramètres (Sulfates, Conductivité, Magnésium) sont très proches de la référence, donc considérées comme faibles.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station TR-01 peuvent également être à l'origine des perturbations en métaux (Nickel, Chrome, Chrome VI, Silicium), mais aussi en éléments majeurs (Magnésium). Il se trouve que 9,5 % du bassin versant à l'amont de TR-01 est exposé à l'érosion, dont seulement 0,4 % d'origine minière (cf. Figure 166 et Tableau 134). A noter que de 2012 à 2019, qu'aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de la station TR-01. Remarque : la station TR02 étant une source, aucun bassin versant à l'amont de cette station n'a été tracé.

Station biologique

Les indices biotiques IBS et IBNC 2020 sont « modérément perturbés ». Le colmatage de la station est considéré comme moyen. Les perturbations physico-chimiques et l'érosion des sols du bassin versant à l'amont de la station TR-04 pourrait être la cause de ces perturbations organiques et terrigènes.

Sur la station TR-70, les peuplements piscicoles sont modérément perturbés en 2020 pour plusieurs raisons : une pression sédimentaire (colmatage) qui s'exerce en raison de travaux routiers à l'amont de la station, ainsi que la présence d'habitations pouvant générer des nuisances (rejets domestiques éventuels, etc).

4.2.2.8 Rivière Kuebini

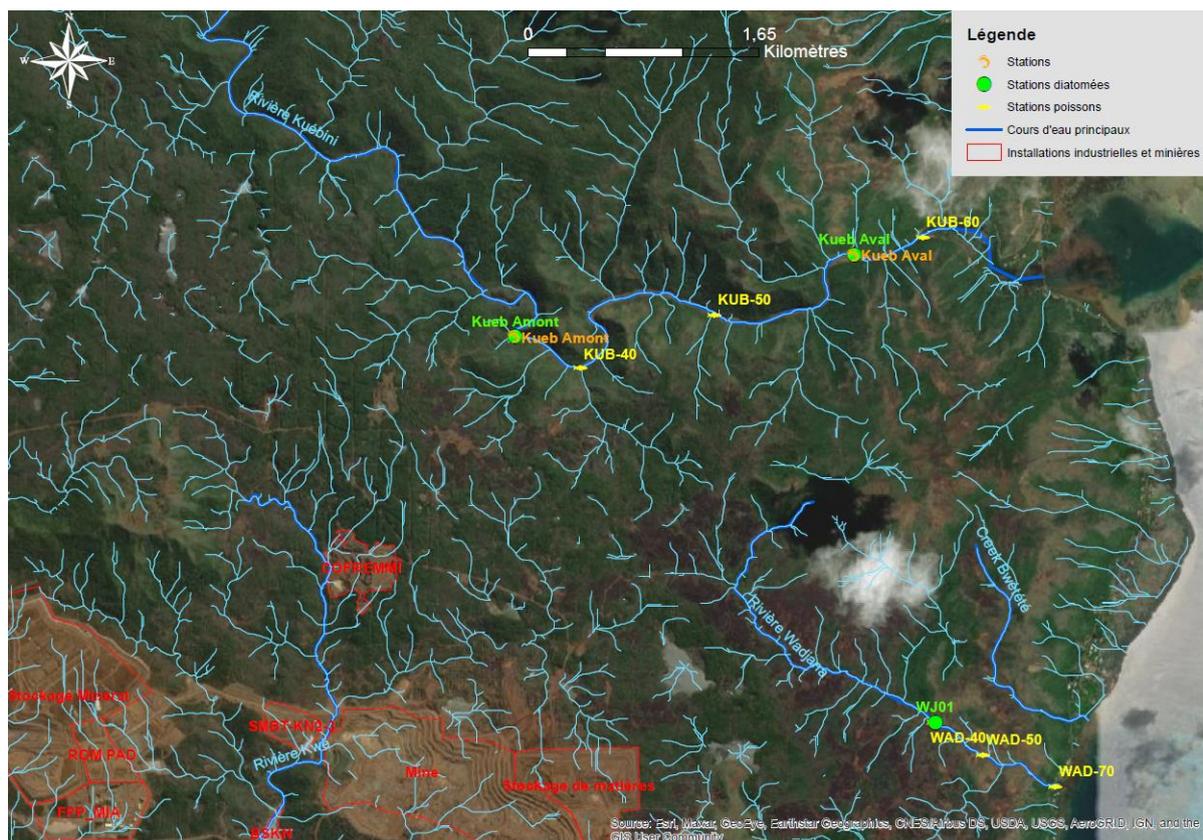


Figure 89 : Localisation des stations biologiques du bassin versant de la Kuebini - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique des stations de la Kuebini

Etat écologique																										
Zone	Position BV	Station	Paramètres physico-chimiques															Paramètres bio.			Score 2020 par station					
			Profil aquatique							Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.			MIB		Diat.	Poissons			
			pH	Cond	DCO	BOD5	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₃	PO ₄ ³⁻					Cot	Nt	P
Kuebini	Aval	KUB-60																					→			
		KUB-50																							NP	
		KUB-40																								NP

Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station biologique Poissons prospectable de la zone (KUB-60)⁶⁰. La présence d'un captage d'eau douce fait que seul 20 % de la surface de la station

⁶⁰ Les deux autres stations (KUB-50 et KUB40) ne sont plus prospectées depuis 2017 en raison de conditions d'accès jugées trop dangereuses.

est prospectable à pied pour la pêche électrique. Les 80% de surfaces restantes ont été observés par plongée en apnée.

D'après le prestataire de PRNC, le peuplement piscicole de la station KUB-60 est peu abondant, faiblement diversifié et largement dominé par des espèces très communes aux cours d'eau calédoniens (tolérantes aux pressions anthropiques), comme la carpe *Khulia rupestris* et le lochon *Eleotris fusca*. De plus, aucune espèce rare et sensible (à l'exception d'un mulot noir) ou strictement endémique n'a été recensée. Un score « Fortement perturbé » est attribué à cette station. La tendance d'évolution des descripteurs biologiques est considérée comme stable depuis 2010.

Interprétations des résultats – Kuebini

Station biologique

Sur la station KUB-60, les peuplements piscicoles sont fortement perturbés en 2020 pour plusieurs raisons : une rupture de la continuité écologique (due à la présence d'un barrage anti-sel équipé d'une passe à poissons dont l'efficacité reste à démontrer) et une pression sédimentaire importante visible sur plus de 3 kilomètres depuis l'embouchure qui serait due à des zones d'érosions très importantes au niveau des crêtes du cours inférieur de la Kuebini.

4.2.2.9 Rivière Wadjana

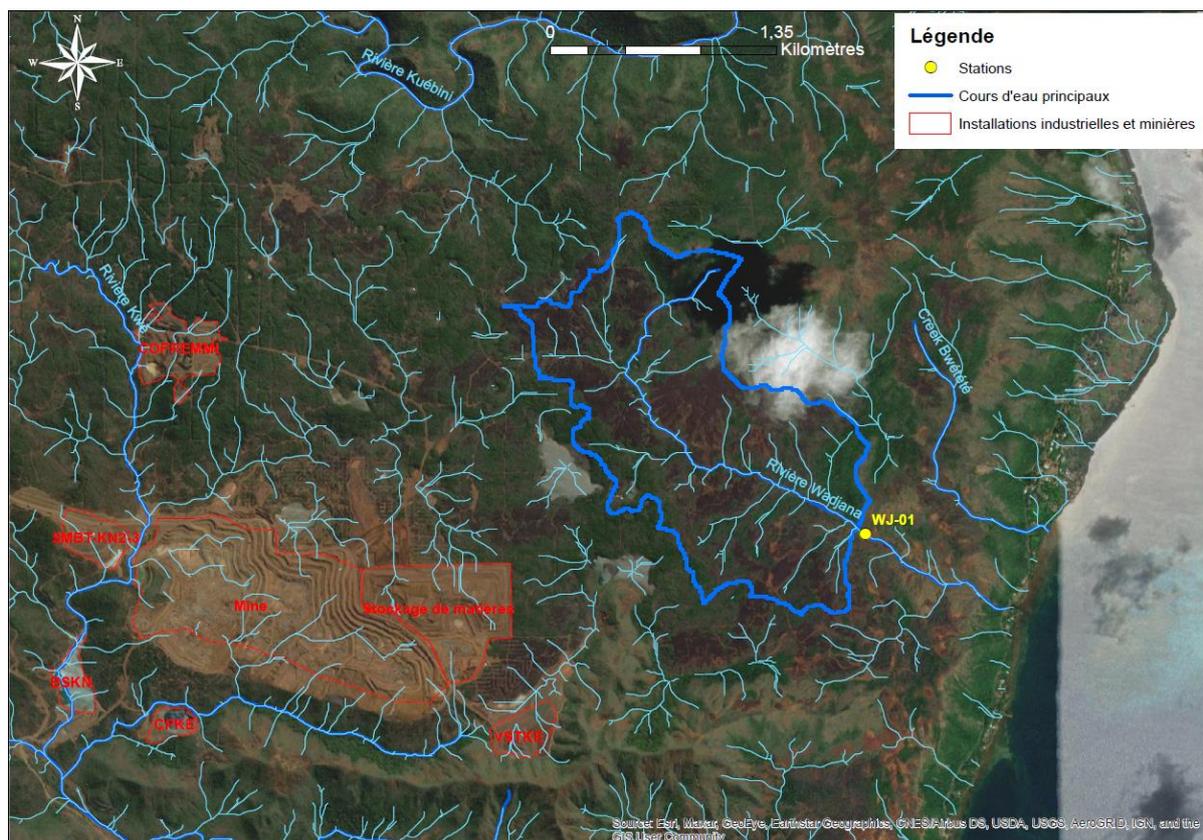


Figure 90 : Localisation de la station physico-chimique du bassin versant de la Wadjana - Source CÉIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations de la Wadjana

Etat chimique																								
Zone	Position BV	Station	Paramètres chimiques																	Score 2020 par station				
			Métaux et métalloïdes														Br	F	Si		SiO ₂	SO ₄ ²⁻	S	Ht.
			Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn								
Wadjana	Amont	WJ-01	→	→	→	→	→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→					

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (WJ-01) en 2020.

Le paramètre considéré comme perturbé en 2020 par rapport à la valeur mesurée sur sa gamme de référence est : Silicium (valeur médiane de 5 mg/L, soit 0,9 fois la valeur du percentile 75 de référence). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

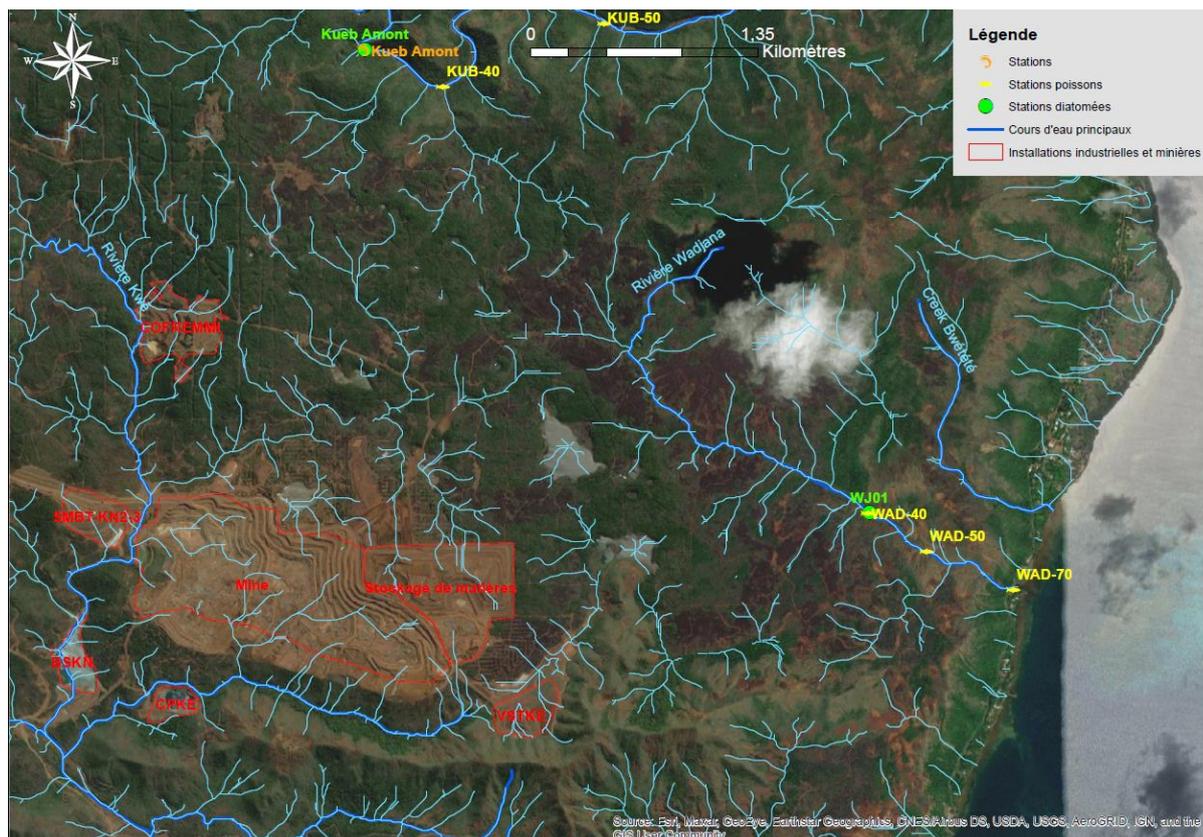


Figure 91 : Localisation des stations biologiques du bassin versant de la Wadjana - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique des stations de la Wadjana

Etat écologique																										
Zone	Position BV	Station	Paramètres physico-chimiques															Paramètres bio.			Score 2020 par station					
			Profil aquatique								Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.		MIB		Diat.	Poissons			
			pH	Cond.	DCO	BOD ₅	OD	ORP	TA	TAC	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄ ³⁻	Cot		Nt	P	IBNC	IBS	IDNC
Wadjana	Amont	WJ-01	→	→		↘		→	→	↘	→	↗	→	↘	↗	→	↗			→						
	Aval	WAD-40																								→
		WAD-50																								
		WAD-70																								→

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur la station physico-chimique (WJ-01) et les 3 stations biologiques Poissons de la zone en 2020. La fosse de dissipation qui se trouve en contrebas de la cascade de Goro et qui représente une faible proportion de la surface de la station WAD-70 a été observée par plongée en apnée.

D'après le prestataire de PRNC, le peuplement piscicole des stations est moyennement abondant et faiblement diversifié, largement dominé par des espèces très communes aux cours d'eau calédoniens

(tolérantes aux pressions anthropiques), comme les carpes *Kuhlia rupestris* et *Kuhlia munda*. Toutefois, quelques espèces rares et sensibles (dont des espèces endémiques) faiblement tolérantes aux pressions anthropiques comme les mulots noirs sont recensées. La tendance d'évolution des descripteurs biologiques est considérée comme stable sur ces stations depuis 2010. Cependant, des variations de certains descripteurs sont parfois visibles et peuvent s'expliquer par les méthodes d'échantillonnage utilisées par les différents prestataires (pêche électrique avec ou sans comptage visuel en plongée). Une chute des effectifs de l'espèce de gobie endémique *Sicyopterus sarasini* est constatée à partir de 2017. Des scores « Moyennement perturbés » sont attribués à ces stations biologiques.

Le paramètre physicochimique clé considéré comme perturbé en 2020 par rapport à la valeur mesurée sur sa gamme de référence est : Nitrates (valeur médiane de 0,8 mg/L, soit 1,6 fois la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2017-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour les Nitrates (x 1,3). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station 3-C.

Bien que ne contribuant pas à la notation, un autre paramètre physicochimique est considéré comme perturbé en 2020 par rapport à la valeur mesurée sur sa gamme de référence : pH basique (valeur médiane de 7,9, soit équivalente à la valeur du percentile 75 de référence).

Interprétations des résultats – Wadjana

Stations physico-chimiques

Les perturbations chimiques et physicochimiques observées au niveau de la station WJ-01 (située hors d'influence du complexe industriel et minier de PRNC) sont peu nombreuses puisqu'elles ne concernent que trois paramètres : Silicium, pH et Nitrates. Pour l'ensemble de ces paramètres, les valeurs médianes sont très proches de leurs percentiles 75 de référence (le facteur de multiplication est toujours inférieur à 2).

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station WJ-01 sont probablement à l'origine des perturbations en métaux (Silicium). Il se trouve que 10,74 % du bassin versant à l'amont de WJ-01 est exposé à l'érosion, dont 1,47% d'origine minière (cf. Figure 176 et Tableau 135). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Stations biologiques

En 2019, l'IDNC obtient un score « modérément perturbé » et un niveau de colmatage qualifié de moyen. Les 10,74 % du bassin versant à l'amont de WJ-01 exposés à l'érosion pourraient en être l'explication.

Les peuplements piscicoles sont modérément perturbés en 2020 pour plusieurs raisons : une rupture de la continuité écologique (due à la présence d'une cascade et d'un captage) et une pression sédimentaire attribuable aux anciennes activités minières. La chute des effectifs de l'espèce de gobie endémique *Sicyopterus sarasini* est à surveiller.

4.2.2.10 Rivière Trou Bleu

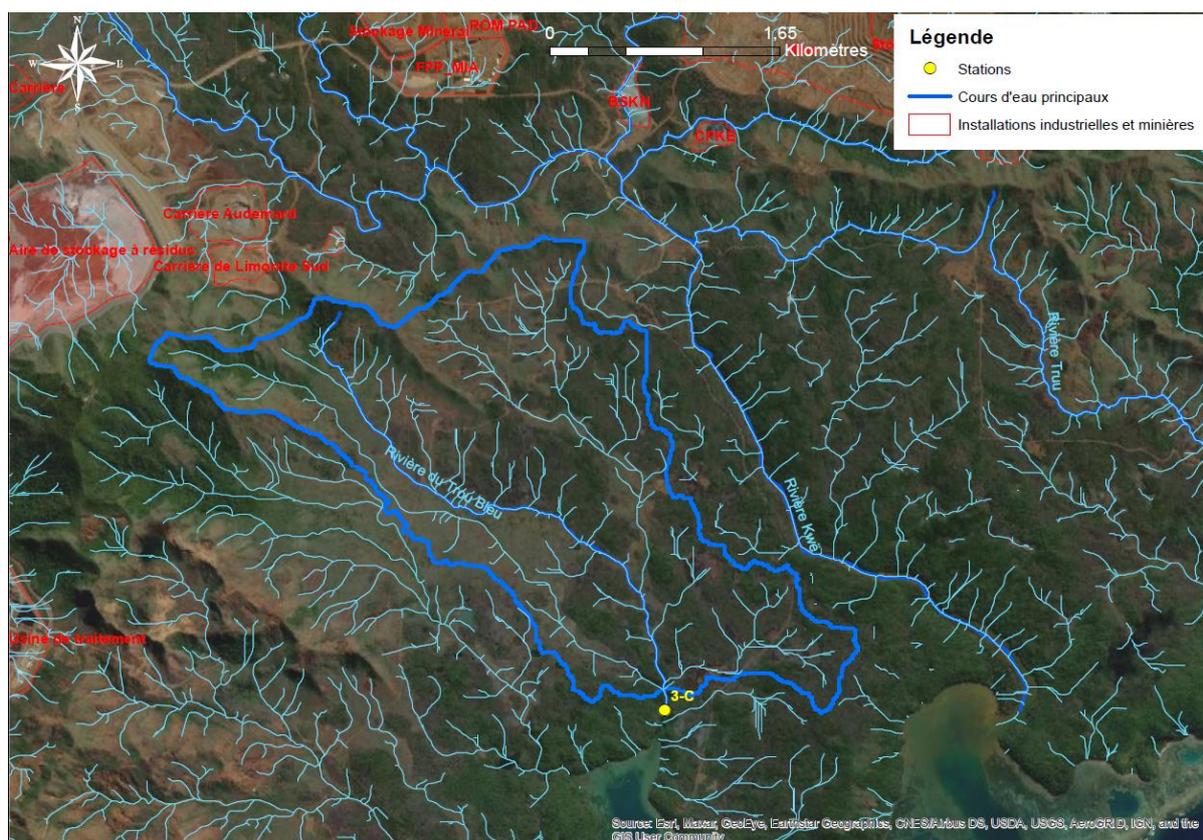


Figure 92 : Localisation de la station physico-chimique du bassin versant de Trou bleu - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat chimique des stations de la Trou Bleu

		Etat chimique															Score 2020 par station						
Zone	Position BV	Station	Paramètres chimiques																				
			Métaux et métalloïdes																				
			Fe	Mn	Ni	Al	As	Hg	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Sn		Br	F	Si	SiO2	SO ₄ ²⁻	S	Ht.
Trou bleu	Aval	3-C	→	→	7	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physicochimique de la zone (3-C) en 2020.

Les paramètres considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel (valeur médiane de 0,02 mg/L, soit 1,25 fois la valeur du percentile 75 de référence) et Sulfates (valeur médiane de 2,45 mg/L, soit équivalente à la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation de la valeur médiane est observée pour le Nickel (x 2). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station.

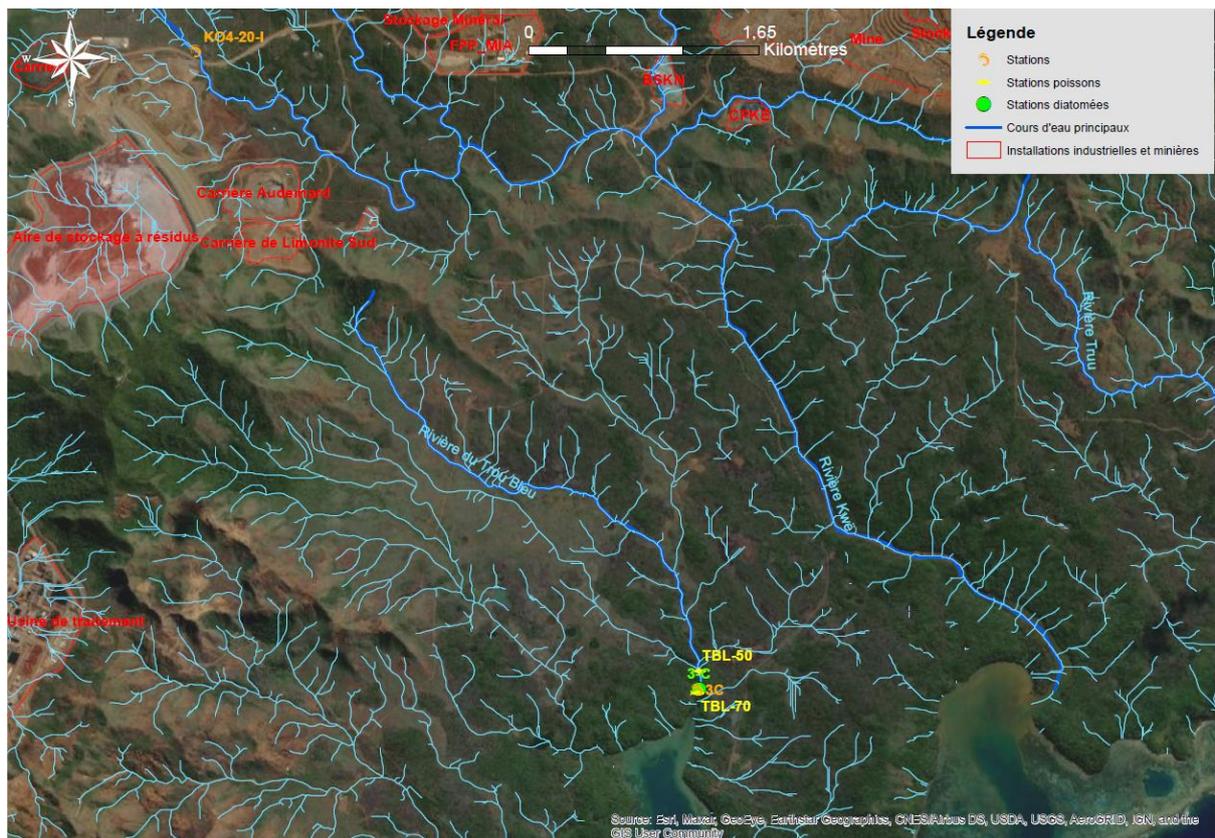


Figure 93 : Localisation des stations biologiques du bassin versant de Trou Bleu - Source CEIL/BRGM/DAVAR.

Etat écologique des stations de la Trou bleu

Etat écologique																											
Zone	Position BV	Station	Paramètres physico-chimiques															Paramètres bio.			Score 2020 par station						
			Profil aquatique						Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.		MIB	Diat.	Poissons							
			pH	Cond.	DCO	DBO ₅	OD	ORP	TA	TAC	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄	Cot		Nt	P	IBNC	IBS	IDNC	
Trou bleu	Aval	3-C	↘	→	→	→	→	→	↗	↘	↗	→	↘	→	→	→	→				→	→			→		
		TBL-50																									→
		TBL-70																									→

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur la station physico-chimique (3-C) et les 2 stations biologiques Poissons de la zone en 2020.

D'après le prestataire de PRNC, le peuplement piscicole des stations est moyennement abondant et faiblement diversifié en 2020. Il est composé d'espèces communes aux cours d'eau calédoniens (tolérantes aux pressions anthropiques) comme la carpe *Kuhlia munda* et d'espèces rares et sensibles (dont des espèces endémiques) faiblement tolérantes aux pressions anthropiques telles que les mullets noirs. La tendance d'évolution des descripteurs biologiques est considérée comme stable depuis 2007. Un score « Non perturbé » est attribué à cette station.

Le paramètre physicochimique clé considéré comme perturbé en 2020 par rapport à la valeur mesurée sur sa gamme de référence est : Nitrates (valeur médiane de 0,45 mg/L, soit équivalente à la valeur du percentile 75 de référence). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station 3-C.

Bien que ne contribuant pas à la notation, les autres paramètres physicochimiques considérés comme perturbés en 2020 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : pH acide (valeur médiane de 7, soit 0,9 fois la valeur du percentile 75 de référence), Chlorures (valeur médiane de 11,8 mg/L, soit équivalente à la valeur du percentile 75 de référence) et Sodium (valeur

médiane de 7 mg/L, soit 1,1 fois la valeur du percentile 75 de référence). De plus, sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des valeurs médianes est observée pour les Chlorures (x 1,03) et le Sodium (x 1,16) et une tendance à la diminution de la valeur médiane du pH (x 0,96).

Interprétations des résultats – Trou Bleu

Stations physico-chimiques

Les perturbations chimiques et physicochimiques observées en 2020 au niveau de la station 3-C (située hors d'influence du complexe industriel et minier de PRNC) concernent cinq paramètres : Nickel, Sulfates, pH, Chlorures, Sodium et Nitrates. Pour l'ensemble de ces paramètres, les valeurs médianes sont très proches de leurs percentiles 75 de référence (le facteur de multiplication est toujours inférieur à 2). Une tendance à l'augmentation de la valeur médiane du Nickel (x 2) est constatée sur la période 2016-2020.

Les surfaces exposées à l'érosion sur le bassin versant à l'amont de la station 3-C sont probablement à l'origine des perturbations en métaux (Nickel). Il se trouve que 9,19 % du bassin versant à l'amont de 3-C est exposé à l'érosion, dont 0,52% d'origine minière (cf. Figure 176 et Tableau 135). A noter que de 2012 à 2019, aucun incendie n'a été détecté par télédétection sur le bassin versant à l'amont de cette station.

Stations biologiques

Malgré l'absence de colmatage de cette station, l'indice biotique IBS 2020 est « fortement perturbé ». Aucune hypothèse n'est formulée par le prestataire de PRNC pour expliquer cet IBS dégradé. Les 9,19 % du bassin versant à l'amont de la station 3-C exposés à l'érosion pourraient en être l'explication.

Les peuplements piscicoles sont « non perturbés » en 2020 en raison d'une quasi-absence de pression anthropique exercée sur ce cours d'eau.

4.2.2.11 Eaux souterraines du Port



Figure 94 : Localisation des piézomètres situés au droit du Port - Source CEIL.

Etat global des piézomètres de la zone du Port

Paramètres physico-chimiques																								
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Métaux et métalloïdes																				
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn	Br	F	SO4	S	Ht	
Prony	principal latéritique	7-1	Port																					
		7-2																						
		7-3																						

Paramètres physico-chimiques																		Score 2020 par piézo.							
Zone	Aquifère	Piézomètre	Influence	Profil aquatique						Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.								
				pH	Cond.	DCO	DBO5	OD	ORP	TA	TAC	Cl-	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH3	Cot	Nt	P		
Prony	principal latéritique	7-1	Port		|			|																	
		7-2																							
		7-3		*	*			*																	

A l'échelle de la zone qui compte 2 piézomètres suivis, les 2 paramètres qui présentaient des valeurs anormalement élevées par rapport à leurs gammes de référence respectives en 2020 sont la Conductivité et l'Oxygène dissous. Cependant, l'ensemble des piézomètres du Port étant considéré sous l'influence d'un biseau salé, un score « Inconnu » est donc attribué aux paramètres Conductivité et Oxygène dissous.

Un seuil réglementaire pour les hydrocarbures (10 mg/L) s'applique aux piézomètres du Port. En 2020 (et 2019 également), aucune détection d'hydrocarbure n'a eu lieu.

Etant donné que la fonction première de ce suivi est de surveiller l'impact potentiel du stockage de fioul lourd, la non-détection d'hydrocarbure permet d'attribuer un score « Non Perturbé » à ces piézomètres.

Interprétations des résultats – Eaux souterraines du Port

La fonction première du suivi des eaux souterraines au droit du Port étant de surveiller l'impact potentiel du stockage de fioul lourd, la non-détection d'hydrocarbure permet de conclure à l'absence de perturbation lié à ce paramètre sur cette zone.

Toutefois, la limite quantitative (LQ) utilisée le plus couramment pour détecter les hydrocarbures paraît relativement élevée (10 mg/L) au regard des teneurs que l'on peut s'attendre à retrouver en cas de pollution aux hydrocarbures (cf. 4.2.2.4).

5 Bilan Grand Sud - Milieux terrestres

5.1 Méthodologie - Milieux terrestres

5.1.1 Suivis environnementaux - milieux terrestres

5.1.1.1 Objectifs des suivis

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Objectifs des suivis	Autres origines possibles des perturbations
Air	Polluants atmosphériques mesurés par des stations de surveillance	Dioxyde de soufre (SO ₂), dioxyde d'azote (NO ₂), oxyde d'azote (NO _x), particules fines (PM ₁₀)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations de polluants atmosphériques, signe d'une influence de l'Usine (usine d'acide, de la centrale thermique et du stockage de soufre)	
	Polluants atmosphériques mesurés par tubes passifs	Dioxyde de soufre (SO ₂)	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en SO ₂ à proximité des stations symptomatologie de l'Usine, signe d'une influence de l'Usine (usine d'acide, de la centrale thermique et du stockage de soufre)	
	Polluants atmosphériques mesurés par échantillonneurs passifs	PM ₁₀	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en PM ₁₀ , signe d'une influence de la Mine. Ce suivi à une vocation sanitaire et non environnementale	
	Métaux dans les PM ₁₀	As, Cd, Ni, Hg et Pb	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux dans les PM ₁₀ , signe d'une influence de l'Usine ou de la Mine	
	Métaux dans les retombées de poussières	As, Cd, Ni, Hg, Pb, et Zn	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations en métaux dans les retombées de poussières, signe d'une influence de l'Usine ou de la Mine	
	Suivi de la qualité des eaux de pluies	SO ₄ , NO ₃ , Cl et pH	pression	Déterminer s'il y a des teneurs anormales et des augmentations de polluants atmosphériques, signe d'une influence de l'Usine (usine d'acide, de la centrale thermique et du stockage de soufre)	
Faune	Avifaune	Indice Patrimonial Avifaunistique (IPA)	état	Déterminer si les populations d'oiseaux regressent, signe d'une perturbation liée au complexe industriel et minier de PRNC (fragmentation de l'habitat, bruit, poussières, lumière, espèces envahissantes)	
	Herpétofaune	Abondance, richesse spécifique	état	Déterminer si les populations de lézard regressent, signe d'une perturbation liée au complexe industriel et minier de PRNC (fragmentation de l'habitat, bruit, poussières, lumière, espèces envahissantes)	

Types de suivis	Suivis environnementaux	Types de paramètres	Types d'indicateurs	Objectifs des suivis	Autres origines possibles des perturbations
Flore	Analyses chimiques sol, litière, feuilles (réserves provinciales)	Éléments majeurs dans sol, litière et feuilles (S, N)	pression	Déterminer si les polluants atmosphériques générés par le complexe industriel et minier de PRNC s'accumulent dans les sols, la litière et les feuilles de la végétation des réserves provinciales	Le cycle de ces éléments n'étant pas encore bien connu, les fluctuations observées pourraient également être d'origine naturelle
	Fluorimétrie	Mesure de la fluorimétrie	état	Déterminer si les polluants atmosphériques de l'Usine conduisent à une réduction de l'activité photosynthétique de la végétation des réserves provinciales, impactant ainsi leur état de santé	La dégradation de l'état de santé des plantes pourrait également être liée à d'autres facteurs (ex: sécheresse, maladie)
	Symptomatologie (Usine)	Nombre d'individus impactés, degré de sévérité des symptômes	état	Détecter la présence de symptômes spécifiques du SO ₂ (nécrose, chlorose) sur les individus de différentes espèces végétales autour de l'Usine, signe d'une influence des émissions de SO ₂ de l'Usine (usine d'acide, de la centrale thermique et du stockage de soufre) Caractériser l'évolution de la zone impactée » dans le temps par une qualification et quantification du degré de sévérité des symptômes sur des espèces indicatrices	
	Symptomatologie (Mine)	Nombre d'individus impactés	état	Détecter la présence de symptômes (nécrose, chlorose) sur les individus de différentes espèces végétales autour de la Mine, signe d'une influence des poussières générées par les activités minières	Les symptômes observés ne sont pas spécifiques d'une perturbation par les poussières, il pourrait également s'agir d'attaques d'insectes, de maladie, etc
	Massifs Forestiers d'Intérêt Prioritaire	Pourcentage de surfaces impactées,	état	En complément des suivis symptomatologie, détecter la présence de surfaces impactées à l'échelle des massifs forestiers autour de l'Usine et de la Mine, signe d'une perturbation d'origine naturelle ou lié au complexe industriel et minier (influence du SO ₂ autour de l'Usine, des poussières ou d'un stress hydrique autour de la Mine)	Les surfaces impactées ne sont pas spécifiques d'une perturbation par le SO ₂ , les poussières ou un stress hydrique. Elles pourraient également être dues à des attaques d'insectes, de maladie, etc
	Ripisylves	Symptômes foliaires, fluorimétrie, structure de la végétation	état	Déterminer si les défrichements due à l'activité minière (ex: augmentation des durées d'étiage) ont des répercussions sur la flore rivulaire	

Tableau 50 : Objectifs des suivis environnementaux - milieux terrestres

5.1.1.2 Description des suivis

Les suivis des milieux terrestres sont classés selon leur appartenance au compartiment Air, Sol, Flore ou Faune. Leurs nature, fréquence de suivi, méthode de mesure et période de réalisation sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 51). Il est également indiqué dans ce tableau si les suivis contribuent ou non à la qualification des stations.

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic ?
Air	Polluants atmosphériques (SO ₂ , NO _x , PM ₁₀) mesurés par des stations de surveillance	Scal'Air	2008	continue	mesures réalisées par : -analyseurs (AF22) pour le SO ₂ -analyseurs (AC32) pour les NO _x /NO ₂ -analyseurs (MP101) pour les PM ₁₀		oui
	Polluants atmosphériques (SO ₂) mesurés par tube passif	Scal'Air	2013	mensuelle	-tubes passifs mesurant le SO ₂ , exposés durant un mois -analyse en laboratoire du SO ₂ piégé durant la période d'exposition		non
	Polluants atmosphériques (PM ₁₀) mesurés par échantillonneur passif	PRNC	2019	semestrielle (campagne de 15-20 jours)	-échantillonneurs passifs SIGMA-2 mesurant les PM ₁₀ -analyse des particule par microscopie électronique	saison chaude et saison fraîche	non
	Métaux dans les PM ₁₀	Scal'Air	2011	semestrielle (campagnes d'un mois)	-préleveurs automatiques (Partisol Plus) de PM ₁₀ munis de filtres -analyse en laboratoire des métaux	saison chaude et saison fraîche	oui
	Métaux dans les retombées de poussières	Scal'Air	2015	semestrielle (campagnes d'un mois)	-collecteurs de précipitations de type jauges Owen -analyse des fractions solubles et insolubles séparément afin de quantifier les métaux	saison chaude et saison fraîche	oui
	Suivi des pluies	PRNC	2013	trimestrielle	-collecteurs d'eau de pluie conçus et installés par PRNC -analyse en laboratoire des paramètres		non

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes de suivi	Suivis contribuant au diagnostic ?
Flore	Symptomatologie (Usine) - nouveau protocole	PRNC	2016	quadrimestrielle (soit 3 campagnes)	observations qualitatives et quantitatives de symptômes foliaires lié au dioxyde de soufre (nécrose, chlorose, déformation)	avril, août et décembre	oui
	Symptomatologie (Usine) - ancien protocole	PRNC	2012	annuel	observations qualitatives de symptômes foliaires lié au dioxyde de soufre (nécrose, chlorose, déformation)	décembre	non
	Symptomatologie (Mine)	PRNC	2015	quadrimestrielle (soit 3 campagnes)	observations qualitatives et quantitatives de symptômes foliaires potentiellement liés aux poussières (nécrose, chlorose, déformation)	mai, septembre et novembre	non
	Massifs Forestiers d'Intérêt Prioritaire	PRNC	2008	annuelle	analyses d'images satellitaires	variable	oui
	Analyses chimiques sol, litière, feuilles	PRNC	2007	annuelle	prélèvements de sol, litière et feuilles		oui
	Fluorimétrie (activité photosynthétique)	PRNC	2007	bisannuelle	fluorimètre portatif	saison chaude	oui
	Ripisylve	PRNC	2017	semestrielle	observations qualitatives de symptômes foliaires, mesure de l'activité photosynthétique, structure et composition de la ripisylve	saison chaude et saison fraîche	non
Faune	Avifaune (forestière)	PRNC	2008	annuelle	points d'écoutes de 10 min	période de reproduction (septembre-décembre)	oui
	Avifaune (lacustre)	PRNC	2008	annuelle	points d'observation	en même temps que le suivi avifaune forestière	non
	Herpétofaune	PRNC	2010	annuelle	observations diurnes et nocturnes le long de transect et relevés de piège à fosse	période d'activité des lézards (novembre-avril)	non

Tableau 51: Présentation des suivis environnementaux des milieux terrestres

La plupart des données sont la propriété de Prony Resources NC, à l'exception de celles du compartiment Air principalement fournies par Scal'Air.

La date de démarrage des suivis est variable : les suivis plus anciens remontent à 2007 (fluorimétrie et analyse chimique sol, litière et feuilles) tandis que le suivi plus récent date de 2015 (métaux dans les retombées de poussières).

La fréquence de suivi est également variable selon les suivis considérés, qui peuvent être continus à bisannuels.

Le déploiement du suivi de la végétation par télédétection de l'Usine a été étendu en 2017 au secteur de la mine au niveau de 9 MFIP principalement situés sur les flancs et sommets des reliefs autour de l'UPM et de la fosse minière.

5.1.1.3 Explications de la non-intégration au diagnostic de certains suivis

Il a été décidé que 7 suivis des milieux terrestres ne contribueraient pas à la qualification des stations pour les raisons suivantes :

Types de suivi	Suivis environnementaux	Explications de la non intégration des suivis au diagnostic
Air	Polluants atmosphériques (SO2) mesurés par tube passif	Absence de seuil réglementaire ou valeur de référence pour le SO2 mesuré par échantillonneurs passifs. Utilisation par défaut du seuil réglementaire annuel du SO2 (mesuré en continu). Décision en Cotec résultats réuni le 11/12/2019: suivi du SO2 en continu jugé plus pertinent pour noter la qualité de l'air autour de l'Usine.
	Polluants atmosphériques (PM10) mesurés par échantillonneur passif	Absence de seuil réglementaire ou valeur de référence pour la quantité de PM10 mesurés par échantillonneurs passifs
	Suivi des pluies	Définition d'une méthode de qualification éventuelle à discuter en Cotec méthodologique du second semestre 2022.
flore	Symptomatologie (Usine) - ancien protocole	Evaluation "qualitative" qui s'intéresse uniquement aux espèces et type de symptômes. Absence d'information sur le nombre d'individus impactés et sur la gravité des symptômes permettant d'utiliser la grille de qualité validée en Cotec.
	Symptomatologie (Mine)	Les symptômes observés ne sont pas spécifiques du dépôt de poussières.
	Ripisylve	Définition d'une méthode de qualification éventuelle à discuter en Cotec méthodologique du second semestre 2022.
Faune	Avifaune (lacustre)	Définition d'une méthode de qualification éventuelle à discuter en Cotec méthodologique du second semestre 2022.
	Herpétofaune	Absence de proposition de grille de qualification à l'issue du Cotec méthodologique réuni le 13/05/2019.

Précision : Le suivi sanitaire des PM10 sur deux stations de la Mine (Figure 107) est opéré par un prestataire de PRNC (et non par Scal'Air) à l'aide d'échantillonneurs passifs (SIGMA-2).

Remarque : Bien que ne contribuant pas au diagnostic des milieux terrestres, les informations issues de ces suivis seront tout de même étudiées et tous les éléments remarquables seront rapportés.

D'autres informations en lien avec les pressions environnementales (ex : incendies, érosion, défrichements) et les mesures de gestion (revégétalisation, lutte contre les espèces envahissantes, etc) sont présentées respectivement dans les parties 2.3 et 2.4 de ce rapport.

5.1.2 Localisation des réseaux de suivi - milieux terrestres

Le tableau ci-dessous montre la répartition des différents types de suivis (air, flore, faune) au niveau des stations et des zones relatives au milieu terrestre :

Stations hors d'influence			Compartiments suivis				Stations de suivi			Compartiments suivis				
Zone	Station	Air			Flore	Faune	Zone	Station	Air			Flore	Faune	
Pic du Grand Kaori et Pépinière	Pic du Grand Kaori	A1				Fa1	Mine (Kwé Nord et Est)	Forêt Kwé Est					Fa1	
	PGK1				Fl1			Forêt Kwé Nord					Fa1	
	PGK2				Fl1			Forêt Jaffré					Fa1	
	PGK3				Fl1			Forêt Carrière					Fa1	
	PGK4				Fl1			Forêt S2					Fa1	
	SO20 (PS25)			A4		Fl3			Forêt Tuyau (SMLT)					Fa1
SO27					Fl3		FA				Fl2			
Forêt Nord	Forêt Nord	A1	A2	A3		Fa1	Mine (Kwé Ouest et parc à résidu)	FSMLT				Fl2		
	Forêt Nord-côté Port Boisé					Fa1		FKN1				Fl2		
	FN1				Fl1			FTM				Fl2		
	FN2				Fl1			FCPKE				Fl2		
	FN3				Fl1			FKE				Fl2		
	FN4				Fl1			FCAP1				Fl2		
	PS 19			A4				FT				Fl2		
	PS 29			A4				SO28					Fl3	
	PS 30			A4				Base-vie	Base-vie	A1	A2	A3		
	U3					Fl2			Usine (Auxiliaire)	A1				
U6					Fl2		PS10			A4				
U10					Fl2		PS14			A4				
BV Port Boisé	Port Boisé		A3				SO1 (PS11)			A4		Fl3		
Forêt Est du plateau de Goro (Wadjana et Truu)	Wadjana					Fa1	SO3					Fl3		
	Forêt mine des japonais					Fa1	SO4					Fl3		
Pic du Pin	FWAD2					Fl2	SO5					Fl3		
	Pic du Pin					Fa1	SO6 (PS17)			A4		Fl3		
	PP1				Fl1		SO8					Fl3		
	PP2				Fl1		SO9					Fl3		
Total stations de référence		2	1	2	4	10	4	2	6					
Légende :														
Degré d'influence par rapport à l'activité industrielle et minière :														
Fort Modéré Nul 														
Réseaux de suivi :														
Air- polluants atmosphériques (SO2, NOx, PM10) A1 Air- teneurs métaux PM10 A2 Air- teneurs métaux retombées poussières A3 Air-tubes passifs SO2 A4 Flore - réserves provinciales Fl1 Flore - MFIP Fl2 Flore - symptomatologie Fl3 Faune - avifaune Fa1														
Usine et BV Creek Baie Nord	SO10												Fl3	
	SO11												Fl3	
	SO12												Fl3	
	SO13												Fl3	
	SO14												Fl3	
	SO15												Fl3	
	SO16												Fl3	
	SO17												Fl3	
	SO19												Fl3	
	SO21												Fl3	
	SO22												Fl3	
	SO23 (PS23)										A4		Fl3	
	SO24												Fl3	
	SO25 (PS13)										A4		Fl3	
	SO26												Fl3	
	U1												Fl2	
	U2												Fl2	
	U4												Fl2	
	U7												Fl2	
	U9												Fl2	
	U11												Fl2	
	U13												Fl2	
	U14												Fl2	
	U15												Fl2	
	U16												Fl2	
U18												Fl2		
U19												Fl2		
U20												Fl2		
U21												Fl2		
U23												Fl2		
U25												Fl2		
Total stations de suivi		2	1	1	6	0	24	23	6					

Tableau 52: Liste des stations de suivi et des stations hors d'influence des milieux terrestres

Les stations considérées sous influence forte de PRNC sont qualifiées de « stations de suivi », tandis que celles qui se trouvent sous influence modérée ou nulle sont qualifiées de « stations hors d'influence ».

Les différentes zones du milieu terrestre ne sont pas suivies de manière équitable selon le compartiment considéré. Sur la Mine par exemple, le suivi du compartiment Faune est très développé, alors que sur l'Usine il n'y en a aucun. A l'inverse, le suivi du compartiment Air sur l'Usine est important, tandis qu'il se limite au suivi sanitaire des poussières (PM10)⁶¹ au niveau de la Mine (cf. Figure 107).

⁶¹ Ce suivi est non-intégré au diagnostic en raison de l'absence de méthode de qualification.

Les réserves naturelles du Pic du Grand Kaori et de Forêt Nord, hors d'influence de PRNC, sont relativement bien pourvues en suivis pour les trois compartiments (Air, Flore et Faune).

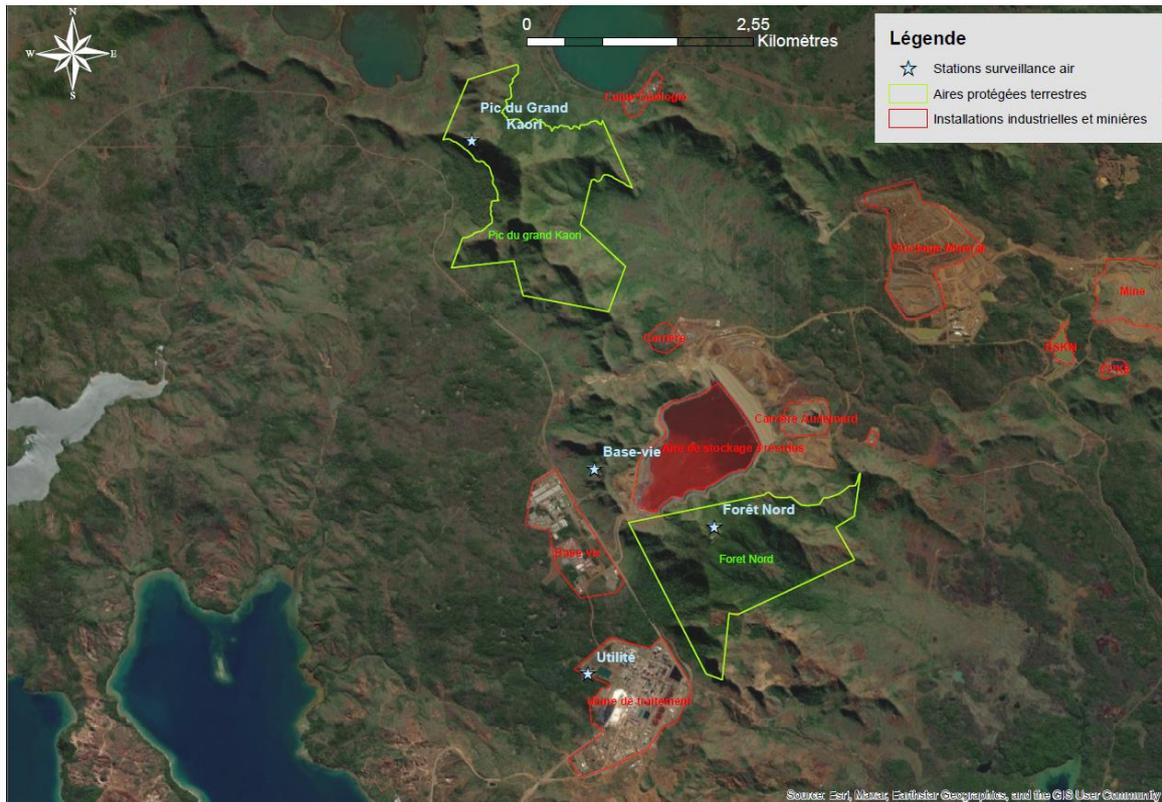


Figure 95: Localisation du réseau de suivi des gaz polluants atmosphériques – compartiment Air – milieux terrestres - Source CÉIL.

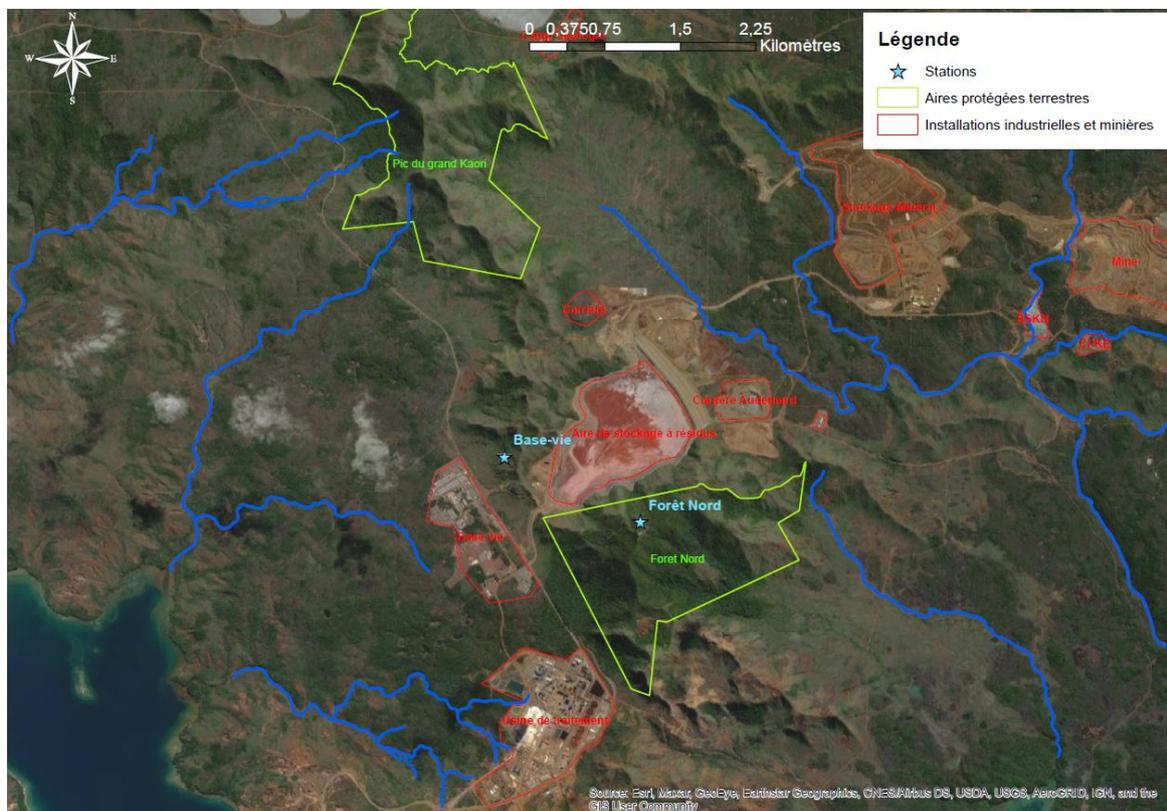


Figure 96 : Localisation du réseau de suivi des métaux dans les PM10 – compartiment Air – milieux terrestres - Source CÉIL.

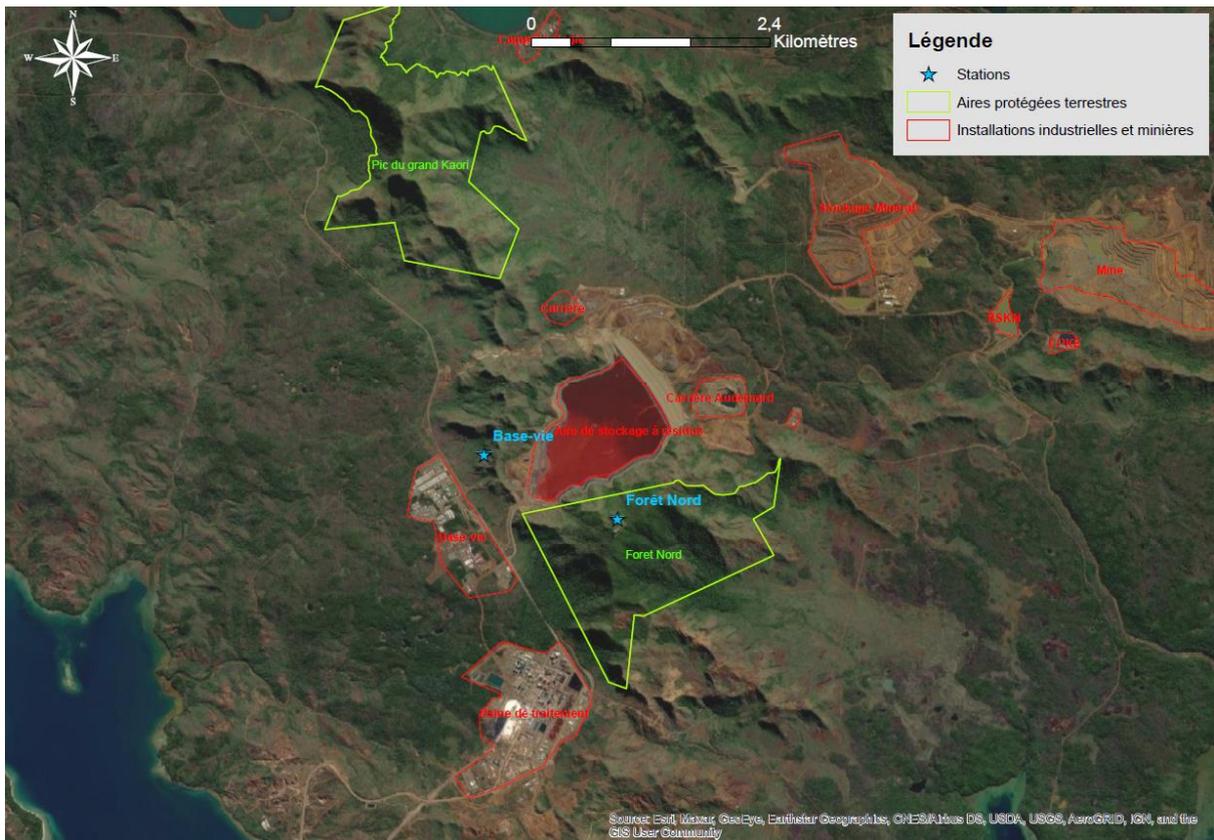


Figure 97 : Localisation du réseau de suivi des retombées de poussières – compartiment Air – milieu terrestres - Source CÉIL.

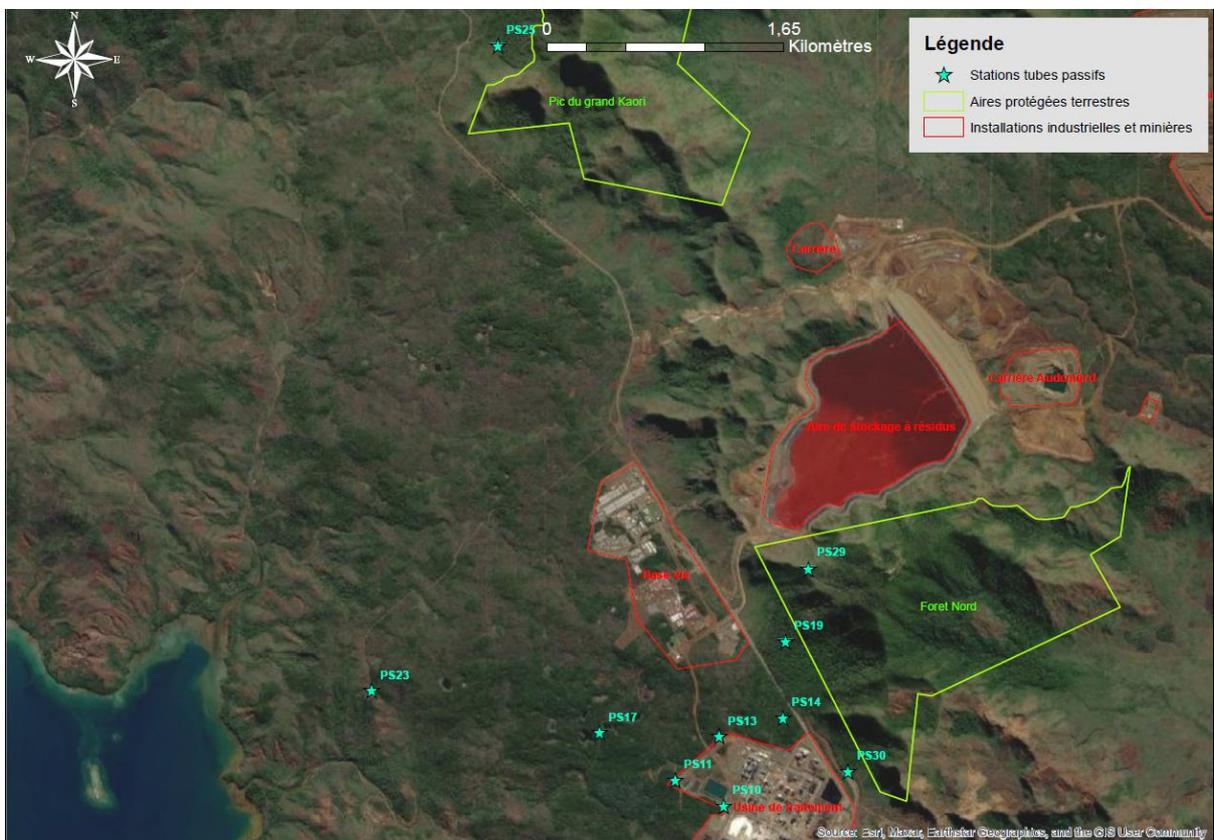


Figure 98 : Localisation du réseau de suivi du SO₂ par tube passif – compartiment Air – milieux terrestres - Source CÉIL.

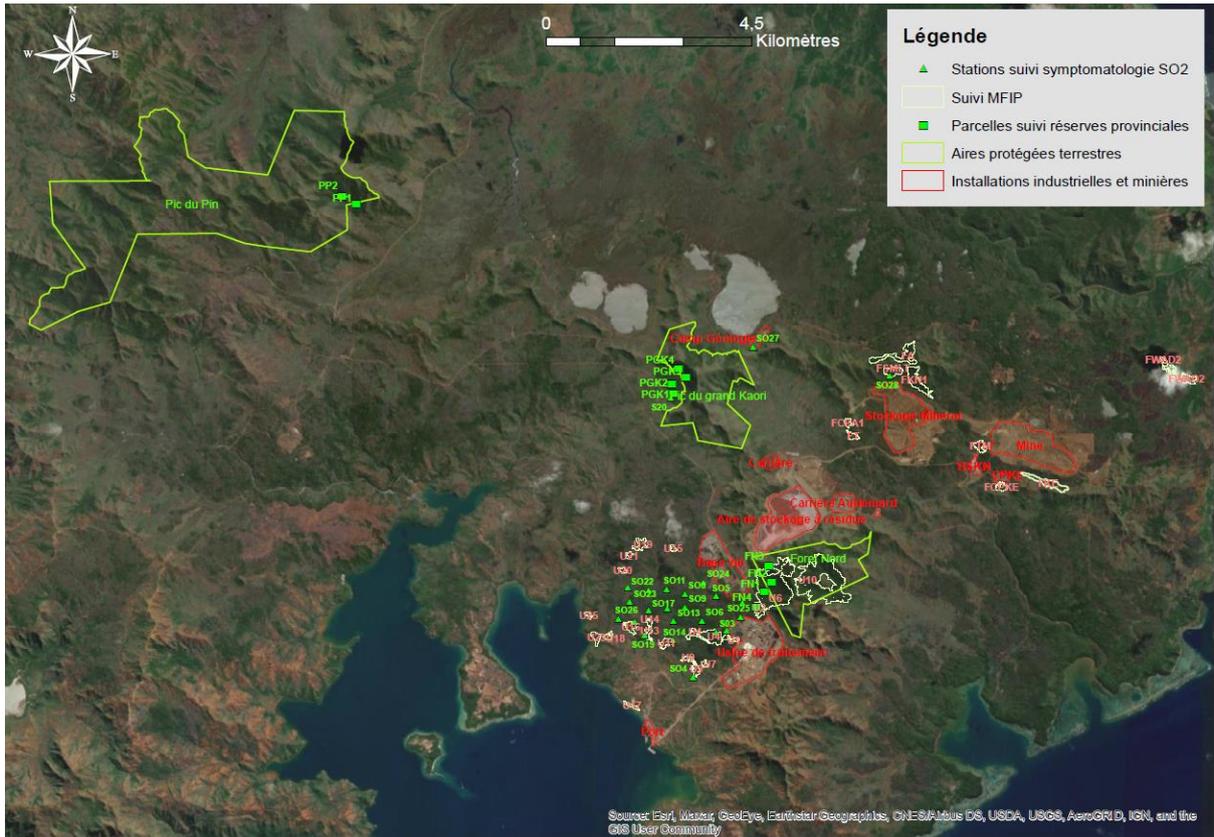


Figure 99 : Localisation des réseaux de suivi du compartiment Flore – milieux terrestres - Source CÉIL.

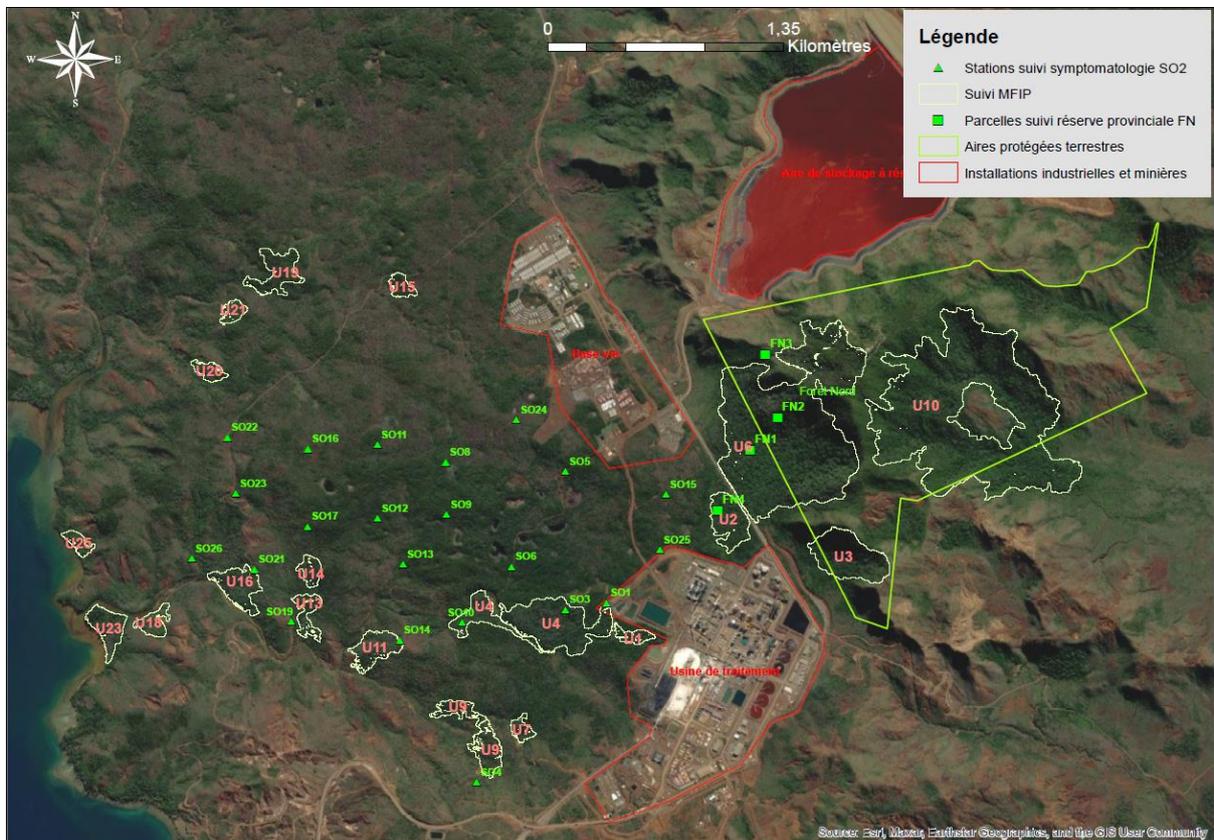


Figure 100 : Localisation des réseaux de suivi du compartiment Flore - Agrandissement autour de l'Usine - milieux terrestres - Source CÉIL.



Figure 101 : Localisation des stations de l'ancien réseau de suivi symptomatologique (suivi annuel au mois de décembre) - milieux terrestres – Source PRNC.

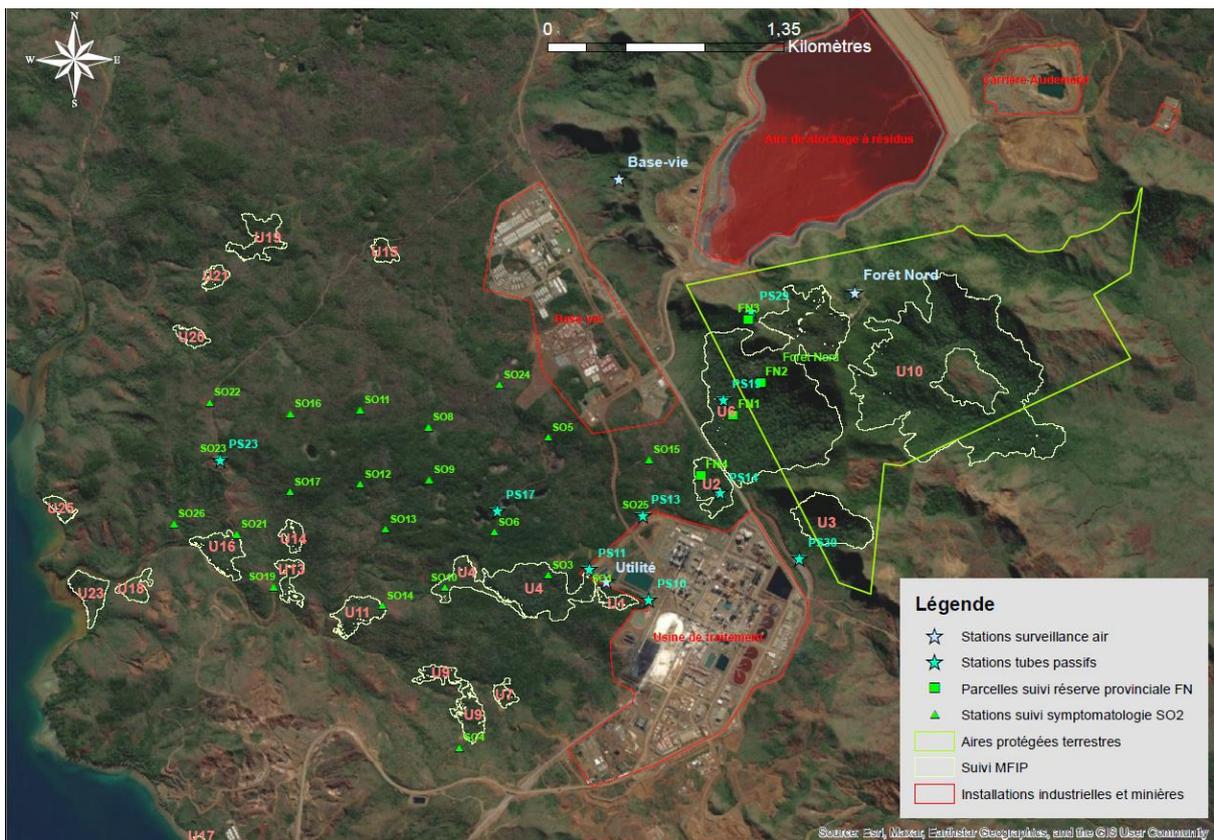


Figure 102 : Croisement des réseaux de suivi Air et Flore autour de l'usine de traitement du minerai servant au suivi du SO₂ et de ses impacts sur la végétation (stations de surveillance de la qualité de l'air, stations tubes passifs, stations symptomatologie et stations MFIP) - Source CÉL.

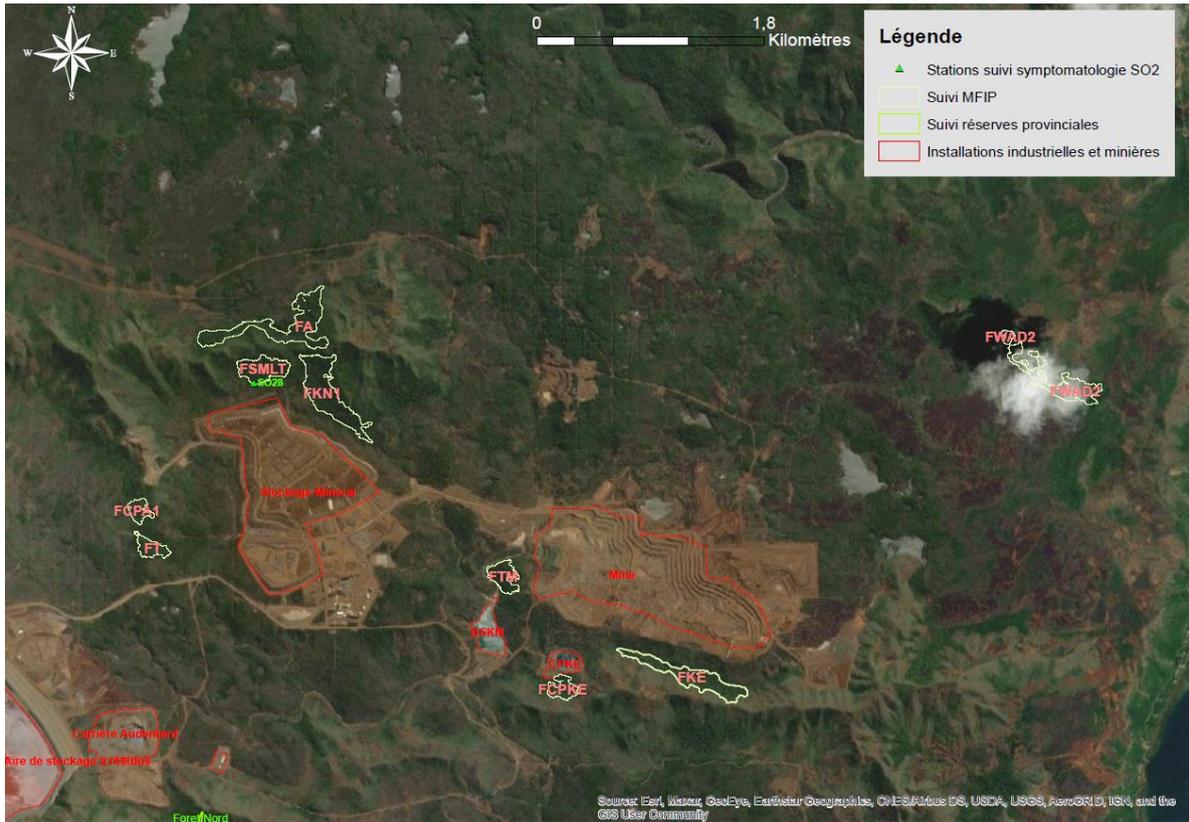


Figure 103 : Localisation des réseaux de suivi du compartiment Flore - Agrandissement autour de la Mine - milieux terrestres - Source CÉIL.

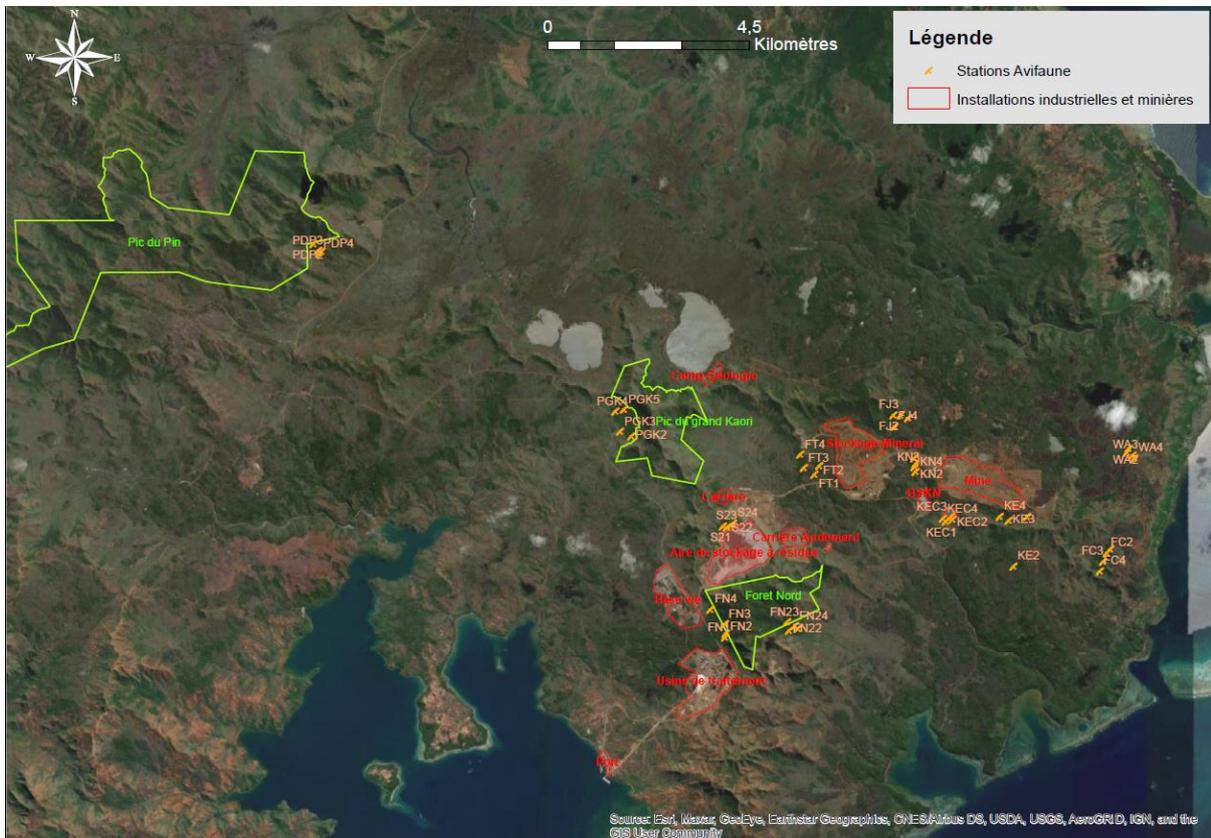


Figure 104 : Localisation du réseau de suivi avifaune – compartiment Faune - milieux terrestres - Source CÉIL.

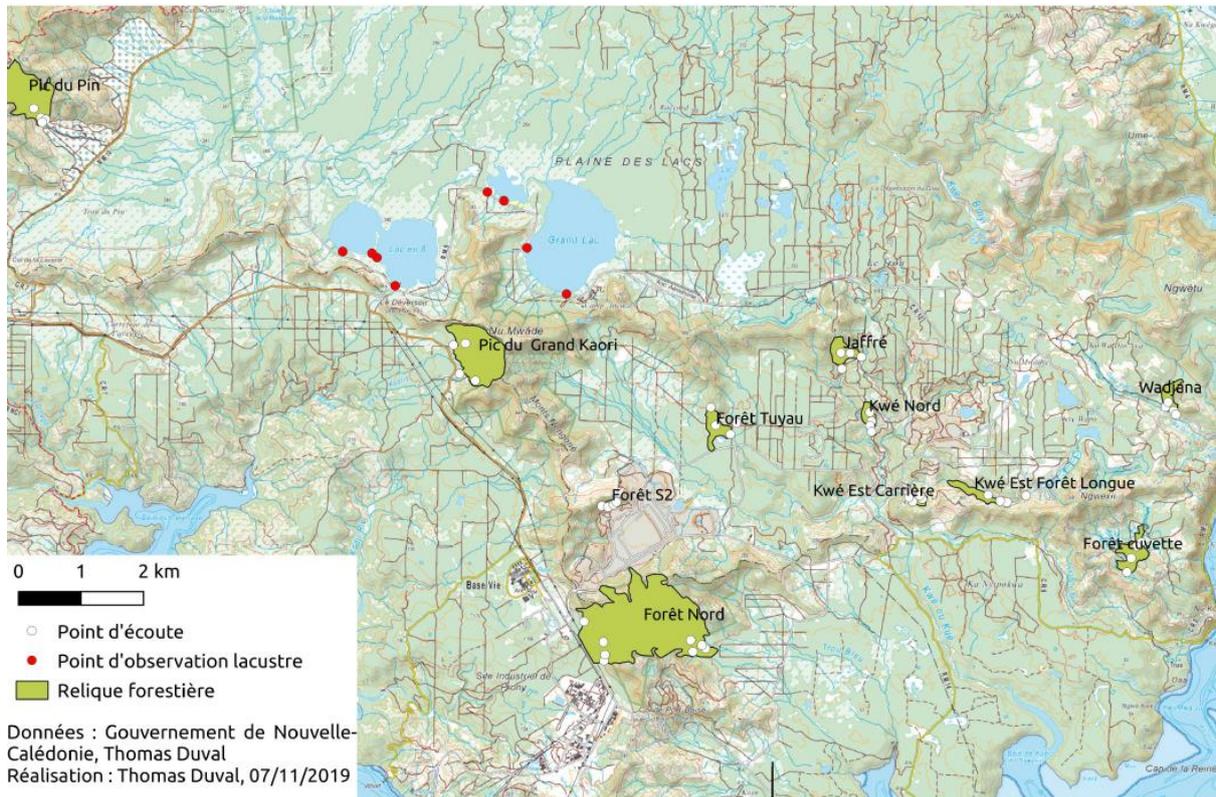


Figure 105 : Localisation du réseau de suivi avifaune forestier et lacustre – compartiment Faune - milieux terrestres – Source PRNC.

En 2018, les conclusions d'une étude sur la fonctionnalité des corridors écologiques ont été rendues. Cette étude a révélé que la connectivité entre patches forestiers serait essentiellement périphérique, tandis que le centre du Plateau de Goro serait une zone concentrant peu de déplacements d'oiseaux. Cette moindre connectivité pourrait être la conséquence de l'activité industrielle récente de PRNC, de la fragmentation qui remonte à plus d'un demi-siècle, ou encore être d'origine naturelle en raison d'un habitat sensiblement différent.

5.1.3 Qualification des paramètres - milieux terrestres

Le tableau ci-dessous (cf. Tableau 53) présente la méthode de qualification des paramètres retenue (choix du référentiel et de la méthode d'analyse) pour chaque type de compartiment et nature de suivi considéré.

En l'absence d'IQA environnemental, le Cotec Résultats réuni le 11/12/2019 a décidé que la méthode d'attribution du score Air environnement (pour le paramètre « Dioxyde de Soufre ») reposerait sur la comparaison des mesures 2020 à l'ensemble des valeurs seuils de protection des végétaux (horaire, journalière et annuelle).

Compartiment	Intitulé du suivi	Paramètres suivis	Type de référentiel	Méthode d'analyse
Air	Stations de mesures Scalair	Dioxyde de soufre (SO2)	<u>Score Air sanitaire</u> : Grille de qualité de l'IQA journalier	<u>Score Air sanitaire</u> : - Moyenne horaire maximale en SO2 permettant d'attribuer un sous-indice au SO2; - Moyenne horaire maximale en NO2 permettant d'attribuer un sous-indice au NO2; - Moyenne journalière en PM10 permettant d'attribuer un sous-indice aux PM10.
		Dioxyde d'azote (NO2)		Une série de données est considérée comme exploitable à partir du moment où 75% des valeurs attendues sont acquises et valides.
		Poussières <10 µm (PM10)		L'IQA journalier, correspondant au sous indice le plus élevé des trois, est comparé à la grille de qualité de l'IQA journalier.
		Dioxyde de soufre (SO2)	<u>Score Air environnement</u> : - Seuils réglementaires horaires, journaliers et annuels du SO2; - Seuil réglementaire annuel des NOx ; - Seuil réglementaire annuel des PM10.	<u>Score Air environnement</u> : - Moyenne horaire, journalière et annuelle du SO2 à comparer aux seuils réglementaires du SO2, sachant que 9 dépassements horaire sont autorisés par année civile; - Moyenne annuelle (NOx) à comparer au seuil réglementaire; - Moyenne annuelle des PM10 à comparer au seuil réglementaire.
		Oxydes d'azote (NOx)		Une série de données est considérée comme exploitable à partir du moment où 75% des valeurs attendues sont acquises et valides.
		Poussières <10 µm (PM10)		
	Métaux lourds dans les PM10 (As, Cd, Ni, Hg et Pb)	Seuils réglementaires des métaux dans les PM10	Moyennes annuelles à comparer aux seuils réglementaires. Au moins 14% de valeurs attendues sont acquises et valides.	
	Métaux lourds dans les retombées de poussières (As, Cd, Ni, Hg, Pb, et Zn)	Valeurs de référence (allemandes) des métaux dans les retombées de poussières	Moyennes annuelles à comparer aux valeurs de référence allemandes. A noter que depuis le 2 février 2021, il est exigé qu'au moins 33% de valeurs attendues soient acquises et valides.	
Tubes passifs	Dioxyde de soufre (SO2)	Seuil réglementaire annuel du SO2 (protection des végétaux)	Moyenne annuelle du SO2 à comparer au seuil réglementaire.	
flore	Symptomatologie	Nombre d'individus impactés, Degré de sévérité des symptômes	Grille de qualité validée en Cotec	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité
	Réserves provinciales	Eléments majeurs dans sol, litière et feuilles (S, N)	A dire d'expert	Moyenne annuelle à comparer à la grille de qualité
		Mesure de la fluorimétrie	Grille de qualité validée en Cotec	Moyenne annuelle à comparer à la grille de qualité
	Téledétection des massifs forestiers d'intérêt prioritaire (MFIP)	% de surfaces impactées,	Grille de qualité validée en Cotec	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité
Faune	Avifaune	Indice Patrimonial Avifaunistique (IPA)	Grille de qualité validée en Cotec	Valeur annuelle à comparer à la grille de qualité

Tableau 53: Méthode de qualification des paramètres suivis dans les différents compartiments des milieux terrestres

5.1.3.1 Qualification des suivis Air

5.1.3.1.1 Polluants atmosphériques

Les données mesurées en 2020 sont comparées à des seuils réglementaires métropolitains, dont les valeurs sont présentées dans le tableaux ci-dessous :

Polluants	Type de seuils	Seuils	Utilisation des seuils
SO ₂	horaire (sanitaire)	350 µg/m ³	Score Air sanitaire (IQA)
	journalier (sanitaire)	125 µg/m ³	
	horaire (végétation)	570 µg/m ³	Score Air environnement
	journalier (végétation)	230 µg/m ³	Score Air environnement
	annuel (végétation)	20 µg/m ³	Score Air environnement
NO ₂	horaire (sanitaire)	200 µg/m ³	Score Air sanitaire (IQA)
NOx	annuel (végétation)	30 µg/m ³	Score Air environnement
PM10	journalier (sanitaire)	50 µg/m ³	Score Air sanitaire (IQA)
	annuel (sanitaire et végétation)	40 µg/m ³	Score Air environnement

Tableau 54: Seuils réglementaires des polluants atmosphériques « Dioxyde de Soufre », « Dioxyde d'Azote », « Oxyde d'Azote » et « PM10 » - Source : réglementation locale⁶².

Le calcul de l'IQA annuel d'une station s'effectue ainsi :

- Attribution de sous-indices (allant de 1 à 10) à chaque polluant en fonction des concentrations moyennes horaires maximales en gaz polluants (SO₂, NO₂) et des concentrations moyennes journalières en PM10 (cf. Tableau 55). L'IQA journalier correspond au sous-indice le plus élevé des trois (cf. Tableau 56).
- Sour réserve que 75% des valeurs d'IQA journaliers soient acquises et valides⁶³, l'IQA annuel d'une station correspond à la classe de qualité la plus déclassante, à partir du moment où celle-ci représente plus de 10% des IQA journaliers⁶⁴.

⁶² Arrêté spécifique Prony Resource n°2021-199/GNC, qui est un arrêté d'application de la délibération n°219 du 11 janvier 2017 relative à l'amélioration de la qualité de l'air ambiant.

⁶³ Règle issue du fascicule de documentation de l'ADEME « Règles et recommandations en matière de validation des données - critères d'agrégation ».

⁶⁴ Règle définie dans la Note technique Terre (Ravary, 2015b).

Dioxyde de soufre (SO ₂)	Maximum horaire	
Sous-indice	Seuil min. En µg/m ³	Seuil max. En µg/m ³
1	0	39
2	40	79
3	80	119
4	120	159
5	160	199
6	200	249
7	250	299
8	300	399
9	400	499
10	≥ 500	

Dioxyde d'azote (NO ₂)	Maximum horaire	
Sous-indice	Seuil min. En µg/m ³	Seuil max. En µg/m ³
1	0	29
2	30	54
3	55	84
4	85	109
5	110	134
6	135	164
7	165	199
8	200	274
9	275	399
10	≥ 400	

Particules PM ₁₀	Moyenne journalière	
Sous-indice	Seuil min. En µg/m ³	Seuil max. En µg/m ³
1	0	6
2	7	13
3	14	20
4	21	27
5	28	34
6	35	41
7	42	49
8	50	62
9	63	74
10	≥ 75	

Tableau 55: Grilles de calcul des sous-indices des paramètres SO₂, NO₂, PM10 qui permettent de calculer l'IQA – Source site internet de Scal'Air.

IQA (correspondant au sous indice le plus élevé)	Score
1 à 2	Non perturbé
3 à 4	Non perturbé
5	Modérément perturbé
6 à 7	Fortement perturbé
8 à 10	Fortement perturbé

Tableau 56: Grille de qualité de l'IQA

5.1.3.1.2 Métaux dans les PM10

Les données mesurées en 2020 sont comparées à des seuils réglementaires métropolitains, dont les valeurs sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Métaux (PM10)	Seuils
Arsenic	6 ng/m ³
Cadmium	5 ng/m ³
Nickel	20 ng/m ³
Plomb	0,25 µg/m ³

Tableau 57: Seuils réglementaires des métaux « Arsenic », « Cadmium », « Nickel » et « Plomb » dans les PM10 - Source : réglementation locale⁶⁵.

En ce qui concerne les métaux dans les PM10, les données mesurées sur une année ne sont considérées exploitables pour être comparées aux seuils réglementaires, qu'à partir de 14% de valeurs journalières acquises et valides.

5.1.3.1.3 Métaux dans les retombées de poussières

Les données mesurées en 2020 sont comparées à des valeurs de référence allemandes, présentées dans le tableau ci-dessous :

Métaux (retombées poussière)	Seuils
Retombées de poussières	350 mg/m ² /j
Arsenic	4 µg/m ² /j
Cadmium	2 µg/m ² /j
Mercure	1 µg/m ² /j
Nickel	15 µg/m ² /j
Plomb	100 µg/m ² /j
Zinc	400 µg/m ² /j

Tableau 58: Seuils réglementaires Valeurs des métaux « Arsenic », « Cadmium », « Mercure », « Nickel », « Plomb », « Zinc » dans les retombées de poussières - Source : norme allemande⁶⁶.

Pour les métaux dans les retombées de poussières, le Cotec Résultats réuni le 11/12/ 2019 a décidé de prendre en considération dans le diagnostic les deux fractions de métaux (dissoute et non dissoute), car toutes deux représentent un impact potentiel pour l'environnement. De surcroît, la mesure de ces deux fractions est en accord avec la norme et les pratiques en France Métropolitaine.

⁶⁵ Arrêté spécifique Prony Resource n°2021-199/GNC, qui est un arrêté d'application de la délibération n°219 du 11 janvier 2017 relative à l'amélioration de la qualité de l'air ambiant.

⁶⁶ TA LUFT 2002.

En ce qui concerne les métaux dans les retombées de poussières, Scal’Air recommande que la représentativité des données tienne compte de la saison, les mesures devant être réalisées en saison chaude et en saison sèche. Par ailleurs, Scal’Air recommande que les données mesurées sur une année soient considérées exploitables pour être comparées aux seuils réglementaires qu’à partir de 33% de valeurs journalières acquises et valides. Cependant, ce dernier point n’étant pas prescrit dans l’arrêté de PRNC du 2 février 2021, il ne sera pas tenu compte de cette recommandation pour attribuer les scores au suivi des métaux dans les retombées de poussières.

5.1.3.2 Qualification des suivis Flore

A l’exception des paramètres suivis en réserves provinciales évalués à dire d’expert, l’ensemble des paramètres du compartiment Flore suivis en 2020 sont confrontés à des grilles de qualité validée en Cotec.

Nbre d'individus impactés *	Nbre d'individus d'indices Fort, Sévère ou Mort**	Score
0	0	Non perturbé
1 à 3	0	Non perturbé
	≥ 1	Modérément perturbé
4 à 6	0	Modérément perturbé
	≥ 1	Fortement perturbé
7 à 9	0	Fortement perturbé
	≥ 1	Fortement perturbé
10 à 12	0 à 12	Fortement perturbé

* l’impact est constaté sur l’individu au moins une fois au cours des 3 campagnes de suivi

** l’indice Fort, Sévère ou Mort est constaté sur l’individu au moins une fois au cours des 3 campagnes de suivi

Tableau 59: Grille de qualité du paramètre « symptômes foliaires »

Valeur de fluorimétrie	Score
> 0,8	Non perturbé
0,6 à 0,8	Non perturbé
0,4 à 0,6	Modérément perturbé
< 0,4	Fortement perturbé

Tableau 60: Grille de qualité du paramètre « fluorimétrie »

% de surfaces impactées	Score
[0-5% [	Non perturbé
[5-10% [	Non perturbé
[10-20% [	Modérément perturbé
[20-35% [	Fortement perturbé
[35-100%]	Fortement perturbé

Tableau 61: Grille de qualité du paramètre « % de surface impactées d’un MFIP »

5.1.3.3 Qualification des suivis Faune

Le prestataire initial de PRNC en charge du suivi Avifaune avait élaboré l’Indice Patrimonial Avifaunistique (IPA)⁶⁷ dans le but d’identifier les patchs forestiers à plus forte valeur écologique.

⁶⁷ L’Indice Patrimonial Avifaunistique développé par le bureau d’étude ECCEt s’inspire de l’Indice Ponctuel d’Abondance (IPA), préconisé dans la Convention Biodiversité de Vale NC. L’Indice Patrimonial Avifaunistique est également utilisé dans un rapport de l’IAC concernant l’avifaune du plateau de Goro (2004), dont voici le lien : <https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/3>

L'IPA intègre les variables suivantes auxquelles sont associées des sous-indices :

- Le nombre d'espèces contactées (sous-indice variant de 1 à 3) ;
- Le nombre d'individus contactés (sous-indice variant de 1 à 3) ;
- Le nombre d'espèces endémiques (sous-indice variant de 1 à 3) ;
- Le nombre d'espèces référencées menacées (CR, EN et VU) et quasi-menacée (NT) selon l'UICN (sous-indice variant de 0 à 1).

Variables	Nombre de contacts	Sous-indice IPA
Individus	40 <	1
	40 à 80	2
	> 80	3
Espèces totales	8 <	1
	8 à 13	2
	>13	3
Espèces endémiques	1 à 3 <	1
	3 à 7	2
	> 7 à 12	3
Espèces référencées UICN	Absence	0
	Présence	1

Tableau 62: Grille de détermination des sous-indices associés aux différentes variables entrant dans le calcul de l'IPA

L'IPA s'obtient en réalisant la somme des valeurs obtenues pour les 4 variables étudiées.

Indice Patrimonial	Score
]8 à 10]	Non perturbé
]7 à 8]	Non perturbé
]6 à 7]	Modérément perturbé
]5 à 6]	Fortement perturbé
< 5	Fortement perturbé

Tableau 63: Grille de qualité du paramètre « Indice Patrimonial Avifaunistique »

5.1.4 Evaluation de la qualité des suivis - milieux terrestres

Compartiment	Intitulé du suivi	Paramètres suivis	Type de référentiel	Evaluation de la qualité du suivi	Justifications
Air	Stations de mesures Scalair	Dioxyde de soufre (SO ₂) Oxydes d'azote (NO _x)	- Calcul d'un IQA sanitaire - Confrontation à des seuils réglementaires de protection des végétaux	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique et de seuils réglementaires
		Poussières <10 µm (PM ₁₀)	Confrontation à des seuils réglementaires	Bonne	Existence de seuils réglementaires
		Métaux lourds dans les particules fines (As, Cd, Ni, Hg et Pb)	Confrontation à des seuils réglementaires	Bonne	Existence de seuils réglementaires
		Métaux lourds retombée de poussières (As, Cd, Ni, Hg, Pb, et Zn)	Confrontation à des seuils réglementaires	Bonne	Existence de seuils réglementaires
flore	Symptomatologie	Nombre d'individus impactés, Degré de sévérité des symptômes	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Bonne	- Protocole de suivi satisfaisant et suivi spécifique d'une pollution anthropique (SO ₂) - Grille de qualité élaborée et validée dans le cadre du Bilan Grand Sud
	Réserves provinciales	Eléments majeurs (S, N)	A dire d'expert	Mauvaise	- Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique - Evaluation à dire d'expert
		Mesure de la fluorimétrie	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Mauvaise	- Incertitude concernant le protocole de suivi - Suivi non spécifique d'une pollution purement anthropique - Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique - Grille de qualité élaborée et validée dans le cadre du Bilan Grand Sud
	Téledétection des massifs forestiers d'intérêt prioritaire (MFIP)	% de surfaces impactées Indicateur Synthétique d'Evolution de la Végétation (ISEV)	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Mauvaise	- Incertitude concernant le protocole de suivi (notamment le calcul de l'ISEV) - Suivi non spécifique d'une pollution purement anthropique - Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique - Grille de qualité élaborée et validée dans le cadre du Bilan Grand Sud
Faune	Avifaune	Indice patrimonial	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Mauvaise	- Absence de grille de qualité validée sur le plan scientifique - Grille de qualité élaborée par le prestataire en charge du suivi et validée dans le cadre du Bilan Grand Sud

Tableau 64: Classes de qualité (Bonne, Moyenne ou Mauvaise) attribuées aux différents suivis environnementaux des milieux terrestres

En milieu terrestre, la qualité des suivis disposant de référentiels réglementaires est considérée comme « bonne », alors que celle des suivis dont les grilles de qualité ont été élaborées dans le cadre du Bilan Grand Sud, sans validation sur le plan scientifique, est jugée « mauvaise ».

Remarque : le fait que l'évaluation de la qualité du suivi soit définie comme « Bonne » indique simplement que des informations satisfaisantes sont disponibles pour établir un diagnostic. Cela ne signifie pas nécessairement que le plan d'échantillonnage existant soit jugé comme optimal, notamment en termes de représentativité spatiale/temporelle.

5.1.5 Qualification des stations - milieux terrestres

Des scores pour les compartiments Air, Flore et Faune sont établis pour les différentes stations.

Pour le compartiment Air, deux scores sont attribués :

1. Un score « Air sanitaire », reposant sur le score de l'IQA annuel et le score métaux dans les PM10⁶⁸. Le principe du score le plus déclassant s'applique pour noter la station.
2. Un score « Air environnement », reposant sur les scores des polluants atmosphériques (SO₂, NOx et PM10) ⁶⁹et le score métaux dans les retombées de poussières. Le principe du score le plus déclassant s'applique pour noter la station.

Pour le compartiment Flore, le même poids est accordé à l'ensemble des suivis flore et le principe de du score le plus déclassant s'applique pour noter la station.

Pour le compartiment Faune, seul le suivi Avifaune contribue à la notation.

5.1.6 Amélioration continue - milieux terrestres

Le tableau suivant présente le traitement des principales demandes d'améliorations formulées lors de précédentes réunions du Cotec du Grand Sud ou du Conseil Scientifique de l'OEIL :

Compartiment	Type de suivi	Nature de la demande d'amélioration	Quand ?	Demande satisfaite ?
Air	Polluants atmosphériques (SO ₂ , Nox, PM10) et métaux dans les PM10 et retombées de poussières	Attribuer deux scores Air: -un score "Air Sanitaire", reposant sur l'IQA sanitaire et le suivi métaux dans les PM10; -un score "Air Environnement", reposant sur les suivis des polluants atmosphériques (SO ₂ , NOx et PM10) ainsi que le suivi métaux dans retombées de poussières	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui
	Polluant atmosphérique (SO ₂)	Ne plus considérer le suivi du SO ₂ par tube passif dans la notation des zones, car jugé moins pertinent que le suivi en continu	Cotec Méthode 13/05/2019	Oui
	Métaux dans les retombées de poussières	Prendre en considération dans le diagnostic les deux fractions de métaux (dissoute et non dissoute), car toutes deux représentent un impact potentiel pour l'environnement	Cotec Résultats 11/12/2019	Oui

Tableau 65: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

⁶⁸ Cette répartition des suivis Air entre les deux scores « Air Sanitaire » et « Air Environnement » a été actée par le Cotec Méthode du 13/05/2019 (cf. Tableau 65).

⁶⁹ Il a été acté par le Cotec Méthode du 13/05/2019 que le score attribué au SO₂ mesuré avec tubes passifs, jugé moins précis, ne contribuerait plus à la notation de la zone (cf. Tableau 65).

5.2 Résultats 2020 - Milieux terrestres

5.2.1 Synthèse des scores 2020 - milieux terrestres

5.2.1.1 Scores des stations de suivi

Le tableau ci-dessous présente les scores des compartiments Air, Flore et Faune obtenus en 2020 pour chaque station du milieu terrestre :

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore			Compartiment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2020 par station	SO2	Nox	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2020 par station	MFIP	Symptomato- logie	Score 2020 par station	Avifaune	Score 2020 par station
Mine (Kwé Nord et Est)	Forêt Kwé Est													↗	
	Forêt Kwé Nord													↗	
	Forêt Jaffré													→	
	Forêt Carrière													→	
Mine (Kwé Ouest et parc à résidu)	Forêt S2													↘	
	Forêt Tuyau (SMLT)													↘	
	FA										↗				
	FSMLT										↗				
	FKN1										↗				
	FTM										↗				
	FCPKE										↗				
	FKE										↗				
	FCAP1										↗				
	FT										↗				
Base vie	SO28											→			
	Base vie (Métaux retombées)														
	Base vie (Métaux PM10)		→												
	Base vie (Mesures en continu)	→				→	→	→							
Usine et BV Creek Baie Nord	Usine - Auxiliaire (Mesures en continu)						↗	→							
	PS10							→							
	PS14							↘							
	SO1 (PS11)							→				→			
	SO3											→			
	SO4											→			
	SO5											↘			
	SO6 (PS17)								→			↘			
	SO8											→			
	SO9											↗			
	SO10											→			
	SO11											↗			
	SO12											→			
	SO13											→			
	SO14											→			
	SO15											↘			
	SO16											↗			
	SO17											↘			
	SO19											→			
	SO21											→			
	SO22											↘			
	SO23 (PS23)								→			↘			
	SO24											↘			
	SO25 (PS13)								→			→			
	SO26											→			
U1											→				
U2											→				
U4											→				
U7											↗				
U9											↗				
U11											↗				
U13											↗				
U14											↗				
U15											↗				
U16											→				
U18											↗				
U19											↗				
U20											↗				
U21											↗				
U23											↗				
U25											↗				

Légende

Code couleur des stations :

- Station sous influence forte de VNC
- Station sous influence modérée de VNC
- Station hors d'influence de VNC

Code couleur des scores :

- Non perturbé
- Non perturbé
- Modérément perturbé
- Fortement perturbé
- Fortement perturbé
- Inconnu
- Non évalué

Code de l'évolution temporelle (période 2016-2020) :

- augmentation
- stabilité
- diminution
- l'absence de flèche signifie que la chronique de suivi est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution

Précisions concernant les suivis :

- SO2/ Tube passif Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment
- Métaux des PM10 et retombées Parmi les métaux suivis dans les retombées de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel

Tableau 66 : Scores 2020 des compartiments Air, Flore et Faune des stations sous influence forte de PRNC - milieux terrestres.

En plus de l'indication du score obtenu (« Non perturbé » à « Fortement perturbé »), des flèches indiquent pour chaque paramètre évalué la tendance d'évolution temporelle observée idéalement ces 5 dernières années (2016 à 2020). Pour certains suivis, cette période peut être moindre (ex : suivi symptomatologie de la mine de 2017 à 2020). L'absence de flèche signifie que la chronique suivie est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution.

Les cases apparaissant grisées correspondent à des scores inconnu, en raison de données collectées en station de suivi insuffisante pour les comparer à des seuils réglementaires sur la qualité de l'air.

Le tableau de synthèse des scores des stations de suivi des différents compartiment (Air, Flore, Faune) pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 130).

Remarque : les tableaux de présentation des données 2019 et 2020 par paramètre (ayant permis de produire le tableau de synthèse des scores) sont disponibles sur simple demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL.

5.2.1.2 Scores des stations hors d'influence

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore					Compartiment Faune			
		IQA	Métaux PM10	Score 2020 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2020 par station	Soufre (sol-litière-feuille)	Azote (sol-litière-feuille)	Fluorimétrie	MEIP	Symptomatologie	Score 2020 par station	Avifaune	Score 2020 par station
Pic du Grand Kaori et Pépinière	Pic du Grand Kaori (Mesures en continu)																	
	Pic du Grand Kaori																	
	PGK1										→	→	→					
	PGK2										→	→	→					
	PGK3										→	→	→					
	PGK4										→	→	→					
Forêt Nord	SO20 (PS25)														→			
	SO27														→			
	Forêt Nord (Métaux retombées)							↘										
	Forêt Nord (Métaux PM10)		↘															
	Forêt Nord (Mesures en continu)	↘				↘	→	→										
	Forêt Nord (côté Port Boisé)																↘	
	FN1										↗	→	→					
	FN2										↗	→	→					
	FN3										↗	→	→					
	FN4										↗	→	→					
	PS 19																	
	PS 29																	
	PS 30																	
	U3																↗	
U6																→		
U10																↘		
BV Port Boisé	Port Boisé (Métaux retombées)																	
Forêt Est du plateau de Goro	Wadjana																	↗
	Forêt mine des japonais																	↗
Pic du Pin	FWAD2																	↗
	Pic du Pin																	→
	PP1																	
	PP2																	

Légende

Code couleur des stations :
 Station sous influence forte de VNC
 Station sous influence modérée de VNC
 Station hors d'influence de VNC

Code couleur des scores :
 Non perturbé
 Non perturbé
 Modérément perturbé
 Fortement perturbé
 Fortement perturbé
 Inconnu
 Non évalué

Code de l'évolution temporelle (période 2016-2020) :
↗ augmentation
→ stabilité
↘ diminution
 l'absence de flèche signifie que la chronique de suivi est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution

Précisions concernant les suivis :
SO2/Tube passif Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment
Métaux dans PM 10 et retombées Parmi les métaux suivis dans les retombées de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel

Tableau 67 : Scores 2020 des compartiments Air, Flore et Faune des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC - milieux terrestres.

Le tableau de synthèse des scores des stations de suivi des différents compartiment (Air, Flore, Faune) pour l'année 2019 est présenté en annexe (Tableau 131).

5.2.1.3 Remarques générales sur les tableaux des scores 2020 des stations de suivi et de référence

5.2.1.3.1 Concernant le compartiment Air

En 2020, aucun score n'est attribué à la qualité de l'air de la zone usine en raison d'un problème technique rencontré pour la mesure du SO₂ sur la station de surveillance de Scal'Air. Les tubes passifs de la zone permettent cependant de constater que trois stations à proximité de l'usine sont fortement perturbées en SO₂. Des perturbations en Nickel dans les retombées de poussières des stations Base vie et Forêt Nord sont également constatées.

Les stations les plus fortement perturbées en 2020 pour un suivi donné l'étaient également déjà la plupart du temps en 2019 (cf. Tableau 130 et Tableau 131).

5.2.1.3.2 Concernant le compartiment Flore

En 2020, les principales perturbations de la végétation sont observées dans la zone de l'usine, et plus particulièrement pour les stations qui se trouvent les plus proches des sources d'émissions atmosphériques. Des perturbations du suivi du soufre dans le sol, la litière et les feuilles de la Forêt Nord ont également été constatées en 2020. Enfin, des perturbations modérées sont observées sur une station MFIP de la mine et une station de Forêt Nord.

Davantage de stations de la zone usine obtenaient des scores fortement perturbés en 2019 par rapport à 2020 (cf. Tableau 130).

5.2.1.3.3 Concernant le compartiment Faune

En 2020, les patchs forestiers autour de la mine présentent les scores les plus perturbés. Il en était de même en 2019 (cf. Tableau 130 et Tableau 131).

D'après le prestataire de PRNC, en ce qui concerne les effectifs d'oiseaux, aucune baisse significative n'est observée pour aucune espèce sur aucune relique de 2008 à 2020. Toutefois, compte tenu du fait que la plupart des espèces d'oiseaux forestières de la Grande Terre vivent longtemps, une certaine latence à la diminution des effectifs pourrait se produire d'où l'importance de poursuivre ce suivi.

Par ailleurs, des tendances de recul des effectifs d'oiseaux significativement différentes (plus ou moins marquées) sont observées pour 7 espèces (sur les 21 espèces avec suffisamment de données pour réaliser des statistiques) lorsque sont comparés le groupe des 6 patchs forestiers proches de la mine avec le groupe des 6 patchs forestiers éloignés de la mine :

- 2 espèces d'oiseaux (autour à ventre blanc et petit rhipidure) présentent un recul de leurs effectifs plus marqué dans le groupe proche de la mine que dans le groupe éloigné de la mine ;
- 5 autres espèces (méliphage barré, suceur, sucrier, miro et sourd à ventre roux) présentent un recul de leurs effectifs plus important dans le groupe éloigné de la mine que dans le groupe proche de la mine. Pour ces 5 espèces, l'hypothèse formulée par le prestataire de PRNC la plus vraisemblable est que ces espèces se maintiennent mieux dans les reliques proches de l'activité minière qui évoluent vers des habitats plus ouverts.

5.2.2 Informations - 2019 et 2020 - non intégrables au diagnostic - milieux terrestres

5.2.2.1 Suivi de la qualité des eaux de pluies

Depuis le début des suivis (2013), les teneurs mesurées à la station Usine sont plus importantes en Sulfates et Chlorures que sur les autres stations (cf. Figure 106), en raison de la proximité avec les émissions atmosphériques du site industriel.

En mars/avril 2020, un pic de Chlorures (111 mg/L) a été enregistré à la station Forêt Nord alors que les teneurs ne dépassent pas les 15 mg/L sur les autres stations à cette même période. Les Sulfates sont également élevés (12,5 mg/L) en mars/avril 2020 sur Forêt Nord en comparaison des autres stations (teneur de 5 mg/L sur l'usine). Plusieurs hypothèses ont été formulées par PRNC pour expliquer ces teneurs élevées à la station Forêt Nord : orientation des vents de secteur Nord Nord-Est, incident au niveau du tuyau d'acheminement de la pulpe de l'usine vers l'UPM (situé à plus de 500 m de distance de la station), des embruns marins, la contamination du prélèvement ou des erreurs d'analyse en laboratoire.

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, il a été suggéré de réaliser une comparaison de la composition en Sulfates et Chlorures des eaux de pluie avec la composition de l'eau de mer d'une part et la composition de l'eau de procédé d'autre part. Une rapide analyse faite sur les données d'eau de pluie de mars 2020 semblent montrer que la composition des eaux de pluies de Forêt Nord (mais également des autres stations eaux de pluie de la zone) est alignée sur celle de l'eau de mer (avec un facteur de dilution d'environ 200 pour la station Forêt Nord), ce qui suggère des apports en Sulfates et Chlorures par les embruns marins plutôt que par les eaux de procédé de l'usine.

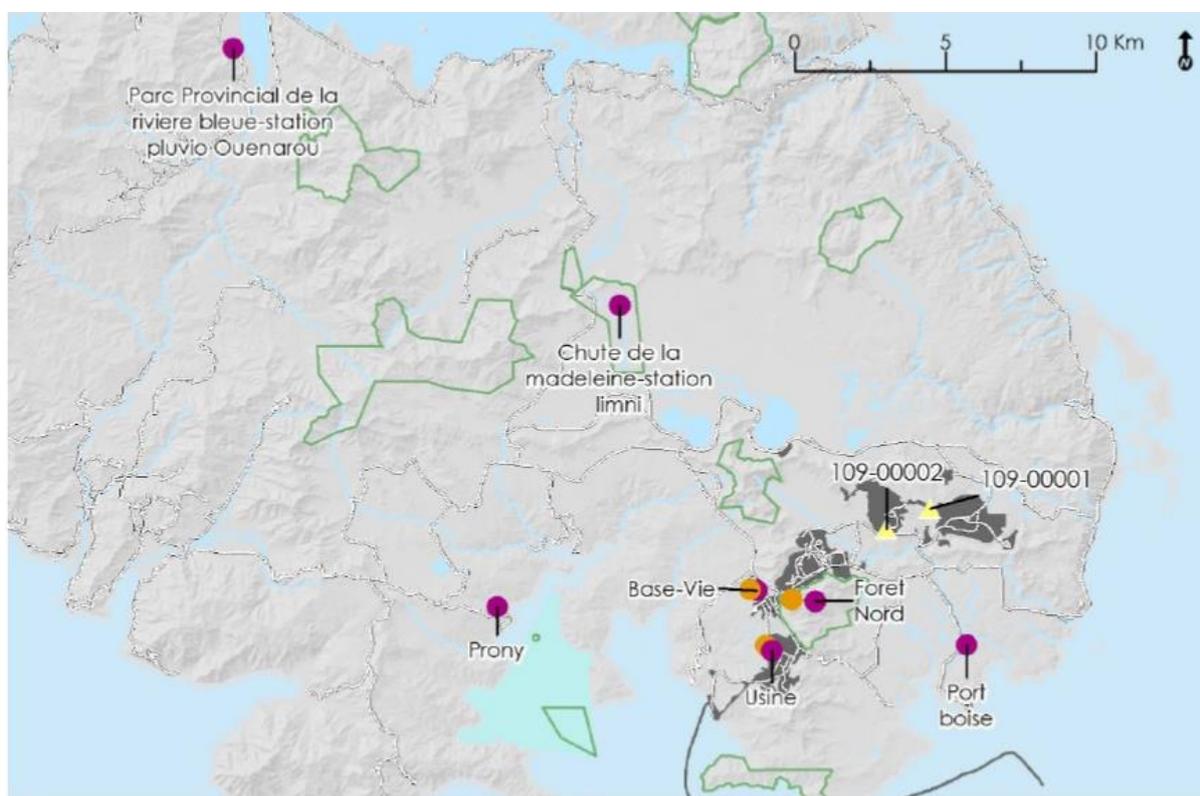


Figure 106 : Localisation du réseau de suivi de la qualité des eaux de pluies – compartiment Air – milieux terrestres – Source PRNC.

5.2.2.2 Avifaune lacustre

En 2020, au niveau des 8 points d'observations situés sur la Plaine des Lacs (cf. Figure 105), 7 espèces ont été observées. Parmi ces espèces, le canard à sourcil et le fuligule austral sont en net recul sur la période 2018-2020, sans doute en raison des niveaux d'eau plus importants en 2020 que d'ordinaire.

5.2.2.3 Herpétofaune

En raison des blocages du site industriel en fin d'année 2020, aucun suivi de l'herpétofaune n'a été réalisé en 2020. En 2019, 415 individus avaient été identifiés (185 scinques et 230 geckos) à l'échelle des trois réserves provinciales prospectées (Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin). Ce chiffre est moins élevé que ceux habituellement enregistrés sur la période 2015-2018 et peut s'expliquer en raison d'une sécheresse particulièrement marquée en 2019 qui a diminué l'activité des scinques (espèces diurnes). Toutefois, la diversité spécifique est restée relativement stable sur la période 2015-2019, avec 13 espèces recensées en 2019 sur chacune des réserves provinciales.

5.2.3 Détails des scores 2020 par zone - milieux terrestres

5.2.3.1 Mine

Scores Flore des stations de la zone

Station	Compartiment Flore		
	MFIP	Symptoma- tologie	Score 2020 par station
FA	↗		
FSMLT	↗		
FKN1	↗		
FTM	↗		
FCPKE	↗		
FKE	↗		
FCAP1	↗		
FT	↗		
SO28		→	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les 8 sites de suivi de la végétation par télédétection et l'unique station de suivi des symptômes foliaires liés au dioxyde de soufre (SO28) présente sur la zone.

Le suivi symptomatologique ne révèle aucune perturbation. Le site, relativement éloigné de l'usine de PRNC, ne semble donc pas impacté par les émissions de SO₂. Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station.

En 2020, le suivi de la végétation par télédétection révèle que les surfaces impactées sont faibles allant de 1,21 % à 10,23 %, ce qui correspond à des scores « Non perturbés », excepté pour le massif FCPKE qui obtient un score « Modérément perturbé ». Sur la période 2017-2020, une tendance à l'augmentation des surfaces impactées est toutefois constatée pour la totalité des MFIP de la zone (facteur de multiplication compris entre 1,5 et 9,5 selon les MFIP considérés).

Interprétations des résultats Flore - Mine

D'après le prestataire de PRNC, l'augmentation des surfaces impactées au niveau du MFIP sur la période 2015-2020 seraient dû à un effet saisonnier (sécheresse), qui toucherait également les MFIP autour de l'Usine (cf. 2.1).

Scores Avifaune des stations de la zone

Station	Compartiment Faune	
	Avifaune	Score 2020 par station
Forêt Kwé Est	↗	
Forêt Kwé Nord	↗	
Forêt Jaffré	→	
Forêt Carrière	→	
Forêt S2	→	
Forêt Tuyau (SMLT)	↘	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 6 stations avifaune de la zone.

En 2020, les IPA des six patchs de la zone vont de 4,75 à 7 correspondants à des scores allant de « Modérément perturbés » (2 patchs) à « Fortement perturbés » (4 patchs). Sur la période 2015-2020, les tendances d'évolution des IPA des patchs sont variables (deux en augmentation, trois stables et une en diminution).

Interprétations des résultats Avifaune - Mine

D'après le prestataire de PRNC, les richesses spécifiques de 3 reliques forestières à proximité de la mine, de faible taille et isolées (Forêt S2, Kwé Nord et Forêt Carrière – cf. Figure 105) présentent des valeurs très inférieures aux autres reliques du suivi avifaunistique. Pour l'illustrer, des espèces pourtant ubiquistes comme les échenilleurs pie et calédonien n'ont jamais été observées au niveau de la Forêt S2. Ces trois facteurs (activité minière, isolement et petite taille) conduisent à une dégradation de l'habitat (notamment effet lisière, bruits, poussières, lumières) qui fait que moins d'espèces y évoluent.

Afin de protéger les populations d'oiseaux, aucun défrichement ne doit avoir lieu durant la période de nidification, qui s'étend sur longue période allant d'août à février pour prendre en compte l'ensemble des espèces d'oiseaux.

Informations non intégrables au diagnostic

Le suivi des PM10 sur les deux stations qui se trouvent à proximité des installations génératrices de poussières (fosse minière et UPM -cf. Figure 107), montrent que les concentrations en PM10 mesurées au premier semestre 2020 (pour rappel, absence de mesure au second semestre 2020 en raison du blocage du site industriel) étaient de 50 µg/m³ en moyenne. En octobre 2019, les teneurs étaient comprises plus importantes (comprises entre 80 et 100 µg/m³) en raison du non-respect des prescriptions d'utilisation du matériel (exposition des échantillonneurs passifs durant un mois alors que la durée limite d'exposition est de 15 jours).



Figure 107 : Localisation du réseau de suivi des PM10 par échantillonneur passif (sur Mine) – compartiment Air – milieux terrestres – Source PRNC.

Le suivi symptomatologie mis en place sur la période 2015-2020 sur 8 sites répartis autour de la mine (cf. Figure 108) ne révèle pas de perturbation particulière en 2019 et 2020. L'activité photosynthétique est restée non perturbée sur toute la période. Par ailleurs, les résultats ne semblent pas indiquer de lien de causalité entre le nombre d'individus présentant un dépôt de poussières sur les feuilles et le nombre d'individus présentant des symptômes foliaires. Pour l'illustrer, la station SM6 (située à proximité de la carrière CPKE) est la plus perturbée en 2020 en nombre d'individus présentant des symptômes foliaires (environ 10%) mais présente peu d'individus avec dépôts de poussières sur les feuilles (moins de 10%). A l'inverse, la station SM7 (située à proximité de la carrière CPA1) présente en 2020 beaucoup d'individus avec dépôts de poussières sur les feuilles (30%) mais peu d'individus avec symptômes foliaires (1%). D'après PRNC, une cohérence entre les résultats 2020 des suivis symptomatologie (observation de terrain) et MFIP (télédétection) autour de la mine est également observée.

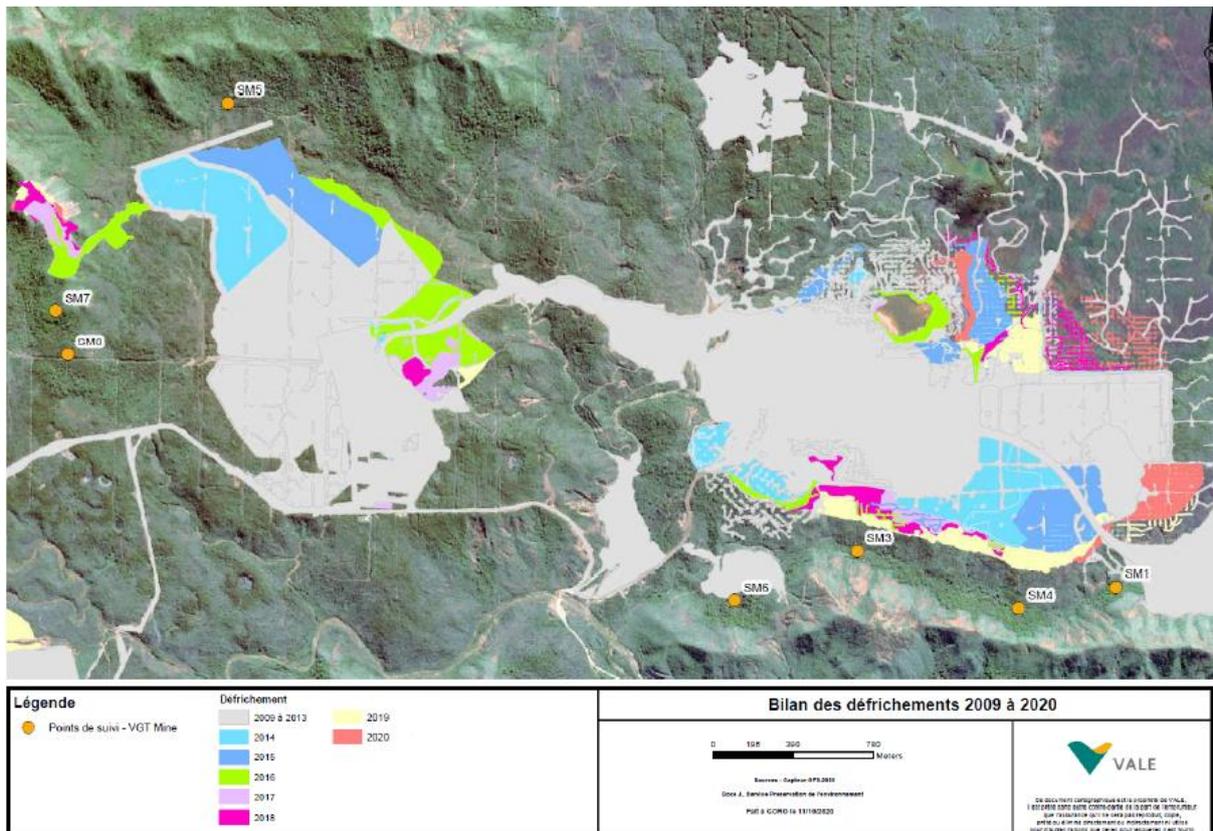


Figure 108 : Localisation du réseau de suivi symptomatologie (autour de la Mine) - milieux terrestres - Source PRNC.

Le suivi de la ripisylve autour de la mine (cf. Figure 109) sur la période 2017-2020 n'a révélé aucune perturbation particulière en 2019 et 2020. L'activité photosynthétique est restée non perturbée sur toute la période, y compris pour la strate plantule, signe d'une bonne régénération naturelle. Toutefois, les saisons sèches de 2017 et 2018 ont favorisé la présence de symptômes foliaires caractéristiques d'un stress hydrique, en particulier sur les stations SR01 et SR02 situées le long de la Kwé principale (jusqu'à 40% d'individus de SR01 impactés en 2017). En 2019 et 2020, les symptômes foliaires ne concernaient plus que 5% des individus en moyenne.

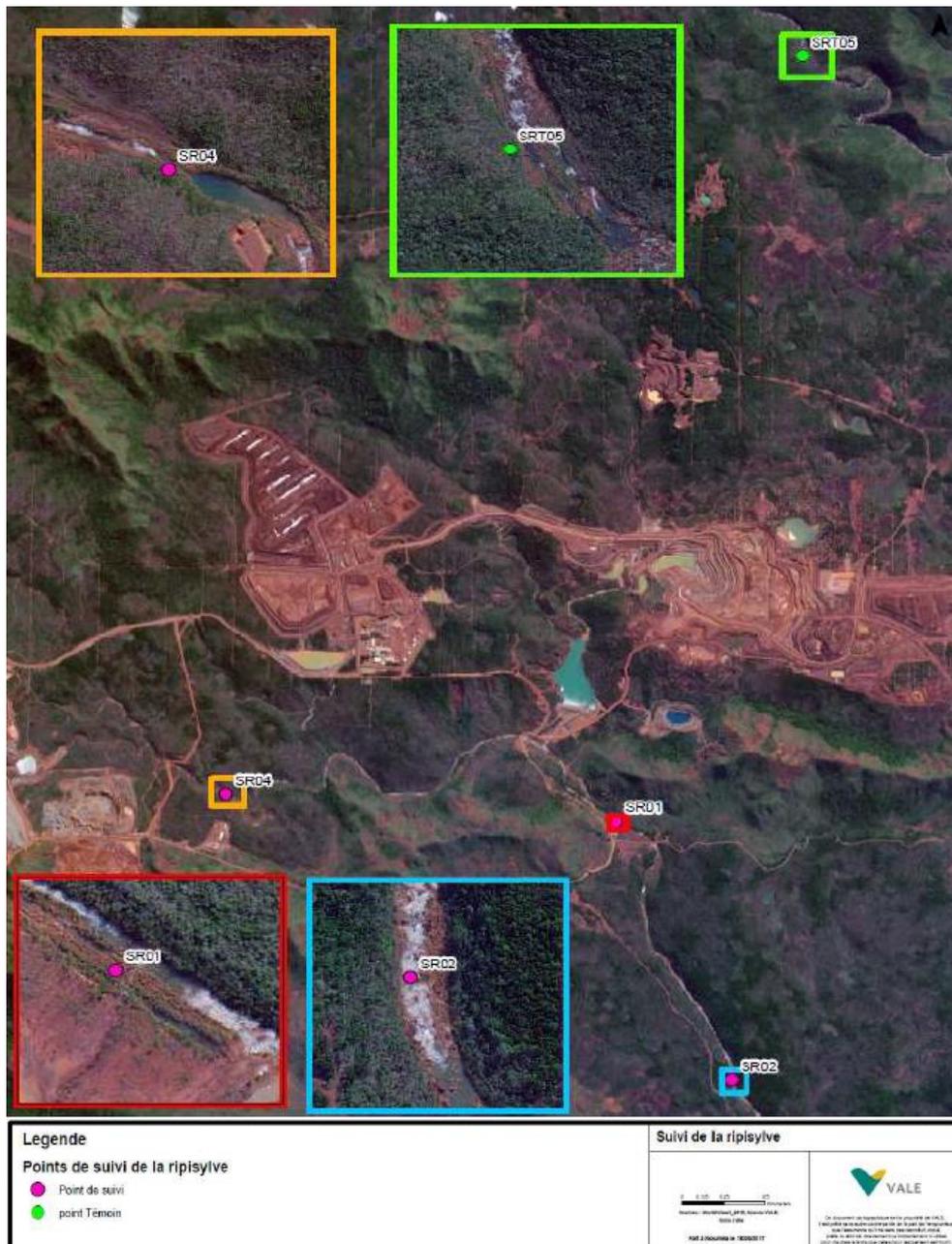


Figure 109 : Localisation du réseau de suivi ripisylves (autour de la Mine) - milieux terrestres - Source PRNC

5.2.3.2 Usine

Score Air Sanitaire de la station de l'Usine

Station	Compartiment Air (sanitaire)		
	IQA	Métaux PM10	Score 2020 par station
Usine -Auxiliaire (Mesures en continu)			

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air présente sur la zone, mesurant les gaz polluants (dioxyde de soufre (SO₂) et oxyde d'azote (NO_x)) et les poussières (PM10).

Un problème technique survenu en 2020 a conduit à invalider l'ensemble des données concernant le dioxyde de soufre (SO₂). Un score « Inconnu » est donc attribué à cette station dont l'IQA annuel n'a pu être calculé en 2020.

Pour information, la station Usine présentait en 2019 une amélioration des IQA (Indice de Qualité de l'Air) entre 2018 et 2019 avec une diminution des proportions d'IQA classés en « Fortement perturbé (couleur rouge) » (passage de 13 % à 4 %) et « Fortement perturbé (couleur orange) » (passage de 35 % à 32 %). Sur la période 2016-2019, une tendance à l'augmentation des IQA « Fortement perturbés » est tout de même observée (19,7 % des IQA en 2016 contre 36 % en 2019).

Par ailleurs, les dépassements de valeur limite journalière (sanitaire) pour les PM10 (50 µg/m³) sont également en diminution par rapport à 2018 (15 dépassements en 2018 contre 7 en 2019, aucun dépassement en 2020).

Score Air Environnemental de la station de l'Usine

Station	Compartiment Air (environnement)					
	SO2	Nox	PM10	Métaux retombés	SO2 (tubes passifs)	Score 2020 par station
Usine -Auxiliaire (Mesures en continu)		↗	→			
PS10					→	
PS14					↘	
SO1 (PS11)					→	
SO6 (PS17)					→	
SO23 (PS23)					→	
SO25 (PS13)					→	

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air présente sur la zone, mesurant les gaz polluants (dioxyde de Soufre (SO₂) et Oxyde d'azote (NO_x)) et les poussières (PM10). Par ailleurs, six stations de suivi du SO₂ par tube passif sont également en place sur cette zone, mais ne contribuent pas à la notation de la zone.

Un problème technique de débit et de prise d'humidité dans l'appareil de mesure survenu en 2020 a conduit Scal'Air à invalider l'ensemble des données collectées concernant le dioxyde de soufre (SO₂). Un score « Inconnu » est donc attribué à cette station étant donné que le SO₂ était le paramètre qui jusqu'à présent conduisait au déclassement du Score Air environnemental.

Bien que ne contribuant pas à la notation de la station, les résultats du suivi par tube passif sont les seuls disponibles en 2020 (de janvier à septembre)⁷⁰ concernant le SO₂ (cf. problème technique rencontré sur la station de surveillance en 2020). Les moyennes annuelles de trois stations situées à proximité de l'usine et orientées sous les vents dominants (secteur est-nord-est à sud-est) par rapport à l'usine présentent des valeurs qui dépassent le niveau critique annuel pour la protection des végétaux en SO₂ (20 µg/m³). Les stations concernées et les moyennes annuelles mesurées sont les suivantes : station PS17 (30,5 µg/m³), station PS10 (33 µg/m³) et station PS11 (50,4 µg/m³). En 2019, la moyenne annuelle de station PS 13 (21 µg/m³) avait également dépassé le niveau critique annuel pour la protection des végétaux en SO₂. Sur une période mensuelle, les valeurs maximales ont été observées en février 2020 sur ces mêmes stations : PS17 (86,1 µg/m³), PS 10 (99,7 µg/m³) PS 11 (128,7

⁷⁰ Les recommandations d'exposition (des tubes passifs) du fournisseur n'ayant pu être respectées pour certaines campagnes en raison des blocs du site industriel, cela a conduit à l'invalidation des résultats.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$). En 2019, les valeurs maximales ont été observées en mars 2019 sur les stations : PS 10 (89,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PS 11 (147,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En comparaison à l'année 2018, les valeurs moyennes annuelles 2019 et 2020 mesurées sur ces stations ont été moins élevées.

Bien qu'aucun dépassement du niveau critique annuel pour la protection des végétaux en NO_x (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ne soit observé, les concentrations en NO_x sont en augmentation d'un facteur 5 sur la période 2017-2020 (passage de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à 16,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pour information, la diminution de la concentration moyenne annuelle en SO_2 observée en 2018 se poursuit en 2019 (même constat que celui fait au niveau des tubes passifs), passant pour la première fois depuis 2014 en dessous du niveau critique annuel pour la protection des végétaux (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les pics de pollutions dépassant la valeur limite journalière ICPE pour le SO_2 (230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont également en diminution par rapport à 2018 (7 dépassements en 2018 contre un seul dépassement en 2019). A l'inverse, les dépassements de la valeur limite horaire ICPE pour le SO_2 (570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont en augmentation (3 dépassements en 2018 contre 11 en 2019), allant au-delà du nombre maximal autorisé de 9 dépassements. De plus, une valeur historiquement élevée de SO_2 est enregistrée le 22 mai 2019, correspondant à une moyenne horaire de 2800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 5 fois la valeur limite horaire.

Interprétations des résultats Air - Usine

A la suite du dépérissement observé en décembre 2010 sur une forêt de chêne gomme située à l'ouest de l'usine de traitement du minerai (cf. Figure 110), la station de surveillance de la qualité de l'air « Utilités » a été installée sous le vent de l'installation dans le but de suivre l'impact que pourraient avoir les rejets atmosphériques de l'usine (notamment en SO_2) sur la végétation alentours.

Les principales unités à l'origine d'émissions de SO_2 , NO_x et poussières sont l'usine d'acide sulfurique (unité 330) et les deux centrales thermiques. Le stockage de soufre (unité 545) et le gâteau de soufre (déchet de l'usine d'acide sulfurique) sont également des sources d'émissions de SO_2 non négligeables en cas de départ de feu. Pour information, le dépérissement de la forêt de chêne gomme de 2010 était vraisemblablement attribuable à la récurrence de feux de soufre au niveau de l'unité 545 (stockage de soufre).

Dioxyde de Soufre

Les résultats des suivis de la qualité de l'air autour de l'usine de traitement du minerai concernant les scores Air Sanitaire et Environnement indiquent que le SO_2 est l'élément le plus perturbé.

Concernant les émissions chroniques de SO_2 au niveau de la station de surveillance Utilités en 2019 (données 2020 de la station Utilités invalidées par Scal'Air en raison d'un problème technique), la situation s'est améliorée avec une moyenne annuelle de SO_2 en diminution sur la période 2017-2019. Pour information, les émissions globales de SO_2 semblent fortement corrélées à la production d'acide sulfurique (dans l'unité 330) et dans une moindre mesure aux émissions de SO_2 accidentelles. A titre d'exemple, PRNC rapporte que sur les 67 tonnes de SO_2 émises en février 2020, 15% (soit 10 tonnes) seraient attribuables aux deux incidents survenus durant le mois de février (dont un incident majeur le 16/02). La diminution observée en SO_2 serait donc à rapprocher de la baisse de production d'acide sulfurique annuelle (d'environ 300 000 tonnes) entre 2017 et 2019, liée elle-même à une baisse de la productivité de l'usine de traitement du minerai.

A l'inverse, les pics de pollution au SO_2 ont au contraire été plus importants en 2019 que les autres années, dépassant même le seuil autorisé de 11 dépassements (dont un dépassement très important

le 22 mai 2019 égal à 5 fois la valeur limite horaire). Or, ce sont à priori les pics d'émission de SO₂ qui seraient à l'origine des symptômes liés au SO₂ observés sur la végétation alentours.

Pour 2020, seuls les résultats du suivi du SO₂ par tube passif sont disponibles (données 2020 de la station Utilités invalidées par Scal'Air en raison d'un problème technique). Les valeurs mensuelles maximales ont été observées sur les stations PS17, PS10 et PS11 en février 2020.

Les résultats des rejets atmosphériques en SO₂ de 2019 et 2020 (cf. 1.5.2.5.2.2) des installations industrielles montrent que des non-conformités ont eu lieu essentiellement :

- En 2019 : au niveau de l'usine d'acide sulfurique ;
- En 2020 : au niveau de la centrale thermique au charbon de Prony Energies.

Par ailleurs, PRNC rapporte dans son rapport symptomatologie 2020 les incidents suivants à l'origine d'émissions de SO₂ :

-En 2019 : 4 incidents entre le 23/03 et le 22/05/2019 (dont un majeur le 22 mai 2019). Deux incidents étaient attribuables à l'usine d'acide sulfurique (dont l'incident majeur), un incident à un départ de feu au niveau du gâteau de soufre et le dernier à un départ de feu au niveau du stock de soufre. A l'issue de ces incidents, la vérification par PRNC de l'état de santé de la végétation dans le secteur de vent sous influence de l'incident a été systématique. Des impacts limités à quelques espèces ont été constatés pour les 3 premiers incidents (essentiellement des individus de *Codia spatulata*), mais lors du dernier incident l'impact était beaucoup plus visible (46 espèces concernées) ;

-En 2020 : 8 incidents qui ont eu lieu entre le 06/01 et le 13/05/2020 (dont un incident majeur le 16/02/2020). Ces incidents étaient principalement liés à des départs de feux au niveau du stockage de soufre (unité 545).

En résumé, la réduction des émissions chroniques de SO₂ serait liée à la baisse de production d'acide sulfurique à partir de 2017, liée elle-même à une baisse de la productivité de l'usine de traitement du minerai. L'augmentation des pics d'émissions de SO₂ (11 dépassements de la valeur limite horaire) en début d'année 2019 serait liée aux 4 incidents (dont un incident majeur le 22 mai 2019) survenus sur l'usine d'acide sulfurique et au niveau du stockage de soufre. Dans les tubes passifs, les valeurs maximales sont observées au moment de l'incident de mars 2019 (feu de gâteau de soufre). Enfin, les valeurs élevées en SO₂ dans les tubes passifs en début d'année 2020 seraient en partie attribuables aux départs de feux sur le stockage de soufre (dont un incident majeur le 16/02/2020) et aux incidents survenus au niveau de la centrale au charbon de Prony Energies en début d'année 2020. Cependant, au-delà de ces émissions de SO₂ accidentelles, il est important de rappeler que la production d'acide sulfurique (qui fut intense en février 2020), contribue majoritairement aux émissions de SO₂. De plus, l'orientation des vents dominants au moment d'un pic d'émission de SO₂ par rapport aux stations de suivi (station de surveillance, tubes passifs) est décisive dans le fait de capter ou non ce pic de pollution, les valeurs maximales sont en général observées pendant la saison chaude lorsque les alizés de secteurs est à sud-est dominant. A titre d'exemple, les émissions de SO₂ lié à la production d'acide sulfurique ont été maximale en juillet 2020, mais les tubes passifs n'ont pas enregistré de valeurs mensuelles élevées en raison de secteur de vents variables durant le mois de juillet 2020.

NO_x et PM10

Concernant les deux autres polluants (NO_x et PM10) suivis autour de l'usine de traitement du minerai, aucune perturbation n'est à signaler en dehors de la moyenne annuelle en NO_x qui a augmenté sur la période 2017-2020 (x 5).

Les résultats des rejets atmosphériques en NO_x et poussières de 2019 et 2020 (cf. 1.5.2.5.2.2) des installations industrielles montrent que des non-conformités ont eu lieu essentiellement :

-En 2019 : au niveau de la centrale thermique au fioul de PRNC ;

-En 2020 : au niveau de la centrale thermique au fioul de PRNC et de la centrale thermique au charbon de Prony Energies.

Concernant les PM₁₀, les 7 dépassements de valeur limite journalière de 2019 sont probablement en partie liés aux non-conformités en poussières de 2019. En 2020, aucun dépassement de valeur limite journalière n'a été enregistré, probablement en raison d'une orientation des vents favorable. Concernant les NO_x, l'augmentation de la moyenne annuelle pourrait en partie trouver une explication dans les fortes émissions de NO_x de la centrale au charbon de Prony Energies observées en début d'année 2020 (pic de 10 718 mg/Nm³ mesuré le 25 janvier).

Scores Flore des stations de l'Usine

Station	Compartiment Flore		
	MFIP	Symptoma- tologie	Score 2020 par station
SO1 (PS11)		→	
SO3		→	
SO4		→	
SO5		↘	
SO6 (PS17)		↘	
SO8		→	
SO9		↗	
SO10		→	
SO11		↗	
SO12		→	
SO13		→	
SO14		→	
SO15		↘	
SO16		↗	
SO17		↘	
SO19		→	
SO21		→	
SO22		↘	
SO23 (PS23)		↘	
SO24		↘	
SO25 (PS13)		→	
SO26		→	
U1	→		
U2	→		
U4	→		
U7	↗		
U9	↗		
U11	↗		
U13	↗		
U14	↗		
U15	↗		
U16	→		
U18	↗		
U19	↗		
U20	↗		
U21	↗		
U23	↗		
U25	↗		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les 22 stations de suivi des symptômes foliaires liés au dioxyde de soufre⁷¹ (représentant un total de 264 individus, soit 12 individus par station) et les 16 sites du suivi de la végétation par télédétection présentes sur la zone.

En 2020, les résultats du suivi symptomatologique traduisent un impact lié au dioxyde de soufre (SO₂) sur 5 sites qui obtiennent des scores « Modérément perturbés » à « Fortement perturbés » (soit 22 %

⁷¹ En 2020, seule une campagne de suivi symptomatologique a été réalisée (en juin 2020) au lieu des 3 campagnes initialement prévues.

des stations évaluées). Parmi les 8 espèces indicatrices, *Codia spatulata* suivi de *Tristaniopsis guillainii* sont les plus touchées par les symptômes foliaires. Aucun cas grave n'a été observé en 2020 et quasiment aucun nouveau symptôme ne sont apparus (il s'agit donc essentiellement d'anciens symptômes). En revanche la défoliation (de plus de 50% du feuillage) concerne tout de même 8% des individus évalués (les espèces *Codia spatulata* et *Tristaniopsis guillainii* sont très peu concernées par la défoliation, à l'inverse de *Arillastrum gummiferum*/chêne gomme). Les trois stations les plus perturbées (2 modérément perturbées et une fortement perturbée) sont sous l'influence des vents dominants mais présentent un gradient d'éloignement par rapport à l'Usine (SO1 en champ proche, SO06 en champ moyen et SO11 en champ éloigné) - cf. Figure 114. Sur la période 2016-2020, certaines stations en champ moyen et en champ éloigné présentent une tendance à l'augmentation du nombre d'individus impactés (stations SO09, SO11, SO16), tandis que d'autres stations présentent une tendance à la diminution du nombre d'individus impactés (stations SO05, SO06, SO17, SO24). Les stations SO1 et SO6 (modérément et fortement perturbées en 2020) se trouvent à proximité respectivement des tubes passifs PS11 et PS17 (fortement perturbés en 2020) - cf. Figure 114.

Pour information, en 2019, les résultats du suivi symptomatologique traduisaient un impact lié au dioxyde de soufre (SO₂) sur 8 sites qui obtiennent des scores « Modérément perturbés » à « Fortement perturbés » (soit 36 % des stations évaluées). Parmi les 8 espèces indicatrices, *Codia spatulata* suivi de *Tristaniopsis guillainii* sont les plus touchées par les symptômes foliaires. Le nombre de cas graves observés en 2019 représente tout de même 5 % des individus échantillonnés. L'apparition de nouveaux symptômes (chlorose et nécrose, touchant parfois également les jeunes feuilles) concerne respectivement 7 % et 14 % des individus évalués. La défoliation (de plus de 50% du feuillage) concerne 14% des individus évalués (les espèces *Codia spatulata* et *Tristaniopsis guillainii* sont très peu concernées, à l'inverse de *Arillastrum gummiferum*/chêne gomme). Les 4 stations les plus perturbées sont toutes sous l'influence des vents dominants mais présentent un gradient d'éloignement par rapport à l'Usine (SO1 et SO25 en champ proche, SO06 en champ moyen et SO11 en champ éloigné) - cf. Figure 113.

Pour information, les 16 stations suivies annuellement (en décembre) selon l'ancien protocole de suivi symptomatologique montrent les résultats suivants :

- En 2020 : le suivi annuel n'a pas eu lieu selon le protocole habituel en raison des blocages de fin 2020, mais la présence de vieux symptômes persistants suite au 22 mai 2019 et de symptômes foliaires récents a été relevée au niveau de 5 stations proches de l'usine (PS 05, PS06, PS09, PS10, PS12 - cf. Figure 101) ;
- En 2019 : présence d'anciens symptômes foliaires (principalement des nécroses mais également des chloroses) au niveau de 8 stations (50 %) toutes proches de l'usine (à l'exception de PS 18 et P23 - cf. Figure 101), 7 espèces indicatrices (80%), jusqu'à 5 individus d'une espèce de la station concernés mais uniquement sur des vieilles feuilles. PRNC précise qu'il y a également eu des symptômes foliaires récents due à l'incident du 22 mai 2019.

Pour information, les deux incidents majeurs qui se sont produits en 2019 (22 mai 2019) et 2020 (16 février 2020) ont donné lieu à des protocoles de suivi spécifiques des impacts liés au SO₂ sur les zones de végétation impactées (cf. Figure 111 et Figure 112). En lien avec l'incident du 22 mai 2019, une première investigation de PRNC a eu lieu en juin 2019 permettant de constater que 48 hectares situés au Nord-Ouest de l'usine (composé essentiellement de maquis denses et para forestiers et un peu de

maquis ouvert) ont été impactés par le SO₂. Les maquis para forestiers ont été les moins touchés, à l'inverse des maquis ouverts qui présentaient notamment des symptômes sévères (sur plus de 50% du feuillage). Sur les 118 espèces inventoriées sur les parcelles d'évaluation (1,5 ha tous habitats confondus), 38 % des espèces (soit 46 espèces) ont présentés des symptômes foliaires caractéristiques du SO₂. Lors de la seconde investigation ayant eu lieu en juin 2021 (deux ans plus tard), 15 espèces (parmi lesquelles *Codia spatulata*, *Garcinia neglecta* et *Tristaniopsis guillanii*) avaient conservé des symptômes foliaires persistants de 2019. Sur les 26 % d'individus impactés en 2019 (dont 11% d'individus avec des symptômes sur plus de 50% du feuillage au sein d'habitats très exposés), il restait 12% d'individus en 2021 présentant des symptômes persistants de 2019 (et seulement 1% d'individus avec des symptômes sur plus de 50% du feuillage). Aucune mortalité n'a été constatée et du feuillage sain est réapparu, notamment sur les maquis ouverts qui avaient été les plus exposés.

En septembre 2020, les MFIP suivis par télédétection autour de l'Usine présentent des surfaces impactées allant de 2,39 % à 47,92 %. Au total, 15 sites obtiennent des scores « Modérément perturbés » à « Fortement perturbés » (soit 93 % des sites évalués). Les 2 sites les plus fortement impactés (MFIP U1 et U4) se trouvent à proximité directe de l'usine, mais d'autres sites fortement impactés se trouvent en champ moyen (MFIP U11) et éloigné de l'usine (MFIP U21, U23, U25) - cf. Figure 114. De plus, sur la période 2015-2020, 12 massifs (75 % des sites évalués) présentent une tendance à l'augmentation des surfaces impactées (facteur de multiplication compris entre 1,5 et 9 selon les MFIP considérés). Les deux stations symptomatologiques SO03 et SO10 qui se trouvent au sein du massif U4 sont « non perturbées » en 2020 (cf. Figure 100).

Interprétations des résultats Flore - Usine

Dans la continuité du dépérissement observé en décembre 2010 sur 55 ha d'une forêt de chêne gomme (38 ha de forêt et 17 ha de maquis paraforestier) située à l'ouest de l'usine de traitement du minerai 2010 (cf. Figure 110), des suivis environnementaux ont été mis en place pour déterminer si la pollution atmosphérique, notamment en SO₂, impacte la végétation autour de l'usine. Le suivi symptomatologique est spécifique de la pollution au SO₂, tandis que le suivi MFIP vient en complément pour couvrir une surface plus importante afin de détecter des zones potentiellement impactées par le SO₂. Toutefois, le suivi MFIP présente l'inconvénient de ne pas être spécifique au SO₂ puisque les impacts sur la végétation peuvent également être causés par d'autres facteurs (le stress hydrique, etc).

Au niveau de ces deux réseaux de suivi de la végétation, toutes les stations de suivi ne sont pas impactées à l'identique. En ce qui concerne le suivi symptomatologique, les stations les plus impactées depuis 2016 par le SO₂ sont celles situées à l'Ouest-Nord-Ouest (SO1 et SO6, respectivement en champ proche et champ moyen) suivies de celle située au Nord-Nord-Ouest (SO25, en champ proche) de l'usine de traitement du minerai. En 2019 et 2020, la station SO11 qui se trouve orientée Nord Ouest ¼ Ouest et en champ éloigné (2200 m) de l'usine se trouvait également parmi les plus perturbées (cf. Figure 113 et Figure 114).

Le suivi de la qualité de l'air en SO₂ vient confirmer les observations visuelles de symptômes liés au SO₂, puisque les stations symptomatologiques (SO1 et SO6) les plus impactées en 2019 et 2020 se

trouvent à proximité des tubes passifs (PS11 et PS17) présentant les teneurs en SO₂ les plus importantes (cf. Figure 113 et Figure 114)⁷².

En 2019, le nombre d'individus et de stations touchés ainsi que la gravité des symptômes ont été plus importants qu'en juin 2020. Les nombreux impacts observés lors des campagnes d'août et de décembre 2019 seraient apparus à la suite de l'incident du 22 mai 2019 (moyenne horaire de 2800 µg/m³, soit 5 fois la valeur limite horaire)⁷³.

En ce qui concerne les impacts de juin 2020, il ne s'agit pas d'après PRNC de nouveaux impacts causés par un nouvel incident, mais de symptômes datant de 2019 qui auraient persistés sur le feuillage de certaines espèces (notamment de *Codia spatulata*). A noter que sur certaines espèces dont le renouvellement des feuilles est lent (ex : *Tristaniopsis guillani*), PRNC a déjà observé une persistance des symptômes jusqu'à 2,5 ans.

La défoliation est relativement importante en 2019 à la suite de l'incident (14 % des individus échantillonnés), mais également en 2020 (8% des individus échantillonnés). Cependant, il s'agit d'un facteur non discriminant et non spécifique d'un impact lié à une exposition au SO₂. En effet, la majorité des individus de chêne gomme (*Arillastrum gummiferum*) défoliés à plus de 50% se situent sur des stations éloignées de l'usine et non impactées par le SO₂ atmosphérique. Ce phénomène de défoliation voir de mortalité est observé sur les chênes gommés (espèce forestière à para forestière) qui se retrouve régulièrement en zone ouverte à semi-ouverte ou en lisière suite à la dégradation de leur habitat.

En ce qui concerne les stations symptomatologiques du suivi annuel⁷⁴, de nouveaux symptômes foliaires liés au SO₂ ont en revanche étaient observés en 2020 et seraient attribuables à l'incident du 16 février 2020 qui s'est produit sur le stockage de soufre.

Depuis 2016, les impacts sont majoritairement observés durant la saison chaude, car le déficit hydrique augmenterait la sensibilité de la végétation au SO₂. Depuis 2016, sur les 8 espèces indicatrices évaluées, les trois espèces qui se sont révélées les plus sensibles au SO₂ sont *Codia spatulata*, suivi de *Tristaniopsis guillainii* et de *Garcinia neglecta*. Enfin, les cas de mortalité observés en décembre 2019 (7 individus concernés, dont 5 chênes gomme/ *Arillastrum gummiferum*) ne seraient pas liés au SO₂ mais plutôt à un phénomène global (sécheresse) car d'autres cas similaires ont également été observés en dehors du périmètre d'influence de l'usine. Concernant les autres paramètres étudiés, la présence de symptômes foliaires ne semble pas affecter la production de jeunes feuilles. A l'inverse, la présence de symptômes foliaires pourrait affecter négativement la floraison/fructification ainsi que favoriser des attaques phytosanitaires (mais cela reste à confirmer dans le cadre des prochains suivis).

L'investigation menée en juin 2021 sur la zone impactée par l'incident du 22 mai 2019 semble montrer, tout comme le suivi symptomatologique quadrimestriel, que les symptômes foliaires liés au SO₂ peuvent s'avérer persistants sur certaines espèces dont le renouvellement du feuillage est plus lent

⁷² De plus, d'après PRNC, une augmentation significative de la teneur en soufre foliaire a été constatée pour l'espèce *Garcinia neglecta* sur la période 2012-2019 au niveau des stations présentant des symptômes foliaires par rapport aux stations témoins.

⁷³ Au niveau de l'ancien réseau de suivi symptomatologique, ce sont uniquement des anciens symptômes qui ont été observés au mois de décembre 2019.

⁷⁴ Il s'agit des stations symptomatologiques suivies selon l'ancien protocole (annuellement) et qui ne font pas l'objet d'une notation dans le cadre du bilan technique, contrairement aux stations suivies avec le nouveau protocole mis en œuvre en 2016 (selon une fréquence quadrimestrielle).

(ex : *Tristaniopsis guillainii*). Toutefois, cet incident est sans doute moins important que celui qui avait touché la forêt de chêne gomme en 2010, puisqu'aucun cas de mortalité n'a été observé. Une reprise du feuillage est d'ailleurs constatée 2 ans après l'incident sur la plupart des individus, y compris au niveau des habitats qui ont été les plus exposés à la source de SO₂ (maquis ouverts).

Concernant le suivi MFIP, les MFIP U1 et U4 sont les plus fortement impactés (sur 42,15 % et 47,92 % de leurs surfaces respectives). La tendance d'évolution observée est stable sur la période 2016-2020 (et même depuis 2011). Les MFIP U1 et U4 correspondent à peu près à la zone délimitée lors du dépérissement initialement observé en décembre 2010 sur la forêt de chênes gomme (cf. Figure 110). D'après PRNC, la stabilité dans le temps des impacts au niveau du MFIP U4 (qui correspond à l'emprise de la forêt de chêne gomme impactées en 2010) est dû principalement au fait que des chablis ont provoqué des ouvertures dans la canopée. Ceci conduit à une fragmentation de la canopée (qui se mesure au niveau de l'indice satellitaire Fr) sur le long terme. D'après PRNC, l'essentiel des impacts observés sur U4 et U1 ne seraient donc pas dus à l'effet des pics de SO₂ mais plutôt à une fragmentation de la canopée. En ce qui concerne le massif U1, une vérification de terrain confirme la présence de symptômes liés au SO₂ qui seraient dus à l'incident du 16 février 2020.

D'autres MFIP dans les champs moyens (U9, U11) et éloignés (U21, U23 et U25) sont également fortement touchés (cf. Figure 114). D'après le prestataire de PRNC, les pics de déclin de végétation observés en 2019 et 2020 seraient dus à un effet saisonnier (sécheresse), qui toucherait également les massifs autour de la mine mais dans une moindre mesure.

D'après PRNC, les impacts sont généralement observés au niveau des lisières à proximité de zones ouvertes ou dans des zones pentues présentant peu de sol, et donc sensibles au stress hydrique (cas des massifs de chênes gomes sur cuirasse éloignés situés à l'ouest de l'usine).

Lors du Cotec Résultats réuni le 12 avril 2022, PRNC précise qu'une inspection a été réalisée au-delà de la station SO11 et un peu avant le massif forestier U21 se trouvant dans l'axe du panache de SO₂ émis le 22 mai 2019, mais l'absence de symptôme foliaire n'a pas rendu nécessaire une inspection du MFIP U21 qui semble hors d'influence.



Figure 110 : Délimitation de la formation rivulaire (composée majoritairement de chênes gomme) concernée par le dépérissement observé en décembre 2010 - Source PRNC.

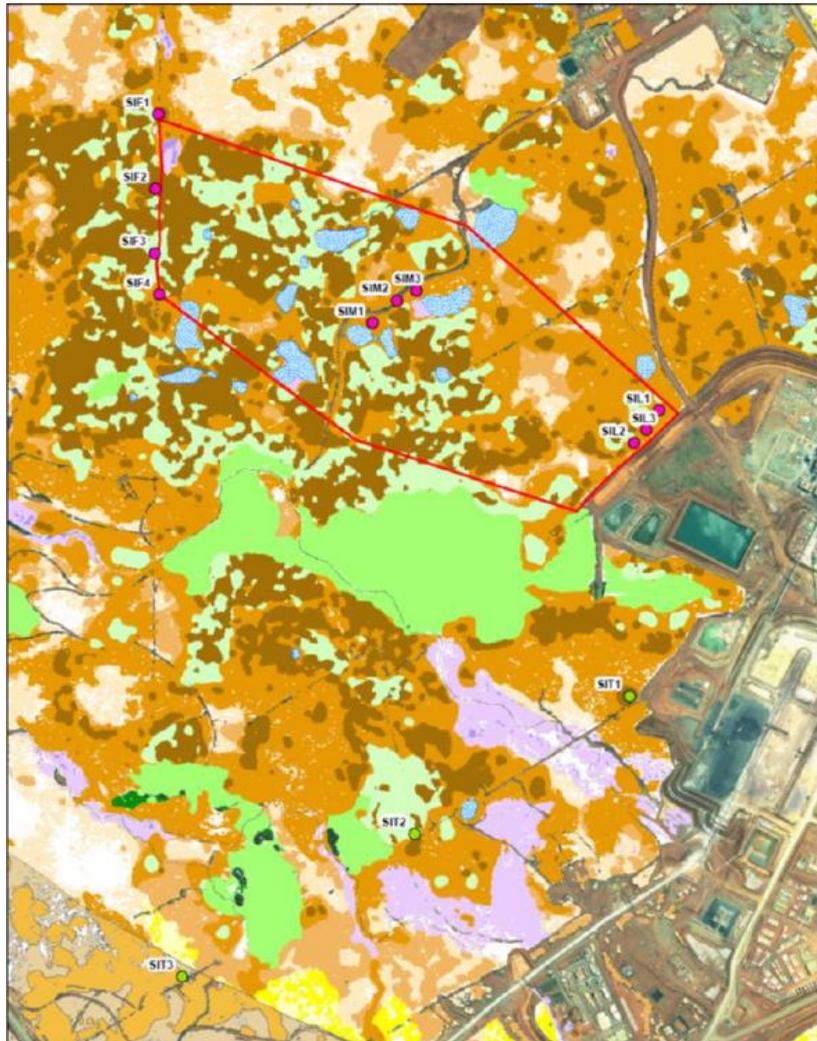


Figure 111 : Délimitation de la zone impactée (48 ha en rouge) par l'incident au SO₂ du 22 mai 2019 et localisation des stations de suivi à 500 m, 1200 m et 1500 m de la source d'impact (l'usine d'acide sulfurique) – Source PRNC.

Remarque : les stations symptomatologiques les plus perturbées (SO1, SO6 et SO11) par l'incident du 22 mai 2019 (Figure 113 et Figure 114) semblent être localisées dans la zone d'impact délimitée par PRNC (Figure 111).



Figure 112 : Délimitation de la zone impactée (5 ha) par l'incident au SO₂ du 16 février 2020 et localisation des stations de suivi – Source PRNC.

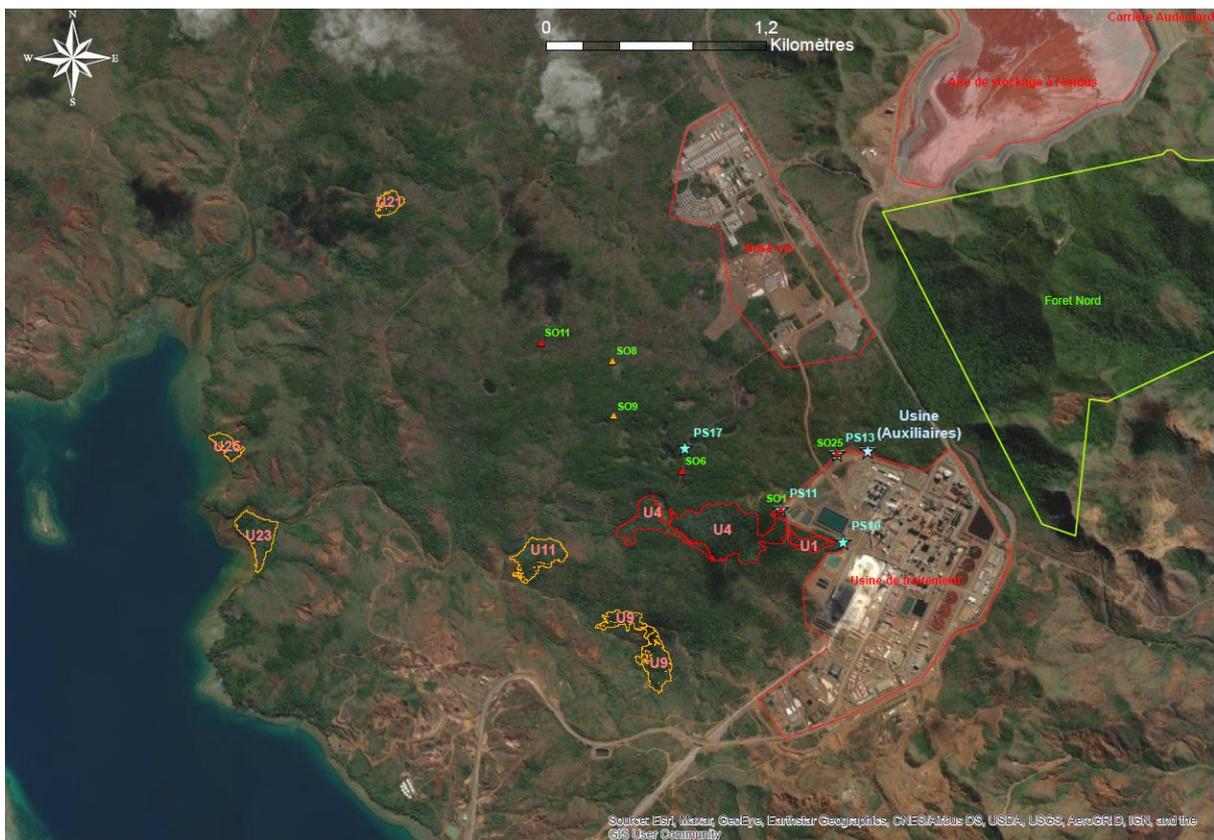


Figure 113 : Localisation des stations des suivis symptomatologie, tubes passifs et MFIP les plus perturbés en 2019 - Source CÉIL.



Figure 114 : Localisation des stations des suivis symptomatologie, tubes passifs et MFIP les plus perturbés en 2020 - Source CEIL.

5.2.3.3 Base Vie

Scores Air Sanitaire des stations de la Base vie

Station	Compartiment Air (sanitaire)		
	IQA	Métaux PM10	Score 2020 par station
Base vie (Métaux PM10)		→	
Base vie (Mesures en continu)	→		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air mesurant les gaz polluants (dioxyde de Soufre (SO₂) et oxyde d'azote (NO_x)) et les poussières (PM10) et la station mesurant les teneurs en métaux dans les PM10.

L'indice de qualité de l'air IQA pour cette zone témoigne en 2020 d'une bonne qualité avec une proportion totale d'IQA « Non perturbés » très élevée de 99%. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station de surveillance des gaz polluants et des poussières.

Le pourcentage de données annuelles collectées en 2020 (10%) étant inférieur au seuil de représentativité de 14% de données annuelles requises, la teneur en métaux dans les PM10 n'a pu être évaluée. Un score « Inconnu » est donc attribué à la station de suivi des métaux dans les PM10. Pour information, les teneurs mesurées, notamment celles en Nickel, sont en dessous des valeurs cibles.

Score Air Environnemental des stations de la Base vie

Station	Compartiment Air (environnement)					Score 2020 par station
	SO ₂	Nox	PM10	Métaux retombées	SO ₂ (tubes passifs)	
Base vie (Métaux retombées)						
Base vie (Mesures en continu)	→	→	→			

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air présente sur la zone, mesurant le dioxyde de Soufre (SO₂) et les poussières (PM10) et une nouvelle station mesurant les teneurs en métaux dans les retombées de poussières. En effet, la modification de juillet 2019 de l'arrêté relatif au suivi de la qualité de l'air à proximité de l'Usine prévoit pour 2020 la mise en place d'un nouveau suivi des métaux dans les retombées de poussières sur la zone de la Base vie. Cependant, en raison des blocages du site industriel qui ont eu lieu en fin d'année 2020, ce suivi n'aura été réalisé que sur une durée d'un mois (première campagne).

Sur ce site, aucun dépassement de valeur limite pour la protection des végétaux (annuelle, journalière ou horaire) pour le SO₂ n'a été enregistrée en 2020. Concernant les PM10, la moyenne annuelle de 12,7 µg/m³ est restée en dessous de la valeur limite (40 µg/m³). Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station de suivi des gaz polluants et des poussières.

Les teneurs en métaux dans les retombées de poussières ne dépassent pas les valeurs limites allemandes, excepté pour le Nickel (56 µg/m²/j, soit 3,7 fois la valeur limite) et le Zinc (647 µg/m²/j, soit 1,6 fois la valeur limite). Cependant, en raison d'un manque de représentativité des données (seule la saison fraîche a été échantillonnée en 2020 en raison des blocages de fin d'année), la station de suivi des métaux dans les retombées de poussières obtient un score « Inconnu ».

Interprétations des résultats Air - Base vie

La station de surveillance de la qualité de l'air de la « Base vie » a pour but principal de suivre l'impact que pourraient avoir les rejets atmosphériques du complexe industriel et minier de PRNC sur la santé humaine.

L'orientation des vents dominants étant de secteur Est, la Base vie est relativement peu exposée au risque de pollution atmosphérique de l'usine. Les résultats des suivis le confirment, puisque les IQA de 2020 sont « Non perturbés » à 99%. Il y a quelques années de cela en revanche, des pics de PM10 étaient à l'origine d'une proportion non négligeable d'IQA « Fortement perturbés ». L'amélioration constatée ces dernières années pourrait être due au fait que la Base vie se soit vidée de ses occupants et à la fermeture d'une route non bitumée (source de poussières) qui reliait la Base vie à une zone de maintenance de l'usine.

En ce qui concerne le suivi des métaux dans les retombées de poussières, bien que les quantités de poussières soient très faibles en 2020 (6,58 mg/m²/j), du Nickel et du Zinc sont retrouvés en concentration supérieure à la valeur cible. Les poussières naturellement chargées en Nickel du fait de la nature des sols ultramafiques proviennent probablement du trafic routier alentour. L'origine du Zinc est quant à elle moins évidente à interpréter.

5.2.3.4 Forêt Nord

Scores Air Sanitaire des stations de la zone

Station	Compartment Air (sanitaire)		
	IQA	Métaux PM10	Score 2020 par station
Forêt Nord (Métaux PM10)		↘	
Forêt Nord (Mesures en continu)	↘		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air mesurant les gaz polluants (dioxyde de soufre (SO₂) et oxyde d'azote (NO_x)) et les poussières (PM10)) et la station de mesure des teneurs en métaux dans les PM10.

L'indice de qualité de l'air IQA pour cette zone témoigne en 2020 d'une bonne qualité avec une proportion totale d'IQA « Non perturbés » de 100 %. Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station de surveillance des gaz polluants et des poussières.

Pour information, un dépassement de valeur limite journalière pour les PM10 (50 µg/m³) a été enregistré sur cette station (59,7 µg/m³) le 11 septembre 2019, ce qui n'était pas arrivé depuis 2015.

Le pourcentage de données annuelles collectées en 2020 (10%) étant inférieur au seuil de représentativité de 14% de données annuelles requises, la teneur en métaux dans les PM10 n'a pu être évaluée. Un score « Inconnu » est donc attribué à la station de suivi des métaux dans les PM10. Pour information, les teneurs mesurées, notamment celles en Nickel, sont en dessous des valeurs cibles.

Scores Air Environnemental des stations de la zone

Station	Compartment Air (environnement)					
	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2020 par station
Forêt Nord (Métaux retombées)				↘		
Forêt Nord (Métaux PM10)						
Forêt Nord (Mesures en continu)	↘	→	→			
PS 19					↘	
PS 29					↘	
PS 30					↘	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air mesurant les gaz polluants (dioxyde de Soufre (SO₂) et Oxyde d'azote (NO_x) et poussières (PM10)) et la station de mesure des teneurs en métaux dans les retombées de poussières⁷⁵. Par ailleurs, trois stations de suivi du SO₂ par tube passif sont également en place sur cette zone, mais ne contribuent pas à la notation de la zone.

⁷⁵ De même que pour la station de suivi des retombées de poussière de la Base vie, ce suivi n'aura été réalisé que sur une durée d'un mois (première campagne) en raison des blocages du site industriel qui ont eu lieu en fin d'année 2020.

Sur ce site, les concentrations annuelles en SO₂ et NO_x de 2020 sont restées faibles et largement inférieures aux niveaux critiques annuels pour la protection des végétaux. Pour les PM₁₀, la moyenne annuelle de 9,3 µg/m³ est restée en dessous de la valeur limite (40 µg/m³). Un score « Non perturbé » est donc attribué à la station de surveillance des gaz polluants et des poussières.

La teneur en Nickel dans les retombées de poussières en 2020 dépasse la valeur limite allemande (valeur moyenne de 50 µg/m²/jour, soit 3,3 fois la valeur limite). Cependant, en raison d'un manque de représentativité des données (seule la saison fraîche a été échantillonnée en 2020 en raison des blocages de fin d'année), la station de suivi des métaux dans les retombées de poussières obtient un score « Inconnu ». A noter que sur la période 2016-2020, une tendance à la diminution des teneurs en Nickel est observée (d'un facteur 7,3).

Bien que ne contribuant pas à la notation, le suivi du SO₂ par tubes passifs en 2020 ne présente aucun dépassement du niveau critique annuel pour la protection des végétaux (20 µg/m³) sur les 3 stations de la zone.

Interprétations des résultats Air – Forêt Nord

La station de surveillance de la qualité de l'air « Forêt Nord » a pour but de suivre l'impact que pourraient avoir les rejets atmosphériques de l'usine (notamment en SO₂) sur la végétation de cette réserve provinciale à forte valeur patrimoniale, abritant une biodiversité importante et des espèces rares et menacées.

L'orientation des vents dominants étant de secteur est, la Forêt Nord est relativement peu exposée au risque de pollution atmosphérique de l'usine. Les résultats des suivis le confirment, puisque les concentrations moyennes annuelles 2020 en gaz polluants sont faibles et très en dessous des valeurs limites. Un dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ a toutefois été enregistré le 11 septembre 2019 et serait dû d'après Scal'Air à l'épisode de pollution par les fumées des incendies venues d'Australie.

En ce qui concerne le suivi des métaux dans les retombées de poussières, bien que les quantités de poussières soient très faibles en 2020 (3,29 mg/m²/j), du Nickel est retrouvé en concentration supérieure à la valeur cible. Cependant, une tendance à la diminution est observée sur la période 2016-2020. L'état initial de l'étude d'impact de l'usine avait montré que les teneurs en Nickel dans les retombées de poussières de Forêt Nord en 2005 (pendant la phase de construction du complexe) étaient supérieures à la valeur cible. Ces poussières naturellement chargées en Nickel du fait de la nature des sols ultramafiques proviennent probablement des activités de roulage et minières alentours.

Scores Flore des stations de la zone

Station	Compartiment Flore					
	Soufre (sol- litière- feuille)	Azote (sol- litière- feuille)	Fluori- métrie	MFIP	Symptoma- tologie	Score 2020 par station
FN1	↗	→	→			
FN2	↗	→	→			
FN3	↗	→	→			
FN4	↗	→	→			
PS 19						
PS 29						
PS 30						
U3				↗		
U6				→		
U10				↘		

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les 4 stations de suivi en réserve provinciale (mesurant la fluorimétrie (paramètre indicateur de l'activité photosynthétique de la plante) et les teneurs en Soufre et Azote dans le sol, la litière et les feuilles) et sur les 3 stations du suivi de la végétation par télédétection présentes dans la zone.

En 2020, la station de suivi de la végétation par télédétection enregistre des surfaces impactées sur 11,32 % de la surface du MFIP U3, correspondant à un score « Modérément perturbé ». Une tendance à l'augmentation est également constatée sur la période 2015-2020.

Sur la période 2016-2020, une tendance à l'augmentation des teneurs en Soufre (mais avec un facteur de multiplication de la valeur de 2016 systématiquement inférieur à 2) est constatée dans les sols de 3 stations (stations FN2, FN3 et FN4), la litière pour les 4 stations et dans les feuilles de 2 espèces (*Gardenia aubreyii* et *Xylopiya veillardii*). Sur une période plus longue allant de 2007 à 2020, les teneurs en Soufre sont en augmentation uniquement pour le compartiment litière mais pas pour le sol. Les stations obtiennent donc un score « Modérément perturbé » pour ce suivi. Concernant l'Azote, les tendances sont stables pour les trois compartiments (sol, litière, feuillage).

Le suivi de la fluorimétrie ne révèle toutefois aucune perturbation et une tendance stable sur la période 2012-2020. Les stations obtiennent donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

Interprétations des résultats Flore – Forêt Nord

Le suivi des réserves provinciales vient en complément des autres suivis de la végétation (symptomatologie et MFIP) afin d'évaluer l'impact que pourraient avoir les émissions atmosphériques en provenance du site industriel. Située au nord du complexe industriel, la Forêt Nord n'est pas soumise aux vents dominants (de secteur est). Cependant, le risque qu'elle soit impactée lorsque les vents sont de secteur variable n'est pas inexistant.

Bien qu'une légère augmentation en Soufre dans les compartiments sol, litière et feuillage soit observée sur la période 2016-2020, celle-ci serait d'après PRNC davantage due à des variations cycliques naturelles qu'à l'impact de l'incident du 22 mai 2019 (d'autant plus qu'aucun symptôme foliaire n'a été observé sur ces parcelles). Malgré des teneurs en Soufre en augmentation, la végétation de Forêt Nord présentait en 2020 une activité photosynthétique normale.

D'après le prestataire de PRNC, l'augmentation des surfaces impactées au niveau du MFIP U3 sur la période 2015-2020 seraient quant à elle dû à un effet saisonnier (sécheresse), qui toucherait d'autres MFIP autour de l'usine mais également autour de la mine. D'après PRNC, les impacts au niveau de ce

massif se sont produits dans les zones pentues présentant peu de sol, et donc sensibles au stress hydrique. Ces impacts ne seraient donc pas en lien avec l'incident au SO₂ du 22 mai 2019.

Scores Avifaune des stations de la zone

Station	Compartiment Faune	
	Avifaune	Score 2020 par station
Forêt Nord	↘	
Forêt Nord (côté Port Boisé)	→	

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur les 2 stations avifaune de la zone.

En 2020, l'IPA du patch Forêt Nord (côté Port Boisé) obtient un score « Non perturbé », tandis que le patch forestier « Forêt Nord » obtient un score « Inconnu », en raison de mauvaises conditions d'écoute. De plus, sur la période 2015-2020, une tendance à la diminution de l'IPA est observée sur le patch « Forêt Nord » (passage de 7,75 à 5,5).

Interprétations des résultats Avifaune – Forêt Nord

D'après le prestataire de PRNC, cette diminution observée de l'IPA au niveau du patch « Forêt Nord » ne correspond pas à une réelle baisse des effectifs et de la diversité d'oiseaux, mais serait plutôt dû à des mauvaises conditions d'écoute lors de la campagne de suivi, en raison du bruit généré par l'usine de traitement du minerai. Le prestataire de PRNC précise également qu'en 2021, les IPA ont retrouvé des valeurs classiquement observées sur ce patch forestier.

Informations non intégrables au diagnostic

En 2019 (pas de suivi en 2020 en raison des blocages du site industriel), le suivi herpétologique de Forêt Nord a permis de recenser 13 espèces de lézards :

- 7 espèces de scinques ;
- 6 espèces de geckos dont 2 espèces menacées d'après l'UICN : *Rhacodactylus sarsinorum* classée vulnérables (VU) et *Bavaya cf. sauvagii* classée en danger (EN).

5.2.3.5 Pic du Grand Kaori

Score Air Sanitaire de la station de la zone

Station	Compartiment Air (sanitaire)		
	IOA	Métaux PM10	Score 2020 par station
Pic du Grand Kaori (Mesures en continu)			

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone.

En raison de problèmes techniques liés à l'alimentation électrique, la représentativité des données disponibles n'est pas assurée (minimum 75% de données annuelles). Un score « Inconnu » est donc attribué à la station. Une remise en état de la station est prévue en 2021.

Score Air Environnemental de la station de la zone

Station	Compartiment Air (environnement)					Score 2020 par station
	SO2	NO2	PM10	Métaux retombés	SO2 (tubes passifs)	
Pic du Grand Kaori (Mesures en continu)						
SO20 (PS25)					→	

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone. Par ailleurs, une station de suivi du SO₂ par tube passif est également en place sur cette zone, mais ne contribue pas à la notation de la zone.

En raison de problèmes techniques liés à l'alimentation électrique, la représentativité des données disponibles n'est pas assurée (minimum 75% de données annuelles). Un score « Inconnu » est donc attribué à la station. Une remise en état de la station est prévue en 2021.

Pour information, le suivi du SO₂ par tubes passifs ne présente aucun dépassement du niveau critique annuel pour la protection des végétaux (20 µg/m³), la moyenne annuelle est d'ailleurs très faible (1,1 µg/m³) sur l'unique station de la zone.

Interprétations des résultats Air – Pic du Grand Kaori

La station de surveillance de la qualité de l'air du « Pic du Grand Kaori » sert de référence aux autres stations de surveillance sous influence du complexe industriel et minier. Depuis 2014, des problèmes techniques ont rendu inexploitable les résultats compte tenu d'un nombre de données annuelles collectées insuffisant (inférieur au 75% réglementaires).

Scores Flore des stations de la zone

Station	Compartiment Flore					
	Soufre (sol-litière-feuille)	Azote (sol-litière-feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomato- logie	Score 2020 par station
PGK1	→	→	→			
PGK2	→	→	→			
PGK3	→	→	→			
PGK4	→	→	→			
SO20 (PS25)					→	
SO27					→	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les 2 stations de suivi des symptômes foliaires liés au dioxyde de soufre et les 4 stations de suivi de la fluorimétrie et des teneurs en Soufre et Azote dans le sol, la litière et les feuilles présentes sur la zone.

Le suivi symptomatologique ne révèle aucune perturbation. Le site, relativement éloigné de l'usine de PRNC, ne semble donc pas impacté par les émissions de SO₂. Un score « Non perturbé » est donc attribué aux stations pour ce suivi.

En 2020, aucune teneur anormale en Soufre et Azote n'est observée dans les feuilles, la litière ni le sol des 4 parcelles du Pic du Grand Kaori. Une tendance à la stabilité de ces éléments est observée sur la période 2016-2020. Les stations obtiennent donc un score « Non perturbé » pour ce suivi. Pour information, la présence de fouilles de cochons a été relevée sur la période 2018-2020 mais se réduit à des sentiers utilisés de manière saisonnière pour accéder aux forêts des bassins versant de la Kwé et de la Plaine des Lacs.

Le suivi de la fluorimétrie ne révèle aucune perturbation et une tendance stable sur la période 2016-2020. Un score « Non perturbé » est donc attribué aux stations pour ce suivi.

Interprétations des résultats Flore – Pic du Grand Kaori

Mis à part la présence de cochons sauvages, ce résultat traduit l'absence de perturbations anthropiques ou naturelles des zones arborées suivies dans le secteur.

Score Avifaune de la station de la zone

Station	Compartiment Faune	
	Avifaune	Score 2020 par station
Pic du Grand Kaori	→	

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur l'unique station avifaune présente sur la zone.

En 2020, l'IPA obtient un score « Non perturbé » et ne présente pas de tendance d'évolution particulière sur la période 2015-2020.

Interprétations des résultats Avifaune – Pic du Grand Kaori

Ce résultat traduit l'absence de perturbation des populations d'oiseaux sur ce patch forestier, situé hors d'influence du complexe industriel et minier de PRNC.

Informations non intégrables au diagnostic

En 2019 (pas de suivi en 2020 en raison des blocages du site industriel), le suivi herpétologique du Pic du Grand Kaori a permis de recenser 13 espèces de lézards :

- 6 espèces de scinques ;
- 7 espèces de geckos, dont 4 espèces menacées d'après l'UICN : *Rhacodactylus ciliatus* et *Rhacodactylus sarsinorum* classées vulnérables (VU) ; *Bavaya goroensis* et *Bavaya cf. savagii* classées en danger (EN).

5.2.3.6 Pic du Pin

Scores Flore des stations de la zone

Station	Compartiment Flore					
	Soufre (sol- litière- feuille)	Azote (sol- litière- feuille)	Fluori- métrie	MFIP	Symptoma- tologie	Score 2020 par station
PP1						
PP2						

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les 2 stations de suivi des teneurs en Soufre et Azote dans le sol, la litière et les feuilles présentes sur la zone.

En 2020, aucun suivi des teneurs en Soufre et Azote dans le sol, la litière et les feuilles présents sur le Pic du Pin n'a été effectué étant donné qu'il s'agit d'un suivi bisannuel. Un score « Inconnu » est donc attribué à ces stations.

Pour information, sur la période 2015-2019, une tendance à la stabilité des teneurs en Soufre et Azote a été observée dans les sols, la litière et les feuilles des 2 parcelles du Pic du Pin.

Pour information, les cochons semblent durablement installés depuis plusieurs années dans cette zone fortement dégradée par leurs fouilles.

Interprétations des résultats Flore – Pic du Pin

L'absence de donnée en 2020 ne permet pas de conclure sur l'état de santé de la végétation de cette zone.

Score Avifaune de la station de la zone

Station	Compartiment Faune	
	Avifaune	Score 2020 par station
Pic du Pin	→	

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur l'unique station avifaune présente sur la zone.

En 2020, l'IPA obtient un score « Modérément perturbé » (IPA = 7)⁷⁶. Sur la période 2015-2020, aucune tendance d'évolution de l'IPA est observée. Pour information, en 2019, ce patch forestier avait obtenu un score « Modérément perturbé également » (IPA = 7).

Interprétations des résultats Avifaune – Pic du Pin

Les fluctuations observées sur ce patch forestier sur la période 2017-2020 entre des scores « Non perturbé » et « Modérément perturbé » s'expliquent par la fluctuation du sous-indice « Nombre

⁷⁶ Pour information, un IPA de 7 est à la limite entre les scores « Modérément » et « Non perturbé ».

d'espèces endémiques ». D'après le prestataire de PRNC, il n'y aurait pas de perturbation des populations d'oiseaux à signaler sur ce patch forestier.

Informations non intégrables au diagnostic

En 2019 (pas de suivi en 2020 en raison des blocages du site industriel), le suivi herpétologique du Pic du Pin⁷⁷ a permis de recenser 13 espèces de lézards :

- 7 espèces de scinques dont une espèce menacée d'après l'UICN : *Nannoscincus mariei* classée vulnérables (VU) ;
- 6 espèces de geckos dont 2 espèces menacées d'après l'UICN : *Rhacodactylus sarasinorum* classée vulnérables (VU) et *Bavaya cf. sauvagii* classée en danger (EN).

5.2.3.7 Forêt Est du Plateau de Goro

Score Flore de la station de la zone

Station	Compartiment Flore					
	Soufre (sol-litière-feuille)	Azote (sol-litière-feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2020 par station
FWAD2				↗		

Ce score est associé aux résultats obtenus en 2020 sur l'unique station de suivi de la végétation par télédétection (FWAD2).

En 2020, le suivi de la végétation par télédétection révèle que les surfaces impactées sont seulement de 3,23%, ce qui correspond à un score « Non perturbé ». Cependant, sur la période 2017-2020, une tendance à l'augmentation des surfaces impactées est constatée pour la totalité des MFIP de la zone (d'un facteur 10).

Interprétations des résultats Flore – Forêt Est du Plateau de Goro

Ce résultat traduit l'absence de perturbations anthropiques ou naturelles des zones arborées suivies dans le secteur.

Scores Avifaune des stations de la zone

Station	Compartiment Faune	
	Avifaune	Score 2020 par station
Wadjana	↗	
Forêt mine des japonais	↗	

Ces scores sont associés aux résultats obtenus en 2020 sur les 2 stations avifaune de la zone.

⁷⁷ Le suivi est réalisé de façon bisannuelle, en alternance avec la Forêt SMLT.

En 2020, les IPA des deux stations de la zone correspondent à des scores « Modérément perturbé » (IPA de 6,5) et une tendance à l'augmentation de l'IPA est observée sur la période 2015-2020 pour les deux patches forestiers.

Interprétations des résultats Avifaune – Forêt Est du Plateau de Goro

D'après le prestataire de PRNC, ces scores pourraient s'expliquer par la faible taille et l'isolement de ces patches forestiers (cf. Figure 105 -la Forêt « cuvette » sur la carte correspond à la Forêt « mine des japonais » du tableau).

5.2.3.8 Port Boisé

Score Air Environnemental de la station de la zone

Station	Compartiment Air (environnement)					Score 2020 par station
	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	
Port Boisé (Métaux retombées)						

La modification de juillet 2019 de l'arrêté relatif au suivi de la qualité de l'air à proximité de l'Usine prévoit l'arrêt du suivi des métaux dans les retombées de poussière sur cette zone. Il n'y a donc pas eu de suivi de cette station en 2020. En ce qui concerne 2019, le suivi n'aura été effectué que sur un mois (en juin).

Pour information, les teneurs en métaux dans les retombées de poussières de 2019 sont en dessous des valeurs limites allemandes (y compris pour le Nickel) et en diminution par rapport à 2018 (cf. Tableau 131). Pour rappel, des teneurs élevées en Nickel et le Zinc avaient été enregistrées en 2018 (respectivement 44 µg/m²/jour et 275 µg/m²/jour).

Interprétations des résultats Air – Port Boisé

La station de surveillance de la qualité de l'air de « Port Boisé » avait pour but principal de suivre l'impact que pourraient avoir les rejets atmosphériques du complexe industriel et minier de PRNC sur la santé humaine.

Le suivi des métaux dans les retombées de poussières 2019 n'a pas montré de perturbation contrairement à 2018. Les mesures de 2019 ayant été réalisées uniquement en saison humide (juin), cela pourrait expliquer une moindre perturbation en métaux. L'état initial de l'étude d'impact de l'usine avait montré que les teneurs en Nickel et en Zinc dans les retombées de poussières de Port Boisé en 2005 (phase de construction du complexe) étaient supérieures aux valeurs cibles. Ces poussières chargées en métaux proviennent probablement des activités de roulage et minières alentours.

5.2.4

6 Bibliographie

6.1 Tous milieux confondus

Rapport annuel 2019 concernant l'activité minière - Incidence des activités minières sur l'occupation des sols, l'environnement et les eaux superficielles et souterraines. VALE NC|VALE NC

Rapport annuel 2020 concernant l'activité minière - Incidence des activités minières sur l'occupation des sols, l'environnement et les eaux superficielles et souterraines. PRNC|PRNC

6.2 Milieux marins

Evolution physico-chimique et géochimique des sédiments marins de surface - suivi triennal 2018. Fernandez J.-M., Kumar-Roiné.S, Kaplan H., Laurent A., Moreton B., Drouzy M., laboratoire AEL/LEA | VALE NC

Suivi environnemental - Premier semestre 2019 – Milieu marin. VALE NC|VALE NC

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport 2^{ème} semestre 2019 – Milieu marin. VALE NC|VALE NC

Suivi de la qualité physicochimique de l'eau de mer de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie – 1^{er} semestre 2019. - Fernandez JM., Kaplan H., Laurent A. AEL|VALE NC

Suivi de la qualité physicochimique de l'eau de mer de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie – 2nd semestre 2019- Fernandez JM., Kaplan H., Laurent A. AEL|VALE NC

Suivi des concentrations en manganèse et nickel dans le champ proche du diffuseur - Rapport de synthèse -Mars 2019 à octobre 2019. Moreton.B, Laurent A., Fernandez JM., AEL|VALE NC

Suivi des densités de flux verticaux des particules dans le canal de la Havannah, la baie Kwé et la rade nord de Prony - Campagne 1er semestre 2019 - Rapport semestriel – Juillet à septembre 2019. Kumar-Roiné S., Moreton.B, Laurent A., Fernandez JM., AEL|VALE NC

Suivi des densités de flux verticaux des particules dans le canal de la Havannah, la baie Kwé et la rade nord de Prony - Campagne 2^{ème} semestre 2019 - Rapport semestriel – Mai à juillet 2019. Kumar-Roiné S., Moreton.B, Laurent A., Fernandez JM., AEL|VALE NC

Suivi station S16 : évolution physicochimique et géochimique de la colonne d'eau et des sédiments récents - Campagne 2019. Fernandez JM., Moreton B., Kumar-Roiné S., Kaplan H., Laurent A., AEL|VALE NC

Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et Canal de la Havannah - Mission avril 2019. Biocénose, ACREM, Aqua Terra|VALE NC

Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et Canal de la Havannah - Mission octobre 2019. Biocénose, ACREM, Aqua Terra|VALE NC

Réseau d'Observation des Récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie (RORC) – Sites de Yaté, île Ouen et île des Pins - Projet ACROPORA - Campagne 2018-2019 - Cortex|Province des Iles, Province Nord, Province Sud, OEIL, CCCE, CEN, IFRECOR, Etat, Aquarium des lagons, Paladalik

Inventaire des communautés récifales de la baie Kwé et de la baie de Port Boisé – Etat des lieux 2019 et évolution temporelle - Janvier 2020. Ginger Soproner|CCCE, OEIL

Surveillance des milieux récepteurs – Rapport annuel 2020 – Milieu marin. PRNC|PRNC

Suivi de la qualité physicochimique de l’eau de mer de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie – 1^{er} semestre 2020. - Fernandez JM., Drouzy M., AEL|PRNC

Suivi de la qualité physicochimique de l’eau de mer de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie – 2nd semestre 2020 - Fernandez JM., Drouzy M., AEL|PRNC

Suivi des concentrations en manganèse et autres métaux dans le champ proche du diffuseur - Rapport de synthèse 2020. Moreton.B, Drouzy M., Fernandez JM., AEL|PRNC

Suivi des densités de flux verticaux des particules dans le canal de la Havannah, la baie Kwé et la rade nord de Prony - Campagne 1er semestre 2020 - Rapport semestriel – Janvier à mars 2020. Kumar-Roiné S., Moreton.B, Drouzy M., Boulai E., Fernandez JM., AEL|PRNC

Suivi des densités de flux verticaux des particules dans le canal de la Havannah, la baie Kwé et la rade nord de Prony - Campagne 2^{ème} semestre 2020 - Rapport semestriel – Juillet à aout 2020. Kumar-Roiné S., Moreton.B, Drouzy M., Boulai E., Fernandez JM., AEL|PRNC

Suivi station S16 : évolution physicochimique et géochimique de la colonne d'eau et des sédiments récents - Campagne 2020. Drouzy M., Fernandez JM., Moreton B., Kumar-Roiné S., AEL|PRNC

Suivi de l’état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et Canal de la Havannah - Mission mai 2020. Biocénose, ACREM, Aqua Terra|PRNC

Suivi de l’état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et Canal de la Havannah - Mission octobre 2020. Biocénose, ACREM, Aqua Terra|PRNC

Suivi des taux d’accumulation et évolution géochimique des sédiments en baie du Prony, baie Kwé et à l’île Ouen -Campagne triennale 2020. Fernandez JM., Kumar-Roiné S., Moreton B., AEL|PRNC

Herbier de la baie Kwé Caractérisation – Etude des phanérogames dans quadrats – Second suivi : Mission juin 2020. Aqua Terra|PRNC

Suivi du milieu marin dans les baies Kwé et de Port Boisé : Acquisition de données physicochimiques dans les sédiments et la colonne d’eau – Rapport final - Campagne de janvier 2020 à avril 2020. Moreton.B, Drouzy M., Fernandez JM., AEL|CCCE, OEIL

6.3 Milieux eaux douces

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2019 - Eaux douces de surface. VALE NC|VALE NC

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2019 - Eaux souterraines. VALE NC|VALE NC

Suivi des macro-invertébrés benthiques dans la zone d’activité de VALE NC - Rapport annuel 2019. BioIMPACT|VALE NC

Suivi de la faune aquatique dans la zone d'activité de VALE NC - Période 2017-2019 – Campagne 4 Juillet - aout 2019. Bio eKo|VALE NC

Prélèvement de macro-invertébrés et de diatomées benthiques en rivières et calculs d'indices – Campagne d'étiage 2019, Grand Sud et Thio – Rapport de mission - Mars 2020. Mary N., Peres F., Gassiole G., ETHYC'O, ARTEMIS, MicPhyc| OEIL

Surveillance des émissions – Rapport annuel 2019 – Rejets liquides. VALE NC|VALE NC

Parc à résidus de la Kwé Ouest – Rapport d'exploitation 2019. VALE NC|VALE NC

Suivi des émissions aqueuses – Rapport annuel 2019 – Emissions des STEP. Calédonienne des Eaux, VALE NC|VALE NC

Rapports d'autosurveillance environnemental mensuels (de janvier à décembre 2019) – ENERCAL| ENERCAL

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2020 - Eaux douces de surface. PRNC|PRNC

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2020 - Eaux souterraines. PRNC|PRNC

Suivi des macro-invertébrés benthiques dans la zone d'activités de VALE NC - Rapport d'étiage 2020. Mary N., ETHYC'O|PRNC

Suivi de la faune ichtyologique et carcinologique dans la zone d'activité de VALE NC -Campagne de novembre - décembre 2020. Ecotone|PRNC

Observations et prélèvements biologiques en plongée apnée afin de recenser 4 espèces de poisson d'eau douce cibles sur le Creek Baie Nord. Alliod R., Ecotone|PRNC

Surveillance des émissions – Rapport annuel 2020 – Rejets liquides. PRNC|PRNC

Parc à résidus de la Kwé Ouest – Rapport d'exploitation - 2^{ème} semestre 2020 PRNC|PRNC

Emissions des stations de traitement des eaux usées domestiques – Suivi des rejets liquides – rapport annuel 2020. PRNC|PRNC

Rapports d'autosurveillance environnemental mensuels (de janvier à décembre 2020) – ENERCAL| ENERCAL

6.4 Milieux terrestres

Rapport annuel 2019 – La qualité de l'air en Province Sud. Scal'Air|Scal'Air

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2019 - Qualité de l'air ambiant. VALE NC|VALE NC

Surveillance des émissions -Rapport annuel 2019 – Rejets atmosphériques. VALE NC|VALE NC

Rapports d'autosurveillance environnemental mensuels (de janvier à décembre 2019) – ENERCAL| ENERCAL

VEGUSINE - état actuel du suivi – Décembre 2019. Bluecham SAS|VALE NC

Suivi de l'état de santé de la flore des réserves forestières provinciales à proximité de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie - Bilan 2019. VALE NC|VALE NC

Suivi de la végétation d'intérêt patrimonial à proximité d'ouvrages miniers -Octobre 2015 à novembre 2019. VALE NC|VALE NC

Bilan des actions de revégétalisation VALE NC – Année 2019. VALE NC|VALE NC

Espèces rares, menacées et/ou protégées dans la zone d'influence des infrastructures industrielles et minières de VALE NC : Bilan 2019 des activités de conservation. VALE NC|VALE NC

Bilan des opérations de gestion des espèces exotiques envahissantes sur le site industriel de VNC - 2019. VALE NC|VALE NC

Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2019. Duval Thomas, Hémisphères |VALE NC

Campagne de surveillance 2019 de l'herpétofaune de trois réserves forestières - Aires protégées de la Forêt Nord, du Pic du Grand Kaori et Forêt SMLT. Astrongatt S. |VALE NC

Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de VALE NOUVELLE-CALÉDONIE à Prony – Mai 2019. Ravary F., BIODICAL|VALE NC

Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de VALE NOUVELLE-CALÉDONIE à Prony – Novembre 2019. Ravary Fabien, BIODICAL|VALE NC

Rapport annuel 2020 – La qualité de l'air en Province Sud. Scal'Air|Scal'Air

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2020 - Qualité de l'air ambiant. PRNC|PRNC

Surveillance des émissions -Rapport annuel 2020 – Rejets atmosphériques. PRNC|PRNC

Rapports d'autosurveillance environnemental mensuels (de janvier à décembre 2019) – ENERCAL|ENERCAL

Surveillance symptomatologique de la flore endémique liée aux émissions de dioxyde de soufre aux alentours du complexe industriel de Prony Resources -Janvier2016 à juin 2020. PRNC|PRNC

VEGUSINE - état actuel du suivi – Décembre 2020. Bluecham SAS|PRNC

Suivi de l'état de santé de la flore des réserves forestières provinciales à proximité de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie - Bilan 2020. PRNC|PRNC

Suivi de la végétation d'intérêt patrimonial à proximité d'ouvrages miniers -Octobre 2015 à octobre 2020. PRNC|PRNC

Bilan des actions de revégétalisation PRNC – Année 2020. PRNC|PRNC

Espèces rares, menacées et/ou protégées dans la zone d'influence des infrastructures industrielles et minières de PRNC : Bilan 2020 des activités de conservation. PRNC|PRNC

Bilan des opérations de gestion des espèces exotiques envahissantes sur le site industriel de VNC - 2020. PRNC|PRNC

Détection précoce et suivi des espèces végétales exotiques envahissantes sur le site de Vale NC - Rapport d'étude -Octobre 2020. PRNC|PRNC

Bilan Faune 2020. PRNC|PRNC

Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2020. Duval Thomas, Hémisphères |PRNC

Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de VALE NOUVELLE-CALÉDONIE à Prony – Mai 2020. Ravary F., BIODICAL|PRNC

Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de VALE NOUVELLE-CALÉDONIE à Prony – Novembre 2020. Ravary Fabien, BIODICAL|PRNC

Rapport d'investigation Flore : Evaluation symptomatologique de la végétation à la suite d'une exposition aigue au dioxyde de soufre associée à un départ de feu sur la zone de stockage de soufre mai 2020. PRNC|PRNC

Rapport d'investigation Flore : Evaluation symptomatologique de la végétation 2 ans après l'incident d'exposition aigue des formation de maquis au dioxyde de soufre associée au démarrage à froid de l'usine d'acide du 22 mai 2019 -aout 2021. PRNC|PRNC

7 Annexes

7.1 Annexe 1 : Profil d'altération du massif de Goro

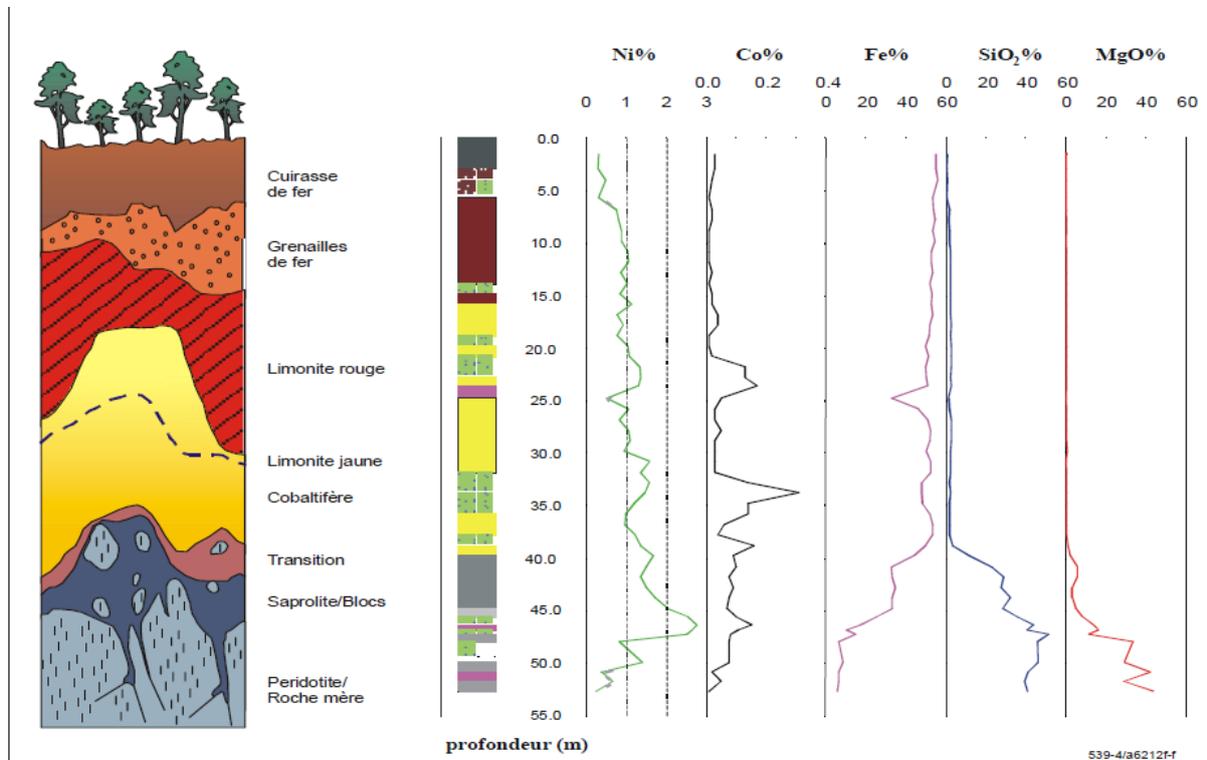


Figure 115 : Répartition des éléments chimiques le long du profil d'altération du massif de Goro – extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2002.

Les couches géologiques dont la composition minérale (en Nickel et Cobalt) présente un intérêt économique sont les latérites jaunes (également appelées limonites jaunes) et les saprolites.

7.2 Annexe 2 : Fosse minière et extraction du minerai



Figure 116 : Vue aérienne de la fosse minière (2014) - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.

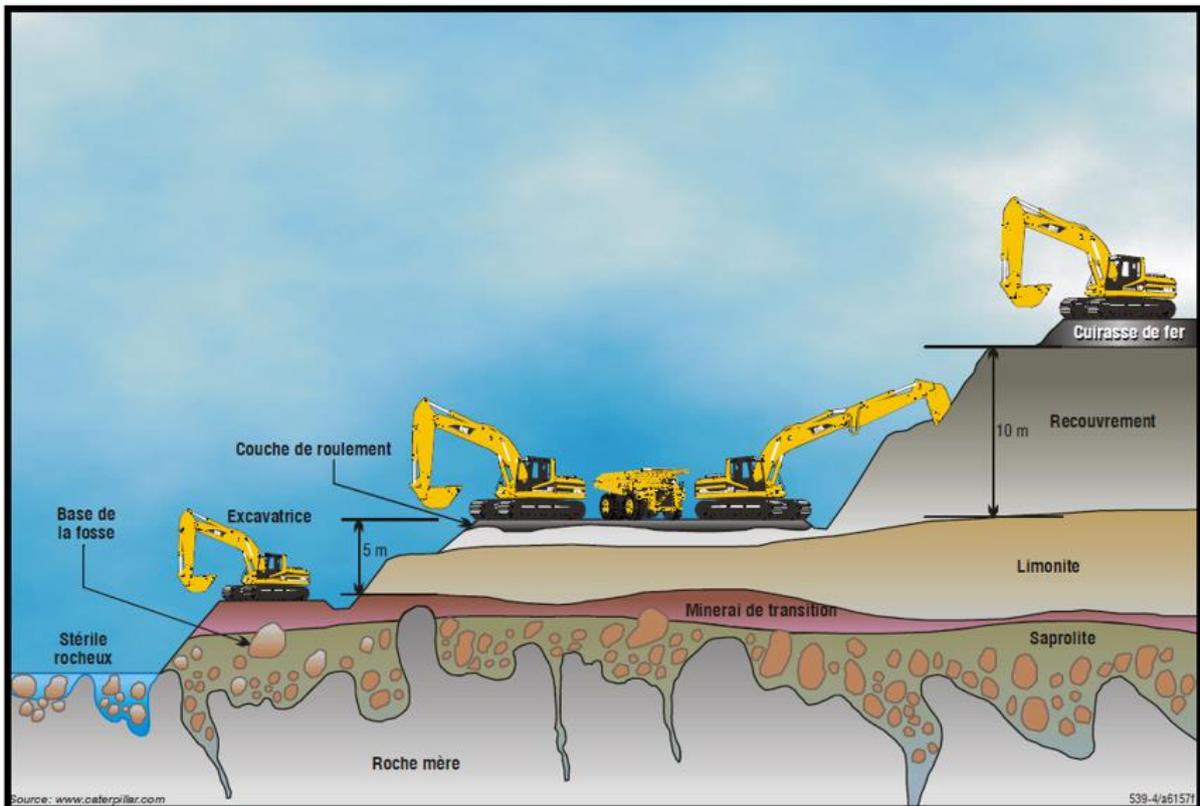


Figure 117 : Extraction du minerai au niveau de la fosse minière - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2004.

7.3 Annexe 3 : Unités de procédé de l'UPM - CIM

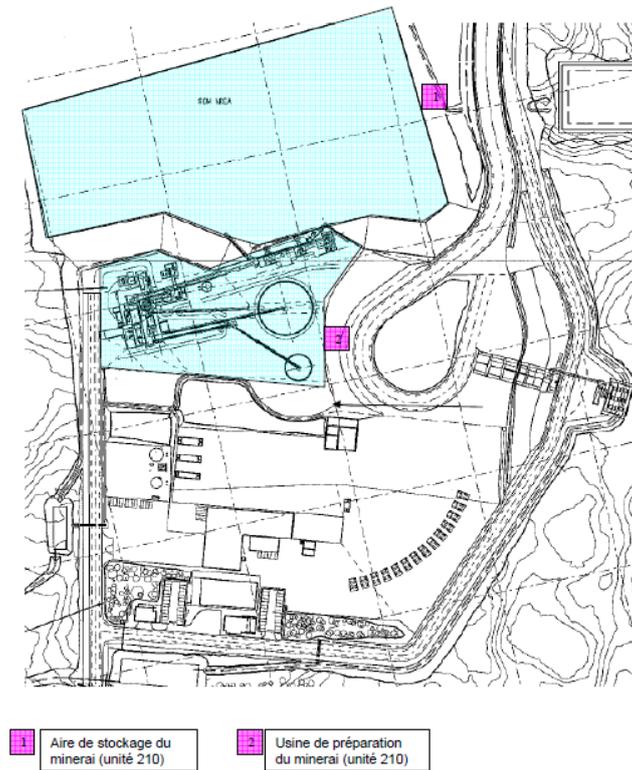


Figure 118 : Plan de localisation des installations de procédé de l'UPM - CIM - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

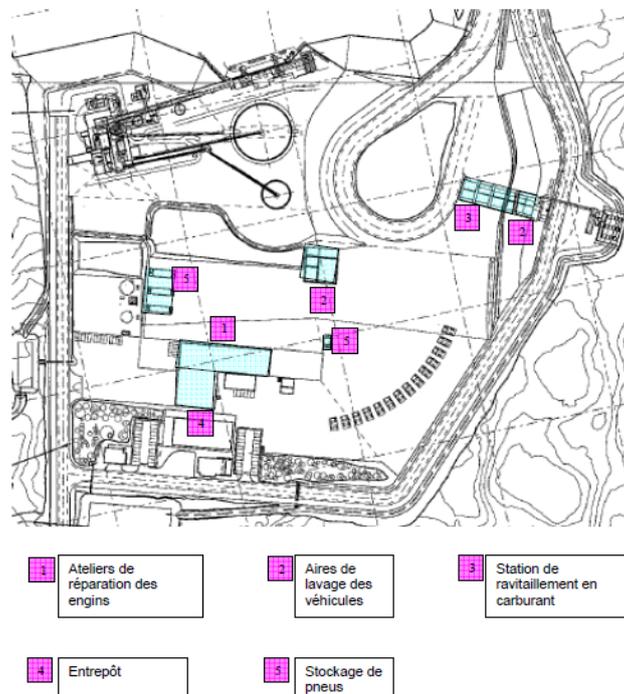


Figure 119 : Plan de localisation des installations de maintenance et d'entretien de l'UPM - CIM - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

7.4 Annexe 4 : Etapes du procédé hydrométallurgique de l'usine de traitement du minerai

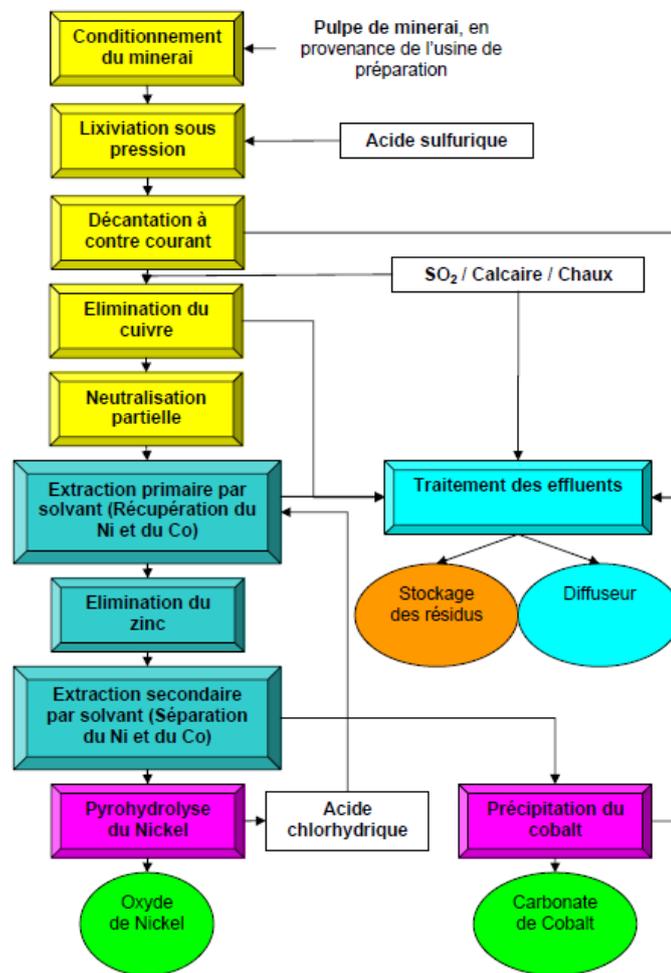


Figure 120 : Etapes du procédé hydrométallurgique de l'usine - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

7.5 Annexe 5 : Unités de procédé de l'usine de traitement du minerai

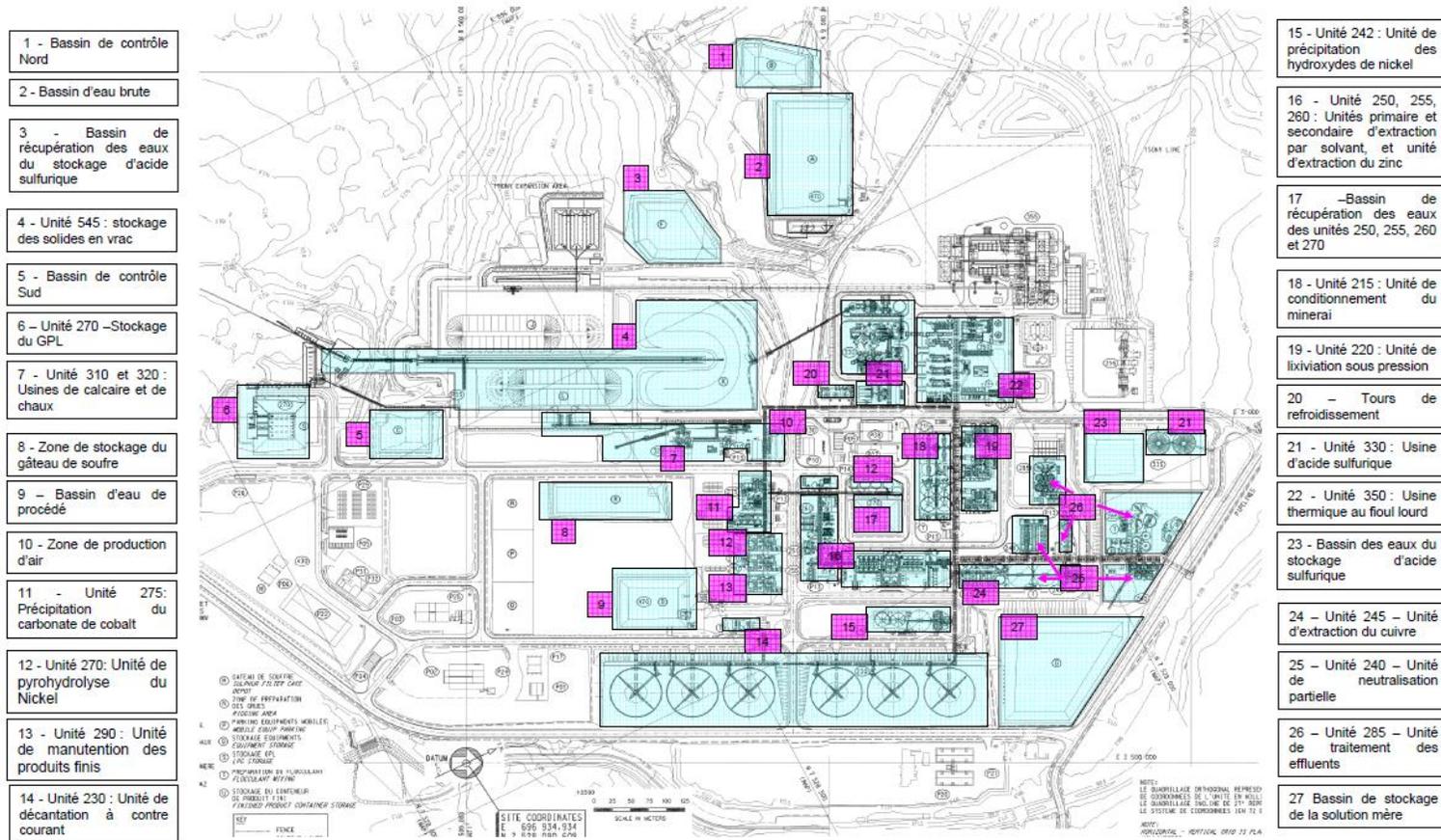


Figure 121 : Plan de localisation des installations et unités de procédé de l'usine de traitement du minerai - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007..

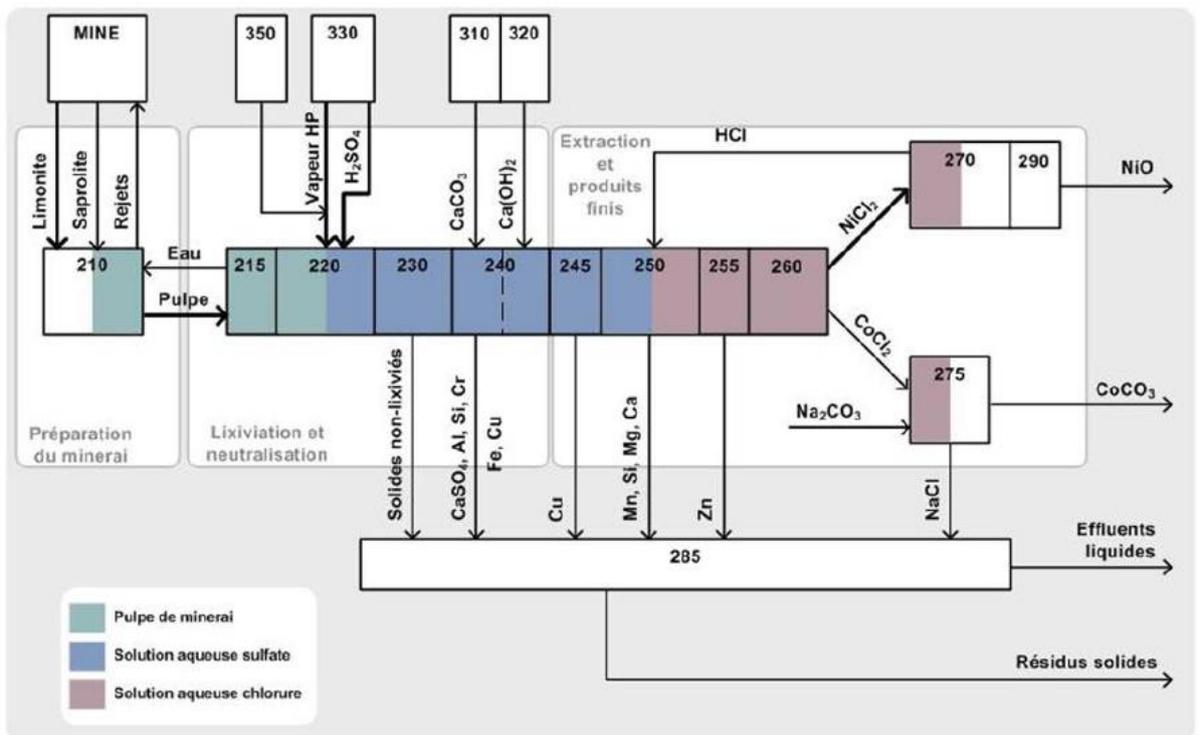


Figure 122 : Effluents générés au sein des différentes unités de procédé de l'usine -- extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.

7.6 Annexe 6 : Traitement des effluents au niveau de l'unité 285 et devenir des résidus liquides et solides

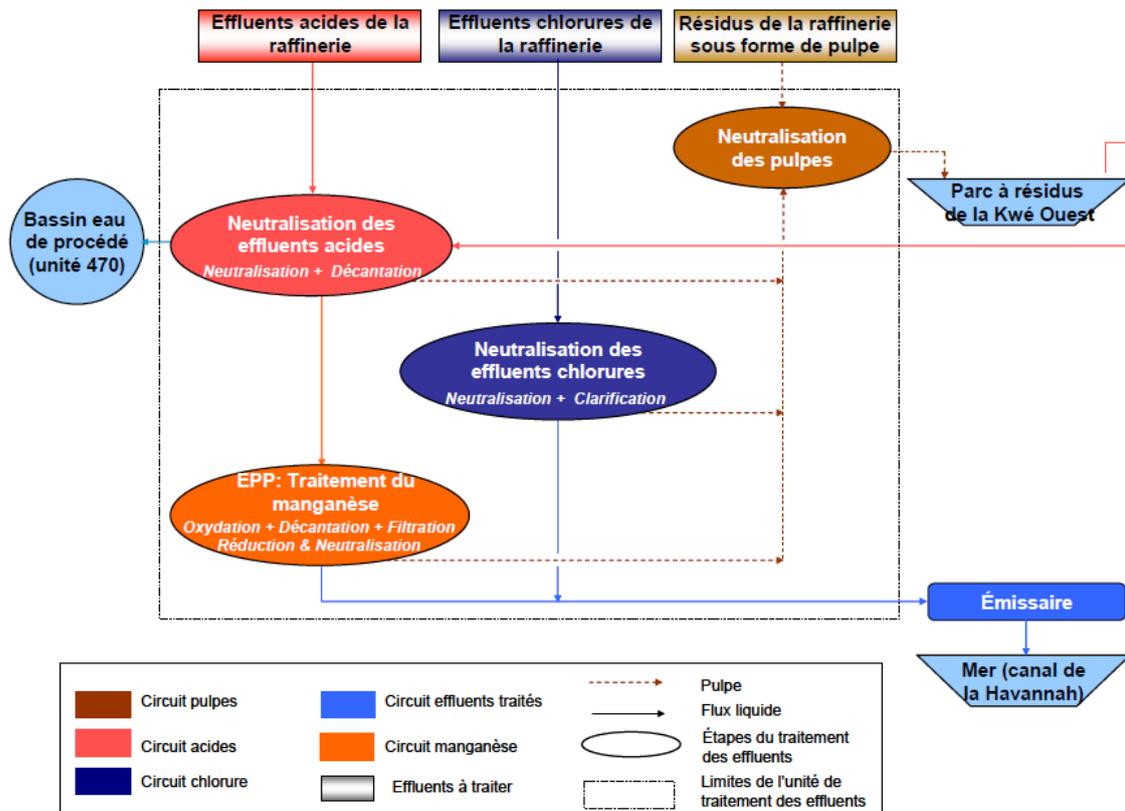


Figure 123 : Schéma simplifié du fonctionnement de l'usine de traitement des effluents (unité 285) et de leur devenir - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

7.7 Annexe 7 : Aire de stockage des résidus actuel et futur



Figure 124 : Vue aérienne des infrastructures de l'ASR (2014) - extrait d'une présentation de PRNC réalisée en CISC du 16 mai 2018.

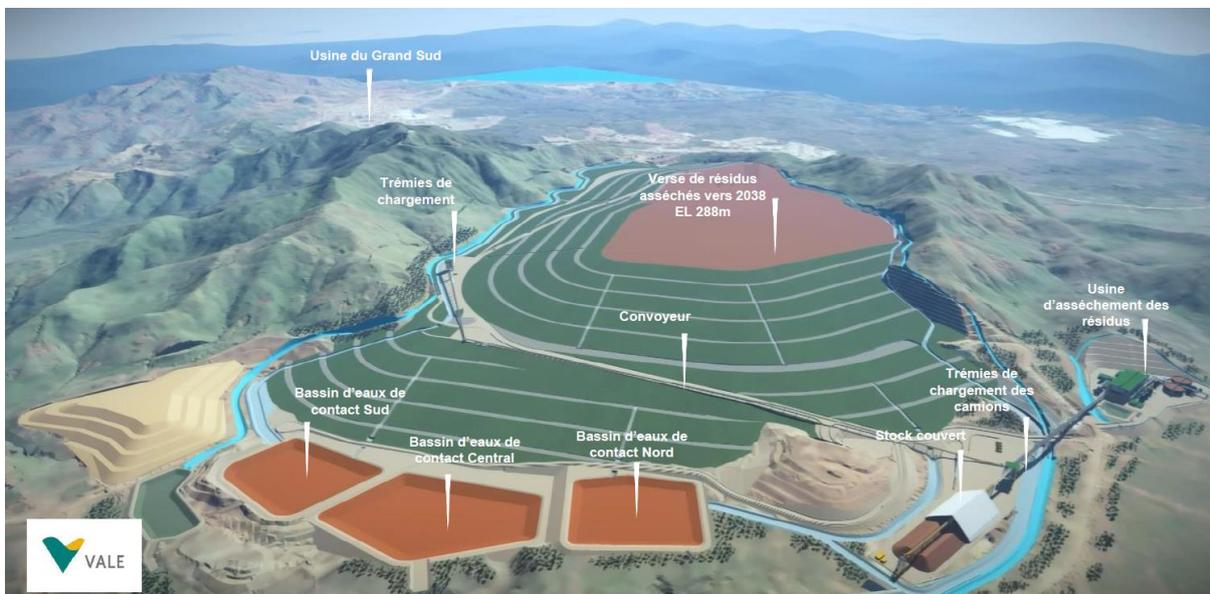


Figure 125 : Projet Lucy -- extrait d'une présentation de PRNC réalisée en CISC du 16 mai 2018.

7.8 Annexe 8 : Plan de gestion des eaux pluviales de l'usine de traitement du minerai

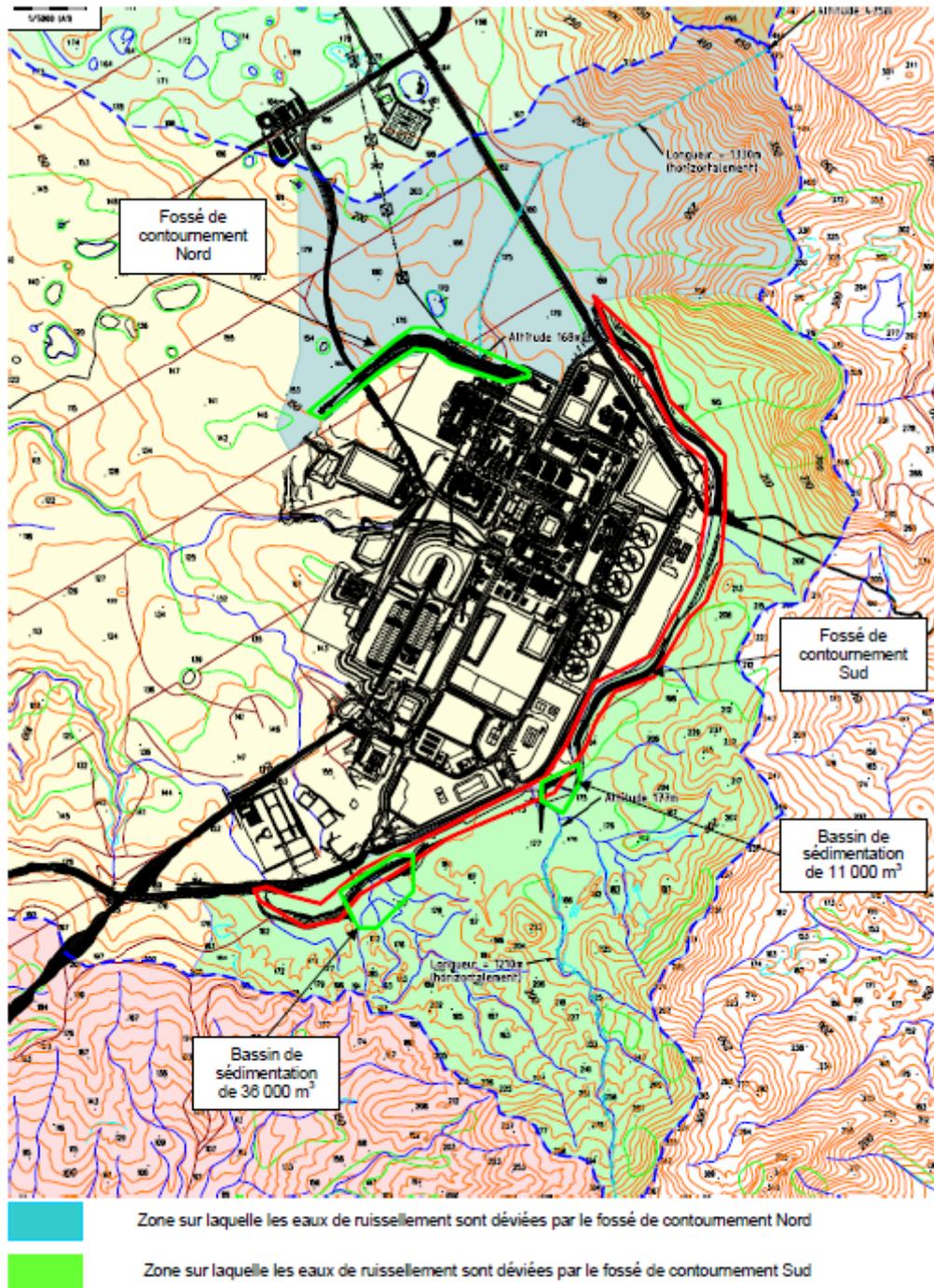


Figure 126 : Gestion des eaux de pluviiales externes à l'usine à l'aide de fossés de contournement - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

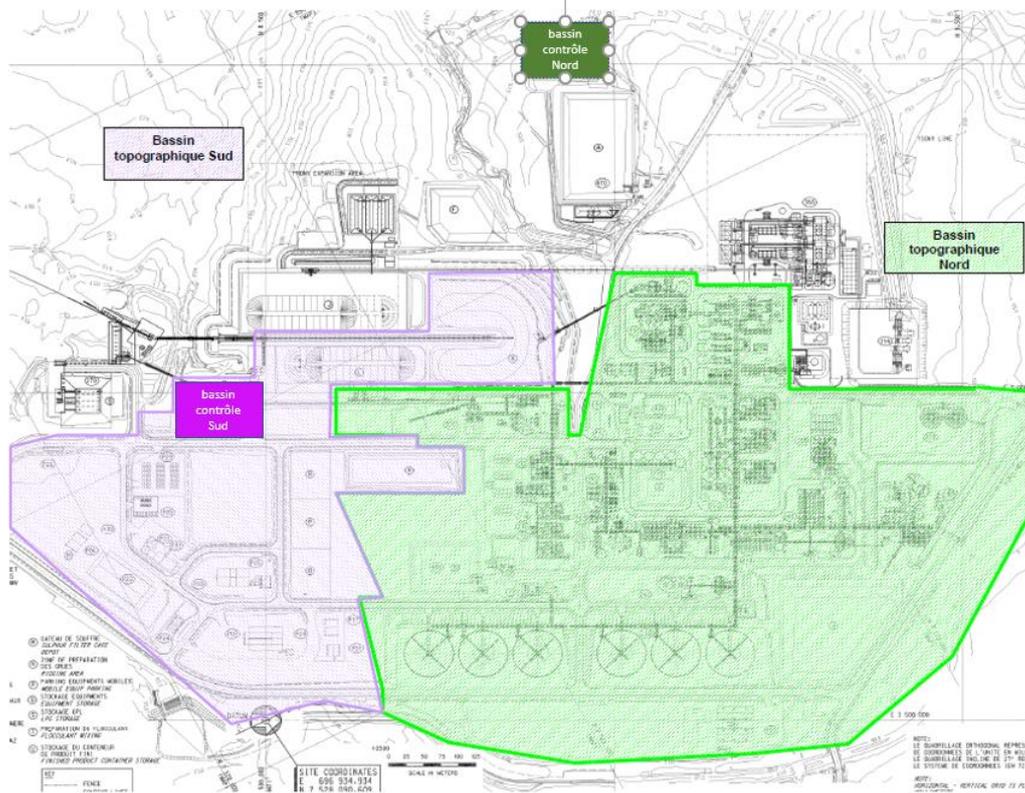


Figure 127 : Gestion des eaux de pluviiales internes à l'usine à l'aide de bassins de contrôles (Nord et Sud) - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

Les eaux pluviales externes à l'usine sont gérées par deux fossés de contournement (fossés Nord en vert et fossé Sud en rouge - Figure 126), tandis que les eaux internes à l'usine sont acheminées vers deux bassins de contrôle (Figure 127) :

- Le bassin de contrôle Nord pour le bassin topographique Nord (en vert) ;
- Le bassin de contrôle Sud pour le bassin topographique Sud (en violet).

7.9 Annexe 9 : Plan de gestion des eaux pluviales de l'UPM-CIM

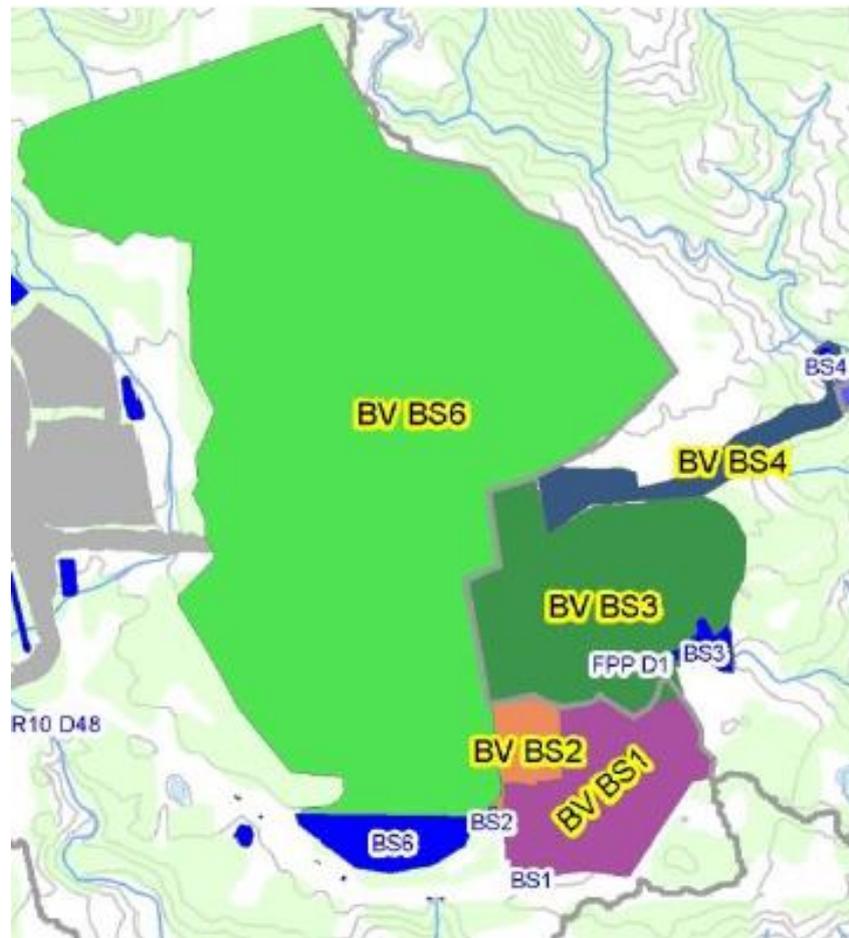


Figure 128 : Gestion des eaux pluviales de l'UPM-CIM – bassins topographiques et bassins de sédimentation respectifs en 2020 - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.



Figure 129 : Gestion des eaux pluviales internes à l'UPM-CIM – zoom sur les bassins de sédimentation de l'UPM-CIM - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.



Figure 130 : Gestion des eaux pluviales de l'UPM-CIM – flux d'eaux sales (flèches blanches) et flux d'eaux traitées (flèches vertes) en 2014 - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.

Les eaux pluviales de l'UPM sont gérées au niveau de 5 bassins de sédimentation (Figure 128, Figure 129 et Figure 130) :

- BS1 et BS2 drainant les eaux de l'UPM ;
- BS3 drainant les eaux du stock de minerai et du ROM-Pad1 ;
- BS6 drainant les eaux du stock de minerai long terme ;
- BS4 drainant les eaux de la voie de roulage.

7.10 Annexe 10 : Plan de gestion des eaux pluviales de la mine

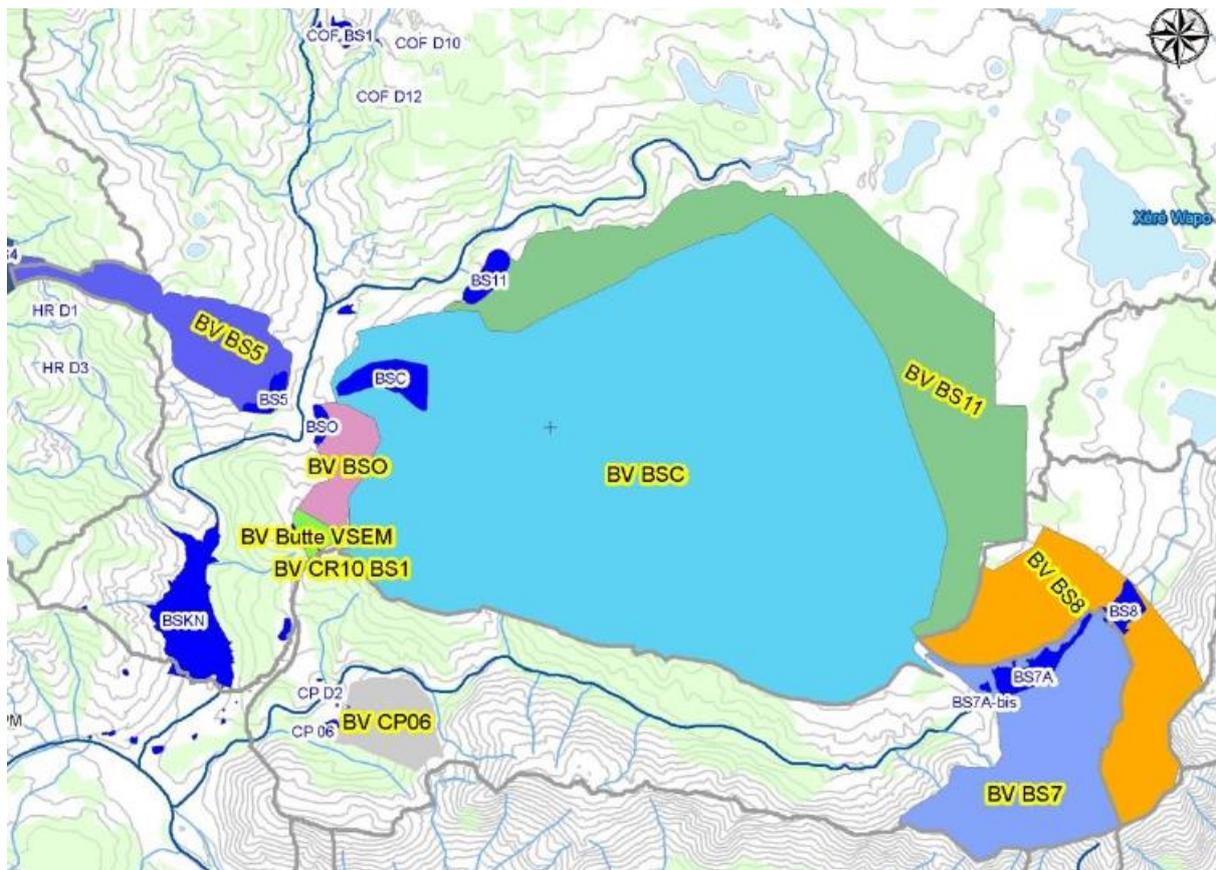


Figure 131 : Gestion des eaux pluviales de la mine – bassins topographiques et bassins de sédimentation respectifs (en bleu foncé) en 2020 - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.



Figure 132 : Gestion des eaux pluviales de la mine – bassins versant à l'amont du bassin de sédimentation de la Kwé Nord (BSKN) - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.

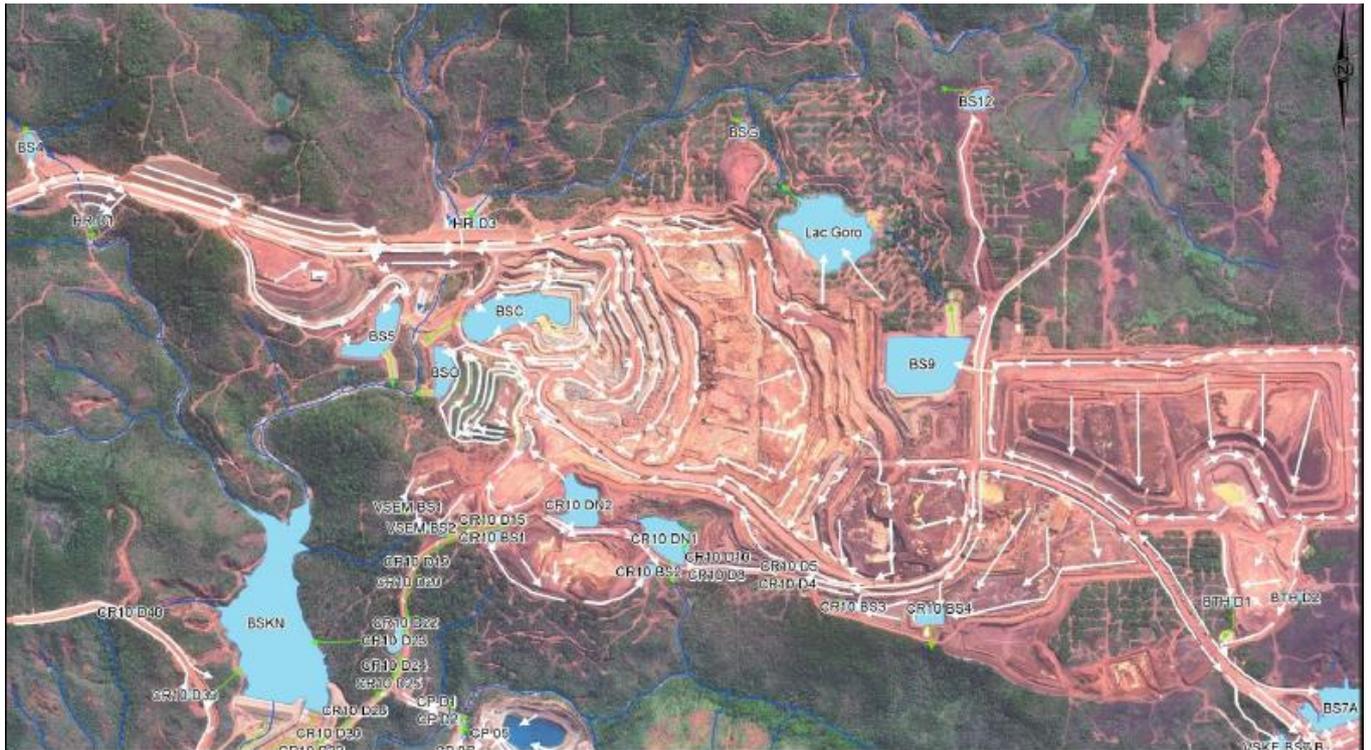


Figure 133 : Gestion des eaux pluviales de la mine – illustration des flux d’eaux sales (flèches blanches) et flux d’eaux traitées (flèches vertes) en 2014 - extrait de la demande d’autorisation d’exploiter de la mine 2016.

Les eaux pluviales de la mine sont gérées au niveau de 19 bassins de sédimentation, dont voici l’utilité de certains (Figure 131 et Figure 133) :

- BSC drainant les eaux de la fosse minière ;
- CP06 drainant les eaux de la carrière à péridotite CPKE ;
- BS7 (A et A-bis) drainant les eaux de la verse VSKE.

Le bassin de sédimentation BSKN est l’ultime protection assurée avant le relargage des eaux de la mine vers le milieu naturel (Figure 132).

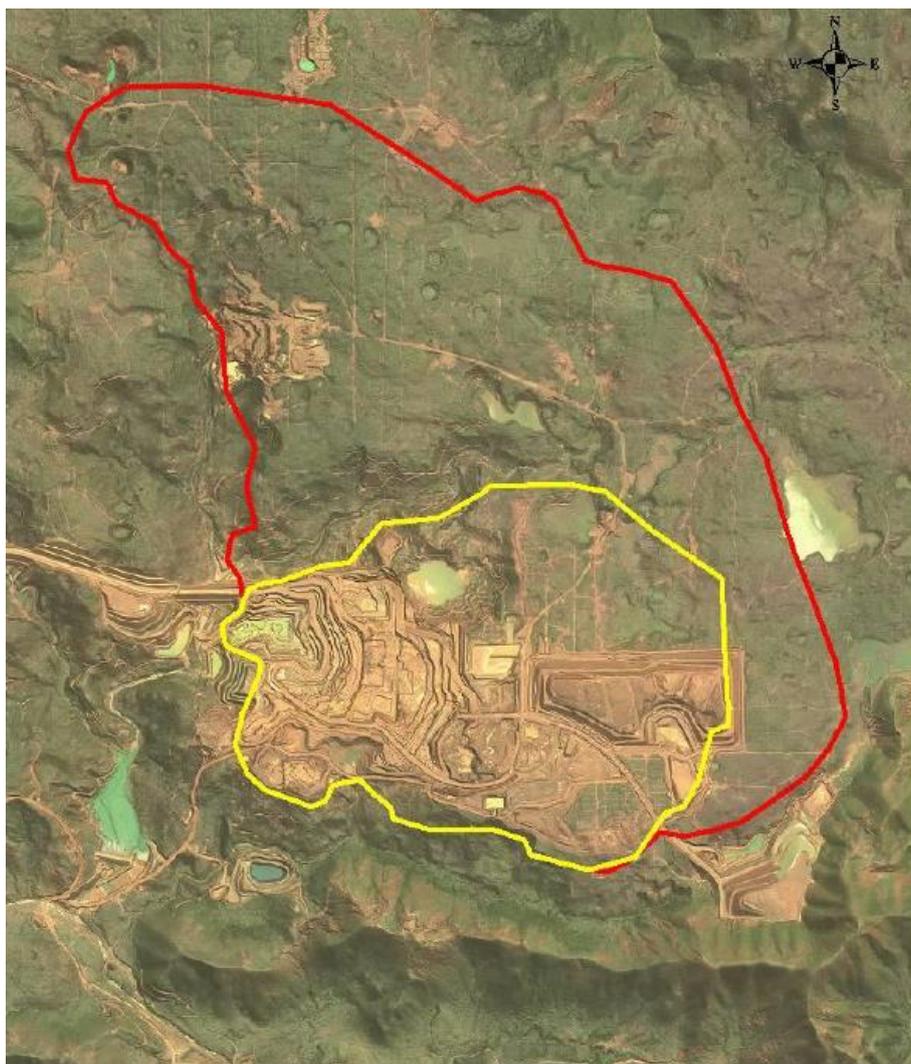


Figure 134 : Emprise de la fosse minière (en 2020 en jaune et à l'horizon 2036 en rouge) - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de la mine 2016.

Le plan de gestion des eaux de la mine devrait évoluer vers une augmentation des capacités de stockage des ouvrages de gestion en eaux, en raison de l'extension de la fosse minière (doublement de taille de 2020 à 2036, pour atteindre une surface de 659 ha - cf. Figure 134), l'implantation de nouvelles infrastructures (verses, stocks de minerais et routes) et l'accroissement des besoins en matériaux de construction (zone d'emprunt de fer et carrières) prévus par le plan minier.

7.11 Annexe 11 : Plan de gestion des eaux pluviales de l'ASR

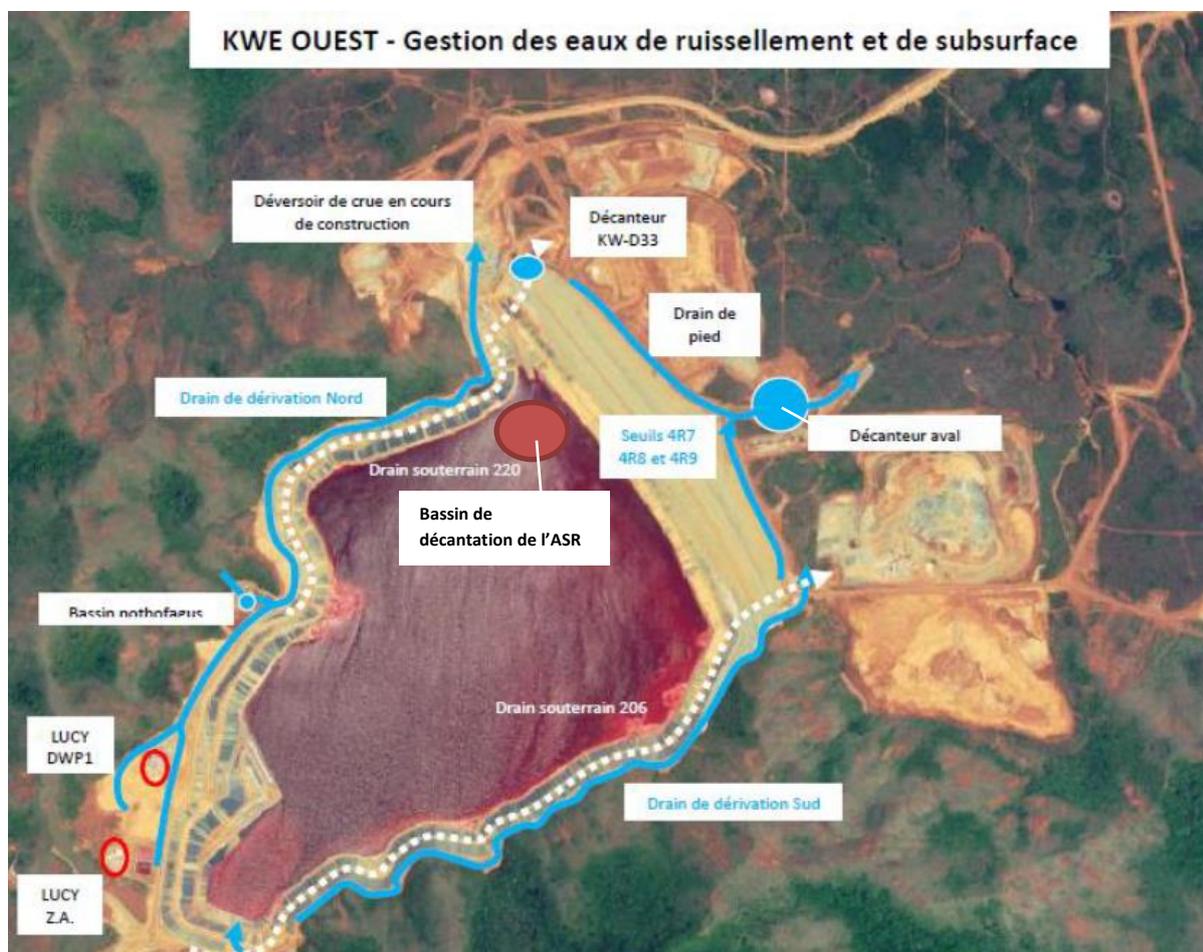


Figure 135 : Gestion des eaux pluviales externes à l'ASR à l'aide des drains de dérivation des flancs Nord et Sud de l'ASR - extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020.

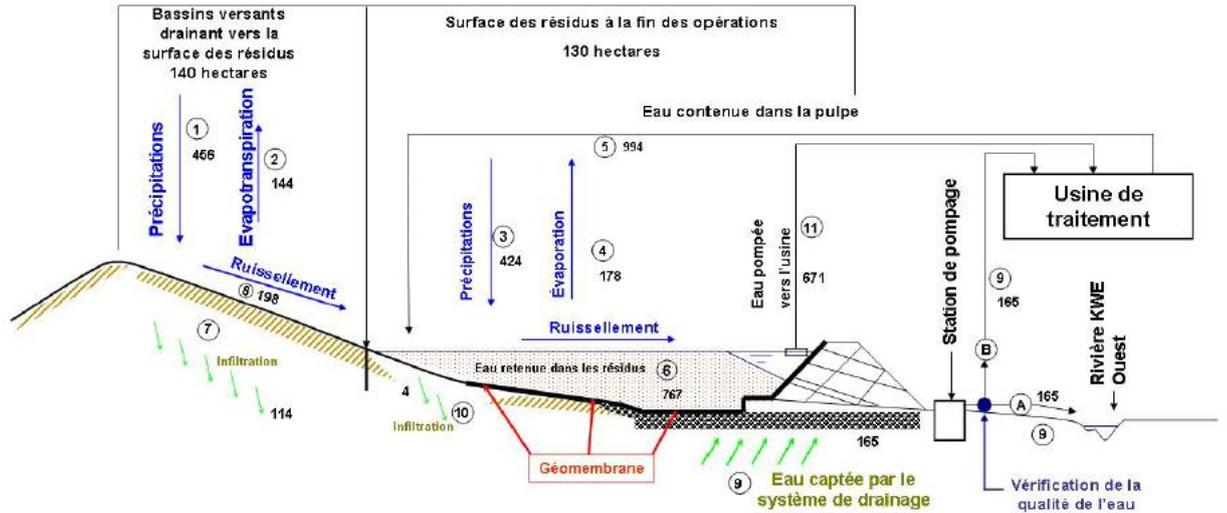


Figure 136 : Gestion des eaux de l'ASR - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

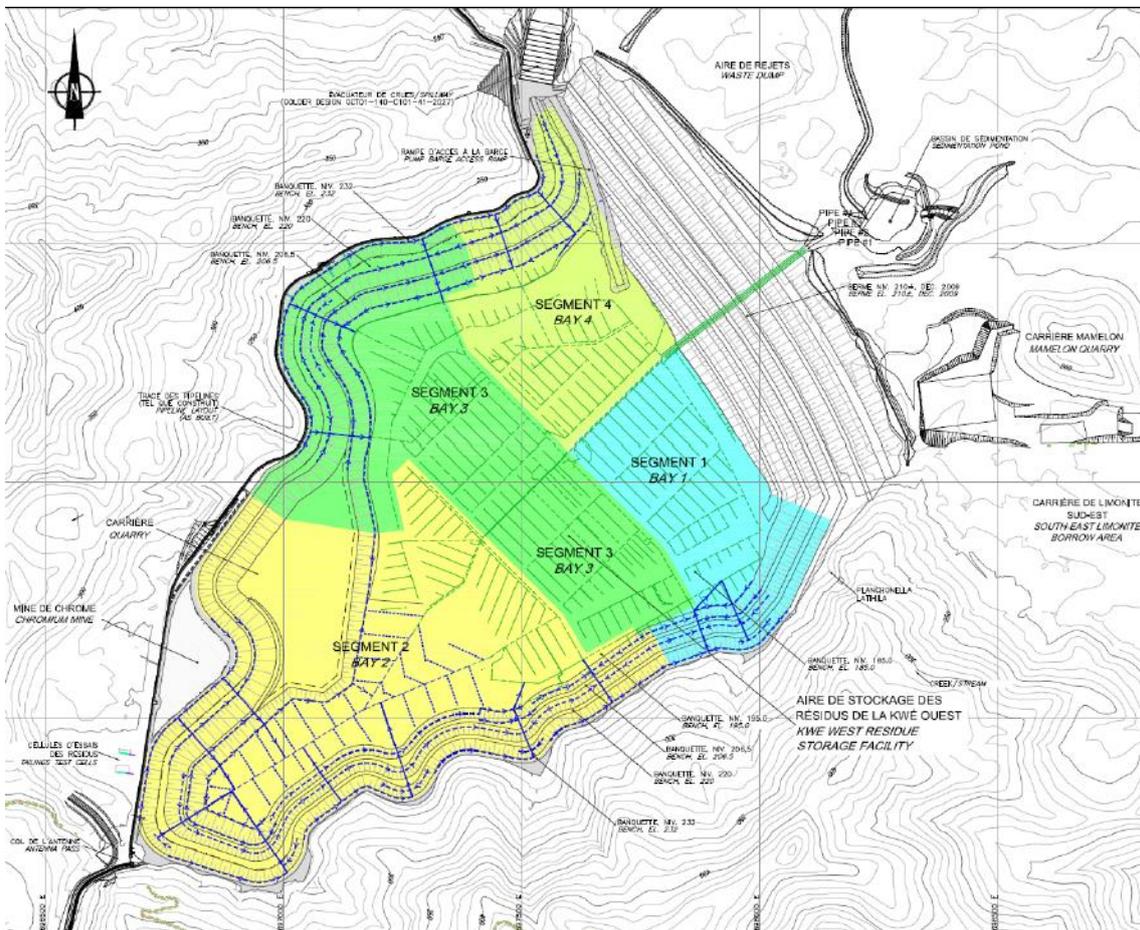


Figure 137 : Correspondance entre les secteurs 1 à 4 de l'ASR drainés par les drains 1 à 4 du système de drainage situés sous la géomembrane de l'ASR - extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020.

Les eaux pluviales externes à l'ASR sont gérées par deux drains de dérivation des flancs Nord et Sud de l'ASR (Figure 135).

Les eaux de pluies qui ruissèlent sur l'ASR et celles qui ressortent des résidus humides (eaux d'exhaure) se retrouvent au niveau d'un bassin de décantation, au niveau duquel elles sont pompées pour être envoyée vers l'unité de traitement des effluents (285) - Figure 136.

Les eaux qui s'infiltrent sous l'ASR (en raison du percement de la géomembrane) sont captées par le système de drainage installé sous la géomembrane (Figure 137). Avant 2017, ces eaux souterraines faisaient l'objet d'un contrôle de leur qualité avant de les rejeter dans la Kwé Ouest. A partir du 13 décembre 2017 (date de notification de l'arrêté d'autorisation d'exploiter l'ICPE Lucy), elles sont également systématiquement envoyées vers l'unité 285 (Figure 136).

A noter qu'une partie des eaux qui s'infiltrent sous l'ASR (dans les zones non couvertes par la géomembrane et le système de drainage) rejoignent directement les eaux souterraines sans être captées par le système de drainage (Figure 136).



Figure 138 : Gestion des eaux pluviales du projet Lucy - extrait d'une présentation de PRNC réalisée en CISC du 16 mai 2018

Plusieurs types d'eaux seront générés par le projet Lucy, notamment :

- Des eaux de procédés issus de l'assèchement des résidus humides dans l'usine d'assèchement (les plus concentrées en éléments) ;
- Des eaux de contact avec les résidus, qui ruisselleront sur l'ASR pour être dirigées vers 3 bassins de contact (Sud, Central et Nord) ;
- Des eaux de drainage sous la géomembrane et sous les bassins d'eau de contact.

A l'exception des eaux de pluies non polluées qui emprunteront les drains de contournement de l'ASR pour un rejet dans la Kwé ouest, toutes les eaux générées au niveau du projet Lucy seront envoyées vers l'unité 285 pour y être traitées avant rejet dans l'émissaire marin.

7.12 Annexe 12 : Composition des effluents liquides traités (dans l'unité 285) puis rejetés au niveau du diffuseur de l'émissaire marin

Effluents traités rejetés en mer	
pH : 6,5 - 7	Masse volumique : 1016 kg/m ³
Etat physique : Liquide	Point d'ébullition : 100°C
Point éclair : NA	Température d'autoinflammation : NA
Composition :	
DCO : 10 à 50 mg/L DBO : 1 à 5 mg/L MES : 10 mg/L Nitrates + nitrites : 1 à 2 mg/L SO ₄ ²⁻ : 7,6 à 23 g/L, Cl ⁻ : 800 à 2100 mg/L CN ⁻ < 0,004 mg/L Cd : 0,0003 mg/L Pb < 0,001 mg/L As : 0,001 mg/L Cr : 0,02 à 0,1 mg/L Cr VI : 0,01 à 0,04 mg/L Hg < 0,0001 mg/L	Se < 0,01 mg/L Fe : 0,2 à 1 mg/L Cu : 0,001 mg/L Zn : 0,02 à 0,5 mg/L Mn : 0,3 à 0,8 mg/L Ni : 0,05 à 0,2 mg/L Co : 0,02 à 0,08 mg/L Al : 0,1 à 0,3 mg/L Sn < 0,001 mg/L Si : 0,5 à 2,5 mg/L Ca : 580 à 650 mg/L Na : 500 à 1200 mg/L Mg : 1,5 à 3,9 g/L

Tableau 68 : Caractéristiques des effluents traités rejetés en mer - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

7.13 Annexe 13 : Composition des résidus stockés au niveau de l'ASR

Résidus stockés dans le parc à résidus de la Kwé Ouest			
pH : 7		Conductivité (mS) : 20,1	
Oxygène dissous (% saturation) : 94		Salinité (‰) : 12,8	
Alcalinité (mg CaCO ₃ /L) : 28		Turbidité (NTU) : 0,9	
TSS (mg/L) : 38		TDS (mg/L) : 52000	
Composition :			
Solides (% p/p)		Eaux d'exhaure et de ruissellement (mg/L)	
SiO ₂	9,7	Al	< 1
H ₃ O.Al ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	9,2	Ca	500 - 1000
Al(OH) ₃	1,5	Cl	20 - 80
CaCO ₃	1,1	Co	< 1
CaSO ₄ .2H ₂ O	26,2	Total Cr	< 0,1
Cr ₂ O ₃	2,1	Cr VI	< 0,1
Cr(OH) ₃	0,1	Cu	< 1
Fe ₂ O ₃	45	Fe	0 - 2
Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1,3	Mg	4000 - 8000
Mg(OH) ₂	1,4	Na	10 - 60
Mn(OH) ₂	0,5	Ni	< 1
MnO ₂	0,1	SO ₄	10000 - 30000
Fe(OH) ₃	0,5	Si	10 - 50
Autres hydroxydes métalliques	1,3	Zn	0 - 2
		Mn	300 - 800
		Salinité totale	15000 - 40000

Tableau 69 : Caractéristiques des résidus stockés dans l'ASR (résidus solides et eaux d'exhaure et de ruissellement) - extrait de la demande d'autorisation d'exploiter de l'usine 2007.

	Al (%)	Ca (%)	Cr (%)	Fe (%)	Mg (%)	Mn (%)	Ni (%)	S (%)	Si (%)
Moyenne annuelle 2020	2,17	8,54	1,47	29,88	1,28	0,58	0,20	7,94	4,23
Moyenne annuelle 2019	1,88	9,37	1,60	29,63	1,08	0,44	0,20	7,59	4,14
Moyenne annuelle 2018	2,03	9,01	1,69	30,93	0,85	0,45	0,19	7,37	3,38
Moyenne annuelle 2017	2,16	8,47	1,69	32,34	0,68	0,47	0,18	7,57	3,11
Moyenne annuelle 2016	2,25	8,65	1,59	30,32	1,10	0,75	0,24	7,77	3,92
Moyenne annuelle 2015	2,3	8,5	1,8	32,1	0,9	0,5	0,2	7,1	3,5
Moyenne annuelle 2014	2,1	8,6	1,6	30,8	1,6	0,8	0,25	6,8	3,1

Tableau 70 : Valeurs moyennes annuelles (de 2014 à 2020) des principaux éléments constitutifs des résidus stockés dans l'ASR - extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020.

Eaux du parc à résidus (4R2)	unité	Limite inf.	Limite sup.	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Conductivité électrique	µS/cm			16900	20100	8950	10242	11500	13300	14975	17400	15960	15300	16200	6950
pH				5,2	5,8	6,8	6,5	6,6	6,7	6,9	7	7,1	7,2	6,4	6,6
MES	mg/l			28	35	13	15	19	17	11	25	49	345	20	7
SO4	mg/l			17800	22400	8060	9432	10285	12825	15600	19600	17394	18400	14003	8815
Mn	mg/l			579,3	720,5	239	225,2	184,3	174,8	192	235,3	143,2	107,5	75,9	30,2
Mg	mg/l			4447	5680	1980	2354	2645	3310	3920	5080	4500	4790	3593	2210

Tableau 71 : Valeurs moyennes mensuelles 2020 des principaux éléments retrouvés dans les eaux d'exhaure et de ruissellement (surnageant) des résidus stockés dans l'ASR - extrait du rapport d'exploitation de l'ASR 2020.

7.14 Annexe 14 : Valeurs limites de rejets en sortie d'usine de traitement des effluents
(unité 285)

Paramètre	valeur limite de concentration	Valeur limite en flux en Kg/j sauf autre mention	Périodicité de l'auto-surveillance
Débit horaire maxi	-	3 050 m ³ /h	en continu
Débit journalier maxi	-	73 200 m ³ /j	en continu
Température	-	40 °C	en continu
pH	-	Entre 5,5 et 9,5	en continu
Modification de couleur du milieu	-	100 mg Pt/l ⁽¹⁾	à la mise en service
MEST	35 mg/l	2 562	journalière
DBO ₅ (sur effluent non décanté)	30 mg/l	1 464	mensuelle
DCO (sur effluent non décanté)	125 mg/l	7 320	journalière
COT	10 mg/l	366	journalière
Azote global	30 mg/l	1 098	journalière
Phosphore total	10 mg/l	366	journalière
Sulfates	50 000 mg/l	2 196 000	journalière
Cyanures	0,1 mg/l	0,73	trimestrielle
Arsenic	0,05 mg/l	0,37	hebdomadaire
Chrome hexavalent et composés (en Cr ⁶⁺)	0,1 mg/l	7,32	journalière
Chrome et composés (en Cr)	0,5 mg/l	36,6	journalière
Plomb et composés (en Pb)	0,5 mg/l	3,66	hebdomadaire
Cuivre et composés (en Cu)	0,5 mg/l	36,6	journalière
Nickel et composés (en Ni)	2 mg/l	146,4	journalière
Zinc et composés (en Zn)	2 mg/l	146,4	journalière
Manganèse et composés (en Mn)	1 mg/l	-	journalière
Étain et composés (en Sn)	2 mg/l	14,6	hebdomadaire
Fer, aluminium et composés (en Al+Fe)	5 mg/l	366	journalière
Cobalt et composés (en Co)	1 mg/l	73,2	journalière
Magnésium et composés (en Mg)	10 000 mg/l	512 400	journalière
Calcium et composés (en Ca)	1000 mg/l	73 200	journalière
Mercure et composés, y compris méthylmercure (en Hg)	0,05 mg/l	0,37	hebdomadaire
Cadmium	0,2 mg/l	1,46	hebdomadaire
Composés organiques halogénés (en AOX ou BOX)	1 mg/l	36,6	trimestrielle
Dioxines et furannes	0,3 ng/l	0,011	annuelle

Tableau 72 : Valeurs limites de rejets en sortie de l'usine de traitement des effluents (unité 285) - extrait du rapport de rejets liquides 2020 de PRNC.

7.15 Annexe 15 : Valeurs limites de rejets en sortie d'ouvrages de gestion des eaux pluviales de l'usine de traitement du minerai (bassins de contrôle)

Paramètre	valeur limite de concentration	Périodicité de l'auto-surveillance
Température	30 °C	Non permanente (1)
pH	entre 5,5 et 9,5	Non permanente (1)
MEST	35 mg/l	Non permanente (1)
DBO5 (sur effluent non décanté)	30 mg/l	Non permanente (1)
DCO (sur effluent non décanté)	125 mg/l	Non permanente (1)
Sulfates	-	Non permanente (1)
Arsenic	0,05 mg/l	Non permanente (1)
Chrome hexavalent et composés (en Cr ⁶⁺)	0,1 mg/l	Non permanente (1)
Chrome et composés (en Cr)	0,5 mg/l	Non permanente (1)
Plomb et composés (en Pb)	0,5 mg/l	Non permanente (1)
Cuivre et composés (en Cu)	0,5 mg/l	Non permanente (1)
Nickel et composés (en Ni)	2 mg/l	Non permanente (1)
Zinc et composés (en Zn)	2 mg/l	Non permanente (1)
Manganèse et composés (en Mn)	1 mg/l	Non permanente (1)
Étain et composés (en Sn)	2 mg/l	Non permanente (1)
Fer, aluminium et composés (en Al+Fe)	5 mg/l	Non permanente (1)
Cobalt et composés (en Co)	-	Non permanente (1)
Magnésium et composés (en Mg)	-	Non permanente (1)
Calcium et composés (en Ca)	-	Non permanente (1)
Silicium et composés (en Si)	-	Non permanente (1)
Mercure et composés, y compris méthylmercure (en Hg)	0,05 mg/l	Non permanente (1) et (2)
Cadmium	0,2 mg/l	Non permanente (1)
Composés organiques halogénés (en AOX ou BOX)	1 mg/l	Non permanente (1) et (2)
Hydrocarbures totaux	10 mg/l	Non permanente (1)
Dioxines et furannes	0,3 ng/l	Non permanente (1) et (2)

Nota 1 : pour les points de rejet intermittent, les mesures sont réalisées en période d'écoulement (débit non nul) à partir d'un échantillon représentatif.

Nota 2 : au moins un prélèvement dans l'année, sauf débit nul.

Tableau 73 : Valeurs limites de rejets en sortie des bassins de contrôle de l'usine – extrait du rapport de rejets liquides 2020 de PRNC.

7.16 Annexe 16 : Valeurs limites des rejets liquides de Prony Energies

Paramètres	Valeurs limites des caractéristiques du rejet, en conditions de fonctionnement normal	Valeurs limites des caractéristiques du rejet, en conditions de fonctionnement exceptionnel justifiées	Flux horaire maximal autorisé (2)	Périodicité de l'auto surveillance	Méthode de référence
Volume en pointe Horaire hors eaux pluviales	55 m ³ /heure		-	En continu	
Température	≤ 35° Celsius	≤ 35° Celsius	-	En continu	
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	-	En continu	NF T 90 008
Conductivité	-	-	-	En continu	
DBO ₅	≤ 30mg/l	≤ 30mg/l	1200 g/h	Hebdomadaire (1)	NF T 90 103
DCO	≤ 80 mg/l	≤ 125 mg/l	2100 g/h	Hebdomadaire (1)	NF T 90 101
MES totales	≤ 30 mg/l	≤ 45 mg/l	1800 g/h	Hebdomadaire (1)	NF EN 872
Turbidité	-	-	-	En continu	
Azote total	≤ 20 mg/l	≤ 20 mg/l	240 g/h	Hebdomadaire (1)	NF EN ISO 25663 10304, 13395, 26777 et FD T 90 045
Phosphore total	≤ 10 mg/l	≤ 10 mg/l	330 g/h	Hebdomadaire (1)	NF T 90 023
Indice phénol	≤ 0,3 mg/l	≤ 0,3 mg/l	18 g/h	Hebdomadaire (1)	
Cyanures	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	6 g/h	Mensuelle	ISO 6 703/2
Chrome hexavalent et ses composés (en Cr ₆₊)	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	6 g/h	Mensuelle	
Plomb et ses composés	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	6 g/h	Mensuelle	NF EN 1223 FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11885
Cuivre et ses composés	≤ 0,5 mg/l	≤ 0,5 mg/l	30 g/h	Mensuelle	NF T 90 022 FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11 885
Nickel et ses composés	≤ 0,5 mg/l	≤ 0,5 mg/l	30 g/h	Mensuelle	FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11 885
Zinc et ses composés	≤ 2 mg/l	≤ 2 mg/l	120 g/h	Mensuelle	FD T 90 112 ISO 11 885
Manganèse et composés	≤ 1 mg/l	≤ 1 mg/l	60 g/h	Mensuelle	NF T 90 024 FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11 885
Etain et ses composés	≤ 2 mg/l	≤ 2 mg/l	120 g/h	Mensuelle	FD T 90 119 ISO 11 885
Fer, aluminium et leurs composés	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l	300 g/h	Mensuelle	NF T 90 017 FD T 90 112, FD T 90 119 ASTM 8.57.79 ISO 11 885
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX)	≤ 0,5 mg/l	≤ 0,5 mg/l	30 g/h	Mensuelle	NF EN 1485
Hydrocarbures totaux	≤ 10 mg/l	≤ 10 mg/l	600 g/h	Mensuelle	NF T 90 114 FD T 90-204
Fluor et ses composés	≤ 15 mg/l	≤ 15 mg/l	900 g/h	Mensuelle	
Mercurure et ses composés	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,05 mg/l	3 g/h	Mensuelle	NF T 90 131 NF T 90 113 NF EN 1483
Cadmium et composés	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,05 mg/l	3 g/h	Mensuelle	

(1) sauf en cas de rejet en fonctionnement exceptionnel, au moins une mesure est alors réalisée.

(2) Cette valeur est calculée sur la base d'un flux mensuel ramené à l'heure

Tableau 74 : Valeurs limites de rejets des effluents industriels traités de la centrale thermique à charbon de Prony Energies (point de rejet 6-IP1) – extrait de l'arrêté n° 890 -2007/PS).

Paramètres	Valeurs limites des caractéristiques du rejet, en conditions de fonctionnement normal	Valeurs limites des caractéristiques du rejet, en conditions de fonctionnement exceptionnel justifiées	Flux horaire maximal autorisé (2)	Périodicité de l'auto surveillance	Méthode de référence
Volume en pointe Horaire hors eaux pluviales	70 m ³ /heure	195 m ³ /heure	-	En continu	
Température	≤ 35° Celsius	≤ 35° Celsius	-	En continu	
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	-	En continu	NF T 90 008
Conductivité	-	-	-	En continu	
DBO ₅	≤ 30mg/l	≤ 30mg/l	1600 g/h	Hebdomadaire (1)	NF T 90 103
DCO	≤ 125 mg/l	≤ 125 mg/l	3100 g/h	Hebdomadaire (1)	NF T 90 101
MES totales	≤ 35 mg/l	≤ 50 mg/l	2300 g/h	Hebdomadaire (1)	NF EN 872
Turbidité	-	-	-	En continu	
Azote total	≤ 20 mg/l	≤ 20 mg/l	380 g/h	Hebdomadaire (1)	NF EN ISO 25663 10304, 13395, 26777 et FD T 90 045
Phosphore total	≤ 10 mg/l	≤ 10 mg/l	480 g/h	Hebdomadaire (1)	NF T 90 023
Indice phénol	≤ 0,3 mg/l	≤ 0,3 mg/l	25 g/h	Hebdomadaire (1)	
Cyanures	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	8 g/h	Mensuelle	ISO 6 703/2
Chrome hexavalent et ses composés (en Cr ₆ ⁺)	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	8 g/h	Mensuelle	
Plomb et ses composés	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	8 g/h	Mensuelle	NF EN 1223 FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11885
Cuivre et ses composés	≤ 0,5 mg/l	≤ 0,5 mg/l	40 g/h	Mensuelle	NF T 90 022 FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11 885
Nickel et ses composés	≤ 0,5 mg/l	≤ 0,5 mg/l	40 g/h	Mensuelle	FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11 885
Zinc et ses composés	≤ 2 mg/l	≤ 2 mg/l	150 g/h	Mensuelle	FD T 90 112 ISO 11 885
Manganèse et composés	≤ 1 mg/l	≤ 1 mg/l	75 g/h	Mensuelle	NF T 90 024 FD T 90 112 FD T 90 119 ISO 11 885
Etain et ses composés	≤ 2 mg/l	≤ 2 mg/l	150 g/h	Mensuelle	FD T 90 119 ISO 11 885
Fer, aluminium et leurs composés	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l	380 g/h	Mensuelle	NF T 90 017 FD T 90 112, FD T 90 119 ASTM 8.57.79 ISO 11 885
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX)	≤ 0,5 mg/l	≤ 0,5 mg/l	40 g/h	Mensuelle	NF EN 1485
Hydrocarbures totaux	≤ 10 mg/l	≤ 10 mg/l	770 g/h	Mensuelle	NF T 90 114 FD T 90-204
Fluor et ses composés	≤ 15 mg/l	≤ 15 mg/l	1200 g/h	Mensuelle	
Mercure et ses composés	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,05 mg/l	4 g/h	Mensuelle	NF T 90 131 NF T 90 113 NF EN 1483
Cadmium et composés	≤ 0,05 mg/l	≤ 0,05 mg/l	4 g/h	Mensuelle	

(1) sauf en cas de rejet en fonctionnement exceptionnel, au moins une mesure est alors réalisée.

(2) Cette valeur est calculée sur la base d'un flux mensuel ramené à l'heure

Tableau 75 : Valeurs limites de rejets des eaux de ruissellements et des purges des tours de refroidissement de Prony Energies (point de rejet 6-IP2) – extrait de l'arrêté n° 890 -2007/PS).

Paramètres	Valeurs limites des caractéristiques du rejet	Périodicité de l'auto surveillance	Méthode de référence
Température	$\leq 30^\circ$ Celsius	Non permanent	
pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$	Non permanent	NF T 90 008
MES totales	≤ 35 mg/l	Non permanent	NF EN 872
Turbidité		Non permanent	
Hydrocarbures totaux	≤ 10 mg/l	Non permanent	NF T 90 114 FD T 90-204

Tableau 76 : Valeurs limites de rejets des eaux de ruissellements du stock de charbon et eaux de lavage des véhicules de Prony Energies (point de rejet 6-IP3) – extrait de l'arrêté n° 890 -2007/PS).

7.17 Annexe 17 : Valeurs limites des rejets en sortie des débourbeurs – séparateurs à hydrocarbures du complexe industriel et minier de PRNC

Paramètre	valeur limite de concentration	Périodicité de l'auto-surveillance
pH	entre 5,5 et 8,5	Non permanente (1)
MEST	35 mg/l	Non permanente (1)
DCO (sur effluent non décanté)	125 mg/l	Non permanente (1)
Hydrocarbures totaux	10 mg/l	Non permanente (1)

Nota : pour les points de rejet intermittent, les mesures sont réalisées en période d'écoulement (débit non nul) à partir d'un échantillon représentatif.

Tableau 77 : Valeurs limites de rejets en sortie des débourbeurs-séparateurs à hydrocarbures de l'usine et de l'UPM – extrait du rapport de rejets liquides 2020 de PRNC.

Paramètre	Valeur limite concentration	Périodicité de l'auto-surveillance
pH	entre 5,5 et 8,5	Systématique (1)
MEST	35 mg/l	Systématique (1)
DCO (sur effluent non décanté)	300 mg/l	Systématique (1)
Hydrocarbures totaux	10 mg/l	Systématique (1)

Nota 1 (article 9.1. 2^{ème} alinéa) : pour les points de rejet intermittent, les mesures sont réalisées en période d'écoulement (débit non nul) à partir d'un échantillon prélevé ponctuellement (prélèvement instantané).

Tableau 78 : Valeurs limites de rejets en sortie des débourbeurs-séparateurs à hydrocarbures du Port – extrait du rapport de rejets liquides 2020 de PRNC.

7.18 Annexe 18 : Valeurs limites des rejets en sortie des stations d'épuration (step 5 et 6)
de la base vie de PRNC

Paramètre	Valeurs limites des caractéristiques du rejet	Flux maximal journalier et en pointe horaire	Fréquence de suivi
Volume journalier et en pointe horaire	-	300 m ³ /j 20 m ³ /h	Quotidienne
Température	≤ 30° C	-	Mensuelle
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	-	Mensuelle
DBO5	≤ 25 mg/L	7,5 Kg/j et 500 g/h	Mensuelle
DCO	≤ 100 mg/L	30 Kg/j et 2 Kg/h	Mensuelle
MES	≤ 35 mg/L	10,5 Kg/j et 700 g/h	Mensuelle
Azote global	≤ 33 mg/L	6,6 Kg/j et 450 g/h	Mensuelle

Tableau 79 : Valeurs limites de rejets en sortie de step 5 de la base vie – extrait du rapport de rejets liquides 2020 de PRNC.

Paramètre	Valeurs limites des caractéristiques du rejet	Flux maximal journalier et en pointe horaire	Fréquence de suivi
Volume journalier et en pointe horaire	-	300 m ³ /j 20 m ³ /h	Quotidienne
Température	≤ 30° C	-	Mensuelle
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	-	Mensuelle
DBO5	≤ 20 mg/L	6 Kg/j et 0,8 Kg/h	Mensuelle
DCO	≤ 90 mg/L	27 Kg/j et 1,8 Kg/h	Mensuelle
MES	≤ 20 mg/L	6 Kg/j et 400 g/h	Mensuelle
Azote global	≤ 20 mg/L	6 Kg/j et 400 g/h	Mensuelle

Tableau 80 : Valeurs limites de rejets en sortie de step 6 de la base vie – extrait du rapport de rejets liquides 2020 de PRNC.

7.19 Annexe 19 : Anciennes valeurs limites des eaux souterraines collectées par le système de drainage sous la géomembrane de l'ASR - abrogées le 13/11/2017

Paramètres	Valeur limite Concentration	Périodicité de l'autosurveillance(3)
température	30 °C	Hebdomadaire (1)
Conductivité	-	En continu
pH	entre 5,5 et 8,5	Hebdomadaire (1)
MES	35 mg/l	Hebdomadaire (1)
DBO5 (sur effluent non décanté)	30 mg/l	Non permanente (1)
DCO (sur effluent non décanté)	125 mg/l	Non permanente (1)
Azote global	30 mg/l	Hebdomadaire (1)
Phosphore total	10 mg/l	Hebdomadaire (1)
Indice phénol	0,3 mg/l	Hebdomadaire (1)
Sulfates	-	Non permanente (1)
Arsenic	0,05 mg/l	Non permanente (1)
Chrome hexavalent et composés (en Cr ⁶⁺)	0,1 mg/l	Non permanente (1)
Chrome et composés (en Cr)	0,5 mg/l	Non permanente (1)
Plomb et composés (en Pb)	0,5 mg/l	Non permanente (1)
Cuivre et composés (en Cu)	0,5 mg/l	Non permanente (1)

Paramètres	Valeur limite Concentration	Périodicité de l'autosurveillance
Nickel et composés (en Ni)	2 mg/l	Non permanente (1)
Zinc et composés (en Zn)	2 mg/l	Non permanente (1)
Manganèse et composés (en Mn)	1 mg/l	Non permanente (1)
Fer, aluminium et composés (en Al+Fe)	5 mg/l	Non permanente (1)
Cobalt et composés (en Co)	-	Non permanente (1)
Magnésium et composés (en Mg)	-	Non permanente (1)
Calcium et composés (en Ca)	-	Non permanente (1)
Silicium et composés (en Si)	-	Non permanente (1)
Hydrocarbures totaux	10 mg/l	Non permanente (1)

Nota 1 :

Pour les points de rejets intermittents, les mesures sont réalisées en période d'écoulement (débit non nul) à partir d'un échantillon représentatif prélevé automatiquement

Nota 2 :

Au moins un prélèvement dans l'année, sauf débit nul.

Nota 3 :

Les mesures (fréquence et nature) indiquées sont prescrites *a minima* ; elles doivent être adaptées afin d'établir une bonne corrélation entre les mesures physico-chimiques réalisées et la conductivité mesurée.

Tableau 81 : Anciennes valeurs limites des eaux souterraines collectées par le système de drainage sous la géomembrane de l'ASR abrogées le 13/11/2017 - extrait de l'arrêté ASR 2008 (n° 1466-2008/PS).

7.20 Annexe 20 : Anciennes valeurs limites des eaux souterraines collectées par le système de drainage de la berme de l'ASR - abrogées le 13/11/2017

Paramètres	valeur limite Concentration	Périodicité de l'autosurveillance	Méthodes de référence
Débit	-	Mensuelle	
température	30 °C	Mensuelle	
pH	entre 5,5 et 8,5	Mensuelle	NF T 90 008
Conductivité electrique	-	Mensuelle	
MEST	35 mg/l	Mensuelle	NF EN 872
Sulfates	-	Mensuelle	

Manganèse et composés (en Mn)	1 mg/l	Mensuelle	FD T 90 112 ISO 11 885
----------------------------------	--------	-----------	---------------------------

Tableau 82 : Anciennes valeurs limites des eaux souterraines collectées par le système de drainage de la berme de l'ASR (abrogées le 13/11/2017) - extrait de l'arrêté ASR 2008 (n° 1466-2008/PS).

7.21 Annexe 21 : Valeurs limites des rejets atmosphériques en sortie des installations les plus émettrices de polluants atmosphériques (SO₂, NO_x et poussières)

Paramètre	valeur limite en concentration	valeur limite en flux	Périodicité de l'auto-surveillance
Débit horaire maxi	-	311 494 Nm ³ /h	-
Oxydes de soufre (SO ₂ , SO ₃ et H ₂ SO ₄) exprimés en SO ₂	1650 mg/Nm ³ Taux de conversion ≥ 99,6 %	514 kg/h Flux spécifique <2,6 kg/tonne	en continu
Arsenic (As), sélénium (Se), tellure (Te) et ses composés	0,1 mg/Nm ³ pour (As+Se+Te)	310 g/h	annuelle
NO _x	40 mg/Nm ³	6.23 kg/h	annuelle

Tableau 83 : Valeurs limites de rejets atmosphériques de l'usine d'acide sulfurique (unité 330 - cheminée n°14) – extrait du rapport de rejets atmosphériques 2020 de PRNC.

Paramètre	valeur limite en concentration	valeur limite en flux	Périodicité de l'auto-surveillance
Débit horaire maxi	-	226 848 Nm ³ /h	-
Poussières totales	30 mg/Nm ³	6,8 kg/h	en continu par opacimètre
CO	100 mg/Nm ³	22,68 kg/h	en continu
Oxydes de soufre (SO ₂ et SO ₃) exprimés en SO ₂	272 mg/Nm ³	61,7 kg/h	en continu
NO _x	200 mg/Nm ³	45,37 kg/h	en continu
Ammoniac	20 mg/Nm ³	4,54 kg/h	trimestrielle
HAP (ensemble des composés visés dans la norme NF X 43-329)	0,1 mg/Nm ³	22,68 g/h	trimestrielle
COV, à l'exclusion du méthane (exprimé en carbone total)	110 mg/Nm ³	24,95 kg/h	trimestrielle
Cadmium (Cd), mercure (Hg) et thallium (Tl) et ses composés	0,05 mg/Nm ³ par métal et 0,1 mg/Nm ³ pour (Cd + Hg + Tl)	11,34 g/h pour (Cd + Hg + Tl)	trimestrielle
Arsenic (As), sélénium (Se), tellure (Te) et ses composés	1 mg/Nm ³ pour (As+Se+Te)	226,8 g/h	trimestrielle
Plomb (Pb et ses composés)	1 mg/Nm ³	226,8 g/h	trimestrielle
Métaux et composés de métaux (gazeux et particulaires) exprimés en (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)	5 mg/Nm ³	1,13 kg/h	trimestrielle

Tableau 84 : Valeurs limites de rejets atmosphériques de la centrale thermique au fioul lourd (unité 350 - cheminée n°15) – extrait du rapport de rejets atmosphériques 2020 de PRNC.

	CO mg/Nm ³	+ % mesure sur 24h	NOx mg/Nm ³	+ % mesure sur 24h <650 mg/Nm ³	SO2 mg/Nm ³	+ % mesure sur 24h	Poussières mg/Nm ³	+ % mesure sur 24h	Débit Nm ³ /h	+ % mesure sur 24h
VLE	200		650		980		30		201 971	<201
Dep, 200% VLE	400	<200 mg/Nm ³	1300		1960	<980 mg/Nm ³	60	<30 mg/Nm ³	403 942	971 Nm ³ /h

Tableau 85 : Valeurs limites des rejets atmosphériques de la centrale thermique à charbon de Prony Energies – extrait rapport mensuel d'autosurveillance de janvier 2020 de Prony Energies.

7.22 Annexe 22 : Impacts environnementaux résiduels (étude d'impact Usine et UPM/CIM 2007)

Milieu	Impact environnemental résiduel de l'Usine et de l'UPM/CIM	Critères d'évaluation du niveau d'impact résiduel	Valeurs attribuées aux critères d'évaluation	Niveau d'impact résiduel
Eaux douces	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Locale	
		Durée	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments du Creek Baie Nord	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Moyenne	
	Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Longue	
	Altération des communautés d'eau douce du Creek Baie Nord	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Longue	
Altération de la qualité des eaux souterraines (par les eaux de ruissellements)	Intensité	Faible	Mineur	
	Etendue	Ponctuelle		
	Durée	Moyenne		
Marin	Altération de la qualité de l'eau de mer du canal de la Havannah (par les rejets en mer des effluents traités)	Intensité	Faible	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
	Altération de la qualité de l'eau de mer de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans la Kwé)	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau de mer de la Baie de Prony (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans le Creek Baie Nord)	Intensité	Moyenne	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
	Altération de la qualité des sédiments marins du Canal de la Havannah (par rejets en mer des effluents traités)	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Longue	
	Altération de la qualité des sédiments marins de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans la Kwé)	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau de mer de la Baie de Prony (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans le Creek Baie Nord)	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
	Altération de la qualité de la faune marine du Canal de la havannah (par rejets en mer des effluents traités)	Intensité	Faible	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
	Altération de la qualité de la faune marine de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans la Kwé)	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
Altération de la qualité de la faune marine de la Baie de Prony (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans le Creek Baie Nord)	Intensité	Moyenne	Mineur	
	Etendue	Ponctuelle		
	Durée	Moyenne		
Terrestres	Altération de la qualité de l'air (en raison des émissions canalisées)	Intensité	Faible	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
	Altération des formations végétales (associée aux émissions atmosphériques)	Intensité	Moyenne	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
	Altération de l'avifaune (par émissions atmosphériques, lumineuses, bruits, espèces exogènes)	Intensité	Moyenne	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	
	Altération de l'herpétofaune (par émissions atmosphériques, lumineuses, bruits, espèces exogènes)	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Longue	

Tableau 86 : Valeurs attribuées aux niveaux d'impacts résiduels (et aux critères d'évaluation) dans le cadre de l'étude d'impact de l'Usine et de l'UPM/CIM.

Milieux	Impact environnemental résiduel de l'Usine et de l'UPM/CIM	Critères d'évaluation de l'intensité de l'impact	Valeurs attribuées aux critères d'évaluation	Intensité de l'impact
Eaux douces	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Faible	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible	
	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments du Creek Baie Nord	Grandeur de la perturbation	Moyenne	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Faible	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible	
	Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération des communautés d'eau douce du Creek Baie Nord	Grandeur de la perturbation	Moyenne	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
Altération de la qualité des eaux souterraines (par les eaux de ruissellements)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible	
	Valeur écosystémique de l'EIE	Faible		
	Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible		
Marin	Altération de la qualité de l'eau de mer du canal de la Havannah (par les rejets en mer des effluents traités)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau de mer de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans la Kwé)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau de mer de la Baie de Prony (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans le Creek Baie Nord)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible	
	Altération de la qualité des sédiments marins du Canal de la Havannah (par rejets en mer des effluents traités)	Grandeur de la perturbation	Moyenne	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible	
	Altération de la qualité des sédiments marins de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans la Kwé)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible	
	Altération de la qualité de l'eau de mer de la Baie de Prony (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans le Creek Baie Nord)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
	Altération de la qualité de la faune marine du Canal de la havannah (par rejets en mer des effluents traités)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération de la qualité de la faune marine de la Baie Kwé et du Canal de la Havannah (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans la Kwé)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
Altération de la qualité de la faune marine de la Baie de Prony (par déversements accidentels et rejets d'eaux de ruissellement dans le Creek Baie Nord)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne	
	Valeur écosystémique de l'EIE	Forte		
	Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte		
Terrestre	Altération de la qualité de l'air (en raison des émissions canalisées)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération des formations végétales (associée aux émissions atmosphériques)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
	Altération de l'avifaune (par émissions atmosphériques, lumineuses, bruits, espèces exogènes)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
	Altération de l'herpétofaune (par émissions atmosphériques, lumineuses, bruits, espèces exogènes)	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Faible	

Tableau 87 : Valeurs attribuées aux intensités de l'impact (et aux critères d'évaluation) dans le cadre de l'étude d'impact de l'Usine et de l'UPM/CIM.

7.23 Annexe 23 : Impacts environnementaux résiduels (étude d'impact ASR 2007)

Milieu	Impact environnemental résiduel de l'ASR	Critères d'évaluation du niveau d'impact résiduel	Valeurs attribuées aux critères d'évaluation	Niveau d'impact résiduel
Eaux douces	Altération de la qualité des eaux souterraines	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Locale	
		Durée	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents	Intensité	Faible	Mineur
		Etendue	Locale	
		Durée	Moyenne	
	Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents	Intensité	Moyenne	Mineur
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Moyenne	

Tableau 88 : Valeurs attribuées aux niveaux d'impacts résiduels (et aux critères d'évaluation) dans le cadre de l'étude d'impact de l'ASR.

Milieu	Impact environnemental résiduel de l'ASR	Critères d'évaluation de l'intensité de l'impact	Valeurs attribuées aux critères d'évaluation	Intensité de l'impact
Eaux douces	Altération de la qualité des eaux souterraines	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne	
	Valeur écosystémique de l'EIE	Forte		
	Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte		

Tableau 89 : Valeurs attribuées aux intensités de l'impact (et aux critères d'évaluation) dans le cadre de l'étude d'impact de l'ASR.

7.24 Annexe 24 : Impacts environnementaux résiduels (étude d'impact Mine 2016)

Milieux	Impact environnemental résiduel de la Mine	Critères d'évaluation du niveau d'impact résiduel	Valeurs attribuées aux critères d'évaluation	Niveau d'impact résiduel
Eaux douces	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents	Intensité	Faible	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
	Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
Marin	Altération de la qualité des eaux cotières (estuaire de la rivière Kwé et baie Kwé)	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Longue	
	Altération de la qualité des eaux du Canal de la Havannah	Intensité	Nulle	Non significatif
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
	Altération de la biodiversité marine (estuaire de la rivière Kwé et baie Kwé)	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Ponctuelle	
		Durée	Longue	
	Altération de la biodiversité marine du Canal de la Havannah	Intensité	Nulle	Non significatif
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
Terrestre	Altération de la qualité de l'air (en raison des activités minières)	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	
	Altération de l'avifaune (par la création de discontinuités écologiques, lumineuses, bruits, poussières, espèces exogènes)	Intensité	Moyenne	Modéré
		Etendue	Locale	
		Durée	Longue	

Tableau 90 : Valeurs attribuées aux niveaux d'impacts résiduels (et aux critères d'évaluation) dans le cadre de l'étude d'impact de la Mine.

Milieux	Impact environnemental résiduel de la Mine	Critères d'évaluation de l'intensité de l'impact	Valeurs attribuées aux critères d'évaluation	Intensité de l'impact
Eaux douces	Altération de la qualité de l'eau et des sédiments de la Kwé et ses affluents	Grandeur de la perturbation	Faible	Faible
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération des communautés d'eau douce de la Kwé et ses affluents	Grandeur de la perturbation	Moyenne	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
Marin	Altération de la qualité des eaux cotières (estuaire de la rivière Kwé et baie Kwé)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
	Altération de la qualité des eaux du Canal de la Havannah	Grandeur de la perturbation	Nulle	Nulle
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
	Altération de la biodiversité marine (estuaire de la rivière Kwé et baie Kwé)	Grandeur de la perturbation	Faible	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
	Altération de la biodiversité marine du Canal de la Havannah	Grandeur de la perturbation	Nulle	Nulle
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Forte	
Terrestre	Altération de la qualité de l'air (en raison des activités minières)	Grandeur de la perturbation	Moyenne	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Moyenne	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	
	Altération de l'avifaune (par la création de discontinuités écologiques, lumineuses, bruits, poussières, espèces exogènes)	Grandeur de la perturbation	Moyenne	Moyenne
		Valeur écosystémique de l'EIE	Forte	
		Valeur socio-culturelle de l'EIE	Moyenne	

Tableau 91 : Valeurs attribuées aux intensités de l'impact (et aux critères d'évaluation) dans le cadre de l'étude d'impact de la Mine.

7.25 Annexe 25 : Futur réseau de suivi des eaux souterraines à l'aval de l'ASR - projet

Lucy

Piézomètres de suivi et de contrôle des eaux souterraines							
Zone	Aquifère	Influence	Piézo	Zone	Aquifère	Influence	Piézo
	Latéritique	ASR(proche)	PP1-A	Kwé Ouest	Principal	ASR (proche)	WKBH116A
			WKBH112A				WKBH117
			WKBH114A				WKBH117A
			WKBH115B				WK6-9
			PP5-A				WK6-11
			WKBH116B				WK6-12
			WKBH117B				WK6-13
			WK6-9A				WKBH102
			WK6-11A				WKBH103
			WK6-12A				WKBH12
			WKBH102A				WK6-10
			WK6-10A				WKBH109
			WKBH109A				WKBH110
			WKBH110B				WKBH110A
			WKBH118B				WKBH111
WKBH113A	WKBH118						
		ASR (éloigné)	11EX0560				WKBH118a
Trou Bleu			WTBH11A				WKBH113
Kadji			11EX0481				WTBH9
Kwé Ouest	Principal		PP1-B	Kadji		ASR (éloigné)	WKBH32
			WKBH112				12EX0083
			WKBH114				WK6-14
			WKBH115				11EX0480
			WKBH115A				WTBH11
			PP5-B				WTBH02
			WKBH116	Trou Bleu			

Légende	WKBH117B	piézomètres de surveillance prévus par l'arrêté Lucy 2017
	WK6-9A	piézomètres de l'ancien réseau de suivi (arrêté 2008 ASR) qui ne seront plus suivis

Tableau 92 : Liste des piézomètres de suivi des eaux souterraines de la future aire de stockage des résidus -projet Lucy – extrait de l'arrêté Lucy 2017 (n° 3690-2017/DIMENC).

7.26 Annexe 26 : Statuts de la Liste rouge de l'UICN

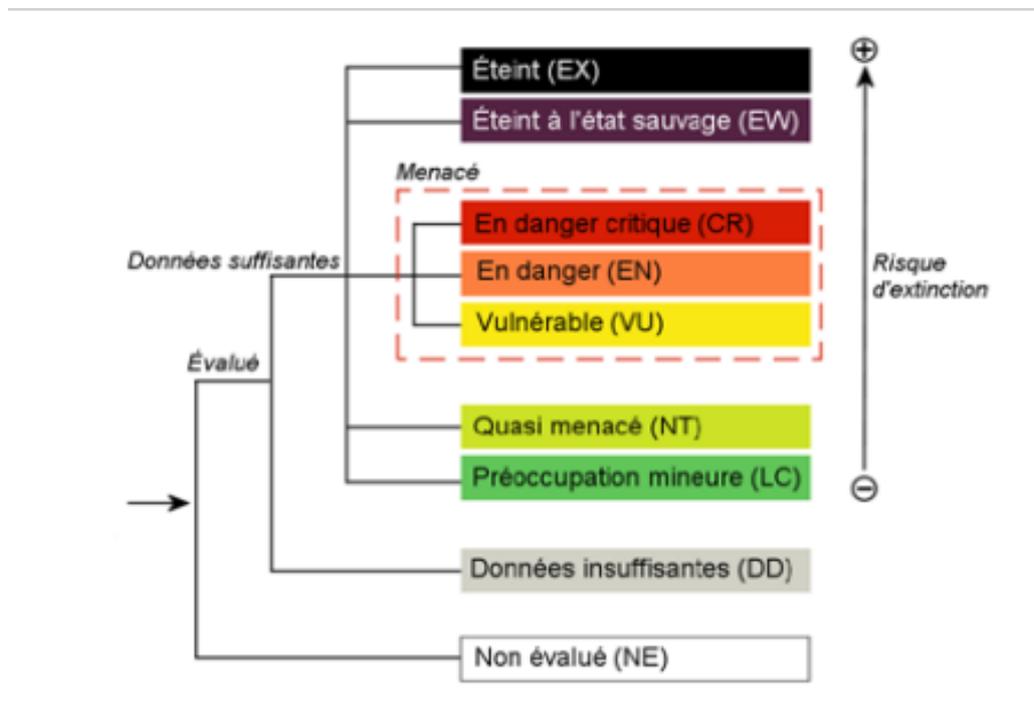


Figure 139 : Schéma présentant les différents statuts de la Liste rouge de l'UICN attribuables aux espèces.

7.27 Annexe 27: Liste des membres du Cotec et des participants aux derniers ateliers méthodologiques de mai et juin 2019

PRENOM	NOM	FONCTION
Vincent	MARDHEL	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Laurent	VIGLIOLA	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jérôme	AUCAN	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Eric	VIDAL	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Emmanuel	TESSIER	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Pierre	GENTHON	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Bruno	FOGLIANI	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Lucile	STAHL	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Paul	AMBROSI	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Victor	DAVID	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Pierre	BOISSERY	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Philippe	USSEGLIO-POLATERA	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Didier	RICHARD	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Christophe	PROISY	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Michel	ALLENBACH	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Brice	HERRENSCHMIDT	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Morgan	MANGEAS	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Marc	LEOPOLD	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
François	GALGANI	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Michel	OLIVIER	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Sylvie	DURRIEU	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL
Jean-Michel	N'GUYEN	Représentant de Vale NC
Jean-Luc	FOLIO	Représentant de Vale NC
Stephane	MCCOY	Représentant de Vale NC
Julie	GOXE	Représentante de Vale NC
Olivier	RUIZ	Représentant de Vale NC
Lison	GAMAS	Représentante de Vale NC
Yann	VESSILLER	Représentant de Vale NC
Justin	PILOTAZ	Représentant de la Province Sud (DENV)
Emmanuel	COUTURES	Représentant de la Province Sud (DENV)
François	LEBORGNE	Représentant de la Province Sud (DENV)
Valérie	GENTIER	Représentante de la Province Sud (DENV)
Hélène	CHARPENTIER	Représentante de la Province Sud (DENV)
Gilles	PROVOST	Représentant du Gouvernement (DIMENC)
Sandra	GAYRAL	Représentante du Gouvernement (DIMENC)
Anaïs	LAFFONT	Représentante du Gouvernement (DIMENC)
Alexandra	MALAVAL CHEVAL	Représentante de Scal'Air
Philippe	ESCOFFIER	Représentant de Scal'Air
Geoffroy	WOTLING	Représentant du Gouvernement (DAVAR)
Typhaine	QUERE	Représentante du Gouvernement (DAVAR)
Jennifer	MONNIER	Représentante du Gouvernement (DAVAR)
Nicolas	MARIN	Représentant du CCCE
Anne	LATASTE	Représentante du Secrétariat exécutif de l'OEIL
Fabien	ALBOUY	Représentant du Secrétariat exécutif de l'OEIL
Adrien	BERTAUD	Représentant du Secrétariat exécutif de l'OEIL
Léa	DESOUTTER	Représentante du Secrétariat exécutif de l'OEIL

Tableau 93 : Liste des membres du Cotec du Bilan Grand Sud

Prénom	Nom	Fonction	Atelier		
			Milieu terrestres	Milieux eaux douces	Milieux marins
Vincent	MARDHEL	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL		x	
Emmanuel	TESSIER	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL			x
Pierre	GENTHON	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL		x	
Michel	ALLENBACH	Membre du Conseil Scientifique de l'OEIL			x
Jean-Michel	N'GUYEN	Représentant de Vale NC			x
Jean-Luc	FOLIO	Représentant de Vale NC		x	x
Stephane	MCCOY	Représentant de Vale NC	x		
Julie	GOXE	Représentante de Vale NC	x		
Justin	PILOTAZ	Représentant de la Province Sud (DENV)	x	x	x
François	LEBORGNE	Représentant de la Province Sud (DENV)	x	x	x
Alexandra	MALAVAL CHEVAL	Représentante de Scal'Air	x		
Philippe	ESCOFFIER	Représentant de Scal'Air	x		
Geoffroy	WOTLING	Représentant de la DAVAR		x	
Fabien	ALBOUY	Représentant du Secrétariat exécutif de l'OEIL		x	x
Adrien	BERTAUD	Représentant du Secrétariat exécutif de l'OEIL	x	x	x
Léa	DESOUTTER	Représentante du Secrétariat exécutif de l'OEIL	x	x	x

Tableau 94 : Liste des participants aux ateliers de révision de la méthode du Bilan Grand Sud (ayant eu lieu les 13/05/2019 et 18/06/2019)

7.28 Annexe 28 : Liste des paramètres physicochimiques du milieu marin

Type de paramètre	Nom du paramètre	Symbole	Nature prélèvement				Unité (eau)	Unité (sédiments)		
Etat chimique	Paramètres chimiques	Métaux dissouts	Manganèse	Mn	E	S	M	P	µg/L	mg/Kg
			Nickel	Ni	E	S	M	P	µg/L	mg/Kg
			Chrome hexavalent	Cr(VI)	E				µg/L	
			Chrome	Cr	E	S	M	P	µg/L	mg/Kg
			Arsenic	As	E				µg/L	
			Cadmium	Cd	E				µg/L	
			Cobalt	Co	E	S	M	P	µg/L	mg/Kg
			Cuivre	Cu	E				µg/L	
			Fer	Fe	E	S	M	P	µg/L	mg/Kg
			Plomb	Pb	E				µg/L	
			Zinc	Zn	E				µg/L	
			Ratio Ca/Fe	Ca/Fe			M	P		
			Soufre	S			M	P		mg/Kg
			Etat écologique	Paramètres physico-chimiques	Profil aquatique	Température	T°	E		
Turbidité	Turb.	E							NTU	
Salinité	Sal.	E								
Fluorescence	Fluor.	E								
Matière en suspension	MES	E				M		mg/L	g/m ² /j	
Éléments majeurs	Chlorures	Cl ⁻			E				mg/L	
	Magnésium	Mg ²⁺			E				mg/L	
	Sodium	Na ⁺			E				mg/L	
	Calcium	Ca ²⁺			E		M		mg/L	mg/Kg
	Potassium	K ⁺			E				mg/L	
	Sulfate	SO ₄ ²⁻			E				mg/L	
Chlorophylle a	Chl.a	E						µg/L		
Sels nutritifs	Nitrites	NO ₂ ⁻			E				µmol/L	
	Nitrates	NO ₃ ⁻			E				µmol/L	
	Ammonium	NH ₄ ⁺			E				µmol/L	
	Phosphates	PO ₄ ³⁻			E				µmol/L	
Matière organique	Carbone org. Partic.	COP			E				µmol/L	
	Azote org. Partic.	NOP			E				µmol/L	
	Azote org. Dissout	NOD			E				µmol/L	
	Azote total	Nt			E				µmol/L	
	Phosphore org. Partic.	POP			E				µmol/L	
	Phosphore org. Dissout	POD			E				µmol/L	
Phosphore total	Pt	E						µmol/L		
Légende					Nature du prélèvement					
Mn	Paramètre avec grille ZONECO/CNRT		E	Eau de mer						
Chl.a	Paramètre physico-chimique Clé (avec grille ZONECO/CNRT)		S	Sédiments de surface						
			M	Flux sédimentaires						
			P	Sédiments profonds						

Tableau 95 : Liste des paramètres physicochimiques suivis dans le milieu marin

7.29 Annexe 29 : Coordonnées géographiques des stations de suivi et hors d'influence – milieux marins

Stations de suivi Colonne d'eau	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST06	PRNC	501484	205880
ST15	PRNC	490295	207411
ST16	PRNC	491614	205238
ST09	PRNC	502566	202718

Tableau 96 : Coordonnées géographiques des stations de suivi colonne d'eau – milieux marins.

Stations hors d'influence Colonne d'eau	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST03	PRNC	499588	205228
ST19	PRNC	491550	201621
ST18	PRNC	487654	204415
ST02	PRNC	503838	200748
ST07	PRNC	499398	202220
ST05	PRNC	508315	203584
ST21	PRNC	495220	195033
ST14	PRNC	505018	208589
ST13	PRNC	488124	198422
ST20	PRNC	482633	199805

Tableau 97 : Coordonnées géographiques des stations colonne d'eau hors d'influence – milieux marins.

Stations de suivi DGT	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST06	CEIL	501484	205880
NE60-B (2019)	PRNC	502172	203834
SW60-B (2019)	PRNC	502091	203739
SW180-B(2019)	PRNC	502004	203650
ST SW1000-B (2019)	PRNC	501465	203023
NE30 (2020)	PRNC	502420	203490
SW30 (2020)	PRNC	502373	203450
NE60 (2020)	PRNC	502439	203507
SW60 (2020)	PRNC	502342	203431
ST SW1000 (2020)	PRNC	501577	202870

Tableau 98 : Coordonnées géographiques des stations de suivi échantillonneurs passifs (DGT) – milieux marins.

Stations hors d'influence DGT	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST03	CEIL	499588	205228

Tableau 99 : Coordonnées géographiques des stations échantillonneurs passifs (DGT) hors d'influence – milieux marins.

Stations de suivi Sédiments	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST06	PRNC, CEIL	501484	205880
ST15	PRNC	490295	207411
ST16	PRNC	491614	205238

Tableau 100 : Coordonnées géographiques des stations de suivi sédiments – milieux marins.

Stations hors d'influence Sédiments	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST03	PRNC, CEIL	499588	205228
ST19	PRNC	491550	201621
ST18	PRNC	487654	204415
ST02	PRNC	503838	200748
ST07	PRNC	499398	202220
ST21	PRNC	495220	195033
ST14	PRNC	505018	208589
ST13	PRNC	488124	198422
ST20	PRNC	482633	199805

Tableau 101 : Coordonnées géographiques des stations sédiments hors d'influence – milieux marins.

Stations de suivi Flux MES	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST06-KW1	PRNC	501533	206033
ST15	PRNC	490295	207411
ST60-NE	PRNC	502441	203514

Tableau 102 : Coordonnées géographiques des stations de suivi flux sédimentaires – milieux marins.

Stations de suivi Biologiques	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
Bekwe	CEIL/CCCE	502331	206195
ST31	CEIL	501370	206601
ST32	CEIL	501086	206516
ST33	CEIL	501696	205964
ST34	CEIL	501333	205822
ST01	PRNC	490217	206821
ST12	PRNC	492083	205047
HE01	PRNC	501835	206345
HE03	PRNC	501800	206274
HO02	PRNC	500885	205902
HO04	PRNC	501150	205871

Tableau 103 : Coordonnées géographiques des stations de suivi biologiques – milieux marins.

Stations hors d'influence Biologiques	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
ST36	CEIL	499372	204692
ST37	CEIL	500074	205203
ST38	CEIL	499263	205769
ST39	CEIL	498717	205689
Bonne Anse	DAFE/CEN	490925	200757
ST17	PRNC	487604	204174
Casy	DAFE/CEN	487260	204917
ST35	PRNC	500521	205085
ST40	PRNC	506237	207296
ST28	PRNC	498703	201759
ST30	PRNC	501250	200677
ST29	PRNC	504127	200767
ST27	PRNC	505618	203565
Passe Toemo	CEIL/CCCE	504203	207393
ST42	PRNC	495445	195581
ST41	PRNC	509620	203070
Paradis	CEIL/CCCE	506838	212509
ST23	PRNC	485121	202094
Bodjo	CEIL/CCCE	484763	200547
Daa Moa	CEIL/CCCE	487292	197345
Nemondja	CEIL/CCCE	486589	196296
Kanga Daa	CEIL/CCCE	543849	177715
Daa Kouguié	CEIL/CCCE	545160	185699
Daa Yetaii	CEIL/CCCE	547398	185511

Tableau 104 : Coordonnées géographiques des stations biologiques hors d'influence – milieux marins

7.30 Annexe 30 : Composés organiques recherchés dans les sédiments récents des baies de Kwé et de Port Boisé – étude CÉIL/CCCE 2020

Station		ST03	ST06
Paramètre			
Alkylphenols			
4-t-Octylphenol	mg/kg MS	<0,010	<0,010
Nonylphenol (mixture of isomers)	mg/kg MS	<0,10	<0,10
Phthalates			
Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Butyl benzyl phthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Di-cyclohexylphthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Di-isobutylphthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Di-n-butyl phthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Di-n-octylphthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Di-n-propylphthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Di-pentylphthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Diethyl phthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Dimethyl phthalate	mg/kg MS	<0,80	<0,80
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)			
Acenaphthene	mg/kg MS	<0,0059	<0,0065
Acenaphthylene	mg/kg MS	<0,004	<0,0043
Anthracene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Benz(a)anthracene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Benzo(a)pyrene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0013
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Chrysene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Dibenzo(a,h)anthracene	mg/kg MS	<0,0012	<0,00064
Fluoranthene	mg/kg MS	<0,0058	<0,0083
Fluorene	mg/kg MS	<0,0014	<0,0079
Indeno(1,2,3,cd)pyrene	mg/kg MS	<0,0012	<0,0017
Naphthalene	mg/kg MS	<0,023	<0,033
Phenanthrene	mg/kg MS	<0,014	<0,017
Pyrene	mg/kg MS	<0,0035	<0,005

Tableau 105 : Résultats du suivi des composés organiques dans les sédiments récents des baies de Kwé et de Port Boisé – Source AEL.

7.31 Annexe 31 : Tableau des scores 2018 des paramètres chimiques et physicochimiques du milieu marin ne contribuant pas à la notation des zones

Etat chimique														Etat écologique																		
Paramètres chimiques														Paramètres physico-chimiques																		
Zone	Station	Métaux												S	Ca/Fe	Station	Profil aquatique				MES	Eléments majeurs				Sels nutritifs		Matières organiques				
		Mn	Ni	Cr	As	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Zn	T°	Turb.				Sal.	Fluor.	Mg ²⁺	Ca ²⁺		K ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	COP	NOP	NOD	POP	POD		
		M	M	E	M	E	E	M	E	E	M	E	E				M	M	P	E		E	E	E	E	E	E	M	E	E	E	E
Goro	ST14			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	↘	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Ile Ouen	ST13			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
	ST20			↗		→	→	→		↘	↘	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Baie Port Boisé	ST03*			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Baie Kwé	ST06*			↗		→	→	→		→	↘	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
	ST06-KW1	→	↘	↗	↗	→	→	→	→	→	→	↗	→	→	↗				↘				→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→
Bonne Anse	ST19			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Casy	ST18			↗		→	→	→		→	↘	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Baie Nord	ST15	↘	↘	→	↘	→	→	→	↘	↘	↘	→	→	→				→	→	→	→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→	→
Port de Prony	ST16			↗		→	→	→		→	→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Canal Havannah	ST02			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
	ST07			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				↗	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Ugo et Merlet	ST21			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
	ST05'			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				→	→	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
Emissaire	ST09'			↗		→	→	→		→	→	→	→	→				↗	↘	→		→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→	→
	ST60-NE	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→				↘				→	→	→	→	↘	→	→	→	→	→

Légende :	Code couleur des stations :	Nature du prélèvement :	Code couleur des scores :	Code de l'évolution temporelle (période 2014-2018) :
	Station sous influence de VNC	E Colonne d'eau	Non perturbé	↗ augmentation
	Station sous influence modérée de VNC	M Flux sédimentaires	Non perturbé	→ stabilité
Station hors influence de VNC	S Sédiments de surface	Modérément perturbé	Fortement perturbé	↘ diminution
	P Sédiments profonds		Non évalué	

Tableau 106: Scores 2018 des paramètres chimiques et physicochimiques ne contribuant pas à la notation des zones – milieux marins

7.32 Annexe 32 : Coordonnées géographiques des stations de suivi et hors d'influence – milieux eaux douces

Stations de suivi Physico-chimiques Rivières	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
3-E	PRNC	496393	210775
KOL	PRNC	496872	210608
4-N	PRNC	497416	210892
4-M	PRNC	498889	211632
KE-05	PRNC	499041	211014
1-A	PRNC	499142	210447
1-E	PRNC	500042	208315
6-Q	PRNC	492859	207679
6-S	PRNC	492809	207092
6-BNOR1	PRNC	492085	207594
6-T	PRNC	491882	207361
6-U	PRNC	491517	207491
TR-02	PRNC	501933	209805
TR-01	PRNC	503194	208775

Tableau 107 : Coordonnées géographiques des stations de suivi physicochimiques - rivières - milieux eaux douces.

Stations hors d'influence Physico-chimiques Rivières	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
3C	PRNC	499124	206972
WJ01	PRNC	503607	212255
FM13 Plaine des lacs	PRNC	497302	213783
PM05 Creek crete sud	PRNC	499348	210409
FM01 Kwé Binyi	PRNC	503247	215603
FM11 Wajana radier	PRNC	503581	212268
Trou Bleu	PRNC	499129	207012
KADJI 1	PRNC	490524	209410
WAJA 300	CEIL	504412	211801
Carenage Amont	CEIL	485200	212390
Carenage Aval	CEIL	486155	211082
Kaori Amont	CEIL	489922	212523
Kaori Aval	CEIL	488 832	211470
Kueb 300	CEIL	503271	215614
Kueb Amont	CEIL	500608	215028
Kueb Aval	CEIL	503028	215619
Kaor 200	CEIL	488737	211735

Tableau 108 : Coordonnées géographiques des stations physicochimiques hors d'influence - rivières - milieux eaux douces.

Stations de suivi Physico-chimiques Dolines	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
6-R	PRNC	493214	207052
DOL-10	PRNC	493402	208591
DOL-11	PRNC	493404	208841

Tableau 109 : Coordonnées géographiques des stations de suivi physicochimiques - dolines - milieux eaux douces.

Stations hors d'influence Physico-chimiques Dolines	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
Doline 1	CEIL	486691	212148
Doline 2	CEIL	486077	212230
Doline 3	CEIL	497037	214823
LAC-ROB-01	PRNC	502268	211941
LAC-ROB-02	PRNC	502155	212121
DOL-XW-02	PRNC	501732	212433
DOL-XW-03	PRNC	501769	212802
Doline croissant	CNRT	498 329	215 213
Doline Lac	CNRT	501 807	212 605
Petite doline	CNRT	502 196	212 492
Doline Bleue	CNRT	498 887	214 103
Doline Trou Tahitien	CNRT	498 847	214 495

Tableau 110 : Coordonnées géographiques des stations de suivi physicochimiques - dolines - milieux eaux douces.

Stations de suivi MIB	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
3-B	PRNC	496478	210820
KO5-20-I	PRNC	496730	212060
KO5-50-I	PRNC	496883	211259
KO4-20-I	PRNC	495534	211574
KO5-10-I	PRNC	496606	212760
4-N	PRNC	497416	210892
4-M	PRNC	498889	211632
KE-05	PRNC	499041	211014
1-A	PRNC	499142	210447
1-E	PRNC	500042	208315
5-E	PRNC	491895	209497
6-BNOR1	PRNC	492085	207594
6-T	PRNC	491882	207361
6-U	PRNC	491517	207491
TR-04	PRNC	502143	209111

Tableau 111 : Coordonnées géographiques des stations de suivi biologiques MIB - rivières - milieux eaux douces.

Stations hors d'influence MIB	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
Carenage Amont	CEIL	485200	212390
Carenage Aval	CEIL	486155	211082
Kaori Amont	CEIL	489922	212523
Kaori Aval	CEIL	488 832	211470
Kueb Amont	CEIL	500608	215028
Kueb Aval	CEIL	503028	215619

Tableau 112 : Coordonnées géographiques des stations biologiques MIB hors d'influence - rivières - milieux eaux douces.

Stations de suivi Diatomées	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
3-B	CEIL	496478	210820
4-M	CEIL	498889	211632
1-E	CEIL	500042	208315
6-S	CEIL	492809	207092
6-BNOR1	CEIL	492085	207594
6-T	CEIL	491882	207361
5-E	CEIL	491895	209497

Tableau 113 : Coordonnées géographiques des stations de suivi biologiques Diatomées - rivières - milieux eaux douces.

Stations hors d'influence Diatomées	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
3C	CEIL	499124	206972
WJ01	CEIL	499124	206972
Carenage Amont	CEIL	485200	212390
Carenage Aval	CEIL	486155	211082
Kaori Amont	CEIL	489922	212523
Kaori Aval	CEIL	488 832	211470
Kueb Amont	CEIL	500608	215028
Kueb Aval	CEIL	503028	215619

Tableau 114 : Coordonnées géographiques des stations biologiques Diatomées hors d'influence - rivières - milieux eaux douces.

Stations de suivi Poissons	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
CBN-01	PRNC	492903	207619
CBN-10	PRNC	491935	207388
CBN-30	PRNC	491517	207491
CBN-40	PRNC	491374	207696
CBN-70	PRNC	490900	207761
CBN-AFF-02	PRNC	492016	207323
KO4-50	PRNC	495942	211181
KO5-20-P	PRNC	496766	212074
KWO-10	PRNC	496341	210970
KWO-20	PRNC	496922	210495
KWO-60	PRNC	498265	210914
KWP-10	PRNC	498995	210557
KWP-40	PRNC	499825	208706
KWP-70	PRNC	500993	207789
TRU-70	PRNC	503465	208515

Tableau 115 : Coordonnées géographiques des stations de suivi biologiques poissons - rivières - milieux eaux douces.

Stations hors d'influence Poissons	Commanditaire du suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
TBL-50	PRNC	499126	207103
TBL-70	PRNC	499115	206947
KUB-40	PRNC	501075	214810
KUB-50	PRNC	502032	215188
KUB-60	PRNC	503519	215744
WAD-40	PRNC	503600	212257
WAD-50	PRNC	503947	212025
WAD-70	PRNC	504464	211798

Tableau 116 : Coordonnées géographiques des stations biologiques poissons hors d'influence - rivières - milieux eaux douces.

Piézomètres de suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y	Piézomètres de suivi	Coordonnée X	Coordonnée Y
4-z1	498045	211694	WK6-13	495682	210361
4-z2	498003	211658	WKBH102	495572	210620
4-z4	497790	211651	WKBH103	495639	210590
4-z5	497758	211494	WKBH12	495244	211143
WK17	495617	210613	WK6-10	495440	211026
WK20	495673	210663	WKBH109	495827	210560
WK17-20	495740	210666	WKBH110	495681	210677
PP1-A	494835	211429	WKBH110A	495684	210676
WKBH112A	495441	211554	WKBH111	495586	210742
WKBH114A	495879	211127	WKBH118	495593	210921
WKBH115B	496100	210899	WKBH118a	495591	210920
PP5-A	496386	210774	WKBH113	495518	211227
WKBH116B	496424	210707	WTBH9	496847	210477
WKBH117B	496361	210331	WKBH32	494571	211682
WK6-9A	495191	211087	12EX0083	495058	211869
WK6-11A	495479	210727	WK6-14	493803	209347
WK6-12A	495643	210520	11EX0480	493107	211155
WKBH102A	495573	210619	WTBH11	496976	209200
WK6-10A	495440	211029	WTBH02	497472	209925
WKBH109A	495824	210559	7-1	492150	205815
WKBH110B	495687	210675	7-2	492220	205805
WKBH118B	495589	210919	7-3	492185	205860
WKBH113A	495518	211227	6-1a	493460	207246
11EX0560	495058	211869	6-2a	493126	207428
WTBH11A	496974	209200	6-3a	493753	206736
11EX0481	493106	211153	6-7a	494404	206981
PP1-B	494835	211429	6-8a	493553	207645
WKBH112	495441	211554	6-14a	494014	207355
WKBH114	495881	211130	6-1	493460	207246
WKBH115	496103	210904	6-2	493126	207428
WKBH115A	496101	210901	6-3	493753	206736
PP5-B	496386	210774	6-4	493827	206864
WKBH116	496427	210702	6-5	494252	207902
WKBH116A	496425	210705	6-6	494162	207810
WKBH117	496357	210330	6-7	494404	206981
WKBH117A	496358	210330	6-8	493553	207645
WK6-9	495190	211086	6-13	494456	207581
WK6-11	495479	210728	6-14	494014	207355
WK6-12	495642	210520			

Tableau 117 : Coordonnées géographiques des piézomètres de suivi et de contrôle - eaux souterraines - milieux eaux douces.

Piézomètres hors d'influence	Coordonnée X	Coordonnée Y	Piézomètres hors d'influence	Coordonnée X	Coordonnée Y
10EX0187	495252	212571	10EX0205	494854	212770
10EX0193	497003	210666	10EX0209	495253	212577
10EX0204	497003	210666	10EX0214	497003	210666
10EX0206	494852	212767	10EX0221	495656	211780
10EX0210	495659	211781	11EX0474	492172	212004
10EX0212	496054	212175	11EX0476	491745	212827
10EX0213	496453	211977	12EX0090	490720	213789
10EX0215	497003	210666	09GH0008	503057	210489
10EX0228	497003	210666	10EX0229	499666	213022
10EX0230	499663	213022	10EX0231	500252	212813
10EX0233	500249	212814	10EX0240	500855	213431
10EX0241	500856	213430	10EX0252	501461	212247
10EX0259	501461	212247	10EX0284	499687	212523
10EX0286	499687	212523	10EX0288	499653	214425
10EX0290	499350	213790	10EX0291	499865	213499
10EX0295	499865	213499	10EX0302	500076	214029
10EX0296	499477	214216	10EX0307	500670	213811
10EX0298	499477	214216	10EX0331	500982	212885
10EX0304	500076	214029	10EX0341	501595	212617
10EX0306	500587	213962	10EX0350	499348	213790
10EX0308	499654	214424	11EX0403	497054	214399
10EX0311	500670	213811	11EX0409	496230	214383
10EX0333	500982	212885	11EX0424	495672	214558
11EX0371	501589	212915	11EX0429	500862	214002
11EX0372	501594	212620	11EX0431	502398	212018
11EX0408	497051	214402	11EX0433	498864	214675
11EX0413	496232	214384	11EX0440	498663	213791
11EX0427	495675	214558	11EX0450	498949	212462
11EX0435	498861	214674	11EX0452	498276	212815
11EX0444	498660	213790	11EX0455	499232	213019
11EX0461	498278	212813	11EX0462	502391	212022
13EX0150	498670	215490	11EX0465	500864	214006
13EX0151	499456	215467	13EX0143	498471	216253
13EX0157	498471	216251	TBH029	500116	210961
Lac Robert	502188	211979	TBH038	501933	211181
Lac Xere Wapo	501910	212485	TBH108	500960	210437
Grand Lac	494131	214468	10EX0238	501460	213632
Lac en Huit	491084	214390	11EX0449	499460	214826
10EX0239	501460	213628	11EX0463	500487	214438
11EX0471	500489	214437	09GH0001	502144	213177
11EX0473	499458	214828	09GH0003	502624	212567
10EX0161	496055	212179	10EX0332	501590	212917
10EX0162	496457	211581	09GH0005	503778	211457
10EX0164	496456	211982	12EX0228	494062	214176
10EX0178	496643	211786	12EX0242	494025	214006
10EX0190	497003	210666	09GH0013	503039	210346
10EX0199	497003	210666	11EX0493	497289	208304

Tableau 118 : Coordonnées géographiques des piézomètres hors d'influence - eaux souterraines - milieux eaux douces.

7.33 Annexe 33 : Liste des paramètres physicochimiques des milieux eaux douces

Type de paramètre	Nom du paramètre	Symbole	Unité (eau)	Seuil de qualité disponible ?	Seuil de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence		
Etat chimique	Paramètres chimiques	Métaux et métalloïdes dissous	Fer	Fe	mg/L	OUI	30%
			Manganèse	Mn	mg/L	OUI	30%
			Nickel	Ni	mg/L	OUI	35%
			Aluminium	Al	mg/L	OUI	30%
			Arsenic	As	mg/L	OUI	30%
			Mercuré	Hg	mg/L	NA	40%
			Cadmium	Cd	mg/L	NA	30%
			Cobalt	Co	mg/L	OUI	30%
			Chrome	Cr	mg/L	OUI	30%
			Chrome hexavalent	Cr(VI)	mg/L	OUI	30%
			Cuivre	Cu	mg/L	NA	30%
			Plomb	Pb	mg/L	NA	30%
			Zinc	Zn	mg/L	NA	30%
			Etain	Sn	mg/L	NA	30%
			Silicium	Si	mg/L	OUI	30%
			Silice	SiO ₂	mg/L	NA	40%
			Brome	Br	mg/L	NA	40%
	Fluorures	F	mg/L	OUI	40%		
	Soufre	S	mg/L	OUI	30%		
	Sulfates	SO ₄	mg/L	OUI	30%		
Hydrocarbures totaux	Ht	mg/Kg	NA	30%			
Etat écologique	Paramètres physico-chimiques	Profil aquatique	Température*	T°	°C	NA	NA
			pH*	pH	mg/L	OUI	40%
			Conductivité	Cond.	µS/cm	OUI	40%
			Turbidité	Turb.	NTU	OUI	40%
			Demande biochim. en ox. sous 5 j	DBO5	mg/L	NA	40%
			Demande chim. en ox.	DCO	mg/L	NA	40%
			Oxygène dissous*	OD	mg/L	OUI	40%
			Potentiel d'oxydo-red.*	ORP	mg/L	NA	40%
			Titre alcalimétrique	TA	°f	NA	40%
			Titre alcal.complet	TAC	°f	NA	35%
		Matière en suspension	MES	mg/L	OUI	30%	
		Eléments majeurs	Chlorures	Cl	mg/L	OUI	40%
			Magnésium	Mg	mg/L	OUI	30%
	Sodium		Na	mg/L	OUI	30%	
	Calcium		Ca	mg/L	NA	30%	
	Potassium		K	mg/L	OUI	30%	
	Sels nutritifs	Nitrites	NO ₂	mg/L	OUI	40%	
		Nitrates	NO ₃	mg/L	OUI	30%	
		Ammoniac	NH ₃	mg/L	NA	30%	
	Mat. org.	Phosphates	PO ₄	mg/L	OUI	30%	
		Carbone org. total	COt	mg/L	NA	40%	
		Azote total	Nt	mg/L	NA	40%	
	Phosphore	P	mg/L	NA	30%		
Légende							
Cond. Paramètre physico-chimique Clé * : cas particuliers NA : Non attribué							

Tableau 119 : Liste des paramètres suivis dans les eaux de surface et seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence associée

Cas particuliers (paramètres indiqués dans le tableau d'une étoile) : Pour les paramètres Oxygène dissous et Potentiel d'oxydoréduction, ce n'est pas le pourcentage de valeurs supérieures au

percentile 75 qui est considéré mais le pourcentage de valeur inférieures au percentile 25. En ce qui concerne le paramètre pH, les deux percentiles (25 et 75) doivent être considérés. Le paramètre Température est quant à lui analysé par rapport aux valeurs qui seraient anormalement hautes ou basses en comparaison des minimums et maximums observés au niveau des gammes de référence.

Informations sur les paramètres physico-chimiques des milieux eaux douces

Le potentiel Hydrogène (pH) mesure l'activité des ions hydrogènes en solution et permet de déterminer le caractère acide ou basique d'une solution.

La conductivité permet de mesurer la capacité d'une solution à conduire le courant. Elle donne des informations importantes sur le niveau de minéralisation de l'eau.

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en particules organiques et inorganiques qui la rendent trouble, tels que les matières en suspensions, les micro-algues, etc. Il s'agit d'une caractéristique optique de l'eau.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) représente l'ensemble des matières oxydables (biodégradables ou non), tandis que la Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5) représente uniquement la part des matières organiques biodégradables.

Le potentiel d'oxydoréduction (ORP) traduit les caractéristiques oxydantes et réductrices d'un milieu aquatique, c'est-à-dire la capacité d'une espèce chimique à gagner ou perdre des électrons. Un potentiel d'oxydoréduction élevé (milieu oxydant) signifie qu'il y a beaucoup d'oxygène dans l'eau, permettant aux bactéries de décomposer efficacement les matières organiques.

Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) exprime l'alcalinité de l'eau, c'est-à-dire sa teneur en ions hydroxydes (HO), carbonates (CO₃) et en bicarbonates (HCO₃). L'alcalinité de l'eau joue un rôle important dans le pouvoir tampon de l'eau qui permet de stabiliser le pH (l'augmentation du TAC conduit à une augmentation du pH). Le Titre Alcalimétrique (TA) exprime quant à lui uniquement la teneur en ion carbonates (CO₃).

Seuils de dépassement du percentile 75 des gammes de référence - eaux de surface

Afin de déterminer les seuils de dépassement du percentile 75 de chaque paramètre, la démarche a été de s'assurer que les stations de référence ne dépassent pas elles-mêmes ces seuils, étant donné qu'une station de référence (donc hors d'influence) est censée par définition obtenir un score « Bon ».

Pour les années où plus de 10 données ont été mesurées, les stations de référence 3-C et WJ-01 ont été comparées à leurs percentiles 75 de référence respectifs afin de déterminer les pourcentages de dépassement obtenus (% de valeurs > Per75). Des scores ont alors été attribués à ces stations en testant différents seuils de dépassement du percentile 75 de référence (25%, 30%, 35% et 40%).

Il a été décidé de retenir comme seuil de dépassement du paramètre, le seuil de dépassement pour lequel le pourcentage d'année où les stations de référence ont obtenu un score « Fortement perturbé » est inférieur à 10%. Pour les paramètres dont les seuils n'ont pu être déterminés en raison d'un nombre insuffisant de données mesurées en station de référence, un seuil de 40% a été retenu par principe de précaution.

Type de paramètre	Nom du paramètre	Symbole	Unité	Seuil de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence (Aquifère Principal)	Seuil de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence (Aquitard Latéritique)	
Paramètres physico-chimiques	Métaux et métalloïdes dissous	Fer	Fe	mg/L	40%	40%
		Manganèse	Mn	mg/L	40%	30%
		Nickel	Ni	mg/L	40%	40%
		Aluminium	Al	mg/L	40%	40%
		Arsenic	As	mg/L	40%	40%
		Mercure	Hg	mg/L	40%	40%
		Cadmium	Cd	mg/L	40%	40%
		Cobalt	Co	mg/L	40%	40%
		Chrome	Cr	mg/L	35%	40%
		Chrome hexavalent	Cr(VI)	mg/L	40%	40%
		Cuivre	Cu	mg/L	40%	40%
		Plomb	Pb	mg/L	40%	40%
		Zinc	Zn	mg/L	40%	40%
		Silicium	Si	mg/L	40%	40%
		Silice	SiO ₂	mg/L	40%	30%
		Brome	Br	mg/L	40%	40%
		Etain	Sn	mg/L	40%	40%
	Brome	Br	mg/L	40%	40%	
	Fluorures	F	mg/L	40%	40%	
	Soufre	S	mg/L	40%	40%	
	Sulfates	SO ₄	mg/L	40%	30%	
	Hydrocarbures totaux	Ht	mg/Kg	40%	40%	
	Profil aquatique	Température	T°	°C	NA	NA
		pH*	pH	mg/L	40%	40%
		Conductivité	Cond.	µS/cm	35%	30%
		Turbidité	Turb.	NTU	40%	40%
		Demande biochim. en ox. sous 5 j	DBO ₅	mg/L	40%	40%
		Demande chim. en ox.	DCO	mg/L	40%	40%
		Oxygène dissous*	OD	mg/L	40%	40%
		Potentiel d'oxydo-red*	ORP	mg/L	40%	40%
		Titre alcalimétrique	TA	°f	40%	40%
	Titre alcal. complet	TAC	°f	40%	40%	
	Éléments majeurs	Chlorures	Cl	mg/L	40%	40%
Magnésium		Mg	mg/L	35%	30%	
Sodium		Na	mg/L	40%	40%	
Calcium		Ca	mg/L	40%	30%	
Potassium		K	mg/L	40%	30%	
Ammoniac		NH ₃	mg/L	40%	40%	
Phosphore		P	mg/L	40%	40%	
Sels nutritifs	Nitrites	NO ₂	mg/L	40%	40%	
	Nitrates	NO ₃	mg/L	30%	30%	
	Ammoniac	NH ₃	mg/L	40%	40%	
	Phosphates	PO ₄	mg/L	30%	30%	
Mat. org.	Carbone org. total	COt	mg/L	40%	40%	
	Azote total	Nt	mg/L	40%	40%	
	Phosphore	P	mg/L	40%	40%	

Tableau 120 : Liste des paramètres suivis dans les eaux souterraines et seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence associé

Cas particuliers (paramètres indiqués dans le tableau d'une étoile) : Pour les paramètres Oxygène dissous et Potentiel d'oxydoréduction, ce n'est pas le pourcentage de valeurs supérieures au percentile 75 qui est considéré mais le pourcentage de valeur inférieures au percentile 25. En ce qui concerne le paramètre pH, les deux percentiles (25 et 75) doivent être considérés. Le paramètre Température est quant à lui analysé par rapport aux valeurs qui seraient anormalement hautes ou basses en comparaison des minimums et maximums observés au niveau des gammes de référence.

Seuils de dépassement du percentile 75 des gammes de référence - eaux souterraines

Afin de déterminer les seuils de dépassement du percentile 75 de chaque paramètre, la démarche a été de s'assurer que les piézomètres de référence ne dépassent pas eux-mêmes ces seuils, étant donné qu'un piézomètre de référence (donc hors d'influence) est censée par définition obtenir un score « Bon ».

Pour ce faire, les données mesurées en piézomètres de référence (37 piézomètres appartenant à l'aquifère principal d'une part et 23 piézomètres appartenant à l'aquitard latéritique d'autre part) sur la période 2011-2015 ont été comparées à leurs percentiles 75 de référence respectifs afin de déterminer les pourcentages de dépassement obtenus (% de valeurs > Per75). Des scores ont alors été attribués à ces piézomètres en testant différents seuils de dépassement du percentile 75 de référence (25%, 30%, 35% et 40%).

Il a été décidé de retenir comme seuil de dépassement du paramètre, le seuil de dépassement pour lequel le pourcentage de piézomètres de référence ayant obtenu un score « Fortement perturbé » est inférieur à 10%. Pour les paramètres dont les seuils n'ont pu être déterminés en raison d'un nombre insuffisant de données mesurées en station de référence, un seuil de 40% a été retenu par principe de précaution.

7.34 Annexe 34 : Gammes de référence physico-chimiques -eaux douces

Type de paramètre	Nom du paramètre	Symbole	Percentiles 75 (Seuil de qualité rivière)	Percentiles 75 (Gamme de référence rivière)	Percentiles 75 (Gamme de référence doline)		
Etat chimique	Paramètres chimiques	Métaux et métalloïdes dissous	Fer	Fe	0,0665	0,05	0,0560
			Manganèse	Mn	0,00825	0,005	0,0062
			Nickel	Ni	0,016	0,02	0,0098
			Aluminium	Al	0,05	0,05	0,0189
			Arsenic	As	0,02	0,02	0,0034
			Mercure	Hg	NA	0,1	NA
			Cadmium	Cd	NA	0,005	0,0000137
			Cobalt	Co	0,01	0,005	0
			Chrome	Cr	0,01	0,01	0,0076
			Chrome hexavalent	Cr(VI)	0,01	0,008	NA
			Cuivre	Cu	NA	0,005	0,000062
			Plomb	Pb	NA	0,01	0
			Zinc	Zn	NA	0,05	0,0125
			Etain	Sn	NA	0,01	NA
			Silicium	Si	5,7166	5	0,0464
			Silice	SiO ₂	NA	10,95	NA
		Brome	Br	NA	0,1	NA	
		Fluorures	F	0,05	0,05	NA	
		Soufre	S	1	1	0,7173	
		Sulfates	SO ₄	2,4	2,3	1,79	
Hydrocarbures totaux	Ht	NA	5	NA			
Etat écologique	Paramètres physico-chimiques	Profil aquatique	Température	T°	NA	25,625	24,73
			pH	pH	7,885	7,86	5,02
			Conductivité	Cond.	116,25	95,975	37
			Turbidité	Turb.	1,7025	2,2	12,8
			Demande biochim. en ox. sous 5 j	DBO5	NA	1	NA
			Demande chim. en ox.	DCO	NA	5	NA
			Oxygène dissous	OD	8,545	8,56	8,03
			Potentiel d'oxydo-red.	ORP	NA	NA	446
			Titre alcalimétrique	TA	NA	1	NA
			Titre alcal. complet	TAC	NA	29	NA
		Matière en suspension	MES	2,5	2,5	NA	
		Éléments majeurs	Chlorures	Cl	11,8	11,7	7,62575
			Magnésium	Mg	8,7	8,075	0,546
			Sodium	Na	6,33	6	3,8
			Calcium	Ca	NA	0,5	0,141
			Potassium	K	0,2	0,2	0,154
		Sels nutritifs	Nitrites	NO ₂	0,05	0,05	0,0598
			Nitrates	NO ₃	0,5	0,6	NA
			Ammoniac	NH ₃	NA	0,05	NA
			Phosphates	PO ₄	0,2	0,1	NA
		Mat. org.	Carbone org. total	COt	NA	1,1	NA
			Azote total	Nt	NA	0,4525	NA
			Phosphore	P	NA	0,05	0,0023

Tableau 121 : Valeurs des percentiles 75 calculés pour chaque gamme de référence -eaux de surface

Type de paramètre	Nom du paramètre	Symbole	Piezomètres utilisés pour calculer la gamme de référence	Percentiles 75 (gamme de référence aquifère latéritique)	Percentiles 75 (gamme de référence aquifère principal)	Percentiles 75 (gamme de référence mixte aquifères latéritique et principal)	
Paramètres physico-chimiques	Métaux et métalloïdes dissous	Fer	Fe	Volontaire	0,026	0,049	0,046
		Manganèse	Mn	Volontaire	0,0464	0,02725	0,041
		Nickel	Ni	Contrôle	0,02	0,01	0,01
		Aluminium	Al	Volontaire	0,027	0,01525	0,02
		Arsenic	As	Contrôle	0,02	0,02	0,02
		Cadmium	Cd	Contrôle	0,01	0,01	0,01
		Cobalt	Co	Contrôle	0,01	0,01	0,01
		Chrome	Cr	Volontaire	0,022	0,032	0,027
		Chrome hexavalent	Cr(VI)	Volontaire	0,028	0,035	0,032
		Cuivre	Cu	Contrôle	0,01	0,01	0,01
		Plomb	Pb	Contrôle	0,01	0,01	0,01
		Zinc	Zn	Contrôle	0,1	0,1	0,1
		Silicium	Si	Contrôle	8	14	10,1
		Silice	SiO ₂	Volontaire	4,5	17,925	15,4
	Etain	Sn	Contrôle	0,01	0,01	0,01	
	Brome	Br	Contrôle	0,2	0,2	0,2	
	Fluorures	F	Volontaire	0,1	0,1	0,1	
	Soufre	S	Contrôle	1	1	1	
	Sulfates	SO ₄	Volontaire	3,94	3,17	3,3	
	Hydrocarbures totaux	Ht	Contrôle	10	10	10	
	Profil aquatique	Température	T°	Contrôle	23,9	23,7	23,8
		pH	pH	Volontaire	7,6	8,3	8,1
		Conductivité	Cond.	Volontaire	71,12	159,125	135
		Turbidité	Turb.	Contrôle	NA	60,1	60,1
		Demande biochim. en ox. sous 5 j	DBO ₅	Contrôle	2,5	1,75	2
		Demande chim. en ox.	DCO	Contrôle	10	10	10
		Oxygène dissous	OD	Contrôle	8,135	8,43	8,3625
		Potentiel d'oxydo-red	ORP	Volontaire	277	259,25	270
		Titre alcalimétrique	TA	Contrôle	2	2	2
	Titre alcalimétrique complet	TAC	Contrôle	42	82	78	
	Matière en suspension	MES	Contrôle	600	946	803	
	Éléments majeurs	Chlorures	Cl	Volontaire	10,92	10,535	10,63
		Magnésium	Mg	Volontaire	3,72	16	13,6
Sodium		Na	Volontaire	6,7	7,17	7,01	
Calcium		Ca	Volontaire	1,66	1,9	1,8	
Potassium		K	Volontaire	1,36	0,5	0,8	
Sels nutritifs	Nitrites	NO ₂	Volontaire	0,064	0,077	0,0725	
	Nitrates	NO ₃	Volontaire	1,2	0,515	0,7	
	Ammoniac	NH ₃	Contrôle	0,1	0,1	0,1	
	Phosphates	PO ₄	Volontaire	0,5	0,5	0,5	
Mat. org.	Carbone org. total	COt	Contrôle	0,85	1,75	1,45	
	Azote total	Nt	Contrôle	0,65	0,7	0,7	
	Phosphore	P	Contrôle	0,1	0,1	0,1	

Tableau 122 : Valeurs des percentiles 75 calculés pour chaque gamme de référence -eaux souterraines

Etat chimique														Etat écologique																	
Paramètres chimiques														Paramètres physico-chimiques																	
Zone	Station	Métaux										S	Ca/Fe	Station	Profil aquatique				MES	El. Maj. Ca	Sels nutritifs NO ₂ ⁻ /NO ₃ ⁻	Matières organiques									
		Mn	Ni	Cr	As	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Zn				T°	Turb.	Sal.	Fluor.				COP	NOP	NOD	POP	POD					
		M	M	E	M	E	E	E	M	E	E				M	E	E	M				M	R	E	E	E	E	E	M	E	E
Baie Kwé	ST06*															ST06*															
	ST06-KW1															ST06-KW1															
Baie Nord	ST15														ST15																
Port de Prony	ST16														ST16																
Emissaire	ST09'														ST09'																
	ST60-NE														ST60-NE																

Légende :	Code couleur des stations :			Nature du prélèvement :			Code couleur des scores :		
		Station sous influence forte de PRNC		E	Colonne d'eau		Non perturbé		Fortement perturbé
		Station sous influence modérée de PRNC		M	Flux sédimentaires		Non perturbé		Inconnu
	Station hors influence de PRNC		S	Sédiments de surface		Modérément perturbé		Non évalué	
			R	Sédiments profonds		Fortement perturbé			

Tableau 124 : Scores des paramètres chimiques et physico-chimiques 2019 (ne contribuant pas à la notation des scores des stations) des stations sous influence forte de PRNC – milieux marins.

Etat chimique																	Etat écologique											
Zone	Station	Paramètres chimiques															Score 2019 par station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.			Score 2019 par station	
		Métaux														S		Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)			
		Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co							Fe		NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt		PRNC	Acropora /RORC	CEIL/CCCE
		E	DGT	S	R	E	DGT	S	R	E	S	R	S	R	S	R		S	R	R								
Goro	ST14																											
Ile Ouen	ST13																											
	ST20																											
Baie Port Boisé	ST03*																											
Pointe Puka																												
Bonne Anse	ST19																											
Casy	ST18																											
Canal Havannah	ST02																											
	ST07																											
Ugo et Merlet	ST21																											
	ST05'																											
Ile des Pins																												

Légende :	Code couleur des stations :	Nature du prélèvement :	Code couleur des scores :
	<ul style="list-style-type: none"> Station sous influence forte de PRNC Station sous influence modérée de PRNC Station hors influence de PRNC 	<ul style="list-style-type: none"> Colonne d'eau Echantillonneurs passifs Flux sédimentaires Sédiments de surface Sédiments profonds 	<ul style="list-style-type: none"> Non perturbé Non perturbé Modérément perturbé Fortement perturbé Fortement perturbé Non évalué

Tableau 125 : Scores des états chimiques et écologiques 2019 des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC – milieux marins.

Etat chimique														Etat écologique																					
Paramètres chimiques														Paramètres physico-chimiques																					
Zone	Station	Métaux												S	Ca/Fe		Station	Profil aquatique				MES	El. Maj. Ca	Sels nutritifs NO ₂ ⁻ /NO ₃ ⁻	Matières organiques										
		Mn	Ni	Cr	As	Cd	Co	Cu	Fe	Pb	Zn	T°	Turb.		Sal.	Fluor.		COP	NOP	NOD	POP				POD										
		M	M	E	M	E	E	E	M	E	E	M	E		E	M		M	R	E	E				E	E	E	M	E	E	E	E	E	E	
Goro	ST14																ST14																		
Ile Ouen	ST13																ST13																		
	ST20																ST20																		
Baie Port Boisé	ST03*																ST03*																		
Bonne Anse	ST19																ST19																		
Casy	ST18																ST18																		
Canal Havannah	ST02																ST02																		
	ST07																ST07																		
Ugo et Merlet	ST21																ST21																		
	ST05'																ST05'																		

Légende :		Station sous influence forte de PRNC		E	Colonne d'eau		Non perturbé		Fortement perturbé
		Station sous influence modérée de PRNC		M	Flux sédimentaires		Non perturbé		Inconnu
		Station hors influence de PRNC		S	Sédiments de surface		Modérément perturbé		Non évalué
				R	Sédiments profonds		Fortement perturbé		

Tableau 126 : Scores des paramètres chimiques et physico-chimiques 2019 (ne contribuant pas à la notation des scores des stations) des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC – milieux marins.

7.38 Annexe 38 : Score 2019 – milieux terrestres

Zone	Station	Compartment Air (sanitaire)			Compartment Air (environnement)					Compartment Flore		Compartment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2019 par station	SO2	Nox	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2019 par station	MFIP	Symptomatologie	Score 2019 par station	Avifaune	Score 2019 par station
Mine (Kwé Nord et Est)	Forêt Kwé Est													
	Forêt Kwé Nord													
	Forêt Jaffré													
	Forêt Carrière													
Mine (Kwé Ouest et parc à résidu)	Forêt S2													
	Forêt Tuyau (SMLT)													
	FA													
	FSMLT													
	FKN1													
	FTM													
	FCPKE													
	FKE													
	FCAP1													
	FT													
Base vie	SO28													
	Base vie (Métaux retombées)													
	Base vie (Métaux PM10)													
Usine et BV Creek Baie Nord	Base vie (Mesures en continu)													
	Usine -Auxiliaire (Mesures en continu)													
	PS10													
	PS14													
	SO1 (PS11)													
	SO3													
	SO4													
	SO5													
	SO6 (PS17)													
	SO8													
	SO9													
	SO10													
	SO11													
	SO12													
	SO13													
	SO14													
	SO15													
	SO16													
	SO17													
	SO19													
	SO21													
	SO22													
	SO23 (PS23)													
	SO24													
	SO25 (PS13)													
SO26														
U1														
U2														
U4														
U7														
U9														
U11														
U13														
U14														
U15														
U16														
U18														
U19														
U20														
U21														
U23														
U25														

Légende

Code couleur des stations :

- Station sous influence forte de VNC
- Station sous influence modérée de VNC
- Station hors d'influence de VNC

Code couleur des scores :

- Non perturbé
- Non perturbé
- Modérément perturbé
- Fortement perturbé
- Fortement perturbé
- Inconnu
- Non évalué

Précisions concernant les suivis:

- SO2/Tube passif Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment
- Métaux dans PM10 et retombées Parmi les métaux suivis dans les retombées de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel

Tableau 130 : Scores 2019 des compartiments Air, Flore et Faune des stations sous influence forte de PRNC - milieux terrestres.

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore					Compartiment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2019 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2019 par station	Soufre (sol-litière-feuille)	Azote (sol-litière-feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2019 par station	Avifaune	Score 2019 par station
Pic du Grand Kaori et Pépinière	Pic du Grand Kaori (Mesures en continu)																
	Pic du Grand Kaori																
	PGK1																
	PGK2																
	PGK3																
	PGK4																
	SO20 (PS25) SO27																
Forêt Nord	Forêt Nord (Métaux retombées)																
	Forêt Nord (Métaux PM10)																
	Forêt Nord (Mesures en continu)																
	Forêt Nord (côté Port Boisé)																
	FN1																
	FN2																
	FN3																
	FN4																
	PS 19																
	PS 29																
	PS 30																
BV Port Boisé	U3																
	U6																
	U10																
Forêt Est du plateau de Goro	Port Boisé (Métaux retombées)																
	Wadjana																
	Forêt mine des japonais FWAD2																
Pic du Pin	Pic du Pin																
	PP1																
	PP2																

<p>Légende</p> <p>Code couleur des stations :</p> <ul style="list-style-type: none"> Station sous influence forte de VNC Station sous influence modérée de VNC Station hors d'influence de VNC 	<p>Code couleur des scores :</p> <ul style="list-style-type: none"> Non perturbé Non perturbé Modérément perturbé Fortement perturbé Fortement perturbé Inconnu Non évalué 	<p>Précisions concernant les suivis:</p> <table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>SO2/Tube passif</td> <td>Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment</td> </tr> <tr> <td>Métaux dans PM10 et retombées</td> <td>Parmi les métaux suivis dans les retombées de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel</td> </tr> </table>	SO2/Tube passif	Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment	Métaux dans PM10 et retombées	Parmi les métaux suivis dans les retombées de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel
SO2/Tube passif	Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment					
Métaux dans PM10 et retombées	Parmi les métaux suivis dans les retombées de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel					

Tableau 131 : Scores 2019 des compartiments Air, Flore et Faune des stations sous influence modérée et hors d'influence de PRNC - milieux terrestres.

7.39 Annexe 39: Caractérisation des stations eaux douces sous influence et hors d'influence du complexe industriel et minier de PRNC

7.39.1 Bassin versant du Creek Baie Nord

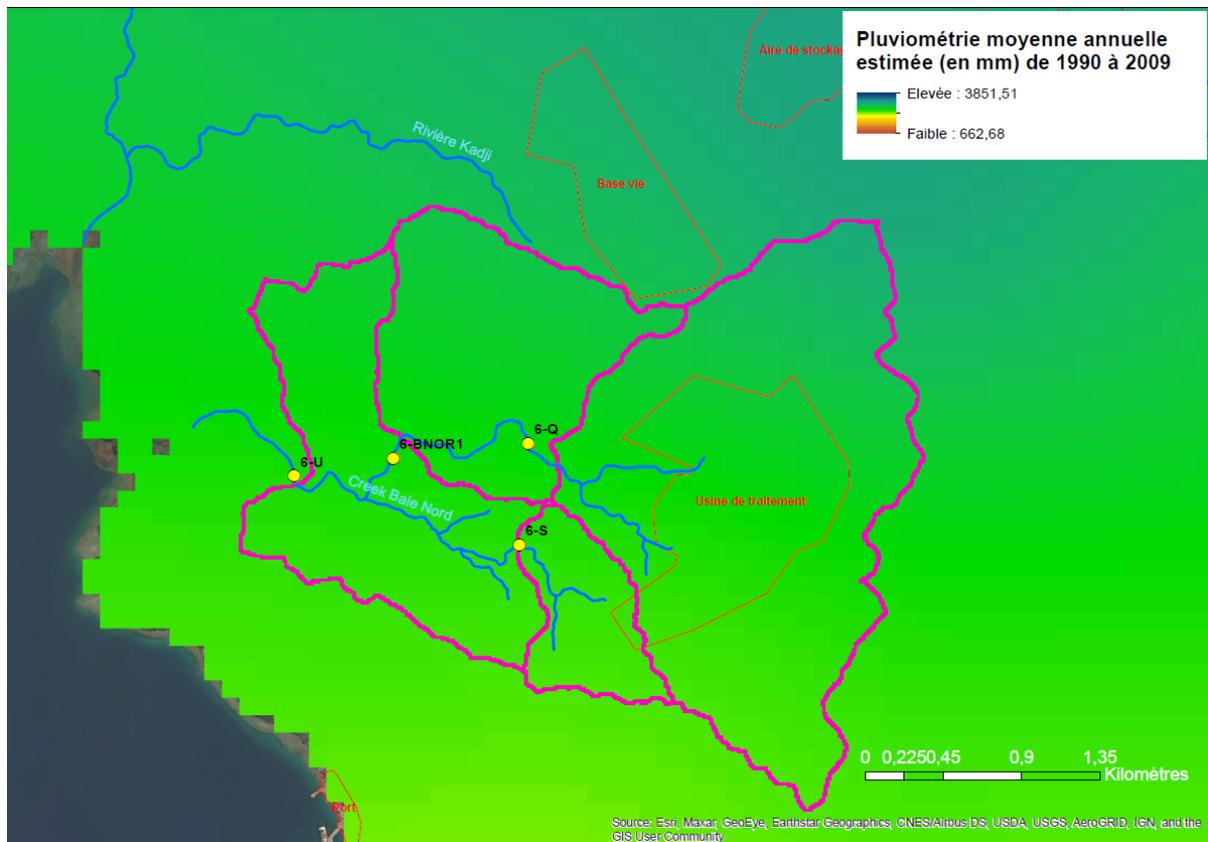


Figure 140: Pluviométrie moyenne annuelle sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.



Figure 141 : Géologie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

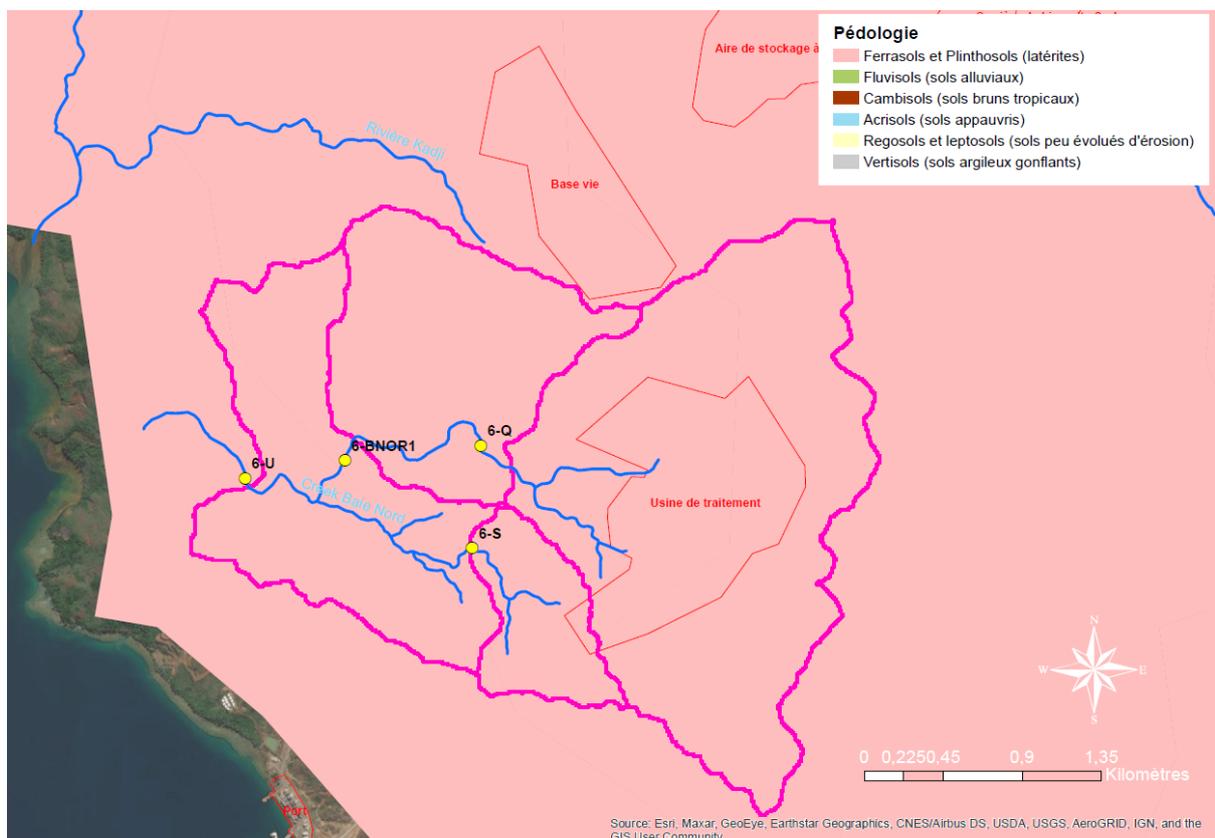


Figure 142 : Pédologie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

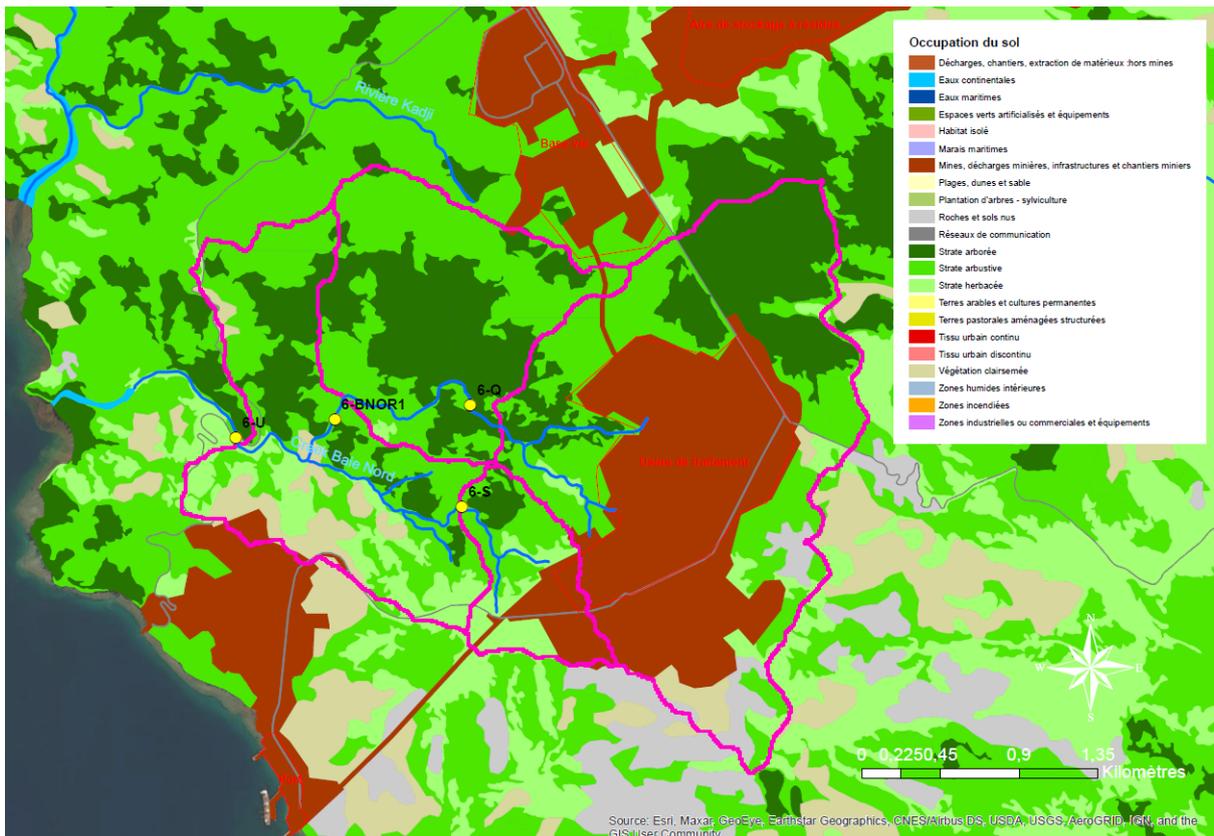


Figure 143 : Mode d'occupation des sols (dont strates végétales herbacées, arbustives et arborées) des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

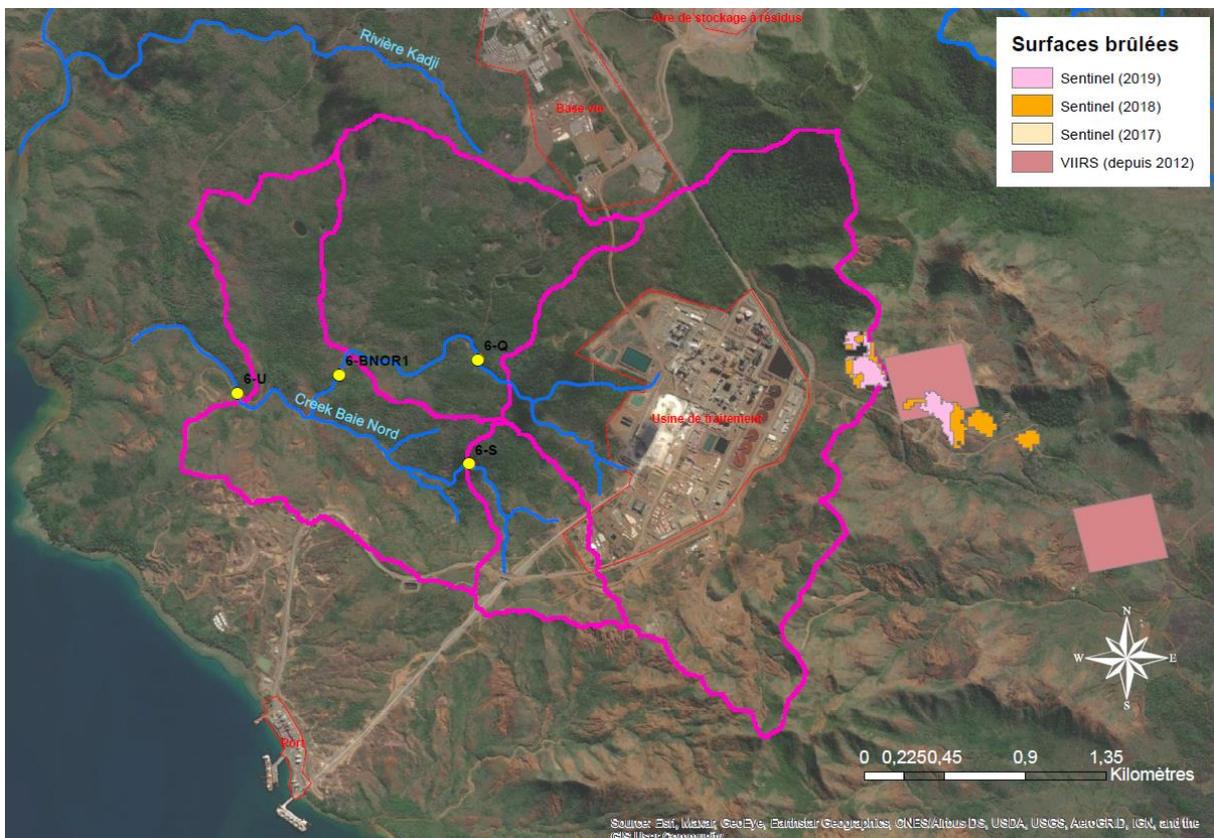


Figure 144 : Surfaces incendiées d'après le capteur VIIRS (2012 à 2019) et le satellite Sentinel 2 (2017, 2018 et 2019) sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

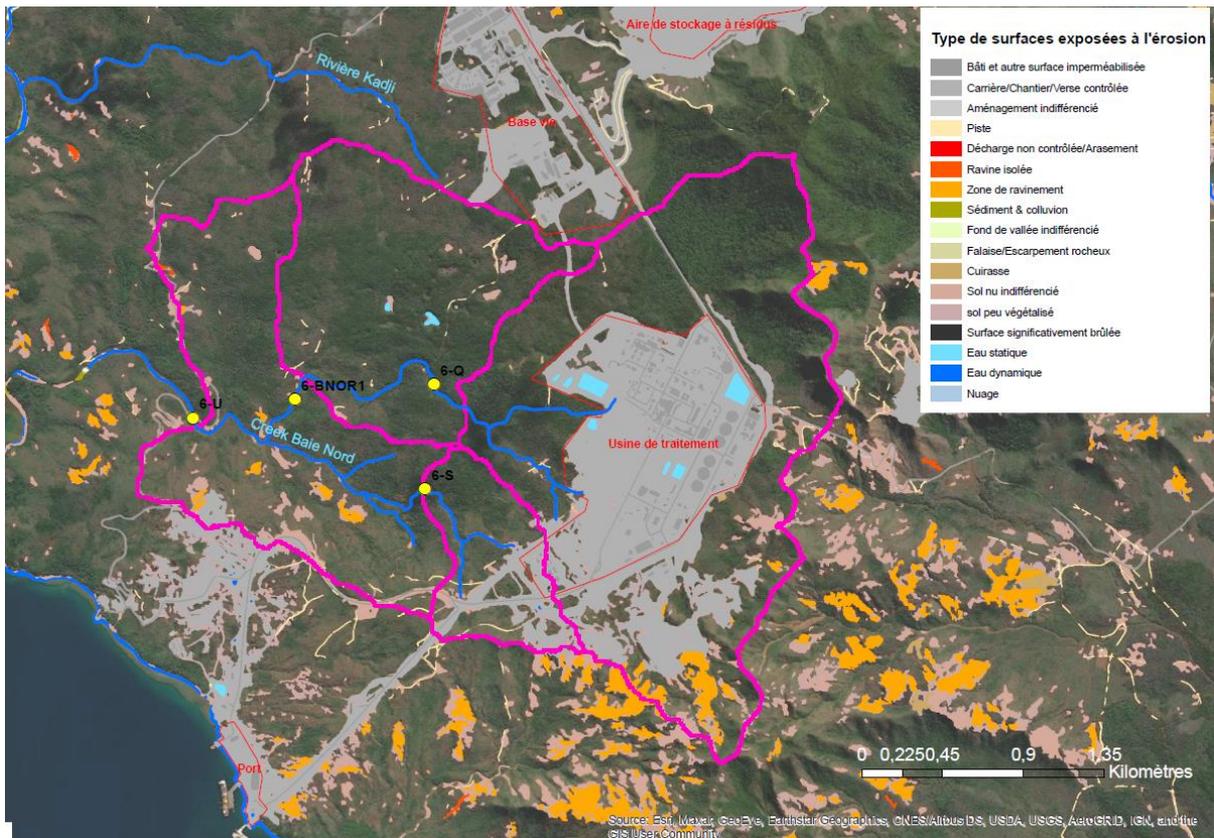


Figure 145 : Type de surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

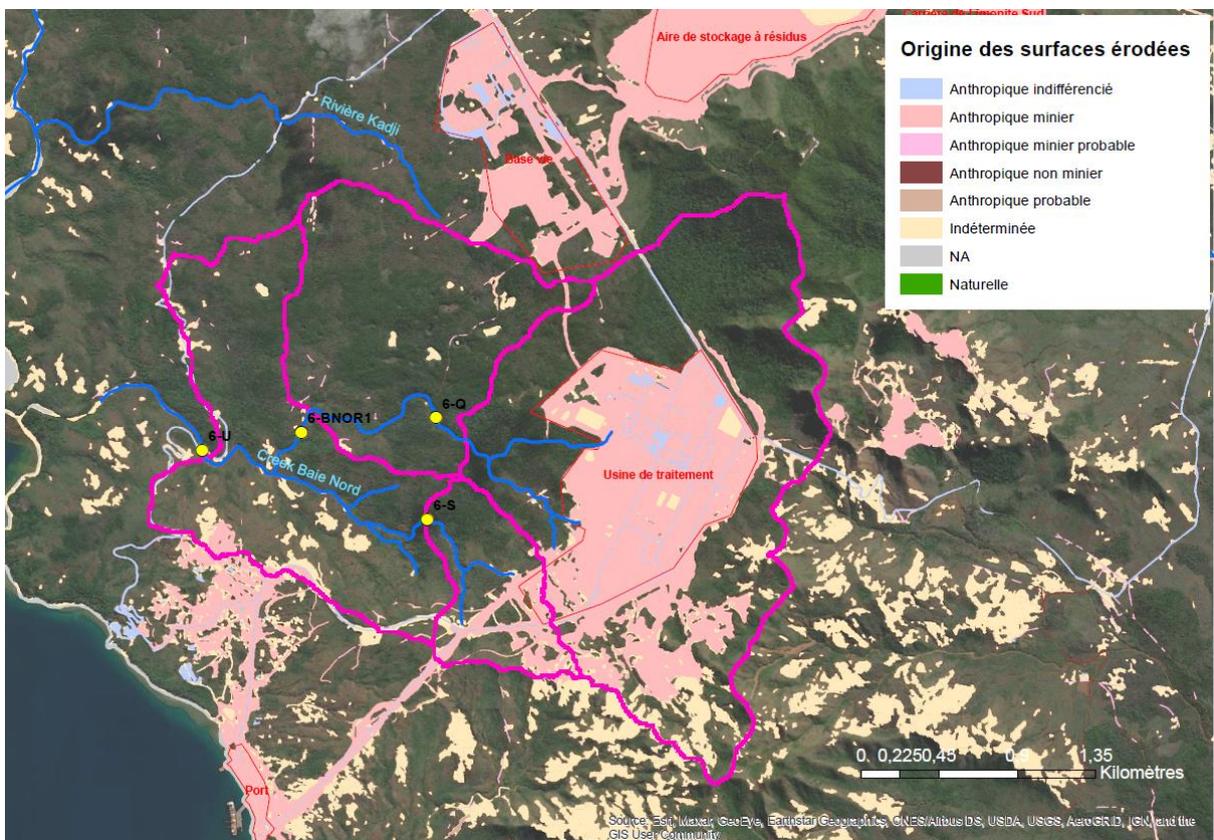


Figure 146 : Origine des surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

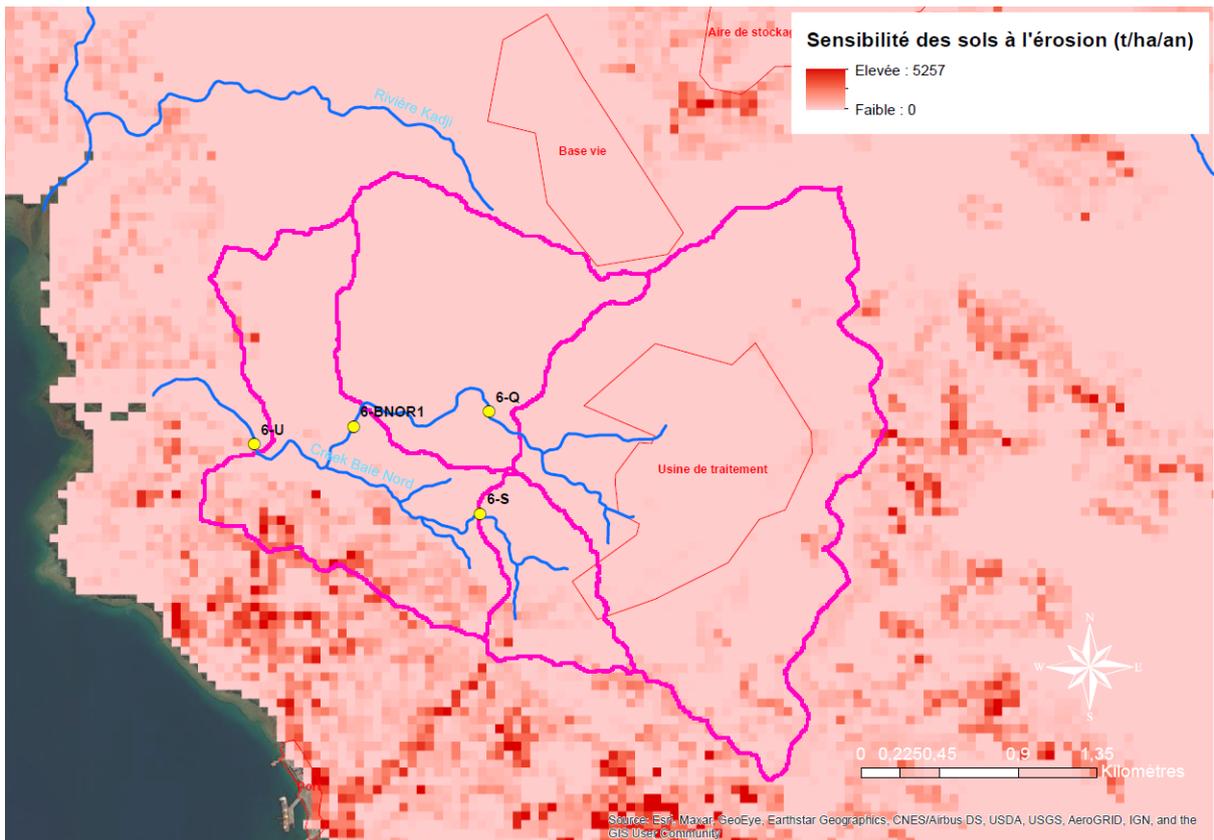


Figure 147 : Sensibilité des sols à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

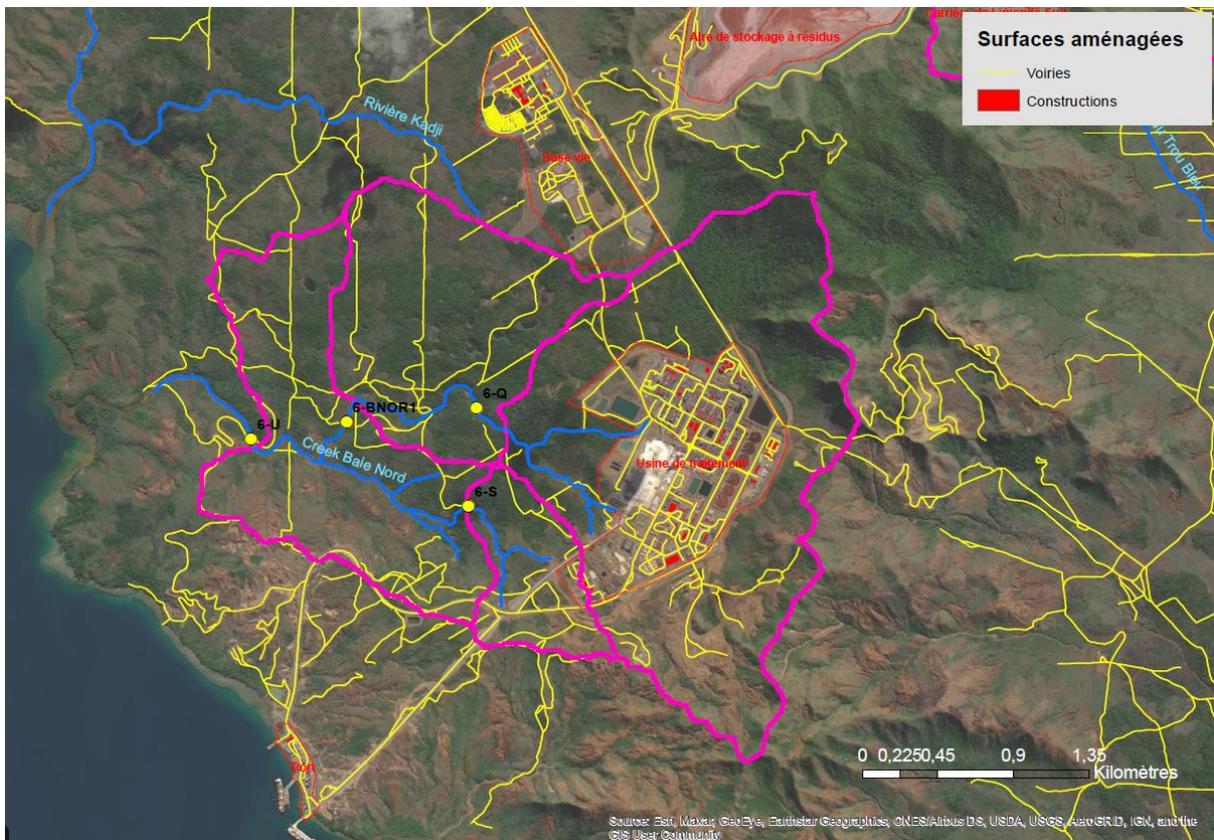


Figure 148 : Voiries et constructions sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

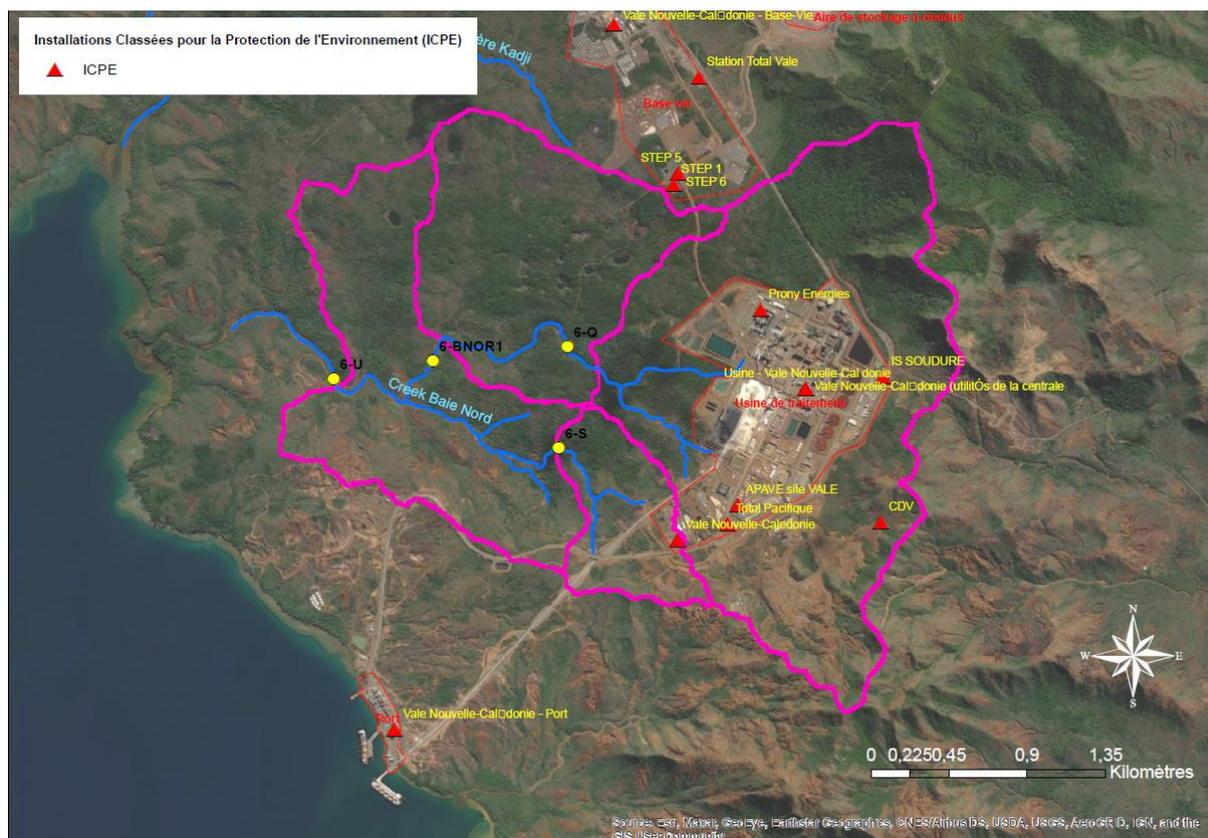


Figure 149 : Installations classées pour l'environnement (ICPE) sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

Influences	Unité	Grands bassins				Bassins moyens
		6U	6T	6BNOR1	6Q	6S
Crêtes environnementaux						
Surface totale	ha	858,37	722,86	601,27	424,38	60,67
Hydroécocorégion D	% de surface totale du bassin	100	100	100	100	100
Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	2347	2376	2403	2388	2218
Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	99,82	99,92	99,90	99,94	100
Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	0,18	0,08	0,10	0,06	0
Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	100	100	100	100	100
Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0
Végétation totale	% de surface totale du bassin	69,32	67,21	64,75	50,26	66,62
Végétation arborée	% de surface totale du bassin	26,35	27,26	29,56	21,43	9,97
Pressions						
Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0
Incendie sentinelle 2017	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0
Incendie sentinelle 2018	% de surface totale du bassin	0,47	0,56	0,67	0,95	0
Incendie sentinelle 2019	% de surface totale du bassin	0,33	0,39	0,48	0,68	0
Surfaces exposées à l'érosion (toutes origines confondues)	% de surface totale du bassin	25,54	28,26	30,56	42,44	29,65
Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	19,16	22,22	24,31	34,15	23,41
Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)	% de surface totale du bassin	1,06	1,01	1,1	1,56	0
Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	50	28	22	30	53
Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0
Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0
Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	1,09	1,28	1,53	2,16	0,21
Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	similaire à 6Q	similaire à 6Q	similaire à 6Q	Usine, Prony Energies, station essence	Usine

Tableau 132: Synthèse des influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant du Creek Baie Nord.

7.39.2 Bassin versant de la Kwé

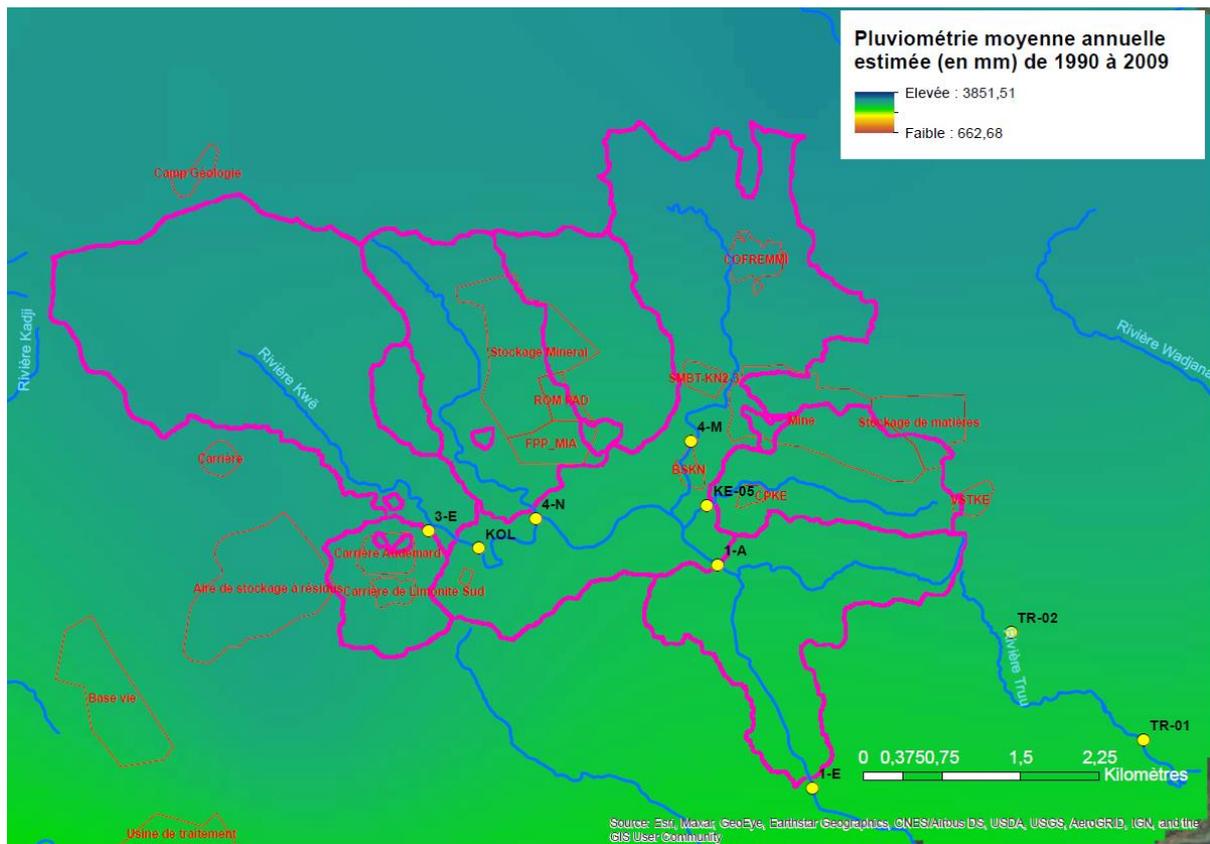


Figure 150 : Pluviométrie moyenne annuelle sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé

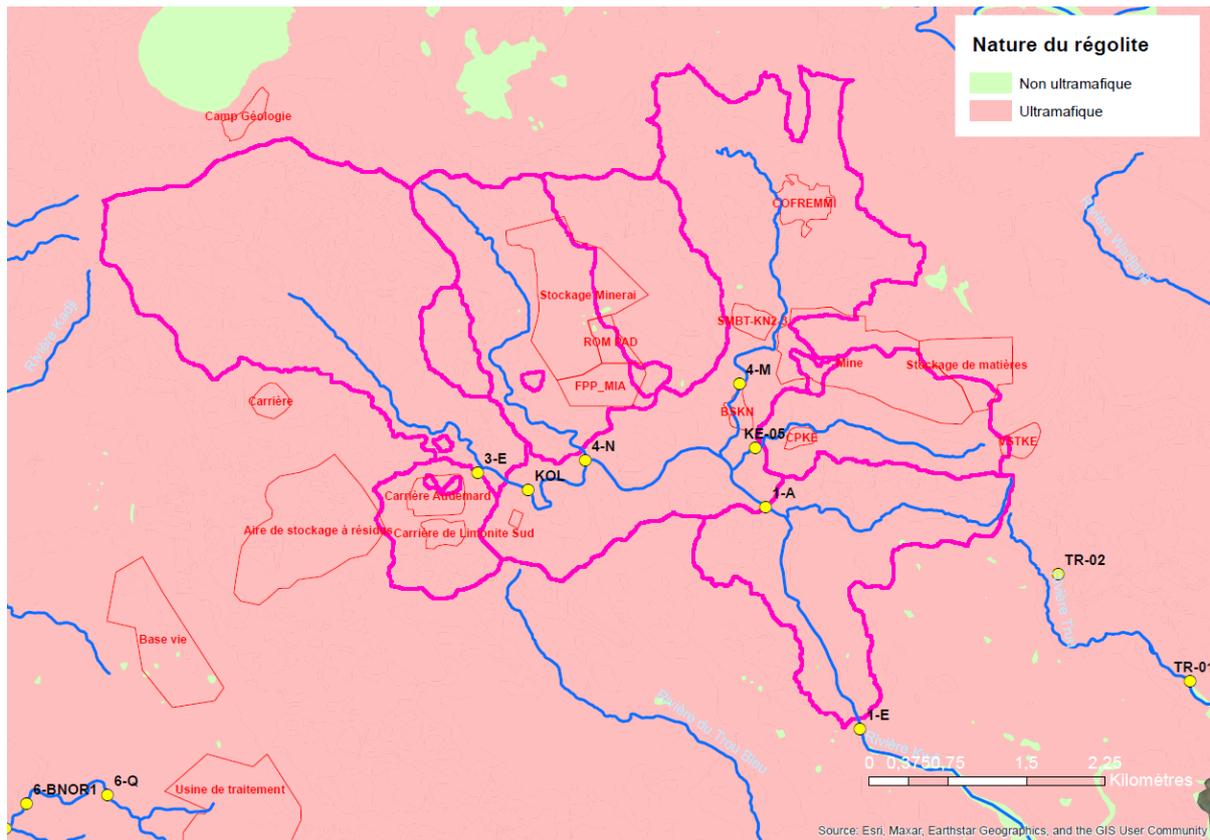


Figure 151 : Géologie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

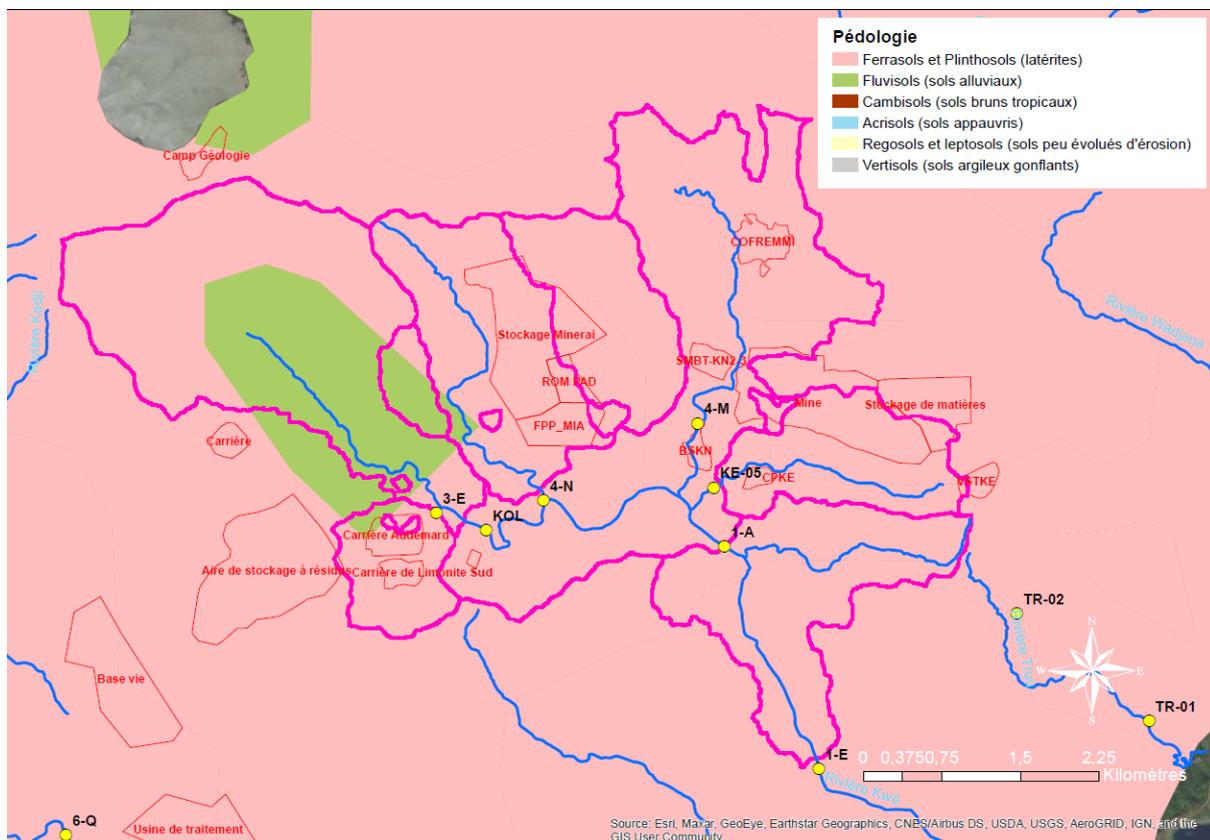


Figure 152 : Pédologie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

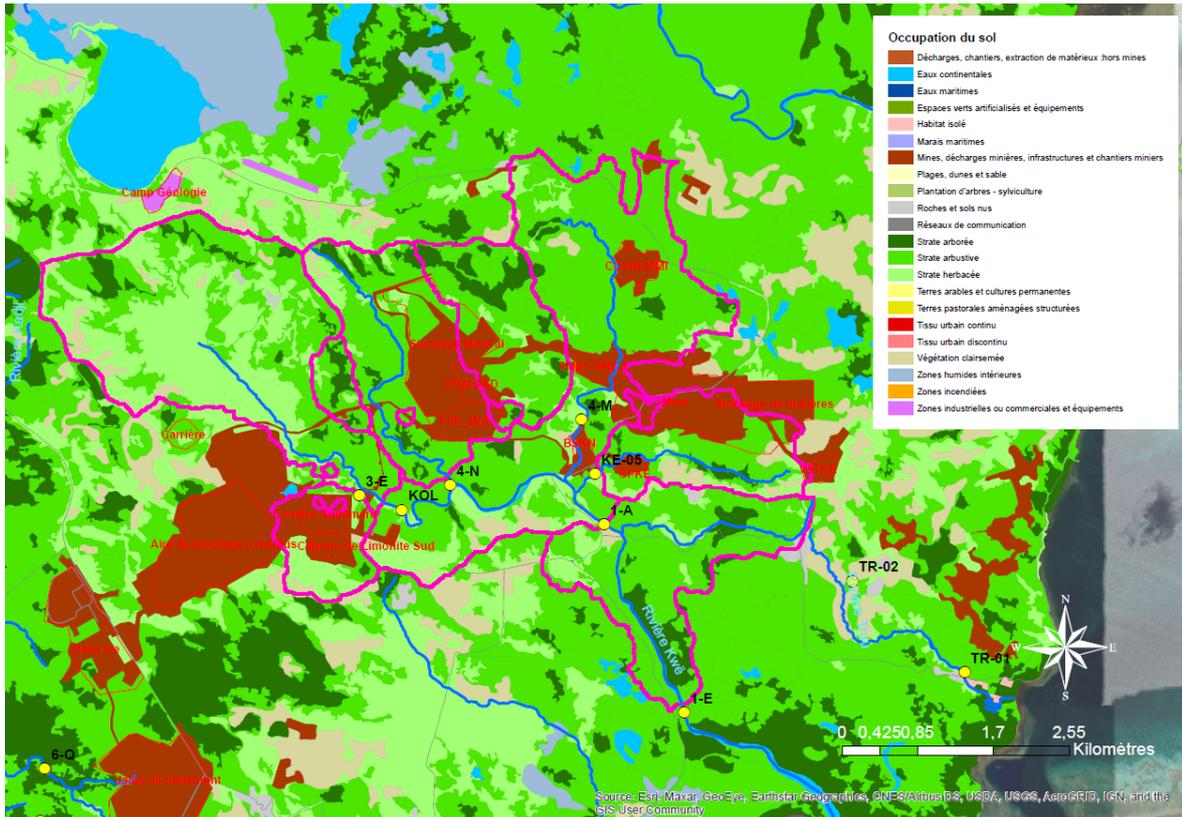


Figure 153 : Mode d'occupation des sols (dont strates végétales herbacées, arbustives et arborées) des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

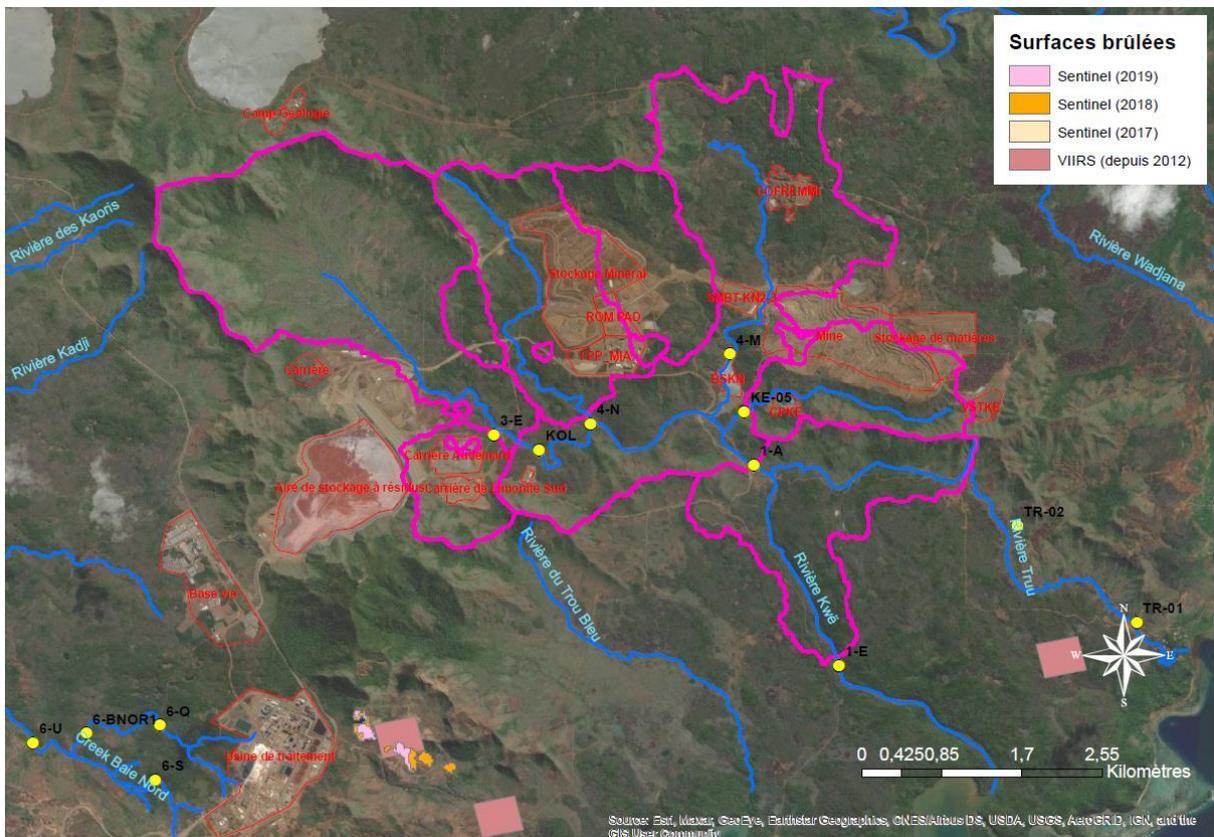


Figure 154 : Surfaces incendiées d'après le capteur VIIRS (2012 à 2019) et le satellite Sentinel 2 (2017, 2018 et 2019) sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

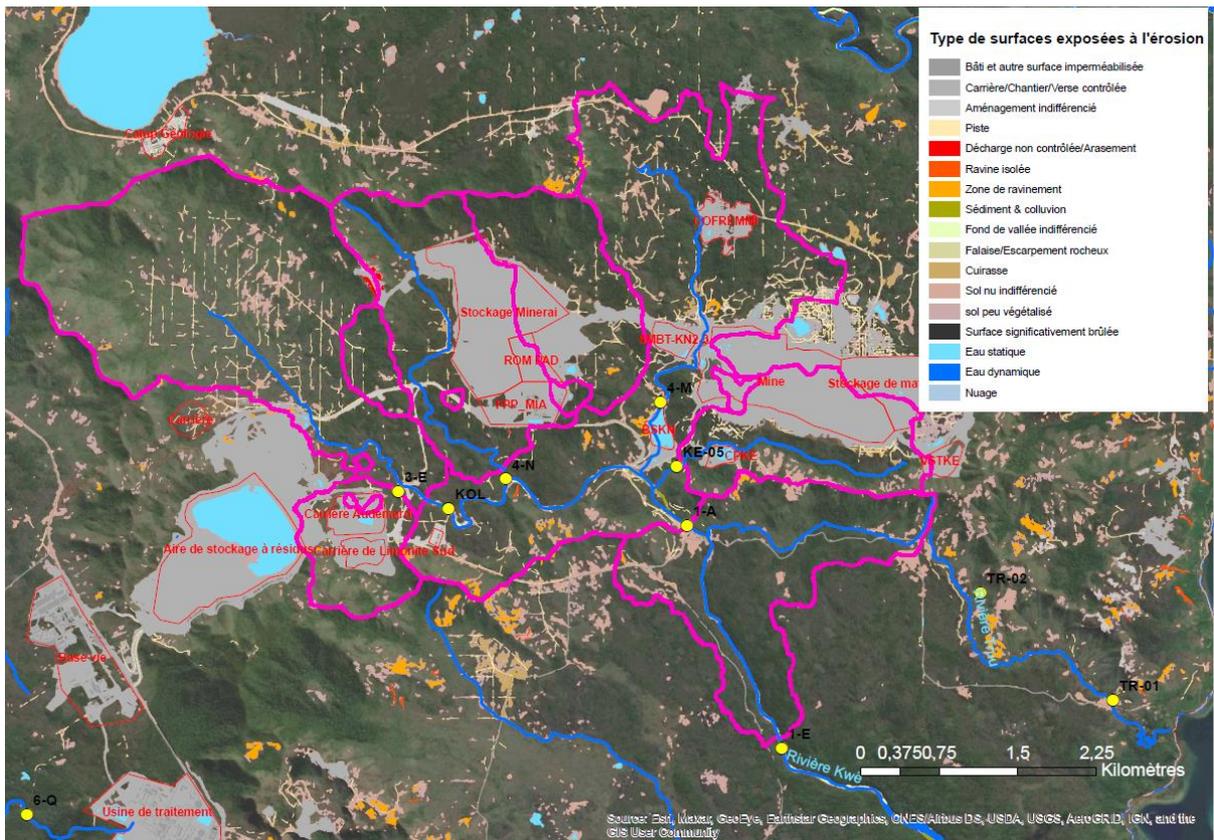


Figure 155 : Type de surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

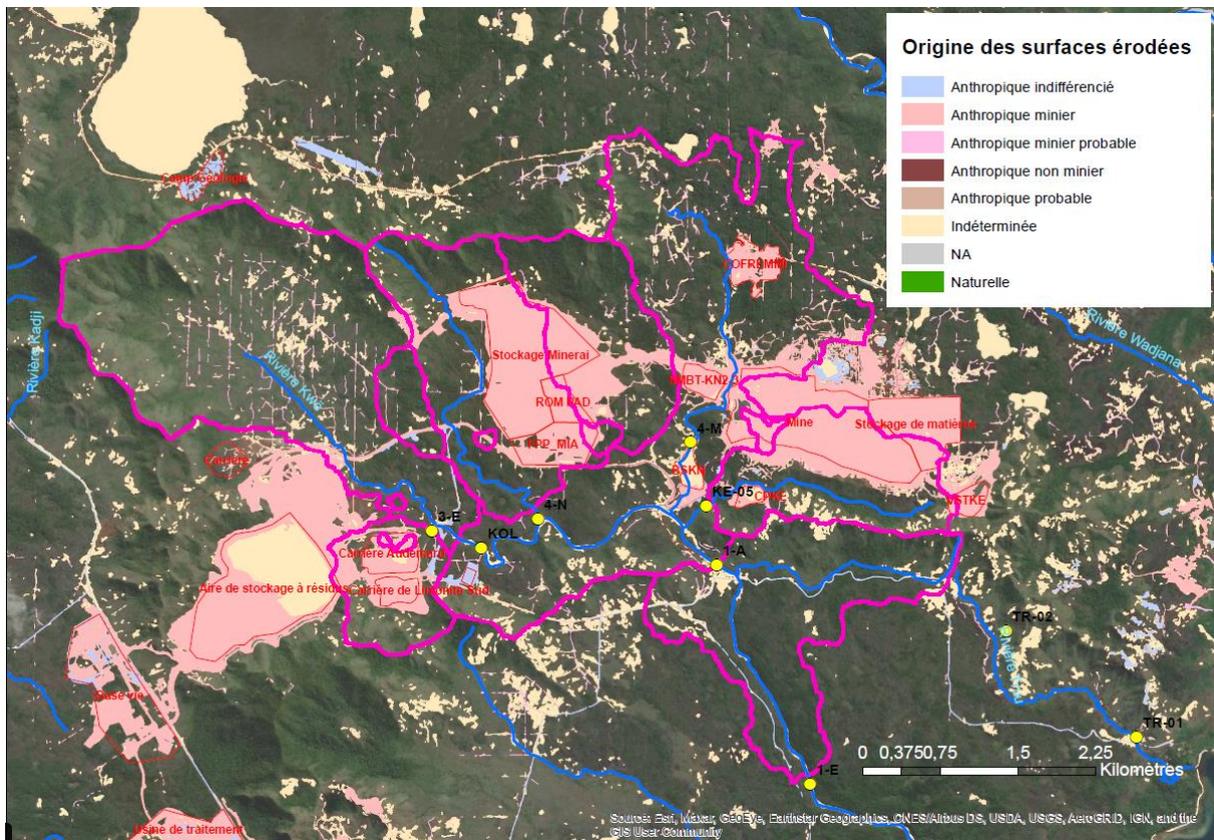


Figure 156 : Origine des surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

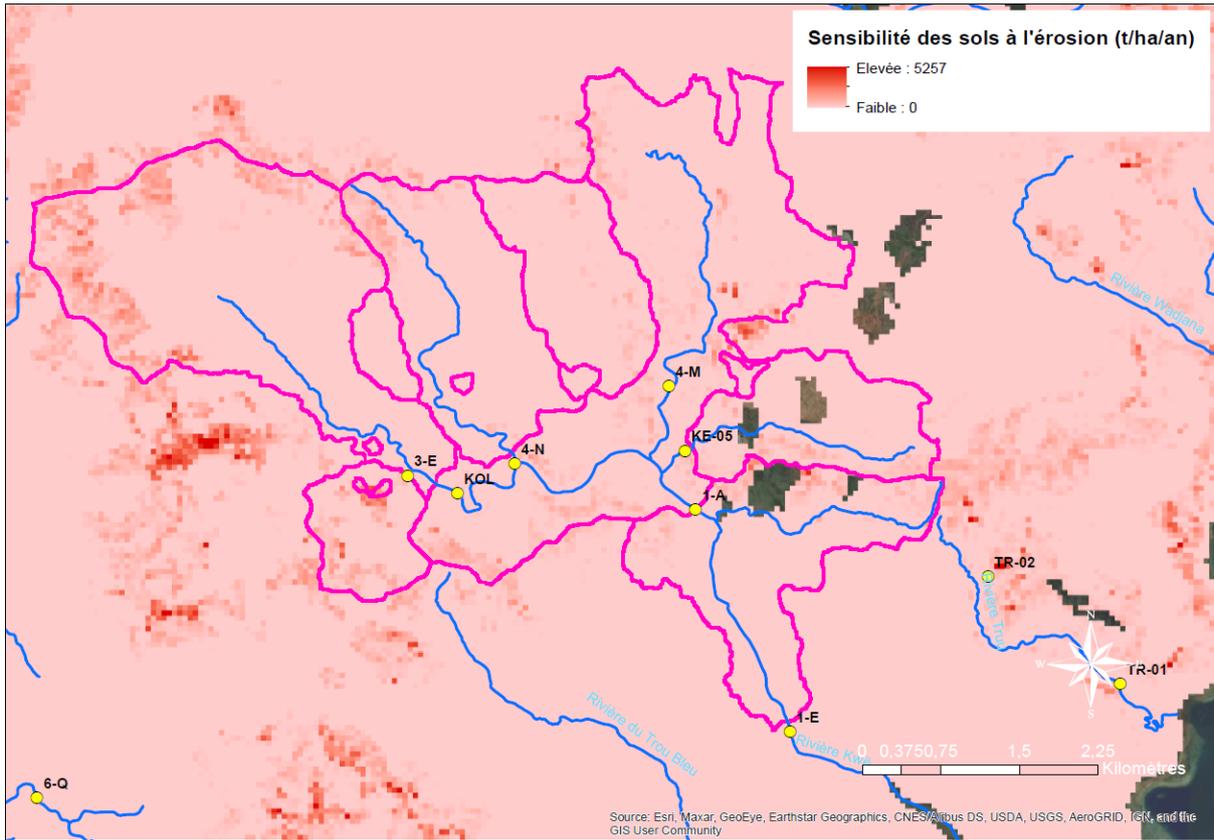


Figure 157 : Sensibilité des sols à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

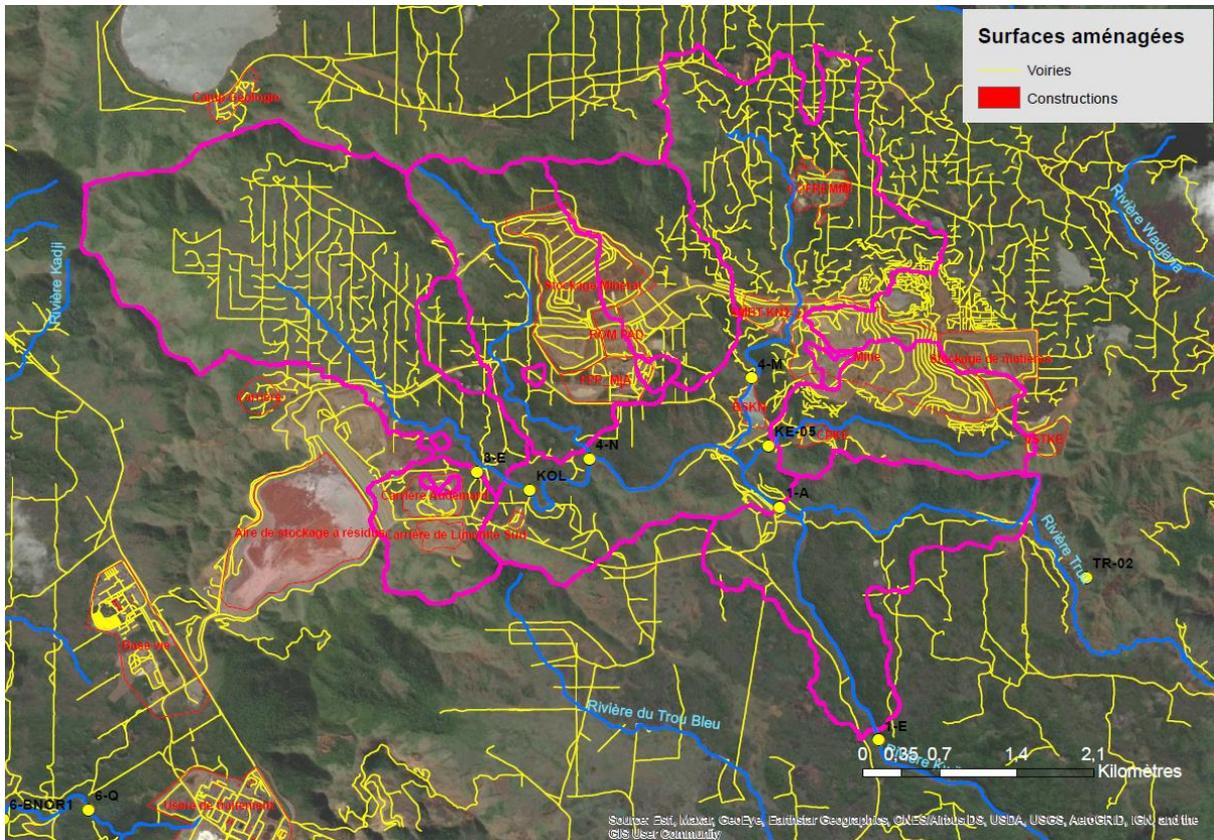


Figure 158: Voiries et constructions sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé

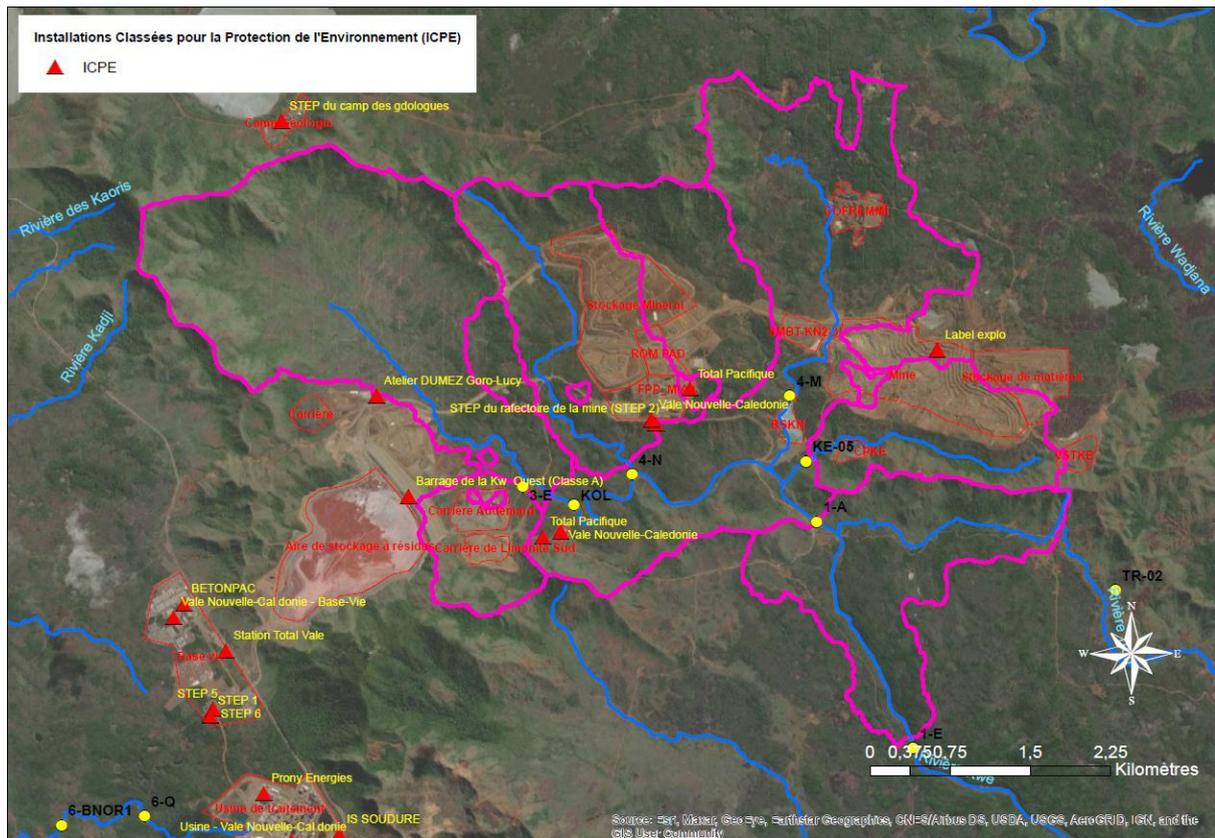


Figure 159 : Installations classées pour l'environnement (ICPE) sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

Influences	Unité	Grands bassins							Bassins moyens
		1E	1A	KOL	4N	4M	KE05	3E	
Surface totale	ha	2603,28	2259,75	763,86	328,55	212,43	207,48	114,53	
Hydroécocorégion D	% de surface totale du bassin	100	100	100	100	100	100	100	
Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	2711	2787	2832	2776	2778	2697	2754	
Régo-lite ultramafique	% de surface totale du bassin	99,92	99,94	100	99,83	99,70	100	100	
Régo-lite non ultramafique	% de surface totale du bassin	0,08	0,06	0	0,17	0,30	0	0	
Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	89,43	87,83	65,21	97,15	100	100	91,95	
Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	10,57	12,17	34,79	2,85	0	0	8,05	
Végétation totale	% de surface totale du bassin	81,33	79,43	86,8	68,47	83,44	55,85	45,54	
Végétation arborée	% de surface totale du bassin	7,11	6,04	4,31	7,71	19,25	4,50	1,16	
Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	
Incendie sentinelle 2017	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	
Incendie sentinelle 2018	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	
Incendie sentinelle 2019	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	
Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)	% de surface totale du bassin	22,78	25,02	13,23	41,41	30,44	53,35	46,01	
Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)	% de surface totale du bassin	16,92	19,45	8,75	39,39	28,52	46,60	40,63	
Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)	% de surface totale du bassin	0,4	0,41	0,24	0,23	0,22	0,06	0,14	
Sensibilité des sols à l'érosion	tonne/ha/an	34	40	59	23	15	35	78	
Agriculture (MOS 2014)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	
Agriculture (Agribase)	% de surface totale du bassin	0	0	0	0	0	0	0	
Urbanisation (construction)	% de surface totale du bassin	0,05	0,06	0	0,30	0	0	0	
Industrie (ICPE)	nombre d'ICPE	similaire à 1A	UPM, CIM, Mine, une step, 2 stations essences	aucune	UPM, CIM, une step	UPM, CIM	Mine	aucune	

Tableau 133: Synthèse des influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Kwé.

7.39.3 Bassin versant de la Truu

Remarque : la station TR02 étant une source, aucun bassin versant à l'amont de cette station n'a été tracé.

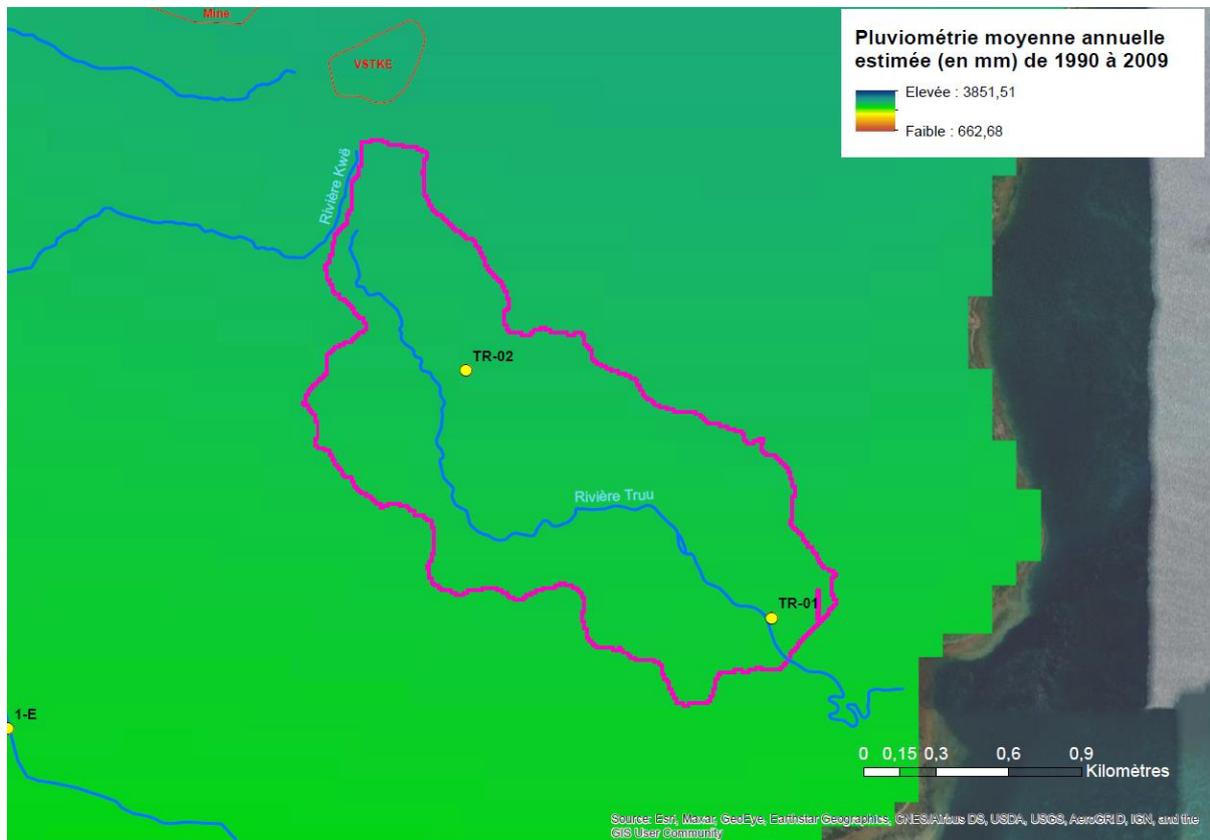


Figure 160 : Pluviométrie moyenne annuelle sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.



Figure 161 : Géologie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

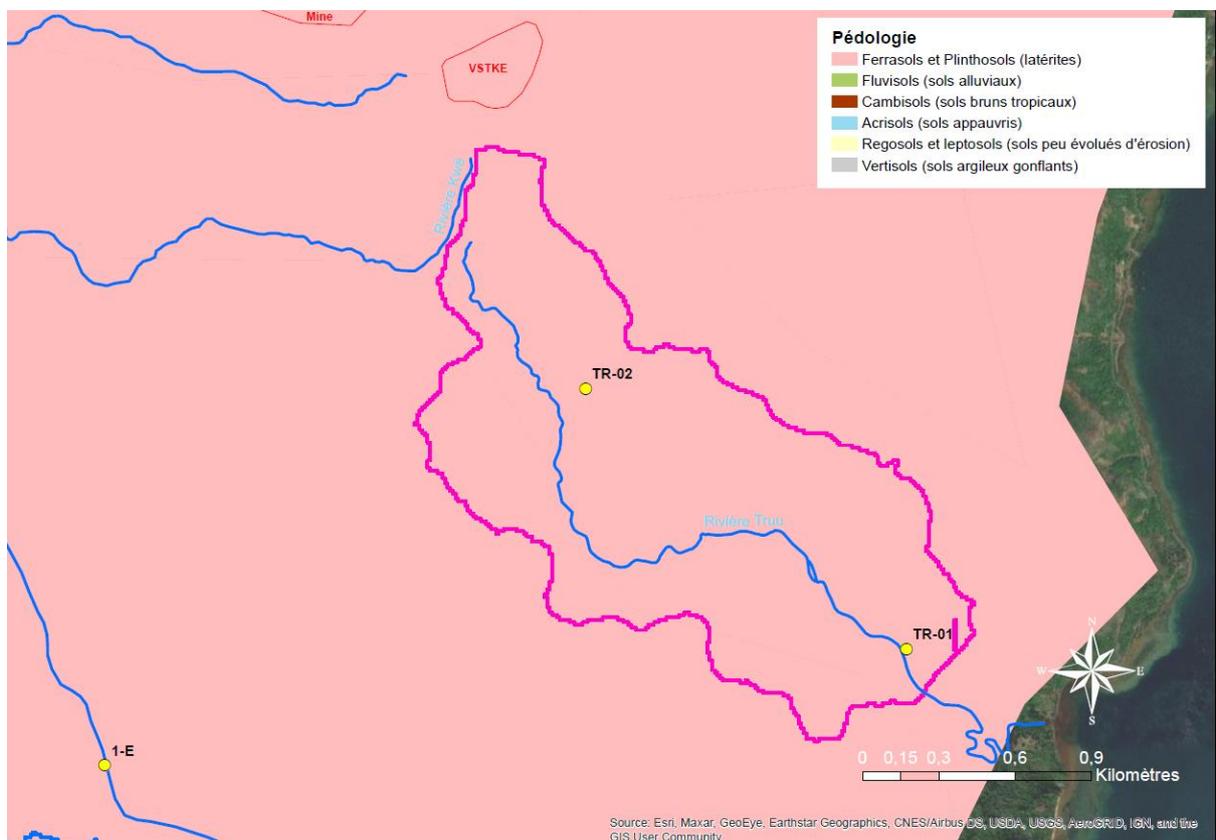


Figure 162 : Pédologie des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

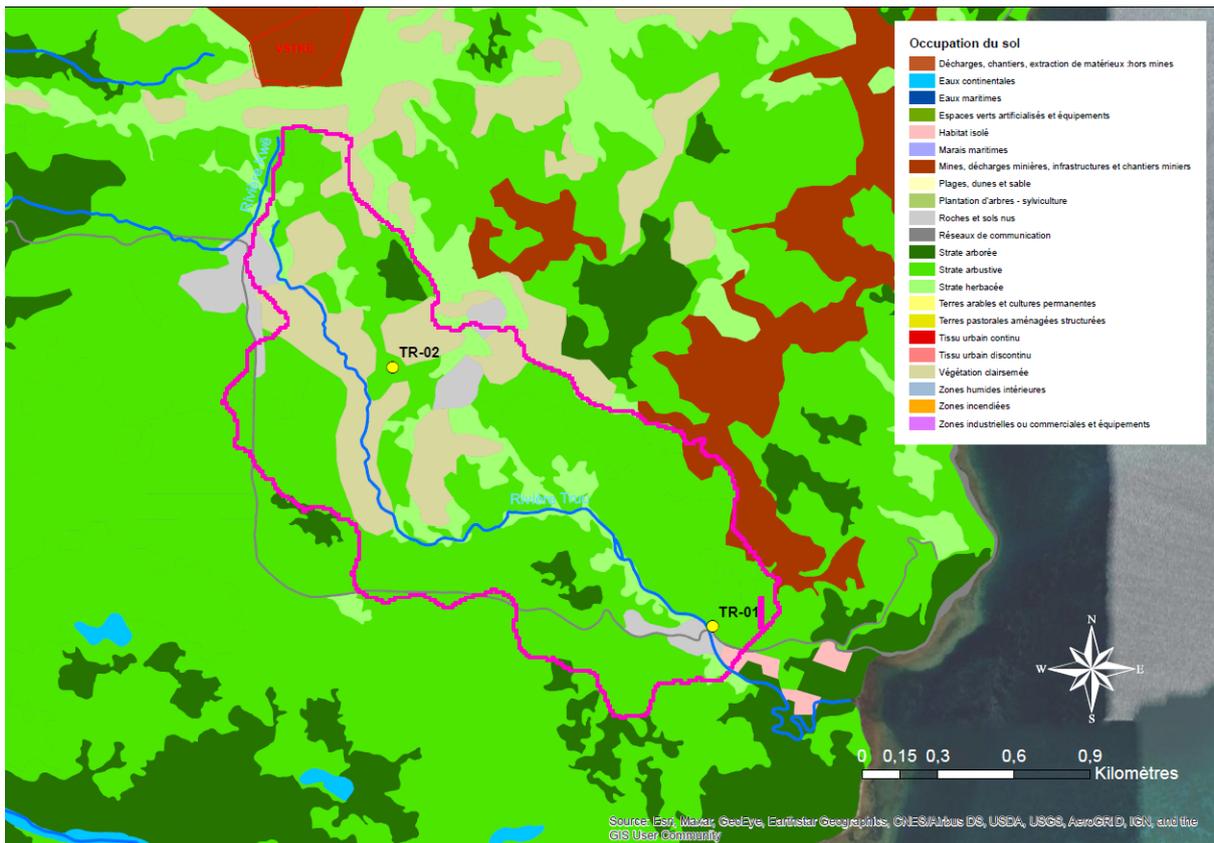


Figure 163 : Mode d'occupation des sols (dont strates végétales herbacées, arbustives et arborées) des bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

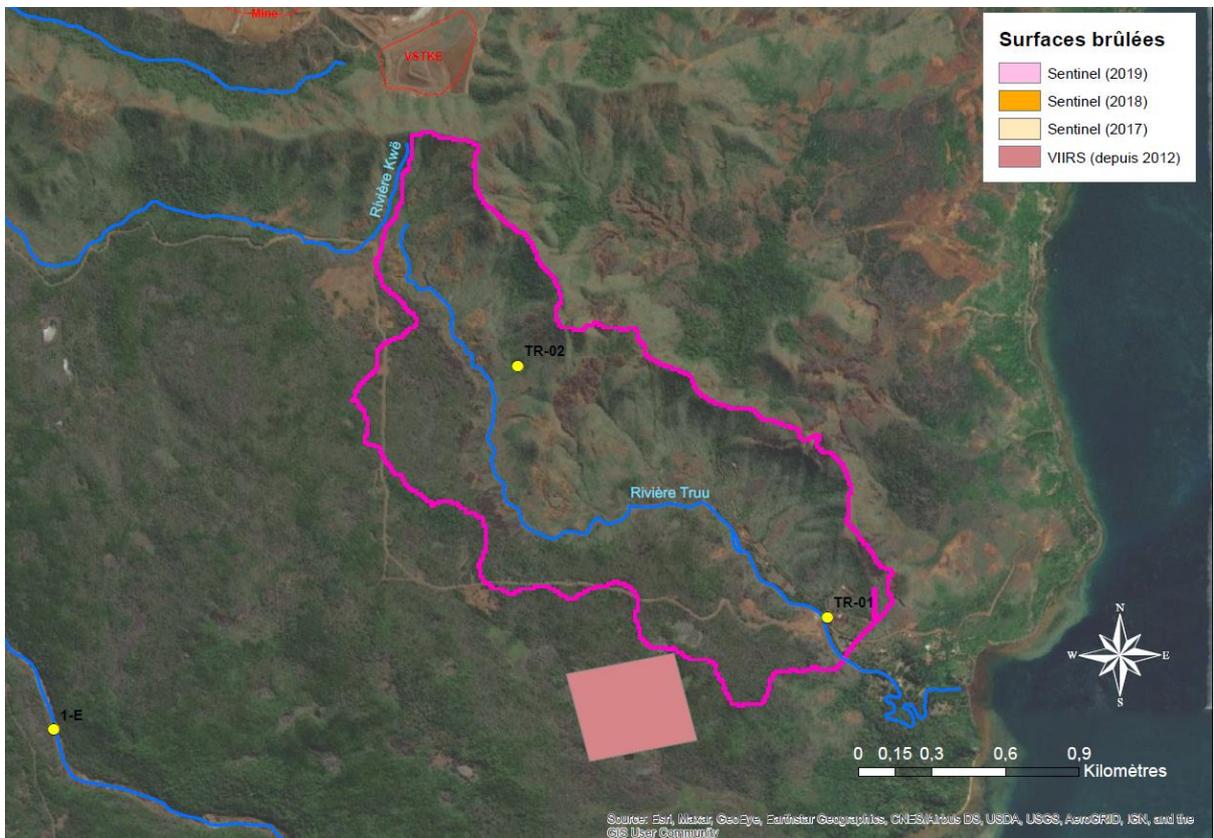


Figure 164 : Surfaces incendiées d'après le capteur VIIRS (2012 à 2019) et le satellite Sentinel 2 (2017, 2018 et 2019) sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

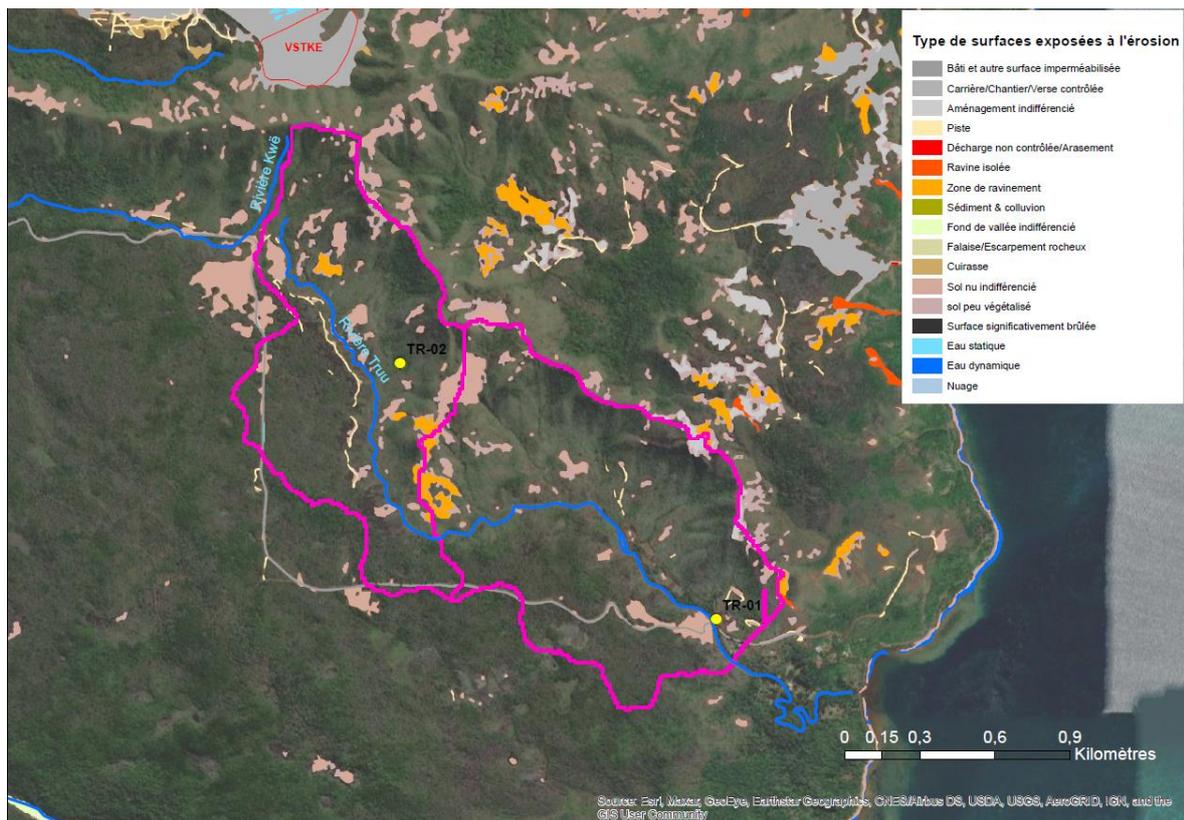


Figure 165 : Type de surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

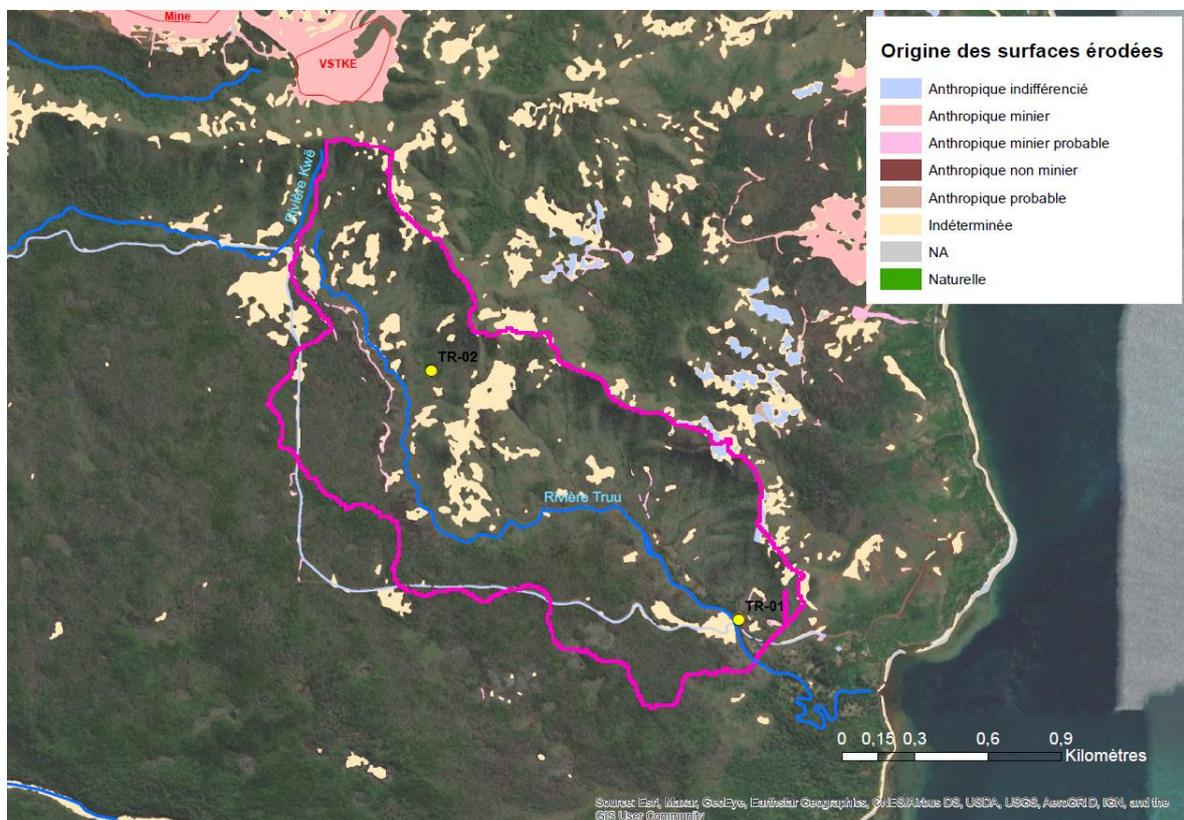


Figure 166 : Origine des surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

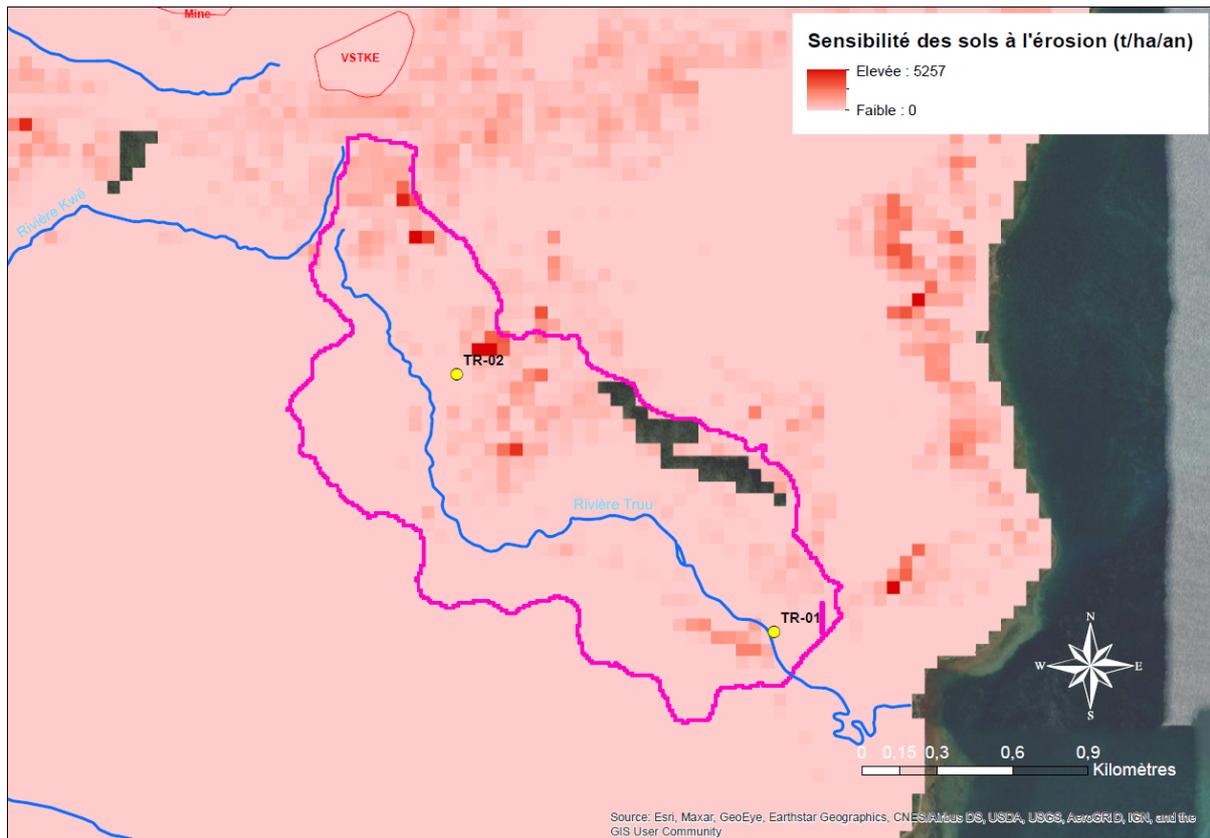


Figure 167 : Sensibilité des sols à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

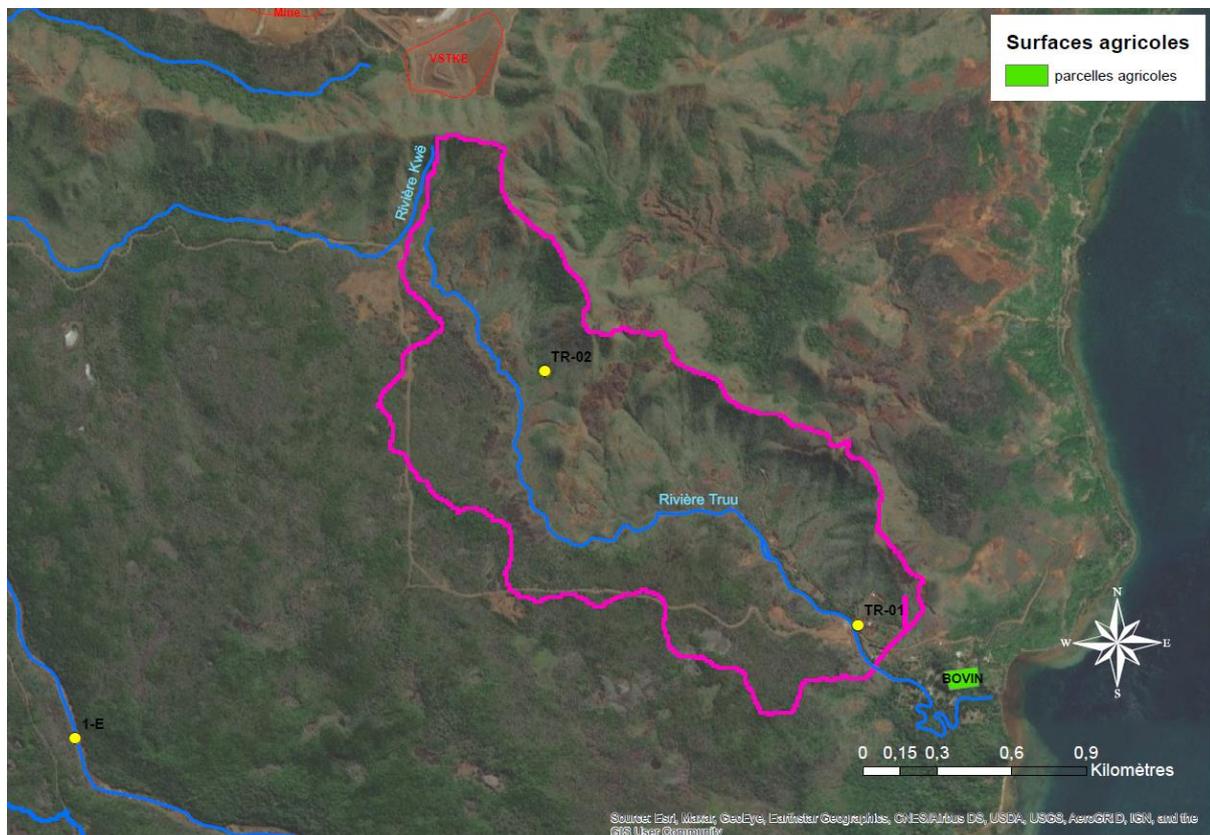


Figure 168: Surfaces agricoles (d'après Agribase) sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

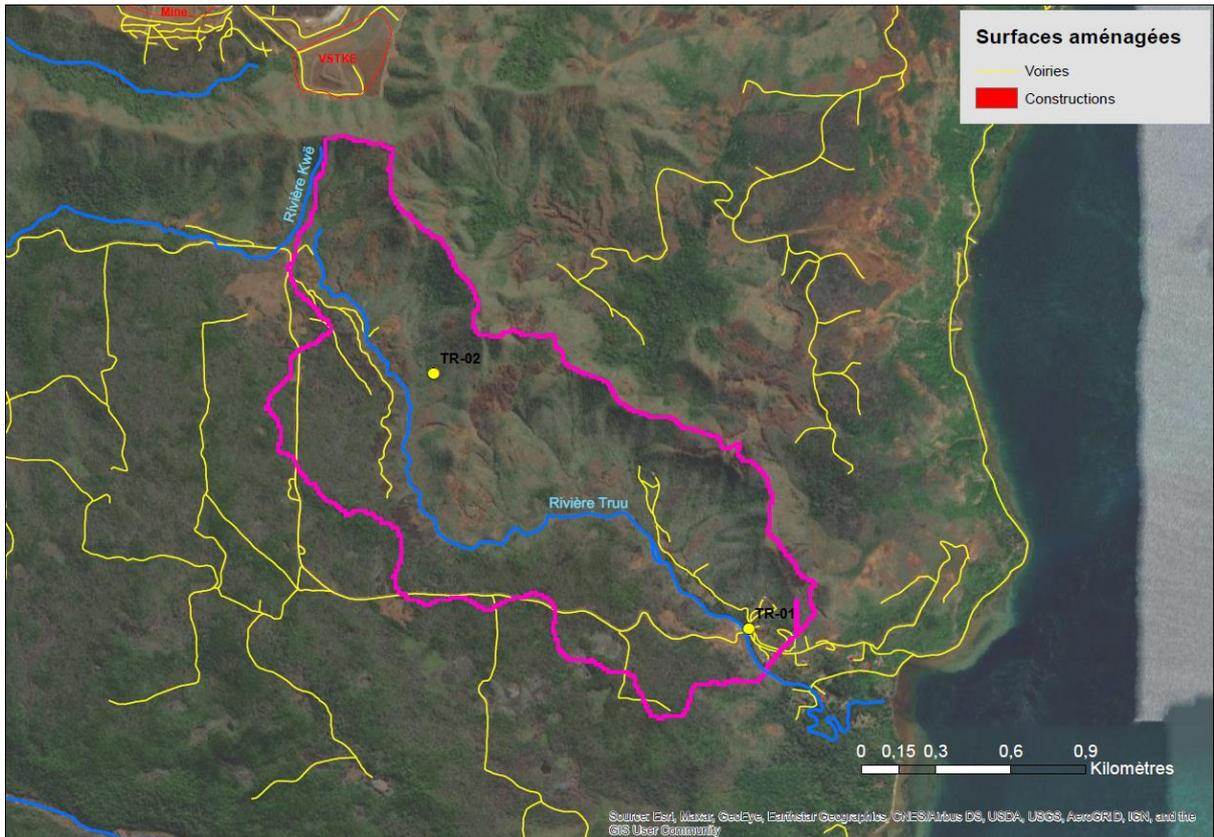


Figure 169 : Voiries et constructions sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

		Grands bassins	
		Influences	Unité
Créères environnementaux	Surface totale	ha	233,6
	Hydroécocorégion D	% de surface totale du bassin	100
	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	2531
	Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	99,61
	Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	0,39
	Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	100
	Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	0,00
	Végétation totale	% de surface totale du bassin	75,99
	Végétation arborée	% de surface totale du bassin	2,48
	Pressions	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	0
Incendie sentinelle 2017		% de surface totale du bassin	0
Incendie sentinelle 2018		% de surface totale du bassin	0
Incendie sentinelle 2019		% de surface totale du bassin	0
Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)		% de surface totale du bassin	9,47
Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)		% de surface totale du bassin	0,40
Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)		% de surface totale du bassin	1,31
Sensibilité des sols à l'érosion		tonne/ha/an	70
Agriculture (MOS 2014)		% de surface totale du bassin	0
Agriculture (Agribase)		% de surface totale du bassin	0
Urbanisation (construction)		% de surface totale du bassin	0,02
Industrie (ICPE)		nombre d'ICPE	aucune

Tableau 134: Synthèse des influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations de suivi situées sur le bassin versant de la Truu.

Remarque : la station TR02 étant une source, aucun bassin versant à l'amont de cette station n'a été tracé.

7.39.4 Stations hors d'influence

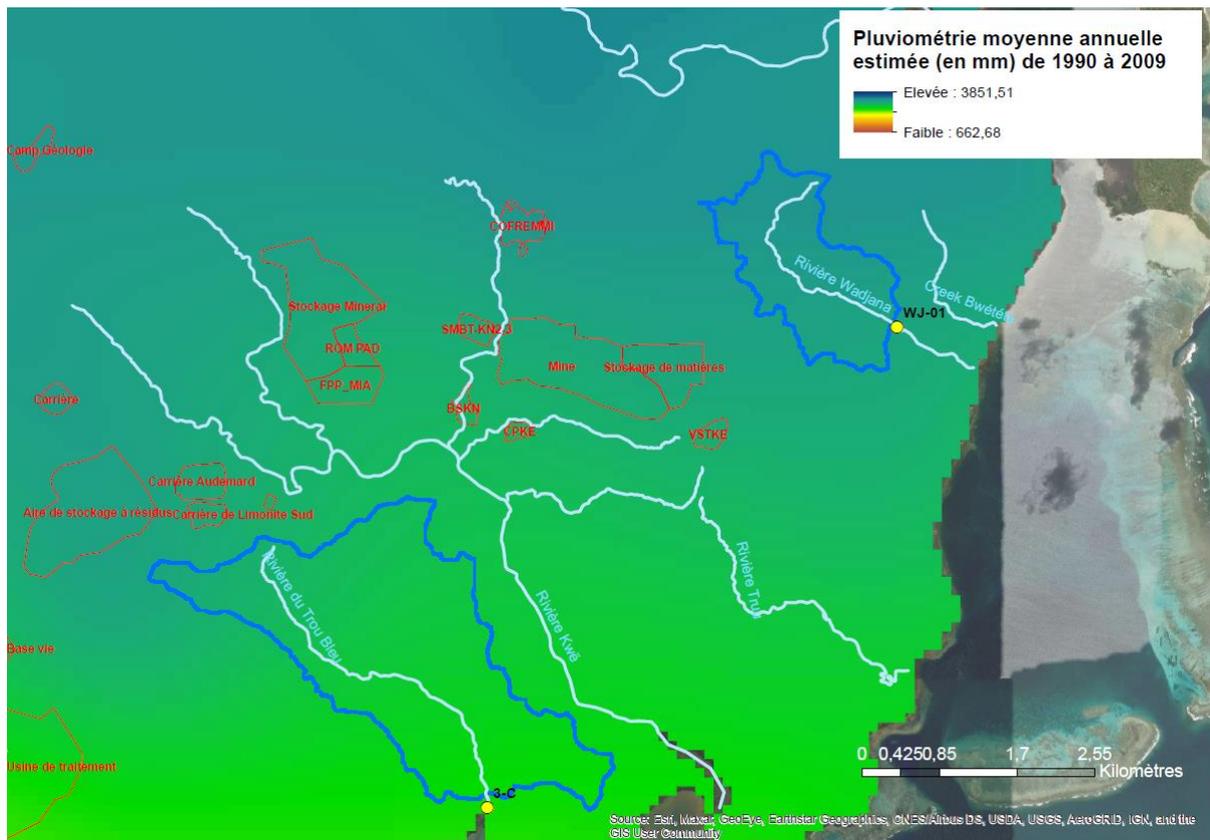


Figure 170 : Pluviométrie moyenne annuelle sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

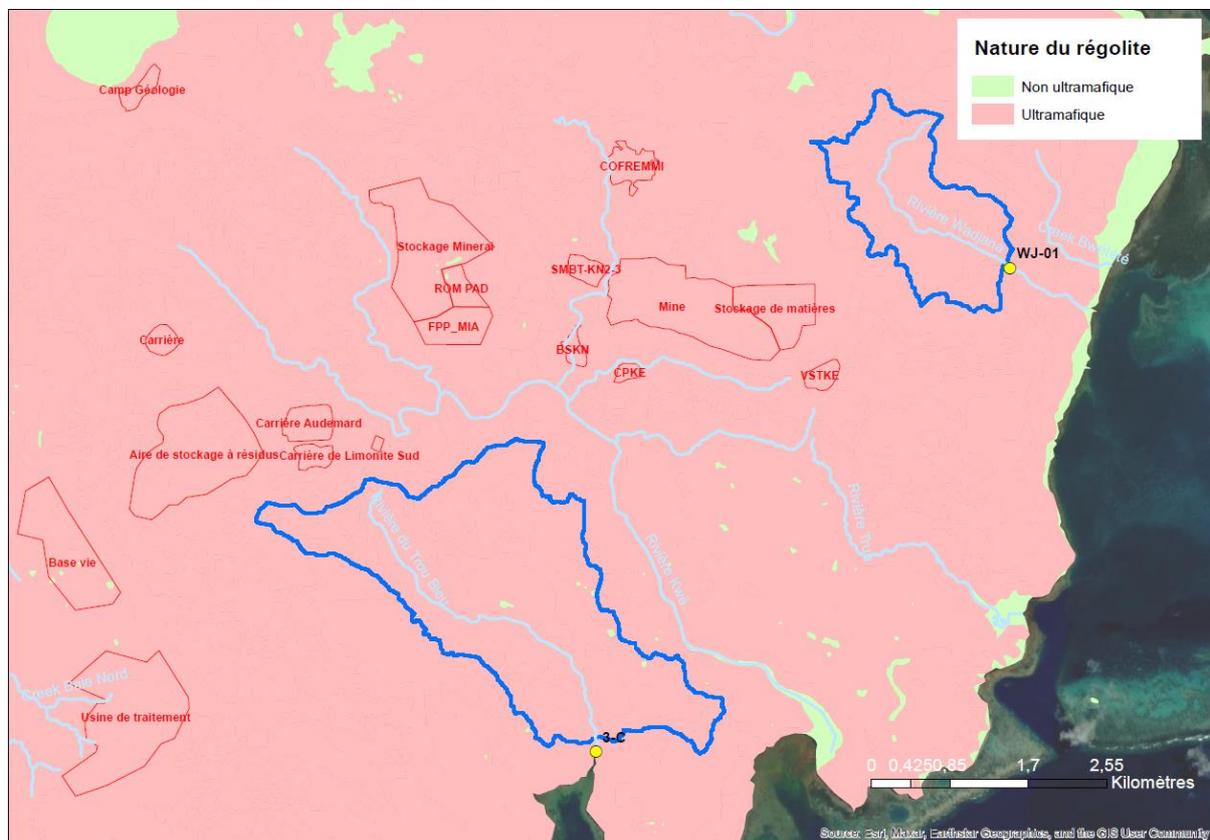


Figure 171 : Géologie des bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

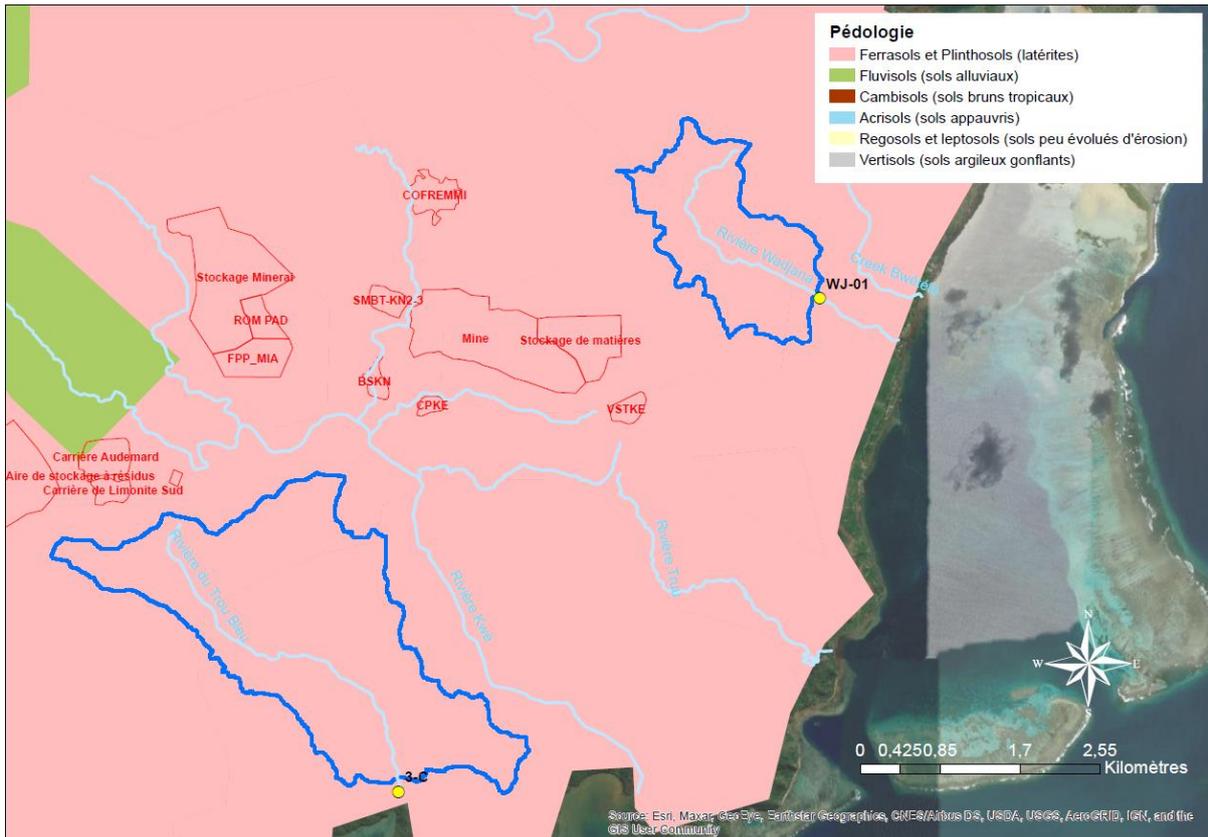


Figure 172 : Pédologie des bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

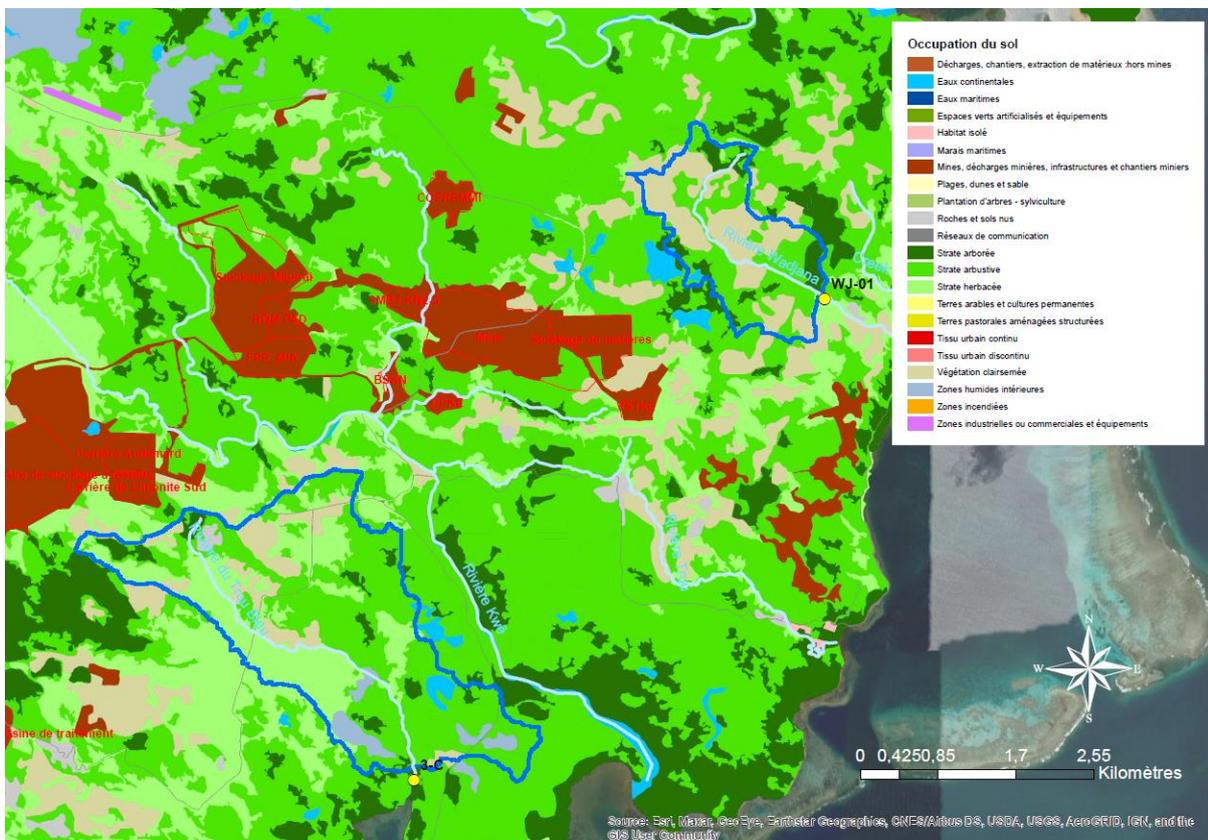


Figure 173 : Mode d'occupation des sols (dont strates végétales herbacées, arbustives et arborées) des bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

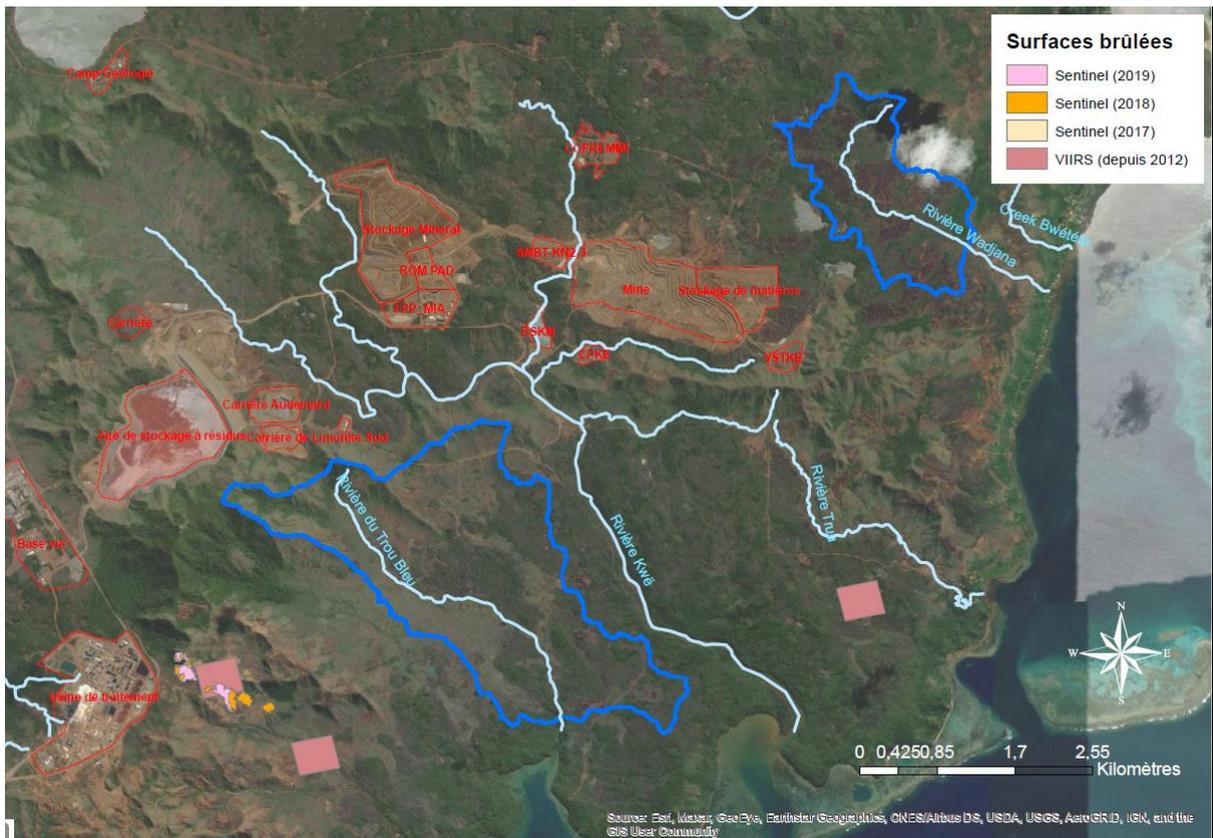


Figure 174 : Surfaces incendiées d'après le capteur VIIRS (2012 à 2019) et le satellite Sentinel 2 (2017, 2018 et 2019) sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

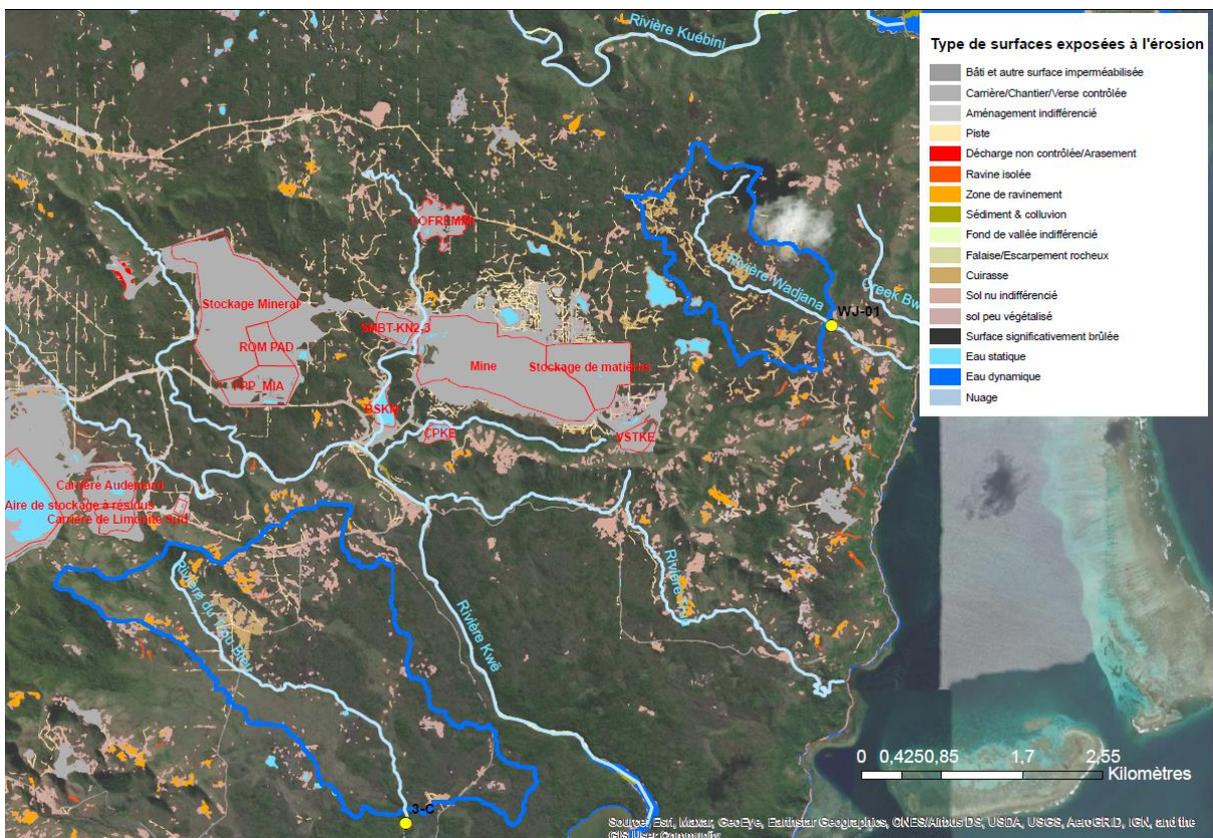


Figure 175 : Type de surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

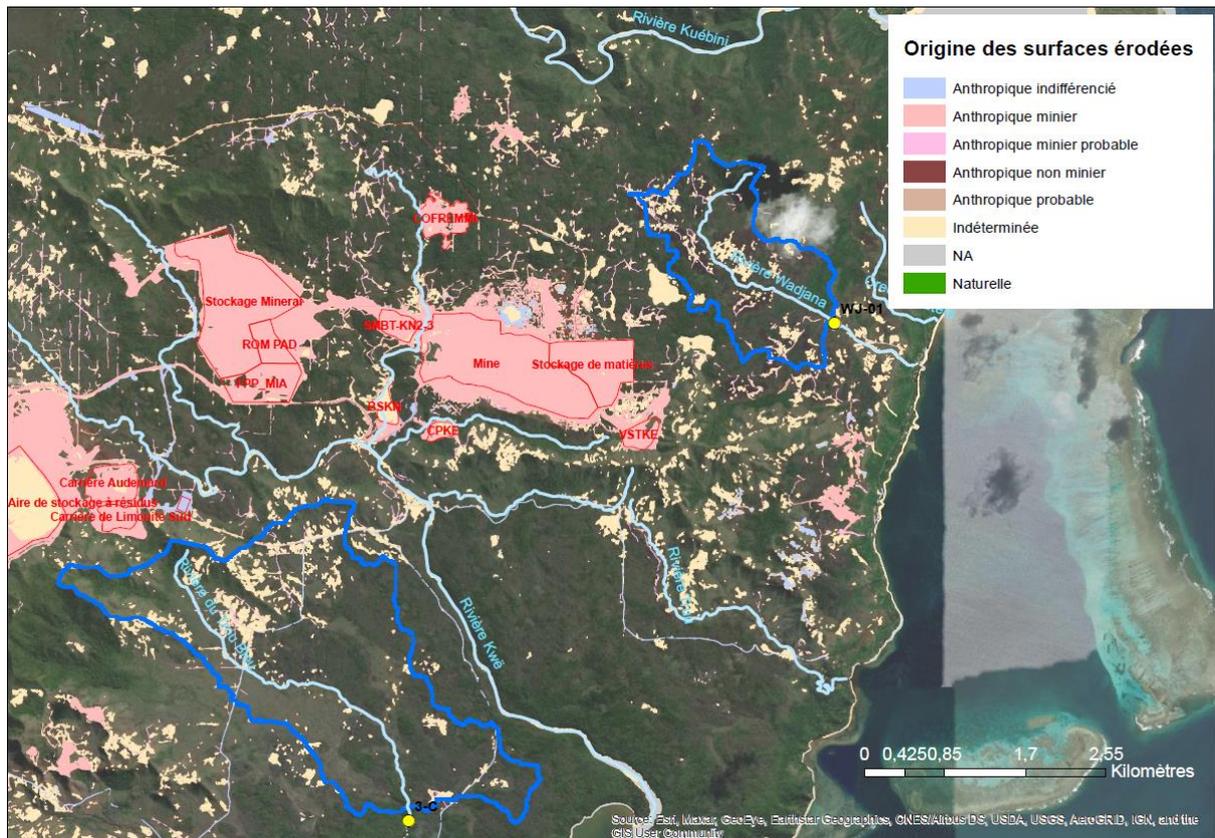


Figure 176 : Origine des surfaces exposées à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

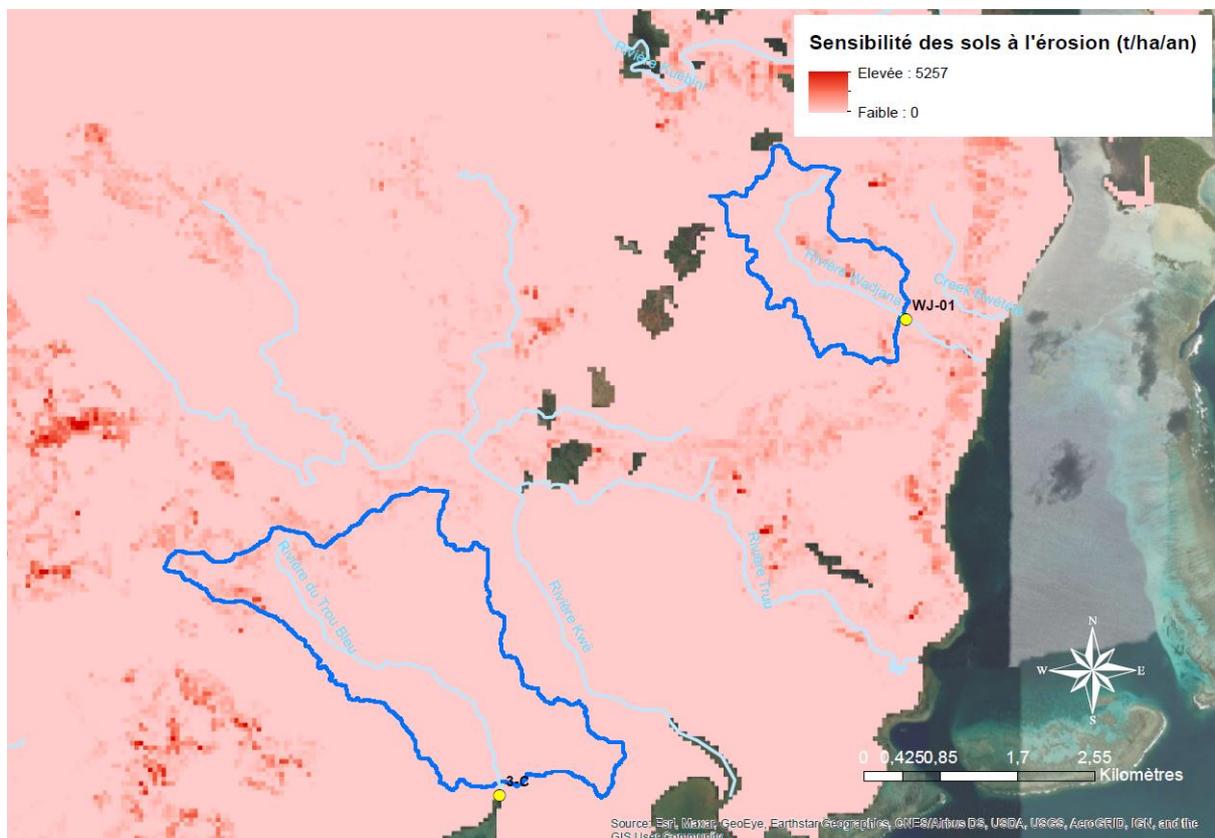


Figure 177 : Sensibilité des sols à l'érosion sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

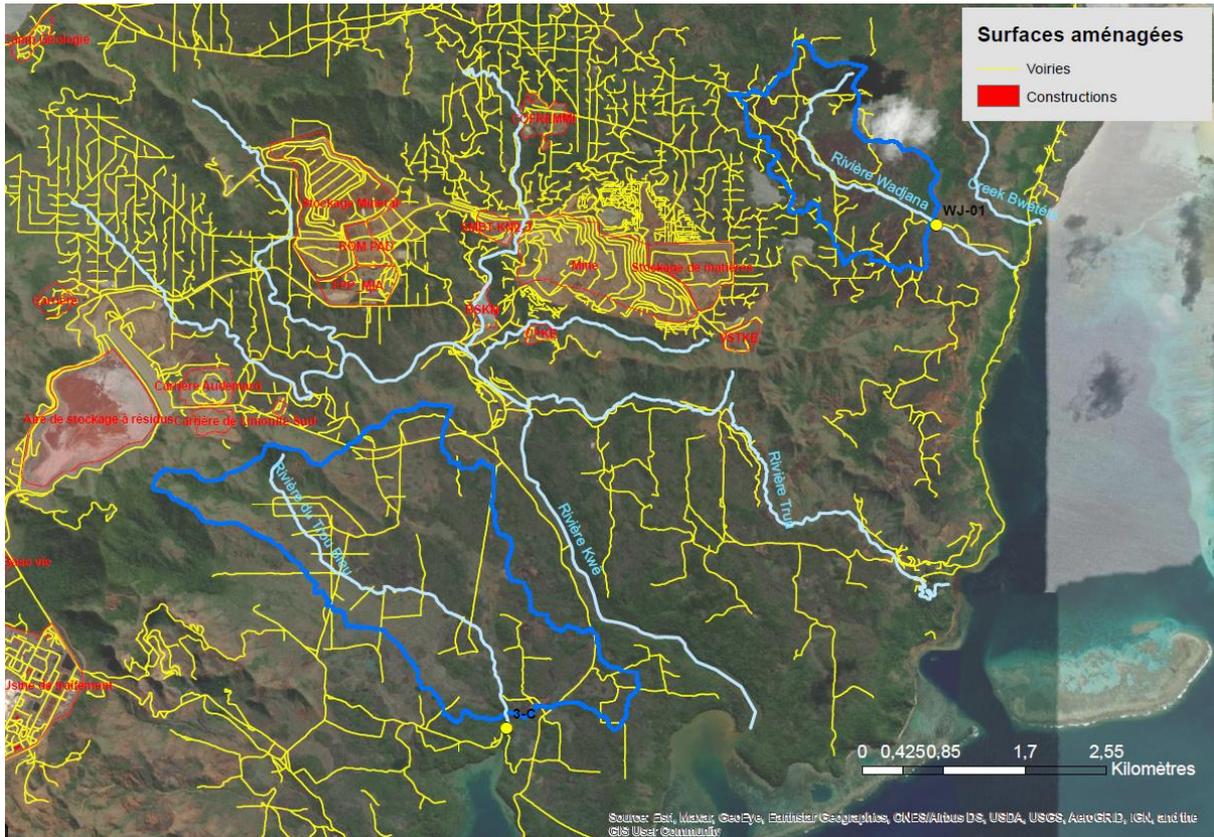


Figure 178 : Voiries et constructions sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.

		Grands bassins		
Influences		Unité		
		3C	WJ01	
Critères environnementaux	Surface totale	ha	692,59	254,38
	Hydroécocorégion D	% de surface totale du bassin	100	100
	Pluviométrie estimée (1990 à 2009)	mm/an	2511	2862
	Régolite ultramafique	% de surface totale du bassin	99,68	100
	Régolite non ultramafique	% de surface totale du bassin	0,32	0
	Pédologie (sols latéritiques)	% de surface totale du bassin	100	100
	Pédologie (sols alluviaux)	% de surface totale du bassin	0	0
	Végétation totale	% de surface totale du bassin	83,77	55,89
	Végétation arborée	% de surface totale du bassin	4,96	11,69
	Pressions	Incendie VIIRS (2012 à 2019)	% de surface totale du bassin	0
Incendie sentinelle 2017		% de surface totale du bassin	0	0
Incendie sentinelle 2018		% de surface totale du bassin	0	0
Incendie sentinelle 2019		% de surface totale du bassin	0	0
Surfaces exposées à l'érosion (toute origine confondue)		% de surface totale du bassin	9,19	10,74
Surfaces exposées à l'érosion (liées à la mine)		% de surface totale du bassin	0,52	1,47
Surfaces exposées à l'érosion (décharges non contrôlées, ravines isolées et zones de ravinement)		% de surface totale du bassin	1,07	0,15
Sensibilité des sols à l'érosion		tonne/ha/an	19	36
Agriculture (MOS 2014)		% de surface totale du bassin	0	0
Agriculture (Agribase)		% de surface totale du bassin	0	0
Urbanisation (construction)		% de surface totale du bassin	0	0
Industrie (ICPE)		nombre d'ICPE	aucune	aucune

Tableau 135 : Synthèse des influences identifiées sur les bassins versants à l'amont des stations hors d'influence.