



Bilan technique 2018 : Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux du Grand Sud pour l'année 2018

Version finale

Décembre 2019

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



OEIL

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

Sommaire

1	Présentation du Bilan Grand Sud	4
1.1	Objectifs	4
1.2	Données considérées	4
1.3	Périmètre géographique	5
1.4	Pressions potentielles et mesures de gestion	5
1.5	Approche méthodologique	6
1.6	Principes méthodologiques	7
1.6.1	Découpage des milieux en zones	7
1.6.2	Qualification des paramètres	7
1.6.3	Qualification des stations	7
1.6.4	Amélioration continue	9
1.7	Limites	9
2	Bilan météorologique 2018	10
2.1.1	Bilan pluviométrique	10
2.1.2	Bilan des températures	10
3	Bilan Grand Sud 2018 - Milieux marins	11
3.1	Méthodologie - Milieux marins	11
3.1.1	Suivis environnementaux - milieux marins	11
3.1.2	Zones et stations - milieux marins	12
3.1.3	Qualification des paramètres - milieux marins	14
3.1.4	Evaluation de la qualité des suivis - milieux marins	17
3.1.5	Qualification des stations - milieux marins	17
3.1.6	Amélioration continue - milieux marins	18
3.2	Résultats 2018 - Milieux marins	19
3.2.1	Scores 2018 - milieux marins	19
3.2.2	Détails des scores 2018 par zone - milieux marins	20
4	Bilan Grand Sud 2018 - Milieux eaux douces	45
4.1	Méthodologie - Milieux eaux douces	45
4.1.1	Suivis environnementaux - milieux eaux douces	45
4.1.2	Zones et stations - milieux eaux douces	46
4.1.3	Qualification des paramètres - milieux eaux douces	52

4.1.4	Evaluation de la qualité des suivis - milieux eaux douces	55
4.1.5	Qualification des stations - milieux eaux douces	55
4.1.6	Amélioration continue - milieux eaux douces.....	56
4.2	Résultats 2018 - Milieux eaux douces.....	57
4.2.1	Scores 2018 - milieux eaux douces - rivières	57
4.2.2	Détails des scores par zone - milieux eaux douces - rivières	59
4.2.3	Scores 2018 - milieux eaux douces – dolines.....	88
4.2.4	Détails des scores par zone -milieux eaux douces - dolines	89
4.2.5	Scores 2018 - milieux eaux douces - eaux souterraines	92
4.2.6	Détails des scores 2018 par zone - milieux eaux douces - eaux souterraines	94
5	Bilan Grand Sud 2018 - Milieux terrestres.....	107
5.1	Méthodologie - Milieux terrestres.....	107
5.1.1	Suivis environnementaux - milieux terrestres	107
5.1.2	Zones et stations - milieux terrestres	108
5.1.3	Qualification des paramètres - milieux terrestres	110
5.1.4	Evaluation de la qualité des suivis - milieux terrestres.....	113
5.1.5	Qualification des stations - milieux terrestres	114
5.1.6	Amélioration continue - milieux terrestres.....	114
5.2	Résultats 2018 - Milieux terrestres.....	115
5.2.1	Scores 2018 - milieux terrestres.....	115
5.2.2	Informations 2018 non intégrables au diagnostic - milieux terrestres	117
5.2.3	Détails des scores 2018 par zone - milieux terrestres.....	120
6	Bibliographie	136
6.1	Milieux marins.....	136
6.2	Milieu eaux douces.....	137
6.3	Milieux terrestres	137
7	Annexes.....	138

1 Présentation du Bilan Grand Sud

1.1 Objectifs

Dans le cadre de ses missions de suivi de l'environnement et d'information, l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) réalise depuis 2013 une synthèse annuelle des résultats de l'ensemble des suivis environnementaux opérés dans le Grand Sud et principalement centrés autour de Vale NC. Un diagnostic environnemental est produit pour chaque type de milieu : marins, eaux douces et terrestres.

Les questions auxquelles le bilan annuel tente de répondre sont les suivantes :

- « Dans quel état se trouve le milieu naturel ? »
- « Quelle est son évolution ? »
- « À quoi sont dus les états observés ? ».

NB : La vérification de la conformité de l'état du milieu avec les études d'impact des industriels n'est pas l'objet du Bilan Grand Sud, cette compétence relevant de l'autorité publique en charge des inspections sur les mines et les ICPE.

1.2 Données considérées

La période considérée pour les résultats des suivis destinés à rédiger ce bilan annuel sont ceux de l'année 2018 (et ceux des années précédentes si la fréquence du suivi environnemental est supérieure à l'année ou si l'information 2018 n'a pas été obtenue).

Milieu	Prélèvement	Type de paramètre	Pas de temps maximal
Marin	Eau de surface	Physico-chimie	<u>n</u>
	Flux de particules	Physico-chimie	<u>n</u>
	Sédiment de surface (benne)	Physico-chimie	<u>n-3</u>
	Sédiments profond (carottage)	Physico-chimie	<u>n-3</u>
	Faune (suivis Vale NC, RORC, ACROPORA)	Biologie	<u>n-1</u>
Faune (suivis Unesco)	Biologie	<u>n-1</u>	
Eaux douces	Eau de surface	Physico-chimie	<u>n</u>
	Sédiments	Physico-chimie	<u>n</u>
	Eau souterraine	Physico-chimie	<u>n</u>
	Faune (macro-invertébrés)	Biologie	<u>n</u>
	Faune (poissons et crustacés)	Biologie	<u>n</u>
Terrestre	Air	Physico-chimie	<u>n</u>
	Sol et litière (N)	Physico-chimie	<u>n</u>
	Sol et litière (autres éléments)	Physico-chimie	<u>n-2</u>
	Faune (oiseaux)	Biologie	<u>n-1</u>
	Faune (lézards)	Biologie	<u>n-1</u>
	Flore (MFIP)	Biologie	<u>n-1</u>
	Flore (symptomatologie, fluorimétrie)	Biologie	<u>n</u>

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

Des règles relatives au pas de temps maximal d'exploitation des données antérieures à l'année diagnostiquée ont été fixées en fonction de la nature des suivis (ex : les données issues du suivi des sédiments marins sont valables 3 ans alors que celles de la biologie sont valables 1 an).

1.3 Périmètre géographique

- Grand Sud (communes de Yaté, Mont-Dore et île des Pins)
- Avec un focus sur l'environnement situé dans le périmètre d'influence de l'exploitant Vale NC.

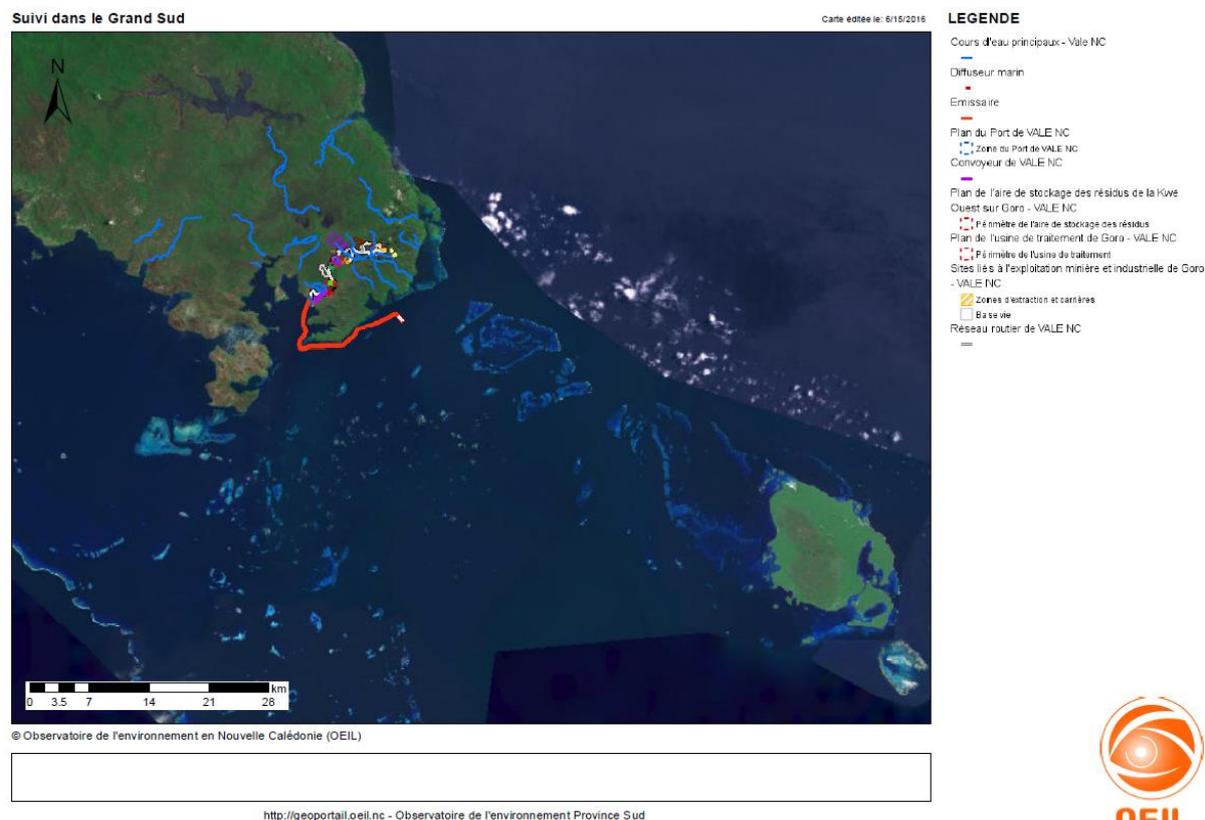


Figure 1: Emprise géographique du diagnostic de l'état de santé des milieux du Grand Sud - Source OEIL

1.4 Pressions potentielles et mesures de gestion

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.

Depuis plus d'une vingtaine d'année, une activité minière et industrielle s'est développée autour du complexe de Vale NC. 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.

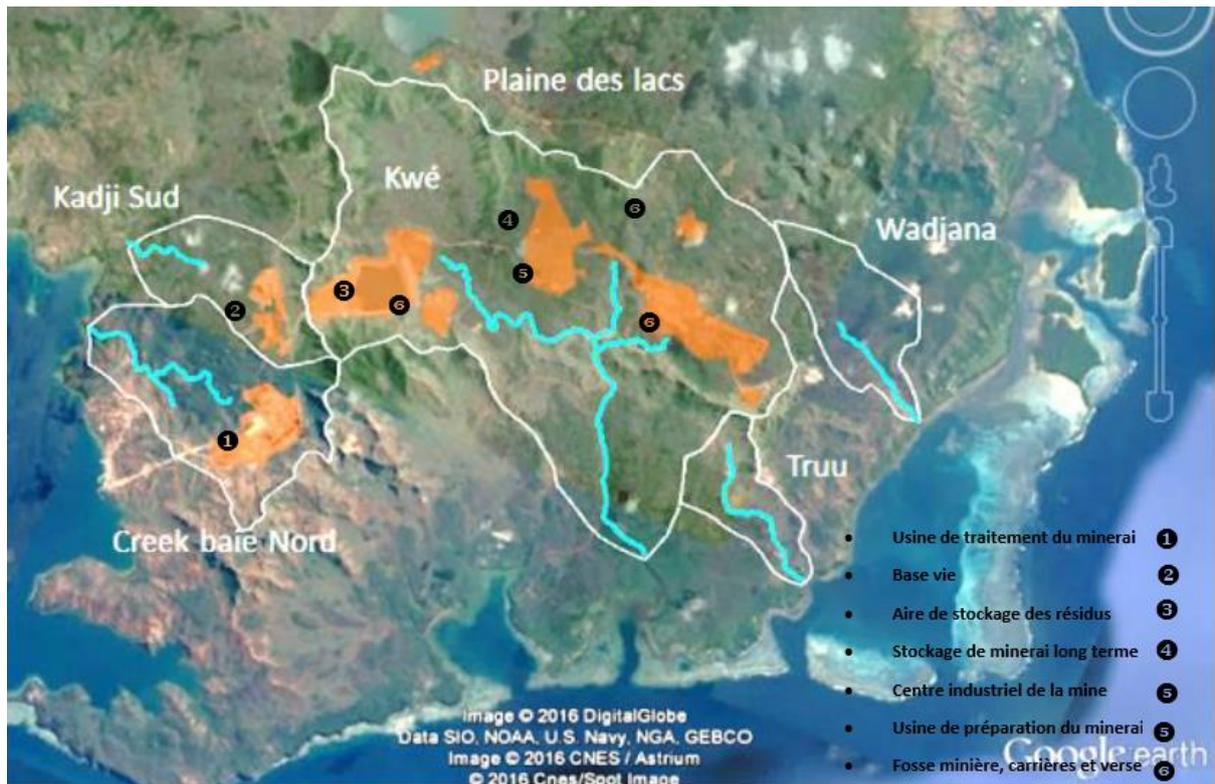


Figure 2: Emprise des installations de Vale NC (en orange) sur les différents bassins versants impactés – Source OEIL

En dehors des activités industrielles et minières de Vale 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 larges pistes en haut des bassins versant se déversant dans le Canal Woodin, ainsi que des mines orphelines non revégétalisées influençant notamment la baie de Prony.

Au regard de ces perturbations, l'importance de suivre l'état des milieux naturels mais également de mettre en relief toutes les actions menées pour éviter, restaurer, compenser ou conserver la biodiversité dans cette zone d'influence de Vale NC sont de première importance.

Des mesures de gestion mises en place au sein de la zone visent à limiter l'étendue de l'influence des pressions, et de maintenir des aires non impactées constituant des zones de référence pour la comparaison avec les résultats des suivis en zone d'influence des activités industrielles et minières. 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 par ailleurs huit réserves naturelles, deux aires de gestion durable des ressources et un parc provincial.

1.5 Approche méthodologique

La méthode de diagnostic a été développée en lien avec les différents acteurs de l'environnement impliqués dans les suivis réalisés sur la zone d'étude (gestionnaires, industriels, scientifique), constitué en un comité technique du projet (Cotec). A chaque proposition d'évolution de la méthode ou lors de la validation des résultats annuels, le Cotec est consulté.

La version initiale de la méthode de diagnostic datant de 2013 est inspirée de méthodes d'évaluation européennes (Directive Cadre sur l'Eau). Dans une logique d'amélioration continue, des révisions importantes ont été apportées à la méthode en 2016, 2018 et 2019. La révision de 2019 fait suite aux ateliers du Cotec (ateliers milieux terrestres/eaux douces du 13/05/19 et atelier milieu marins du 18/06/19) et à la consultation du Conseil Scientifique de l'OEIL (12/07/19).

La liste des membres du Cotec est présentée en annexe (Tableau 44 et Tableau 45)

1.6 Principes méthodologiques

1.6.1 Découpage des milieux en zones

Les diagnostics sont dressés par milieu : eaux douces, marin et terrestre. Pour chaque milieu, des zones géographiques cohérentes 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).

1.6.2 Qualification des paramètres

Au sein de chaque zone, des stations de suivi de types physico-chimiques 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 Vale-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 (eaux superficielles, sédiments, flux sédimentaires...) sont réalisés à une fréquence bien déterminée (continue, hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle, semestrielle, annuelle), afin d'y mesurer un ou plusieurs paramètres (de nature chimique, physico-chimique ou biologique).

Chaque paramètre fait ensuite l'objet d'une qualification selon trois classes de qualité (« Non perturbée », « Modérément perturbée », « Fortement perturbée »), en comparant les données mesurées qui le concernent à un référentiel. Les référentiels à disposition sont de différentes natures selon les paramètres considérés : valeurs seuils/grilles de qualité, référentiel géographique ou référentiel temporel.

Au total, ce sont près de 110 paramètres contribuant aux scores environnementaux des milieux marins, eaux douces ou terrestres qui font l'objet d'une qualification dans ce bilan.

1.6.3 Qualification des stations

L'objectif principal de la communication de l'OEIL étant d'atteindre la cible grand public par des messages simples, il est convenu d'attribuer des scores aux stations de chaque zone géographique selon trois classes de qualité : « Non perturbée », « Modérément perturbée », « Fortement perturbée ».

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 qualifier une station à partir du score le plus défavorable obtenu pour l'ensemble des paramètres mesurés sur l

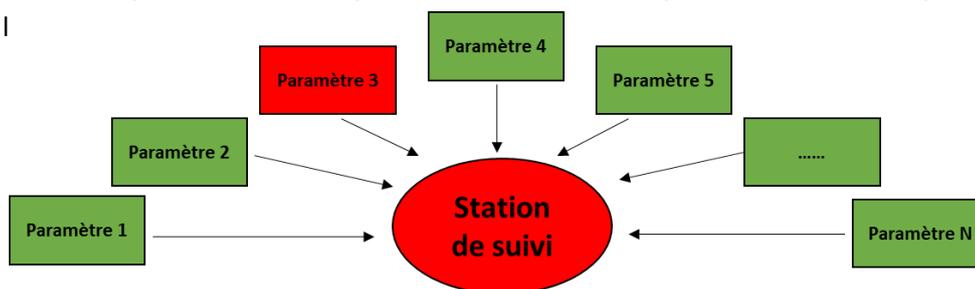


Figure 3: Illustration de la règle du paramètre le plus déclassant : des scores « Non perturbé » sont attribués à l'ensemble des N paramètres mesurés sur la station de suivi, à l'exception du paramètre 3 qui obtient un score « Fortement perturbé ». En raison de la règle du paramètre le plus déclassant, 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 2018 » de chaque milieu, les scores obtenus pour les stations d'une zone sont présentés sous forme de graphiques, dont voici la clé de lecture :

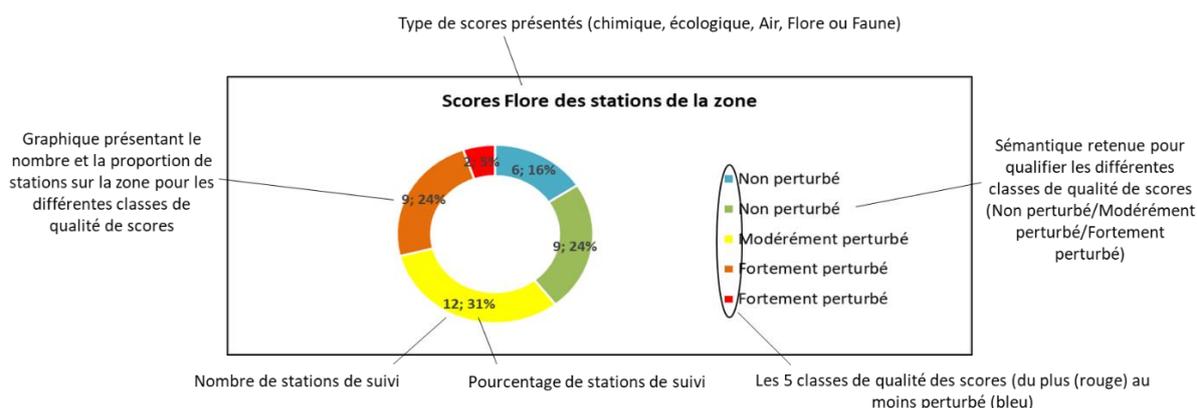


Figure 4: Clé de lecture des graphiques des scores obtenus sur l'ensemble des stations à l'échelle d'une zone

1.6.4 Amélioration continue

Le tableau suivant présente le traitement des améliorations demandées par le Cotec (lors des réunions organisées le 13/05/19 et 18/06/19) ou le Conseil Scientifique de l'OEIL (réunion du 12/07/19) :

Demande d'amélioration continue	Demandeur	Demande satisfaite?	Précisions
Rajouter dans les tableaux de synthèse des scores les tendances d'évolution temporelle des 5 dernières années	Cotec et Conseil Scientifique	Oui	Ces informations ont été rajoutées aux tableaux de synthèses des scores pour chaque milieu (sous forme de flèches)
Evaluer la qualité des suivis environnementaux	Cotec	Oui	Ces informations ont été rajoutées au bilan technique 2019 (parties "évaluation de la qualité des suivis" de chaque milieu)
Revoir la sémantique	Cotec	Oui	Un atelier d'échange est prévu le 11/12/2019 afin de valider la sémantique à retenir en 2020
Revoir le mode de représentation des scores à la zone	Cotec	Oui	Dans le bilan technique, en plus du score à la zone, sont présentés les classes de scores obtenus sur les stations et couples de stations/paramètres évalués sur la zone. Un atelier d'échange est prévu le 11/12/2019 afin de valider le mode de représentation des scores à retenir en 2020
Réaliser le contrôle des écarts entre l'année diagnostiquée et l'étude d'impact	Cotec	Non	Le Conseil d'administration de l'OEIL n'y était pas favorable
Appliquer la nouvelle méthodologie de façon rétroactive afin de pouvoir comparer les scores avec ceux des années antérieures	Cotec	Non	faute de temps
Pour les milieux aquatiques, abandonner la réalisation des analyses statistiques pour la comparaison aux stations de référence. Poursuivre les analyses statistiques pour les tendances d'évolution temporelle difficile à évaluer à dire d'expert	Cotec	Non	faute de temps

Tableau 2: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

1.7 Limites

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

Tout d'abord, les plans d'échantillonnage sont perfectibles en nombre de stations au sein d'une zone et 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 toujours 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 terrestres). 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.

2 Bilan météorologique 2018

2.1.1 Bilan pluviométrique

Le bilan pluviométrique annuel (1535 mm) à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie a été légèrement déficitaire (-10%) par rapport à la moyenne de référence (calculée sur la période 1981-2010). Ce déficit est toutefois sans commune mesure avec celui de l'année 2017 (1100 mm de précipitation annuelles ; -36% par rapport à la moyenne de référence ; 3^{ème} année la plus sèche depuis 1971).

Le premier trimestre a été marqué par le passage de plusieurs perturbations tropicales, dont certaines ont apporté des pluies substantielles : dépression tropicale FEHI (28 et 29 janvier), cyclone tropicale HOLA (8 au 10 mars) et dépression tropicale IRIS (24 au 30 mars).

D'avril à septembre, le temps était globalement sec. Les pluies ont refait leur apparition d'octobre à décembre.

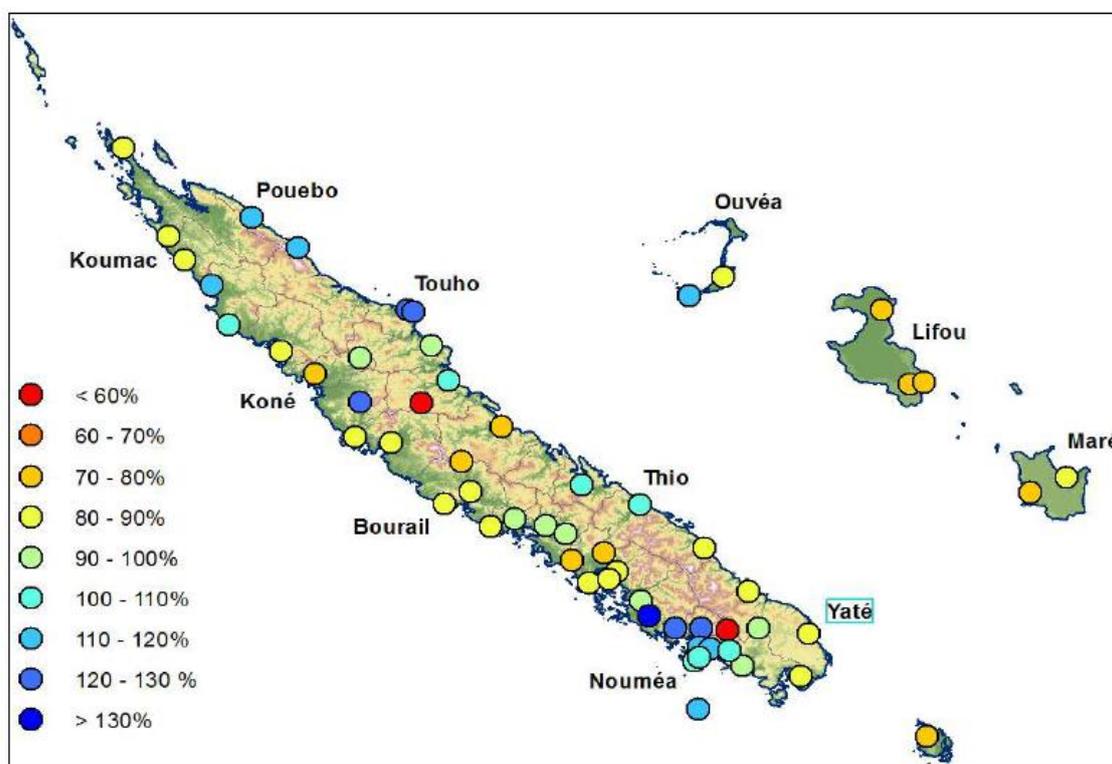


Figure 5: Rapport à la normale des cumuls de précipitations en 2018. Les valeurs inférieures à 100% témoignent d'un déficit, celles supérieures à 100% d'un excédent. Source : Météo-France Nouvelle-Calédonie

2.1.2 Bilan des températures

Les températures ont été en moyenne annuelle, très légèrement supérieures (entre +0,1 t +0,2°C) à la moyenne de référence (calculée sur la période 1981-2010).

En ce qui concerne les températures moyennes mensuelles, elles ont été supérieures la normale durant 7 mois (en particulier en juillet et octobre) et inférieures à la normale durant 3 mois (en particulier en juin).

3 Bilan Grand Sud 2018 - Milieux marins

3.1 Méthodologie - Milieux marins

3.1.1 Suivis environnementaux - milieux marins

Des suivis de type physico-chimique et biologique sont réalisés en milieu marin. Leur nature, fréquence de suivi, méthode de mesure et période de réalisation sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi et méthodes	Méthodes de mesure	Périodes	Suivis contribuant au diagnostic ?
Physicochim.	Physicochimie de la colonne d'eau	Vale NC	2007	semestrielle	à trois profondeurs (surface, mi-profondeur et fond)-prélèvements d'eau dans des flacons adaptés aux paramètres étudiés	mars et août	oui
	Suivi échantillonneurs passifs (DGT)	Vale NC	2017	2 campagnes de 8 semaines	collecte de 8 DGT/campagne	avril-mai et nov-décembre	oui
	Métaux dans les sédiments de surface	Vale NC	2005	triennale	prélèvement des sédiments à l'aide d'une benne Van-Venne sur 4 cm	avril	oui
	Flux sédimentaires et métaux dans fraction fine	Vale NC	2012	2 campagnes de 6 semaines	piège à particules séquentiel à 12 godets	saison chaude (mars-avril) et saison fraîche (mai-juillet)	oui
	Métaux et soufre dans les sédiments profonds	Vale NC	2010	annuelle	prélèvement des sédiments par carottage, analyse des 4 premiers cm	mars	oui
Biologiques	Substrat	Vale NC	2005	semestrielle	sur trois transects (haut, milieu et bas de tombant) -méthode LIT (Point Intercept Transect)	saison chaude (mars-mai) et saison fraîche (août-novembre)	oui
	Substrat (Initiative ACROPORA et RORC)	DAFE/CEN	2003 (RORC) 2012 (ACROPORA)	annuelle	sur un transect avec 4 répliques -méthode du PIT (Point Intercept Transect)	saison chaude (mars-avril)	oui
	Macro-invertébrés (benthos)	Vale NC	2005	semestrielle	sur trois transects (haut, milieu et bas de tombant) -méthode d'observation sur couloir	saison chaude (mars-mai) et saison fraîche (août-novembre)	non
	Poissons	Vale NC	2005	semestrielle sur trois transects	(haut, milieu et bas de tombant) -méthode TLV (Transect à Largeur Variable)	saison chaude (mars-mai) et saison fraîche (août-novembre)	non
	Herbier	Vale NC	2014	triennale (dernier réalisé en 2017)	méthode des quadrats	avril	non

Tableau 3: Présentation des suivis environnementaux du milieu marin

La plupart des données sont fournies par Vale NC, à l'exception des données produites sur le substrat dans le cadre des initiatives ACROPORA et RORC, qui sont la propriété de la DAFE et du CEN.

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 2017 (suivi par échantillonneurs passifs).

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

Il a été validé par le Cotec que trois suivis du milieu marin ne contribueraient pas au diagnostic pour les raisons suivantes :

- Suivi Macro-invertébrés : absence de méthode de qualification – l'évaluation à dire d'expert issue du rapport d'étude sera toutefois rapportée pour information
- Suivi Poissons : absence de méthode de qualification¹ - l'évaluation à dire d'expert issue du rapport d'étude sera toutefois rapportée pour information
- Suivi Herbier : suivi non standardisé

¹ Les prestataires de Vale NC signalent eux-mêmes dans leur rapport d'étude les nombreuses limites de la méthode imposée dans les cahiers des charges des suivis (en lien avec la méthode de suivi des poissons TLV, les descripteurs biologiques densité et biomasse, la liste restreinte d'espèces, etc).

Par ailleurs, les résultats obtenus sur la station récifale de Vale NC ST35 (Pointe Puka) ne sont volontairement pas intégrés au diagnostic depuis plusieurs années, car cette station ne peut être considérée comme appartenant à la zone Baie Kwé. Afin de pallier cette absence de stations de suivi dans la zone Baie Kwé, l'OEIL a réalisé en 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).

3.1.2 Zones et stations - milieux marins

Le tableau ci-dessous montre la répartition des stations dans les différentes zones relatives au milieu marin.

Stations hors d'influence				Stations de suivi			
Zone	Station	Prélèvement		Zone	Station	Prélèvement	
Baie de Port Boisé	ST03*			Baie Kwé	ST06*		
Bonne Anse	ST19				ST06-KW1		
	Bonne Anse				Bekwe		
Casy	ST18			Baie Nord	ST15		
	ST17				ST01		
	Casy			Port de Prony	ST16		
Pointe Puka	ST35				ST12		
Canal de la Havannah	ST02				Emissaire	ST09'	
	ST07			ST SW1000-B			
	ST40			ST60-NE			
	ST28			Total stations			
	ST30			4	1	3	3
	ST29			Légende			
	ST27			*, ' : paires de stations de suivi et leurs stations de référence			
Ugo et Merlet	ST05'			Station Vale			
	ST21			Station Acropora et RORC			
	ST42			Degré d'influence par rapport			
	ST41			à l'activité industrielle et minière:			
Goro	Paradis			Champ proche			
	ST14			Champ modéré			
Ile Ouen	ST13			Champ lointain			
	ST20			Nature du prélèvement:			
	ST23			Colonne d'eau			
	Bodjo			Echantillonneurs passifs			
Ile des Pins	Daa Maa			Sédiments de surface			
	Nemondja			Flux sédimentaires			
	Kanga Daa			Sédiments profonds			
	Daa Kouguie			Peuplements biologiques			
	Daa Yetaii						
Total stations		10	0	9	0	0	20

Tableau 4 : Liste des stations de suivi et des stations hors d'influence du milieu marin

Les stations considérées sous impact fort de Vale 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).

En milieu marin, les stations hors d'influence sont plus nombreuses que celles sous influence.

Le déploiement des réseaux est plus ou moins important selon la nature du prélèvement considéré. Par exemple, le suivi par échantillonneurs passifs et le suivi des sédiments profonds sont localisés au niveau de zones sous influence bien précises (respectivement Emissaire et Port de Prony), tandis que d'autres suivis sont présents de façon beaucoup plus large, que ce soit en zone sous influence ou hors d'influence (suivi physicochimique de la colonne d'eau).

Les 2 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 ').

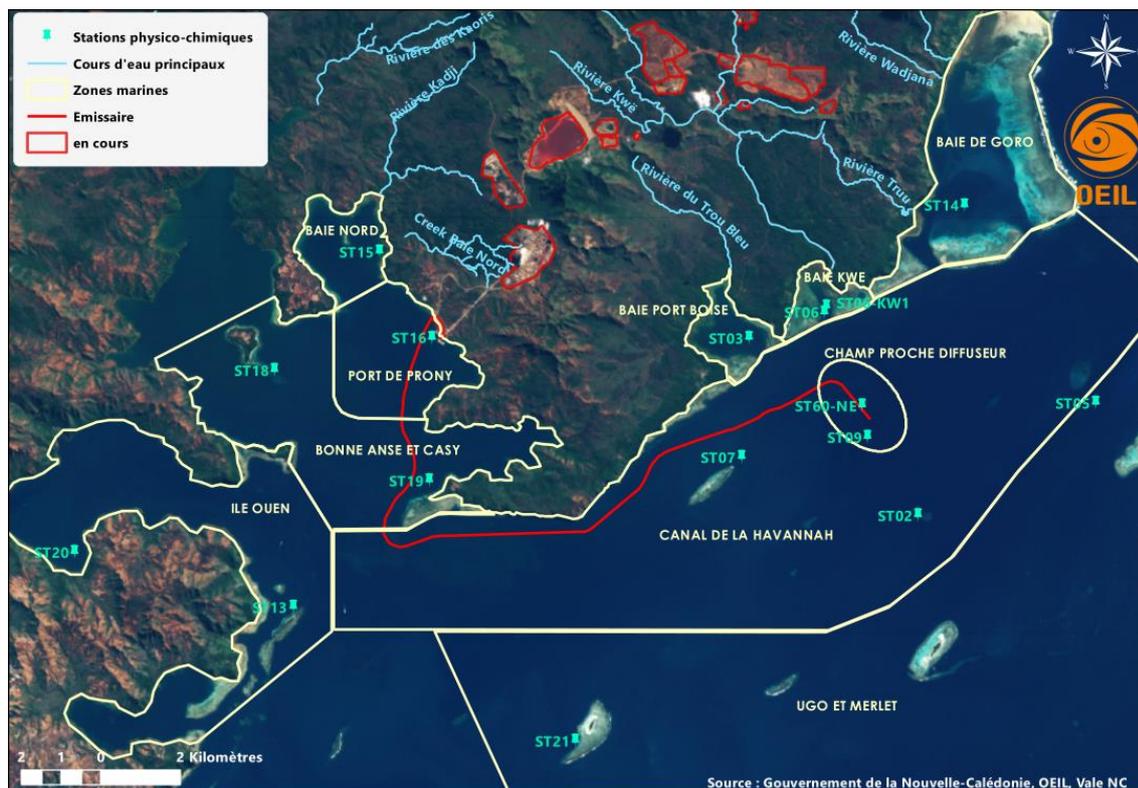


Figure 6: Localisation des stations physico-chimiques dans leurs zones respectives - milieu marin

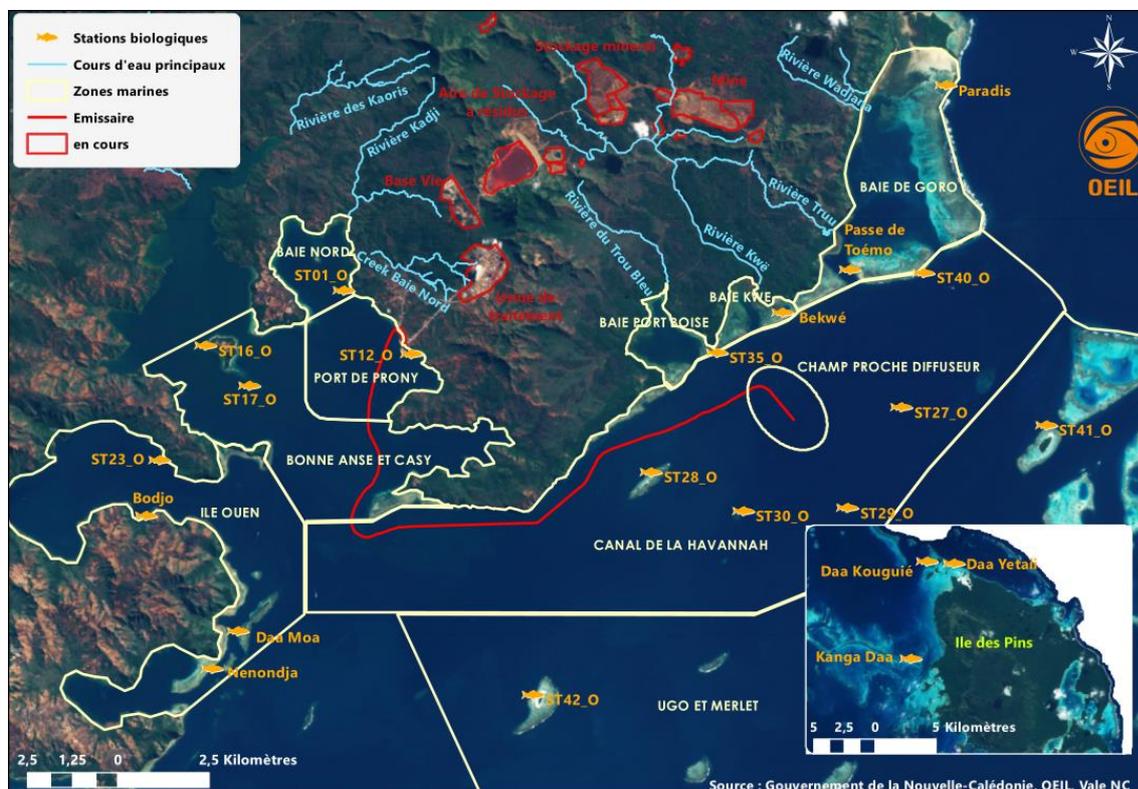


Figure 7: Localisation des stations biologiques dans leurs zones respectives - milieu marin

3.1.3 Qualification des paramètres - milieux marins

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

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Métrique de référence	Métrique de suivi
Physico-chimique	Colonne d'eau	Chimiques (Manganèse, Nickel, Chrome VI)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Valeurs seuils des grilles de qualité	Médiane, Percentile ou Moyenne sur 2016-2018 selon les paramètres
		Physicochimiques (Chlorophylle a, Phosphates, Ammonium, Azote total et Phosphore total)			
		Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)	Spatial	Percentile 90	Ecart entre moyennes
		Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)			
		Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)	Temporel	Percentile 90	Moyenne
		Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)			
	Profil aquatique (Température, Turbidité, Salinité et Fluorescence)	A dire d'expert			
	Sédiment de surface	Chimiques (métaux)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Valeurs seuils des grilles de qualité	Valeur annuelle
	Sédiments profonds	Chimiques (métaux)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Valeurs seuils des grilles de qualité	Valeur annuelle
		Chimique (Soufre)	A dire d'expert	Valeurs annuelles des 5 dernières années	Valeur annuelle
	Flux sédimentaire	Chimique (ratio Ca/Fe)	Temporel	Valeurs annuelles des 5 dernières années	Valeur annuelle
		Chimique (métaux, ratio Ca/Fe)	Temporel	Valeur de référence 2007	Moyenne semestrielle
		Chimique (Soufre)	Temporel	Valeurs annuelles des 5 dernières années	Moyenne semestrielle
Echantillonneurs passifs (DGT)	Physico-chimique (flux de MES)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Valeurs seuils de la grille de qualité	Moyenne semestrielle	
Biologique	Substrat (Vale NC)	Chimiques (Manganèse, Nickel)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Valeurs seuils de la grille de qualité	Moyenne semestrielle
		% de couverture corallienne	Temporel	Percentile 25 et Médiane (saison fraîche et par transect)	Valeur annuelle (saison fraîche et par transect)
	Substrat (ACROPORA et RORC)	% de couverture corallienne	Analyse statistiques (tendance d'évolution)	Moyenne des années précédentes	Moyenne annuelle (4 répliques)

Tableau 5 : Méthode de qualification des paramètres suivis dans les différents compartiments du milieu marin.

La liste détaillée des paramètres suivis en milieux marins est consultable en annexe (Tableau 46).

Etant donné que les éléments majeurs 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).

3.1.3.1 Colonne d'eau

Certains paramètres chimiques et physicochimiques disposent de grille de qualité ZONECO/CNRT². Selon les paramètres considérés de la colonne d'eau, les métriques de suivi sont la médiane, le percentile 90 ou la moyenne calculée sur la période 2016-2018.

² 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).

Situation	Concentration (µg/L)			Score
	Mn	Ni	CrVI	
Littoral	< 0,35	< 0,4	< 0,25	Non perturbé
	[0,35-0,8[	[0,4-0,75[	[0,25-0,6[	Modérément perturbé
	≥ 0,8	≥ 0,75	≥ 0,6	Fortement perturbé
Côtier	< 0,25	< 0,3	< 0,2	Non perturbé
	[0,25-0,5[	[0,3-0,5[	[0,2-0,3[	Modérément perturbé
	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,3	Fortement perturbé
Océanique	< 0,1	< 0,15	< 0,15	Non perturbé
	[0,1-0,2[	[0,15-0,2[	[0,15-0,2[	Modérément perturbé
	≥ 0,2	≥ 0,2	≥ 0,2	Fortement perturbé

Tableau 6: Grilles de qualité ZONECO/CNRT des paramètres « Manganèse », « Nickel » et « Chrome VI » dissouts dans la colonne d'eau

Pour les paramètres chimiques et physicochimiques ne disposant pas de grille de qualité ZONECO/CNRT, les données mesurées en 2018 sont comparées à un référentiel spatial ou temporel. Seule deux stations de suivi (Baie Kwé et Emissaire) disposent de stations de référence, les douze autres stations sont donc comparés à leur propre historique de données.

La métrique de référence retenue est le percentile 90. Pour le référentiel spatial, il est calculé du début des suivis jusqu'à l'année 2017, 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 2017, à partir des moyennes de la station de suivi.

Pour le référentiel spatial, la métrique de suivi est l'écart mesuré en 2018 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 2018 en station de suivi.

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

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

Tableau 7: Grille de qualité des paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau ne disposant pas de grille de qualité ZONECO/CNRT

Une tendance d'évolution temporelle est également appréciée sur la période 2014-2018 (5 ans), en estimant à dire d'expert si les moyennes en station de suivi suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

3.1.3.2 Sédiments de surface et sédiments profonds

Certains paramètres chimiques (métaux) disposent de grille de qualité ZONECO/CNRT. La métrique de suivi est la valeur 2018.

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

Pour le Soufre et le ratio Ca/Fe dans les sédiments profonds, seule l'évolution temporelle des 5 dernières années peut être évaluée.

3.1.3.3 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 2018.

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

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 2018.

Pour le Soufre dans les flux sédimentaires, seule l'évolution temporelle des 5 dernières années peut être évaluée.

3.1.3.4 Echantillonneurs passifs (DGT)

Le Manganèse et le Nickel disposent de grille de qualité ZONECO/CNRT. La métrique de suivi est la moyenne semestrielle 2018.

3.1.3.5 Substrat

Pour les stations récifales de Vale NC, en l'absence de grille de qualité, de station de référence et de répliques par transect, le paramètre pourcentage de couverture corallienne est comparé à un référentiel temporel. Pour les stations récifales ACROPORA et du RORC, grâce à l'existence de répliques, des analyses statistiques sur le critère temporel sont réalisées.

Pour les stations récifales de Vale-NC, 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 2017, à partir des valeurs de pourcentages de couverture corallienne mesurées en saison fraîche.

La métrique de suivi est la valeur 2018 du pourcentage de couverture corallienne en station de suivi.

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

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

Tableau 10: Grille de qualité du paramètre « % de couverture corallienne »

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
	Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Temporel	Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial		
	Chimiques (métaux, soufre, ratio Ca/Fe)		Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique
	Physicochimiques (sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Temporel				Mauvaise	Fréquence d'échantillonnage insuffisante (semestrielle)
	Sédiment de surface	Chimiques (métaux)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique
	Sédiments profonds	Chimiques (métaux)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	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
	Flux sédimentaire	Chimique (métaux, ratio Ca/Fe)	Temporel	Mauvaise	Absence de grille de qualité et de station de référence
Chimique (Soufre)		Temporel	Mauvaise	Historique de données insuffisants pour calculer une gamme temporelle	
Physico-chimique (flux de MES)		Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Référence 2007 construite à partir d'une seule valeur	
Echantillonneurs passifs (DGT)	Chimiques (Manganèse, Nickel)	Grille de qualité ZONECO/CNRT	Bonne	Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial	
Biologique	Substrat (Vale NC)	% de couverture corallienne	Temporel	Moyenne	Absence de grille de qualité, de station de référence et d'état initial
	Substrat (ACROPORA et RORC)	% de couverture corallienne	Analyse statistiques (tendance d'évolution)	Bonne	Absence de réplica

Tableau 11: 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 et d'état initial fait que la qualité de la plupart des suivis est jugée « Moyenne » ou « Mauvaise ».

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

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)³, 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 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.

3.1.6 Amélioration continue - milieux marins

Le tableau suivant présente le traitement des améliorations demandées par le Cotec (lors des réunions organisées les 13/05/19 et 18/06/19) ou le Conseil Scientifique de l'OEIL (réunion du 12/07/19) :

Type de suivi	Demande d'amélioration continue	Demandeur	Demande satisfaite?	Précisions
Physico-chimique et biologique	Séparer la zone "Bonne Anse et Casy" en deux zones distinctes "Bonne Anse" et "Casy"	Cotec	Oui	
Physico-chimique	Intégrer le suivi par échantillonneurs passifs au diagnostic et déterminer si les grilles ZONECO/CNRT peuvent être utilisées	Cotec	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
	Ne plus considérer les stations ST18 et ST19 comme les référence respectives de ST15 et ST16	Cotec	Oui	Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT, les stations ST15 et ST16 sont désormais comparées à leur propre historique de données (référentiel temporel)
	Confirmer le reclassement en situation "cotière" des stations ST05 et ST02, jusqu'à présent classées en situation "océanique"	Cotec	Oui	Après consultation d'un expert de l'IRD, la situation "cotière" est à privilégier pour les stations ST02 et ST05
	Rechercher de nouvelles grilles de qualité pour les paramètres physico chimiques (autre que ZONECO/CNRT)	Conseil Scientifique	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	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	Oui	
	Ne plus calculer de gamme de référence temporelle pour les flux de Matières en suspension (jugé non pertinent)	Conseil Scientifique	Oui	A défaut de mieux, nous avons donc utilisé la valeur de référence 2017
	A défaut de mieux, utiliser l'évolution temporelle sur 5 ans pour noter le Soufre dans les sédiments profonds du Port	Cotec	Oui	La méthode de qualification étant jugée peut pertinente, le Soufre dans les sédiments du Port ne contribuera plus à la notation de la zone
	Pour la notation des zones, ne tenir compte que des score des paramètres disposant de grilles ZONECO /CNRT	Cotec et Conseil Scientifique	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 dans le Bilan technique 2019
	Biologique	Rechercher des grilles de qualité générique (pour le suivi substrat)	Conseil Scientifique	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	Oui	

Tableau 12: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

³ En effet, le suivi du paramètre Soufre au niveau du Port étant jugé particulièrement important, il a été décidé qu'il continuerait à participer à la notation de la station ST16, malgré le fait que son score soit attribué à dire d'expert.

3.2 Résultats 2018 - Milieux marins

3.2.1 Scores 2018 - milieux marins

Le tableau ci-dessous présente les scores des états chimiques et écologiques obtenus en 2018 pour chaque station du milieu marin :

Etat chimique																									Etat écologique										
Zone	Station	Paramètres chimiques																				Score 2018 par station	Paramètres physico-chimiques					Paramètres bio.		Score 2018 par station					
		Métaux																			Station		MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)						
		Min				Ni				Cr VI		Cr		Co		Fe		Vale NC	Acropora /RORC																
	E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	E	S	P	E	S	P				M	E	E	E	E	E	Vale NC	Acropora /RORC							
Goro	ST14	→				↗				↗									↗																
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	→																																	
	ST07	→																																	
Ugo et Merlet	ST21	→				↗																													
	ST05'	→				→																													
Emissaire	ST09'	→								→																									
	ST SW1000-B		↘																																
Ile des Pins																																			

Tableau 13: Scores des états chimiques et écologiques 2018 – 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, les flux sédimentaires, etc.

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 (2014 à 2018).

Un tableau présentant les scores obtenus pour les paramètres ne contribuant pas à la notation des stations est présenté à titre indicatif en annexe (Tableau 47).

Remarque : les tableaux de présentation des données 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.

3.2.2 Détails des scores 2018 par zone - milieux marins

3.2.2.1 Remarques générales applicables à l'ensemble des zones

Concernant l'état chimique

Comme chaque année, un gradient de concentration en métaux dissous est observé. Les baies présentent des concentrations en métaux plus importantes que celles mesurées au large. En 2017, de nombreuses stations présentaient des dépassements en métaux (Fer, Chrome, Nickel...) dus aux conditions météorologiques extrêmes (cyclone Cook d'avril 2017) qui avaient influencées les résultats de la campagne d'échantillonnage du premier semestre. Les conditions plus clémentes de 2018 font que moins de perturbations en métaux sont constatées en 2018.

On constate pour la plupart des zones des tendances à l'augmentation du Chrome VI (forme principale du Chrome dans la colonne d'eau en milieu marin) sur la période récente de 2014 à 2018. Cette augmentation est corroborée par une tendance à l'augmentation constatée sur le Chrome également. Cette augmentation en Chrome et Chrome VI est certainement due à l'influence terrigène en provenance de la côte. Cette observation reste cependant souvent contenue dans la gamme de variation historique du paramètre.

Concernant l'état écologique

Les apports d'eau douce en milieu marin peuvent se traduire par une baisse de salinité ou une diminution de la température. C'est ce qui est observé au niveau de Baie de Port Boisé, Baie de Kwé, Baie Nord et Casy.

Les perturbations en éléments majeurs (Magnésium, Calcium, Potassium, Sulfates) et matières organiques (Carbone organique total, Azote organique particulaire, Azote organique dissous, Azote total, Phosphore organique particulaire, Phosphore organique dissous, Phosphore organique total) constatées semblent être davantage liées à des cycles naturels qu'à des perturbations d'origine anthropiques.

Un dépassement des valeurs seuils de la grille ZONECO/CNRT de l'Azote total est constaté pour toutes les stations situées au large (Canal de la Havannah, Ugo et Merlet et Emissaire). L'hypothèse formulée pouvant expliquer cette perturbation en Azote total est la fluctuation naturelle de la composition physicochimique des eaux océaniques.

Bien que non considéré comme perturbé d'après la grille ZONECO/CNRT, on constate pour la plupart des zones des tendances à l'augmentation pour l'Ammonium sur la période récente de 2014 à 2018. L'hypothèse formulée pouvant expliquer cette augmentation en Ammonium est la fluctuation naturelle de la composition physicochimique des eaux océaniques.

Un développement d'algues rouges est constaté sur plusieurs stations du Canal de la Havannah (*Asparagopsis taxiformis*) et Casy (ST18), tandis que l'algue brune (*Lobophora variegata*) se développent en baie de Prony (St15 et ST16).

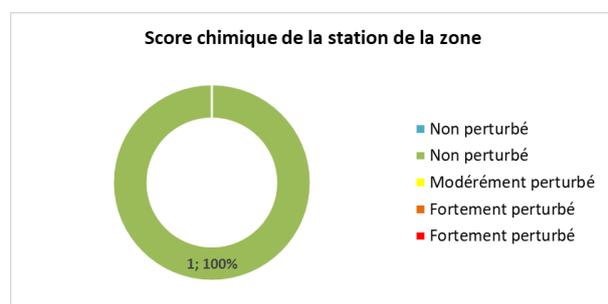
La plupart des stations, en dehors de celles ayant subi des invasions d'Acanthasters, présentent une complète résilience au blanchissement observé en 2016.

Les prestataires de Vale NC en charge des suivis macro-invertébrés (hors coraux durs) et Poissons ont réalisé des analyses statistiques à l'échelle de la zone d'étude sur l'évolution temporelle de la richesse spécifique (qui semble être le descripteur biologique le plus pertinent en comparaison de la densité et de la biomasse). Pour les poissons, ces analyses concluent que les populations de la zone d'étude sont « Non perturbées » et stables sur le long terme (2007-2018), sans que cela n'interdise des fluctuations sur le court terme.

3.2.2.2 Goro

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station				
Paramètres chimiques																		
Zone	Station	Métaux																
		Mn				Ni				Cr VI		Cr			Co		Fe	
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P		
Goro	ST14	→				↗				↗								



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

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué

à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée sur la station pour le Nickel et le Chrome VI dans la colonne d'eau. De plus, bien que le Manganèse dans la colonne d'eau de ST14 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 2018 (0,136 µg/L avec un maximum de 0,406 µg/L).

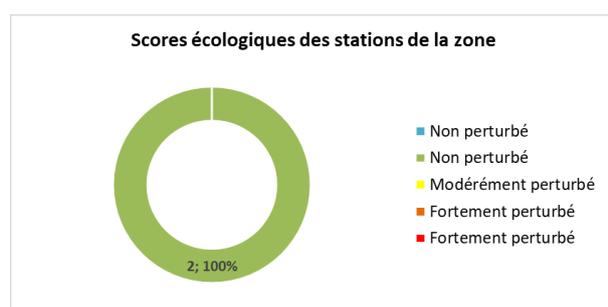
Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station : le Chrome et le Cobalt dans la colonne d'eau. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome.

Alors qu'une valeur moyenne record en Cuivre était enregistrée en 2017 (0,394 µg/L), potentiellement due au nettoyage d'une ou plusieurs coques de bateaux peu avant les prélèvements, celle-ci est repassée à une teneur faible en 2018 (0,029 µg/L).

Les teneurs en métaux peuvent s'expliquer par l'érosion des sols des bassins versants avoisinants due aux dégradations historiques du couvert végétal par les incendies, l'exploitation forestière et les activités d'extraction minière. Plus récemment, un terrassement a été réalisé en 2017 sur le bassin versant de la Truu pour une voie d'accès et un lotissement de 5 habitations. Des travaux de ce type pourraient également expliquer les augmentations en métaux constatées.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST14		→	↗	→	↗	→			
Paradis								→	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien de la station ACROPORA (Paradis) présente dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST14.

Le recouvrement en corail vivant sur la station Paradis ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2018 (test statistique non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station. La présence d'un spécimen d'Acanthaster est notée sur la station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimique clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score

« Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, une tendance à la hausse sur la période 2014-2018 est notée pour l'Ammonium et l'Azote total. De plus, bien que l'Azote total dans la colonne d'eau de ST14 ne soit pas considéré comme perturbé par rapport à sa grille ZONECO/CNRT, sa concentration moyenne est la plus importante enregistrée à l'échelle de la région en 2018 (7,4 µmol/L avec un maximum de 11,9 µmol/L).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), l'Azote organique dissous est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST14.

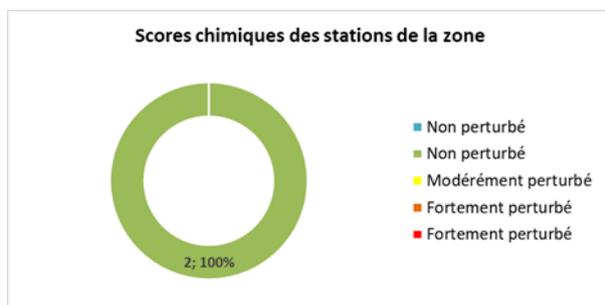
Les résultats obtenus sur les stations coraliennes ne traduisent aucune perturbation particulière du milieu. Les résultats relatifs à l'Azote total, l'Ammonium et l'Azote organique dissous ne montrent pas non plus de valeurs anormales malgré des concentrations élevées au regard de celles enregistrées dans la région. Ces paramètres sont donc à surveiller.

3.2.2.3 Ile Ouen

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique															Score 2018 par station	
Paramètres chimiques																
Zone	Station	Métaux														
		Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co		Fe
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P
Ile Ouen	ST13	→				→				↗						
	ST20	↘				↘				↗						

Etat chimique des stations de la zone



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

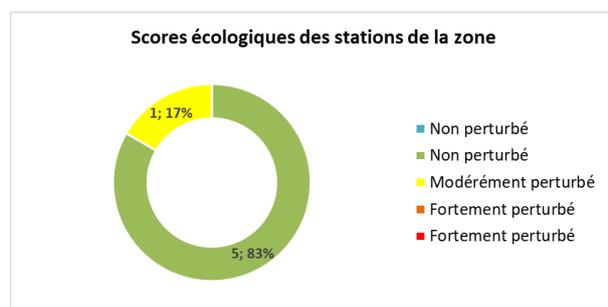
Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome VI dans la colonne d'eau pour les deux stations.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), aucun n'est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur les stations. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome dans la colonne d'eau pour les deux stations.

Les teneurs en métaux peuvent s'expliquer par l'érosion des sols de l'île Ouen où le couvert végétal est particulièrement dégradé. Les zones arborées et arbustives ne représentent que 45% de l'île, le reste étant principalement composé de sols nus (18,6% de la surface) et de végétation clairsemées et herbacées (respectivement 17,9% et 17,5% de la surface) (source : OEIL, MOS 2014). L'île Ouen est aussi régulièrement touchée par les incendies⁴ connues pour aggraver le phénomène d'érosion.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST13		↗	↗	→	→	→			
ST20		→	↗	→	→	↘			
ST23							↘		
Bodjo								→	
Daa Moa								↗	
Nemondja								↗	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien des 4 stations récifales de la zone (une suivie par Vale NC et 3 dans le cadre de l'initiative ACROPORA) et sur les paramètres physicochimiques clés des deux stations ST13 et ST20.

Sur la station opérée dans le cadre des suivis de Vale NC, les trois transects présentent des couvertures coralliennes en diminution par rapport à la précédente campagne. Les écarts de pourcentages de couverture corallienne entre 2017 et 2018 vont de -1,5% sur le transect du bas de tombant à -15% sur le transect de haut de tombant. Cette diminution peut s'expliquer par une invasion d'Acanthaster observée en novembre 2018 (51 spécimens). Les résultats sont globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur les stations et une tendance à la baisse est perçue sur la période 2014-2018. La station obtient également le taux de blanchissement le plus élevé à l'échelle de la région en 2018 (2%), bien que restant faible. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à cette station.

Le recouvrement en corail vivant des trois stations suivies dans le cadre du programme ACROPORA ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2018⁵. Entre 2017 et 2018, une

⁴ 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.

⁵ A noter que le test statistique est significatif pour la station Bodjo en raison de recouvrements 2015 et 2016 plus importants que ceux des autres années.

augmentation importante du recouvrement corallien est relevée sur la station Daa Moa (15%). Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations. La présence d’Acanthaster est signalée dans la zone, avec 11 spécimens observés sur Bodjo.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres clés), aucun n’est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l’augmentation est notée pour l’Ammonium (ST13 et ST20) et la Chlorophylle a (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 2018 (0,235 µmol/L avec un maximum de 0,712 µmol/L).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST13 : Azote organique particulaire et Phosphore organique particulaire.

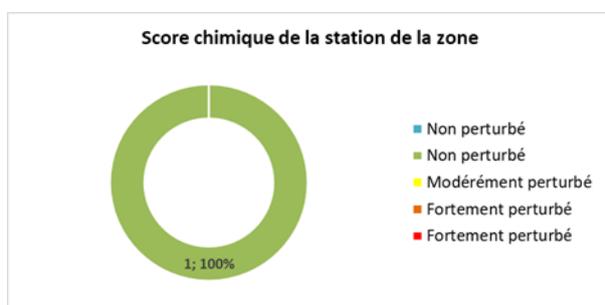
D’après le prestataire de Vale NC en charge du suivi, la Turbidité est anormalement élevée au mois d’août sur les deux stations en raison de la présence de néphéloïdes benthiques (concentration de particules non-organiques en suspension dans l’eau de mer).

Globalement, les résultats sur les stations récifales ne montrent que peu de perturbations, excepté la présence d’Acanthasters ayant causé la réduction du recouvrement corallien sur la station ST23 suivie par Vale NC.

3.2.2.4 Port Boisé

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																Score 2018 par station	
		Paramètres chimiques															
Zone	Station	Métaux															
		Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co			Fe
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P	
Baie Port Boisé	ST03*	↘		→		→		↘		↗	↘		↘		→		



Ce score est associé aux résultats obtenus sur l’unique station physico-chimique de la zone (ST03) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d’eau et sédiments de surface.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n’est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué

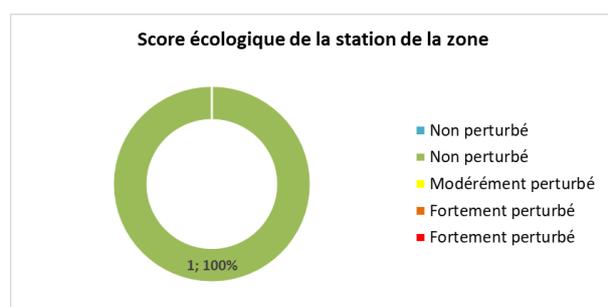
à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée sur la station pour le Chrome VI dans la colonne d'eau. Bien que les métaux (Manganèse, Nickel et Chrome VI) dans la colonne d'eau de ST03 ne soit pas considérés comme perturbés par rapport aux grilles ZONECO/CNRT, leurs concentrations moyennes figurent parmi les plus importantes de la région en 2018 : Manganèse (0,116 µg/L avec un maximum de 0,306 µg/L), Nickel (0,322 µg/L avec un maximum de 1,438 µg/L), Chrome VI (0,311 µg/L avec un maximum de 1,004 µg/L).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), le Chrome dans la colonne d'eau est considéré comme anormalement élevé en 2018 (0,353 µg/L avec un maximum de 1,116 µg/L) par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome. Bien que le Cobalt dans la colonne d'eau de ST03 ne soit pas considéré comme anormalement élevé par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station, la concentration moyenne en Cobalt figure parmi les plus importantes de la région en 2018 (0,044 µg/L avec un maximum de 0,13 µg/L).

Les teneurs importantes en métaux peuvent s'expliquer par l'érosion intense des sols du bassin versant de Port Boisé due notamment à la présence d'anciens sites miniers ne faisant plus l'objet d'une exploitation.

Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique									
Paramètres physico-chimiques							Paramètres bio.		Score 2018 par station
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
			E	E	E	E			
ST03*		→	→	→	→	→			



Cette zone ne disposant pas de station récifale, le score est associé aux résultats obtenus sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST03.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station : les Nitrates/Nitrites dans la colonne d'eau.

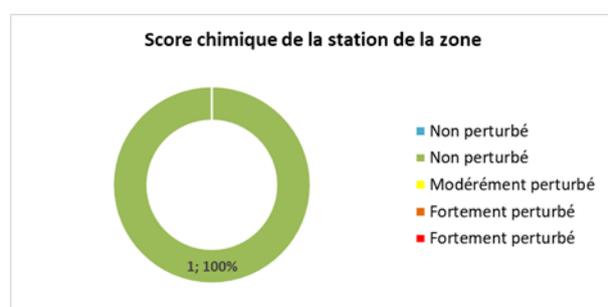
D'après le prestataire de Vale NC en charge du suivi, la Salinité est particulièrement basse en raison d'apports d'eaux douces provenant des cours d'eau au mois d'août.

Les valeurs anormalement élevées en Nitrates/Nitrites peuvent traduire des apports en eaux usées liées notamment à la présence de l'hôtel présent sur la zone (Kanua Tera Ecolodge). Cette hypothèse est également évoquée par le prestataire de Vale NC en charge du suivi des écosystèmes marins.

3.2.2.5 Baie Kwé

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station			
Paramètres chimiques																	
Zone	Station	Métaux															
		Mn			Ni			Cr VI		Cr		Co			Fe		
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P	
Baie Kwé	ST06*	↘		→		→		→		↗	→		↗		→		



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physico-chimique de la zone (ST06) pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT et mesurés au niveau des compartiments colonne d'eau et sédiments de surface.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome VI dans la colonne d'eau et le Cobalt dans les sédiments de surface. Bien que les métaux (Manganèse, Chrome VI) dans la colonne d'eau de ST06 ne soit pas considérés comme perturbés par rapport aux grilles ZONECO/CNRT, leurs concentrations moyennes figurent parmi les plus importantes de la région en 2018 : Manganèse (0,194 µg/L avec un maximum de 0,547 µg/L) et Chrome VI (0,192 µg/L avec un maximum de 0,69 µg/L).

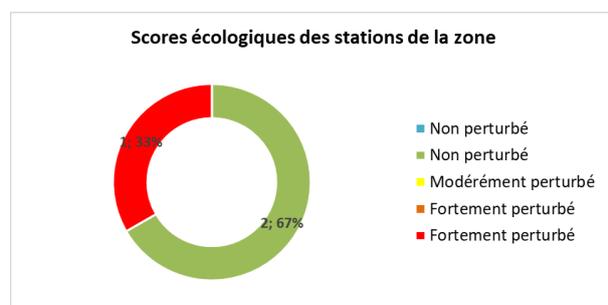
Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs de référence de 2007 mesurées sur la station ST06-KW1 : le Manganèse, le Nickel, le Chrome, le Cobalt, le Fer et le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Nickel, le Chrome, le Fer dans les flux sédimentaires, et pour le Chrome dans la colonne d'eau de la station ST06. Bien que les métaux (Chrome, Cobalt) dans la colonne d'eau de ST06 ne soient pas considérés comme anormalement élevés par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur sa station de référence (ST03), leurs concentrations moyennes figurent parmi les plus importantes de la

région en 2018 : Chrome (0,459 µg/L avec un maximum de 0,832 µg/L) et Cobalt (0,04 µg/L avec un maximum de 0,083 µg/L).

Les teneurs importantes en métaux retrouvés dans les flux sédimentaires et la colonne d'eau peuvent s'expliquer par la forte empreinte terrigène au niveau de la baie Kwé, soumise à un phénomène d'érosion intense et accentué par les activités minières actuelles situées sur le bassin versant amont.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST06*		→	↗	→	→	→			
ST06-KW1	↗								
Bekwé								→	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien de l'unique station récifale de la zone (Bekwé ; suivie dans le cadre de l'initiative ACROPORA) et sur les paramètres physico-chimiques clés des stations ST06-KW1 et ST06.

Le recouvrement en corail vivant de la station suivie dans le cadre du programme ACROPORA ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2018 (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), le paramètre Matières en suspension dans les flux sédimentaires de ST06-KW1 est considéré comme perturbé en 2018 (moyenne saison chaude de 244 g/m²/j) par rapport aux valeurs de sa grille. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à ce suivi. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour les Matières en suspension dans les flux sédimentaires (ST06-KW1) et l'Ammonium dans la colonne d'eau (ST06).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 sur la station ST06 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station de référence (ST03) : Carbone organique particulaire, Azote organique particulaire, Azote organique dissous et Phosphore organique dissous. Le Calcium dans les flux sédimentaires de la station ST06-KW1 est également considéré comme anormalement bas en 2018 par rapport aux valeurs de référence de 2007 de la station. Bien que les Nitrates/Nitrites dans la

colonne d'eau de ST06 ne soit pas considérés comme anormalement élevés par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur sa station de référence (ST03), ils enregistrent la plus forte moyenne à l'échelle de la région en 2018 (0,54 µmol/L avec un maximum de 0,842 µmol/L).

D'après le prestataire de Vale NC en charge du suivi, la Salinité est particulièrement basse en raison d'apports d'eaux douces par la rivière Kwé au mois d'août.

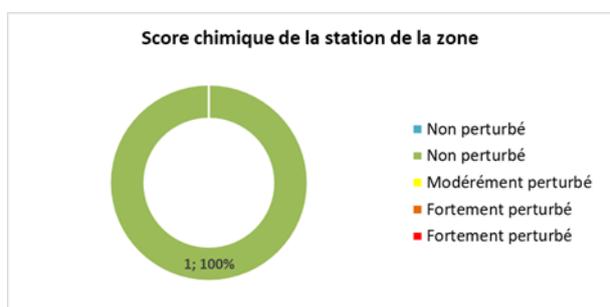
Le prestataire de Vale NC en charge de ce suivi rapporte que le pic de Matières en suspension observé dans les flux sédimentaires serait lié à la forte pluviométrie de mars 2018 (cyclone Hola). De façon générale, les systèmes de gestion des eaux mis en place par les exploitants miniers ne sont pas dimensionnés pour pallier une perturbation exceptionnelle de type cyclone. Lorsque la pluviométrie était plus modérée, ces pics n'ont pas été observés.

Afin de pallier cette absence de stations de suivi dans la zone Baie Kwé, l'OEIL a réalisé en 2014 et en 2019-2020, avec le concours du Comité Consultatif Coutumier Environnemental (CCCE), 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 suivis de 2014 attestent d'une pression sédimentaire importante s'exerçant sur le substrat de la zone. Par ailleurs, les résultats présentés en annexe 4 obtenus sur la station récifale de Vale NC ST35 (Pointe Puka), volontairement non intégrée au diagnostic car cette station ne peut être considérée comme appartenant strictement à la zone Baie Kwé, conforte l'hypothèse d'une pression sédimentaire liée aux apports terrigènes de la Kwé.

3.2.2.6 Bonne Anse

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station			
Paramètres chimiques																	
Zone	Station	Métaux															
		Mn			Ni			Cr VI		Cr		Co			Fe		
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P	
Bonne Anse	ST19	↘				↘				↗							



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

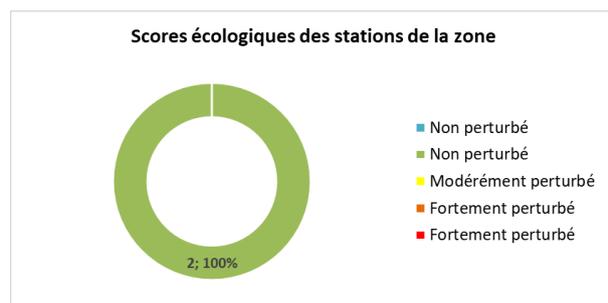
Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome VI dans la colonne d'eau.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), aucun n'est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome dans la colonne d'eau.

Bien que les résultats des suivis physico-chimiques ne traduisent pas de perturbation particulière, l'augmentation en Chrome et Chrome VI dans la colonne d'eau signale l'influence terrigène en provenance de la côte.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST19		→	↗	→	→	→			
Bonne Anse								→	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus 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 sur la station suivie dans le cadre du programme RORC ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2018 ⁶. Un score « Non perturbé » est attribué à cette station. La présence de 18 spécimens d'Acanthasters est cependant signalée sur cette station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée sur la station pour l'Ammonium dans la colonne d'eau.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), aucun n'est considéré comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station.

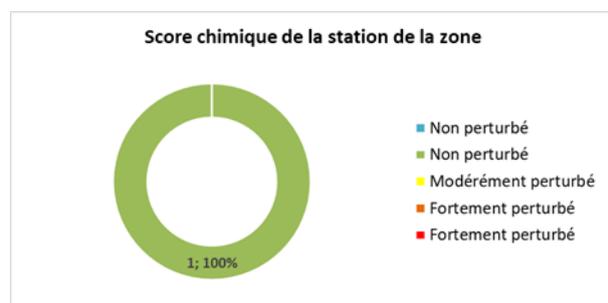
⁶ A noter que le test statistique est significatif pour la station Bonne Anse en raison de recouvrements 2014 et 2016 plus importants que ceux des autres années.

Bien que la station récifale du RORC soit considérée dans un bon état, elle présente tout de même un nombre d'Acanthasters important (18 spécimens) qu'il convient de surveiller, d'autant plus que des invasions ont été observées à proximité dans la baie du Prony.

3.2.2.7 Casy

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station		
Paramètres chimiques																
Zone	Station	Métaux														
		Mn				Ni				Cr VI		Cr			Co		Fe
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P
Casy	ST18	↘		→		↗		↘		↗	↘		↘		↘	



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

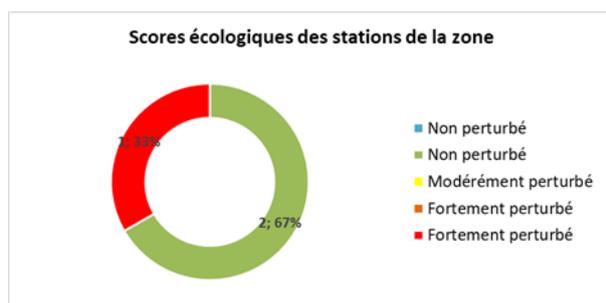
Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Nickel et le Chrome VI dans la colonne d'eau. 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 est la plus forte enregistrée à l'échelle de la région en 2018 (0,565 µg/L avec un maximum de 1,861 µg/L).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), le Chrome dans la colonne d'eau est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station. Il s'agit de la plus forte moyenne enregistrée à l'échelle de la région en 2018 (0,718 µg/L avec un maximum de 2,97 µg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome.

Les teneurs importantes en métaux peuvent s'expliquer par l'érosion intense des sols du bassin versant de la Somme et du Carénage due à la présence d'anciens sites miniers ne faisant plus l'objet d'une exploitation.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station	
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC		Acropora /RORC
			E	E	E	E			
ST18		↗	↗	→	→	↘			
ST17							↘		
Casy								→	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus 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) présente dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST18.

Sur la station opérée dans le cadre des suivis de Vale NC, les deux transects présentent des couvertures coralliennes en légère diminution par rapport à ceux de la précédente campagne (-1% et -1,5%). De plus, les résultats sur les deux transects sont globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur la station et une tendance à la baisse est perçue sur la période 2014-2018. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à cette station. La présence d'un spécimen d'Acanthaster est également notée.

Le recouvrement en corail vivant sur la station suivie dans le cadre du programme RORC montre une évolution temporelle positive sur la période 2014-2018⁷. Un score « Non perturbé » est attribué à cette station. La présence de 6 spécimens d'Acanthasters est signalée sur la station.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée sur la station pour la Chlorophylle a et l'Ammonium dans la colonne d'eau.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station : les Nitrates/Nitrites dans la colonne d'eau. Les Nitrates/Nitrites enregistrent une des

⁷ A noter que le test statistique est significatif pour la station Casy en raison de recouvrements 2017 et 2018 plus importants que ceux des autres années.

moyennes les plus importantes de la région en 2018 (0,322 µmol/L avec un maximum de 1,128 µmol/L).

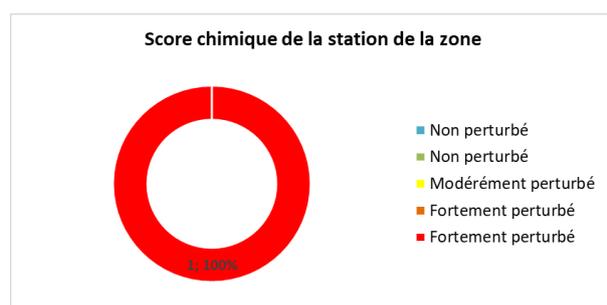
D'après le prestataire de Vale NC en charge du suivi, la Salinité est particulièrement basse en raison d'apports d'eaux douces aux mois d'avril et d'août.

Un phénomène d'invasion par les Acanthasters a été observé au niveau de Casy en 2017. Il est responsable de la réduction drastique du recouvrement corallien observé sur la station récifale de Vale-NC en 2018. A noter qu'une campagne d'éradication de ces organismes a été menée en novembre 2018 par l'IRD et la province Sud dans la baie du Prony. Les effets de cette campagne pourront donc être appréciés sur les résultats de l'année 2019.

3.2.2.8 Baie Nord

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station			
Paramètres chimiques																	
Zone	Station	Métaux															
		Mn			Ni			Cr VI		Cr		Co			Fe		
E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P			
Baie Nord	ST15	↘		↘		↘		→		↗	→		→		→		



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

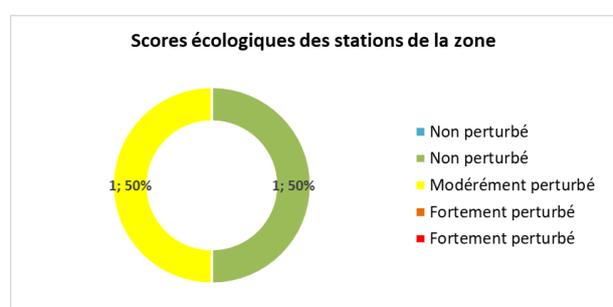
Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, certains sont considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives : le Chrome (12 271 mg/kg) et le Cobalt (238 mg/kg) dans les sédiments de surface. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à ce suivi. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome VI dans la colonne d'eau. Bien que le Manganèse dans la colonne d'eau de ST15 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 2018 (0,144 µg/L avec un maximum de 0,257 µg/L).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs de référence de 2007 sur la station : le Manganèse, le Fer et le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires. Bien que le Chrome dans la colonne d'eau de ST15 ne soit pas considéré comme anormalement élevé par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station, sa concentration moyenne figure parmi les plus importantes de la région en 2018 (0,428 µg/L avec un maximum de 0,856 µg/L).

Les teneurs importantes en métaux retrouvés dans les flux sédimentaires et la colonne d'eau peuvent s'expliquer par la forte empreinte terrigène au niveau de la Baie Nord. L'érosion des sols causée par d'anciennes dégradations du couvert végétal (exploitation forestière) ou des défrichements plus récents, notamment pour la construction du site industriel, explique la présence des métaux dans cette baie.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST15	↗	→	→	→	→	↘			
ST01							↘		



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien de la station récifale de Vale NC (ST01) présente dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST15.

Sur la station opérée dans le cadre des suivis de Vale NC, les deux transects présentent des couvertures coralliennes en augmentation par rapport à la précédente campagne. Les écarts de pourcentages de couverture corallienne entre 2017 et 2018 vont de +5% sur le transect du milieu de tombant à +20% sur le transect de haut de tombant. Toutefois, les résultats sur le transect du milieu de tombant sont globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur la station et une tendance à la baisse est perçue sur la période 2014-2018. De plus, la présence d'algues brunes (*Lobophora variegata*)⁸, est signalée, mais son recouvrement semble être stabilisé. Un score « Modérément 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 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée sur la station pour les Matières en suspension dans les flux sédimentaires. Bien que la Chlorophylle a dans la colonne d'eau de ST15 ne soit pas considérée comme perturbée par rapport à sa grille ZONECO/CNRT, la concentration moyenne en Chlorophylle a est la plus importante enregistrée à l'échelle de la région en 2018 (0,798 mg/L avec un maximum de 2,026 mg/L).

⁸ Espèces d'algues révélatrices d'une perturbation d'origine sédimentaire.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station : les Nitrates/Nitrites et l'Azote organique dissous dans la colonne d'eau. Les Nitrates/Nitrites enregistrent une des moyennes les plus importantes de la région en 2018 (0,495 µmol L avec un maximum de 1,464 µmol/L).

D'après le prestataire de Vale NC en charge du suivi, la Salinité et la Température (diminution) sont particulièrement basses en raison d'apports d'eaux douces du Creek Baie Nord au mois d'août.

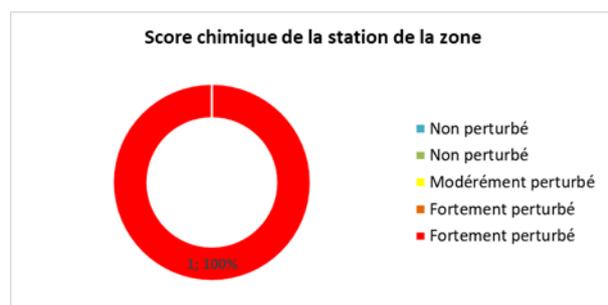
L'érosion du bassin versant du Creek Baie Nord liée aux activités passées et actuelles pourrait expliquer le score « Modérément perturbé » obtenu sur la station récifale de Vale NC. De même, le prestataire de Vale NC en charge de ce suivi rapporte que la station de la baie Nord, bien que présentant une bonne résilience, subit depuis plusieurs années une perturbation d'origine sédimentaire. De plus, le développement des algues brunes est à surveiller car elles présentent un caractère compétitif vis-à-vis des coraux.

La perturbation en Nitrates/Nitrites, traduisant un enrichissement des eaux marines, pourrait être due à des apports en eaux douces riches en nutriments. Ceci est d'autant plus probable que des indices de perturbations organiques sont relevés au niveau du Creek Baie Nord et de la rivière Kadji qui se jettent tous deux dans la Baie Nord.

3.2.2.9 Port de Prony

Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																		
Paramètres chimiques																Score 2018 par station		
Zone	Station	Métaux																
		Mn				Ni				Cr VI		Cr		Co			Fe	
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S		P	
Port de Prony	ST16	↘		→	→	→		→	→	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗



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

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome, le Cobalt et le Fer dans les sédiments profonds.

Bien que le Manganèse dans la colonne d'eau de ST16 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 2018 (0,148 µg/L avec un maximum de 0,331 µg/L).

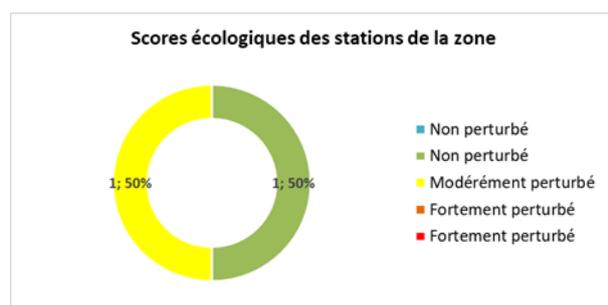
Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), une tendance à l'augmentation est constatée sur la période 2013-2018 pour le Soufre lixiviable dans les sédiments profonds (pour les horizons 0-1 cm et 2-3 cm). Elle est particulièrement importante dans le premier horizon (1511 mg/kg en 2013 contre 1981 mg/kg en 2018). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome dans la colonne d'eau. Lors du Cotec de décembre 2019, il est validé le fait de déclasser à dire d'expert le score chimique de la station ST16 en « Fortement perturbé » en raison de l'augmentation en Soufre sur la période 2013-2018 (cf Tableau 47).

Malgré les procédures mises en place en 2017 par Vale NC pour limiter la dispersion des matériaux transitant au niveau du quai vraquier, les teneurs en Soufre, qui semblaient présenter une diminution en 2017 (1619 mg/kg), sont de nouveau en augmentation en 2018 dans les sédiments superficiels.

Par ailleurs, les observations relatives aux différents métaux présents dans l'eau et les sédiments traduisent l'influence terrigène provenant de la côte.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST16		→	→	→	→	→			
ST12							→		



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien de la station récifale de Vale NC (ST12) présente dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés de la station ST16.

Sur la station opérée dans le cadre des suivis de Vale NC, les trois transects présentent des couvertures coralliennes proches de ceux de la précédente campagne (2017). Les écarts de pourcentages de couverture corallienne entre 2017 et 2018 vont de -2% sur le transect du milieu de tombant à +1,5% sur le transect de haut de tombant. Toutefois, les résultats sur le transect du bas de tombant sont globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur la station et une tendance à la baisse est perçue sur la période 2014-2018. La présence d'un spécimen d'Acanthaster est notée. De plus, un

recouvrement important d'algues brunes (*Lobophora variegata*) est signalé. Un score « Modérément 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 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), aucun n'est considéré comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station.

D'après le prestataire de Vale NC en charge du suivi, la Turbidité est particulièrement élevée au mois d'août en raison de la présence de néphéloïdes benthiques (concentration de particules non-organiques en suspension dans l'eau de mer).

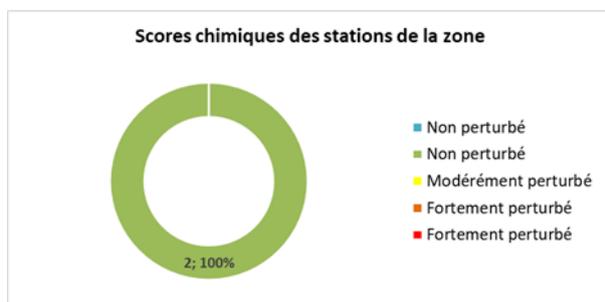
Le prestataire de Vale NC en charge de ce suivi rapporte que la station du Port de Prony subit depuis plusieurs années une perturbation d'origine sédimentaire liée à la remobilisation des particules par les hélices et les chaînes de bateaux. Par ailleurs, la prolifération des algues brunes, favorisées par la présence des particules fines, devient préoccupante sur cette station.

Le prestataire de Vale suggère la mise en place de coffres d'amarrage pour les bateaux en attente d'accostage à quai afin de limiter la destruction des fonds liée aux mouillages fréquents.

3.2.2.10 Canal de la Havannah

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station				
Paramètres chimiques																		
Zone	Station	Métaux																
		Mn				Ni				Cr VI		Cr			Co		Fe	
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P		
Canal Havannah	ST02	→				→				↗								
	ST07	→				→				↗								



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

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué

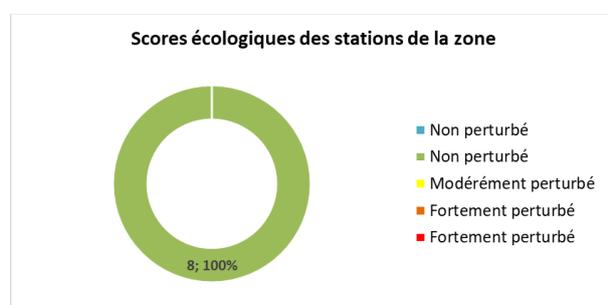
à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée les stations pour le Chrome VI dans la colonne d'eau.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), aucun n'est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur les stations. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome.

L'ensemble des résultats ne traduisent pas de perturbation particulière dans la zone. Par ailleurs, la tendance à l'augmentation des concentrations en Chrome traduit l'influence terrigène provenant de la côte.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST02		→	↗	→	→	→			
ST07		→	↗	→	↗	→			
ST27							→		
ST28							→		
ST29							→		
ST30							→		
ST40							↗		
Passe Toemo								→	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien des 6 stations récifales (5 stations suivies par Vale-NC et une station suivie dans le cadre de l'initiative ACROPORA) présentes dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés des stations ST02 et ST07.

Sur les 5 stations opérées dans le cadre des suivis de Vale NC, les écarts de pourcentages de couverture corallienne entre 2017 et 2018 sur les transects vont de -7,5% sur le transect du milieu de tombant de ST29 à +25% sur le transect de haut de tombant de ST40. Etant donné que les résultats sur le transect du milieu de tombant sont globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur la station ST29, un score « Modérément perturbé » est attribué à cette station. La présence d'un bloom de cyanobactéries et d'un spécimen d'Acanthaster est notée. Cependant, lors du Cotec de décembre 2019, il a été décidé de surclasser la station ST29 en « Non perturbé », étant donné que la perturbation serait d'origine naturelle (perturbation mécanique). Le prestataire de Vale NC rapporte des

accumulations de débris et blocs coralliens dues aux conditions hydrodynamiques exceptionnelles, engendrant des couloirs d'effondrement.

Le recouvrement en corail vivant la station suivie dans le cadre du programme ACROPORA ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2018 (test non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à cette station. La présence d'un spécimen d'Acanthaster est notée.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), l'Azote total est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de sa grille pour les deux stations. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, lors du Cotec de décembre 2019, il a été décidé de surclasser les stations ST02 et ST07 en « Non perturbé », étant donné que la perturbation en Azote total serait d'origine naturelle (fluctuation naturelle de la composition physicochimique des eaux océaniques). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour l'Ammonium (ST02 et ST07) et l'Azote total (ST07). Par ailleurs, bien que l'Ammonium dans la colonne d'eau de ST02 ne soit pas considéré comme perturbé par rapport à sa grille ZONECO/CNRT, sa concentration moyenne est la plus importante enregistrée à l'échelle de la région en 2018 (0,298 µmol/L avec un maximum de 0,866 µmol/L).

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), le paramètre Matières en suspension dans la colonne d'eau est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST07. Les Matières en suspension enregistrent la plus forte moyenne à l'échelle de la région en 2018 (0,813 mg/L avec un maximum de 2,386 mg/L).

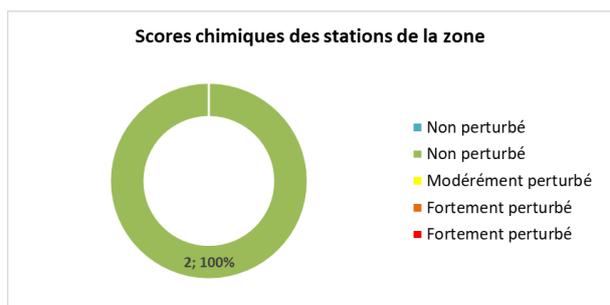
Le prestataire de Vale NC en charge de ce suivi rapporte que la station ST29 est soumise à des perturbations d'ordre mécanique liées au fort hydrodynamisme dans la zone. De plus, une déstabilisation du matériel corallien en mai 2018 (cyclone Hola) a engendré un bloom de cyanobactéries, qui s'est finalement dissipé en fin d'année.

Les observations de valeurs anormalement élevées en Azote total seraient liées à une fluctuation naturelle de la composition physicochimique des eaux océaniques également observée dans la zone Ugo et Merlet.

3.2.2.11 Ugo et Merlet

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique														Score 2018 par station			
Paramètres chimiques																	
Zone	Station	Métaux															
		Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe		
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S	P	
Ugo et Merlet	ST21	→				→				→							
	ST05'	→				→				→							



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

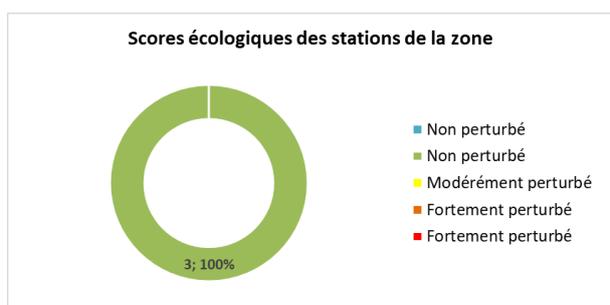
Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, aucun n'est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives. Un score « Non perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome VI dans la colonne d'eau de la station ST21.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), le Chrome dans la colonne d'eau est considéré comme anormalement élevé en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur les stations. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour le Chrome.

Bien que les résultats des suivis physico-chimiques ne traduisent pas de perturbation particulière, l'augmentation en Chrome dans la colonne d'eau signale l'influence terrigène en provenance de la côte.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST21		→	→	→	→	→			
ST05'		→	↗	→	→	→			
ST41									
ST42							→		



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur le substrat corallien de la station récifale ST42 de Vale-NC présente dans la région et sur les paramètres physicochimiques clés des stations ST21 et ST05.

Sur la station opérée dans le cadre des suivis de Vale NC, les écarts de pourcentages de couverture corallienne entre 2017 et 2018 vont de -4,5% sur le transect du milieu de tombant à +9% sur le transect de haut de tombant. Les résultats sur le transect du bas de tombant étant globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur la station, un score « Fortement perturbé » est attribué à cette station. La présence d'un spécimen d'Acanthaster est également notée sur cette station. Cependant, lors du Cotec de décembre 2019, il a été décidé de surclasser la station ST42 en « Non perturbé », étant donné que la perturbation serait d'origine naturelle (perturbation mécanique). Le prestataire de Vale NC rapporte que cette station présente des couloirs d'effondrements qui deviennent de plus en plus larges lors des périodes dépressionnaires.

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), l'Azote total est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de sa grille pour les deux stations. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour l'Ammonium (ST05). Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, lors du Cotec de décembre 2019, il a été décidé de surclasser les stations ST21 et ST05 en « Non perturbé », étant donné que la perturbation serait d'origine naturelle (fluctuation naturelle de la composition physicochimique des eaux océaniques).

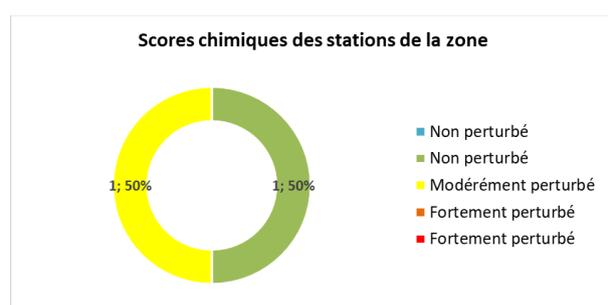
Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées : le Potassium et l'Azote organique dissous (ST05) dans la colonne d'eau.

Le prestataire de Vale NC en charge de ce suivi rapporte que la station ST42 est soumise à des perturbations d'ordre mécanique liées au fort hydrodynamisme dans la zone. Le faible recouvrement corallien observé en 2018 au regard des données historiques semble donc lié à des fluctuations naturelles de ce paramètre.

3.2.2.12 Champ proche de l'Emissaire

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																	
Paramètres chimiques																Score 2018 par station	
Zone	Station	Métaux															
		Mn				Ni				Cr VI	Cr		Co		Fe		
		E	DGT	S	P	E	DGT	S	P	E	S	P	S	P	S		P
Emissaire	ST09'	→				→				→							
	ST SW1000-B																



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

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT, le Manganèse (0,48 mg/L) dans la colonne d'eau mesuré par échantillonneurs passifs (DGT) est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs de sa grille sur la station ST SW1000-B⁹. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à ce suivi. Par ailleurs, bien que ne contribuant pas à la notation de la zone dans le cadre du diagnostic, les stations les plus proches¹⁰ de l'Émissaire ont enregistré des moyennes très élevées : 3,88 µg/L (ST SW30B) ; 4,37 µg/L (ST SW60-B) et 7,7 µg/L (ST NE30-B). Trois dépassements du seuil d'écotoxicité du Manganèse défini dans le cadre de l'étude d'impact de l'émissaire marin (10 µg/L) ont également été enregistrés en décembre 2018, avec un maximum de 38 µg/L sur ST NE30-B.

Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs de référence de 2007 mesurées sur la station ST06-NE : le Manganèse, le Nickel, le Chrome, le Cobalt, le Fer et le ratio Ca/Fe dans les flux sédimentaires. De plus, l'Arsenic dans la colonne d'eau est considéré comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station ST09.

Le prestataire de Vale NC en charge du suivi par échantillonneurs passifs rapporte que la perturbation en Manganèse observée au second semestre 2018 au niveau de ST SW1000-B (station se trouvant à 1000 m de l'Émissaire) est certainement due au dysfonctionnement de l'Émissaire (obstruction de 150 orifices sur 200) ayant entraîné une augmentation du débit dans les premiers orifices et donc une moindre dilution de l'effluent. Par ailleurs, il rappelle que le modèle prédictif de la dispersion de l'effluent marin prévoyait que ce dernier puisse, dans certaines conditions environnementales, être toujours perceptible même à une distance de 1000 m.

La redirection des effluents de l'ASR vers l'émissaire marin à partir de 2017 pourrait également expliquer une augmentation des teneurs en Manganèse dans les eaux proches de la zone de rejet.

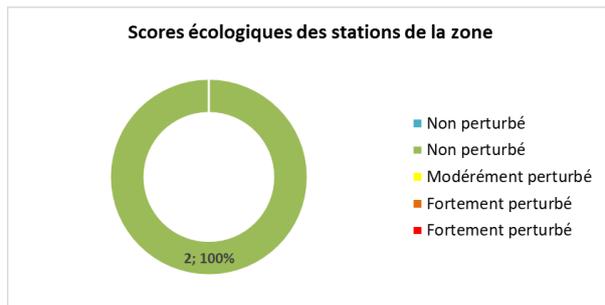
A noter que selon Vale NC, une opération de remise en état du diffuseur de l'émissaire aurait eu lieu en 2019.

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST09'		→	↗	→	↗	→			
ST60-NE	↗								

⁹ Cette station se trouve à 1000 m de l'Émissaire

¹⁰ Ces stations se trouvent à 30 et 60 m de l'Émissaire



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

Pour les paramètres disposant de grilles ZONECO/CNRT (paramètres physicochimiques clés), certains sont considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs de leurs grilles respectives : les Matières en suspension dans les flux sédimentaires (ST60-NE ; 54 g/m²/j) et l'Azote total dans la colonne d'eau (ST09). Un score « Modérément perturbé » est donc attribué à ce suivi. Cependant, lors du Cotec de décembre 2019, il a été décidé de surclasser les stations ST09 et ST60-NE en « Non perturbé », étant donné que les perturbations seraient d'origine naturelle (fluctuation naturelle de la composition physicochimique des eaux océaniques pour l'Azote total et eaux enrichies en tests carbonatés de micro-organismes pour les flux de MES). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est notée pour les Matières en suspension dans les flux sédimentaires (ST60-NE), l'Ammonium et l'Azote total dans la colonne d'eau (ST09).

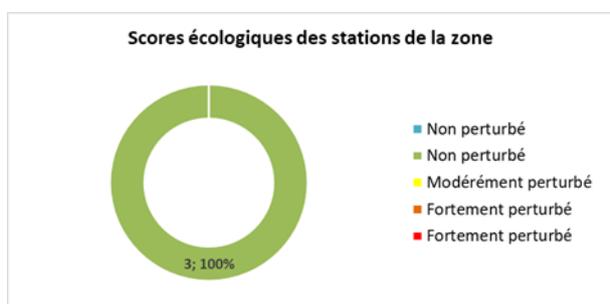
Pour les paramètres ne disposant pas de grille ZONECO/CNRT (Tableau 47), certains sont considérés comme anormalement élevés en 2018 sur la station ST09 par rapport aux valeurs historiquement mesurées sur la station de référence (ST05) : les Matières en suspension, le Carbone organique particulaire et l'Azote organique particulaire dans la colonne d'eau. Le Calcium dans les flux sédimentaires de la station ST60-NE est également considéré comme anormalement élevés en 2018 par rapport aux valeurs de référence de 2007 de la station. Les Matières en suspension enregistrent une des moyennes les plus importantes à l'échelle de la région en 2018 (0,609 mg/L avec un maximum de 1,251 mg/L).

La perturbation en Matières en suspension dans les flux sédimentaires observée en avril 2018 serait due à des eaux enrichies en tests carbonatés de micro-organismes qui se développent en fin de saison chaude dans le milieu marin. Par ailleurs, le prestataire de Vale NC en charge du suivi constate la présence d'une barrière hydrodynamique protégeant la station ST60-NE du panache de particules en provenance de la Baie Kwé, étant donné que les godets présentant des valeurs élevées en Matières en suspension ne sont pas les mêmes au niveau des deux stations (il s'agit des godets de début de période de mesure pour la station en Baie de Kwé tandis qu'il s'agit des godets de fin de période de mesure pour la station proche de l'Emissaire).

3.2.2.13 Ile des Pins

Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique									
Station	Paramètres physico-chimiques						Paramètres bio.		Score 2018 par station
	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
	M	E	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
Kanga Daa								→	
Daa Kouguié								→	
Daa Yetaii								→	



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

Le recouvrement en corail vivant des trois stations suivies dans le cadre du programme ACROPORA ne montre aucune évolution temporelle sur la période 2014-2018 (test statistique non significatif). Un score « Non perturbé » est donc attribué à ces stations. Deux spécimens d'Acanthasters ont été observés sur les stations.

Les résultats ne montrent aucune perturbation particulière.

4 Bilan Grand Sud 2018 - Milieux eaux douces

4.1 Méthodologie - Milieux eaux douces

4.1.1 Suivis environnementaux - milieux eaux douces

Des suivis de types physico-chimiques et biologiques sont réalisés en milieux douces. Leur nature, fréquence de suivi, méthode de mesure et période de réalisation sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes	Suivis contribuant au diagnostic ?
Physicochimiques	Physicochimie des eaux de surface (rivières)	-Vale NC -OEIL (stations de référence)	2008	variable selon les paramètres considérés : -en station de suivi: continue, hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle ou semestrielle -en station de référence: trimestrielle, semestrielle, annuelle et ponctuelle	-prélèvements d'eau dans des flacons et mesures en laboratoire -mesures in situ à l'aide d'un sonde multi-paramétriques		oui
	Physicochimie des eaux de surface (doline)	-Vale NC -OEIL et CNRT (stations de référence)	2008	variable selon les paramètres considérés : -en station de suivi: mensuelle ou semestrielle -en station de référence: acquisition de données ponctuelles	-prélèvements d'eau dans des flacons et mesures en laboratoire -mesures in situ à l'aide d'un sonde multi-paramétriques		oui
	Physicochimie des eaux souterraines	Vale NC	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	- Vale NC -OEIL (stations de référence)	2008	variable selon les paramètres considérés : -en station de suivi: mensuelle ou semestrielle -en station de référence: acquisition de données ponctuelles	pelle de prélèvement et mesure en laboratoire		non
	Flux de MES dans les rivières	Vale NC	2016	continue	échantillonneur automatique asservi à une sonde de mesure du niveau d'eau		non
Biologiques	Macroinvertébrés (creek)	- Vale NC -OEIL (stations de référence)	2011	annuelle	7 prélèvements réalisés sur différents habitats à l'aide d'un filet Surber	à l'étiage (octobre)	oui
	Macroinvertébrés (dolines)	Vale NC	2012	annuelle		à l'étiage (octobre)	non
	Poissons et Crustacés	Vale NC	2009	annuelle -pêche électrique	pêche électrique	saison fraîche (juin-juillet)	oui

Tableau 14: Présentation des suivis environnementaux des milieux eaux douces

La plupart des données sont fournies par Vale NC. Toutefois, en raison de l'absence de données de référence pour certains suivis (macro-invertébrés, sédiments de surface, eaux douces), l'OEIL en a réalisé l'acquisition. Le CNRT a également fournis des données ponctuelles de référence utiles pour interpréter le suivi des dolines.

La date de démarrage des suivis est variable : les suivis plus anciens remontent à 2008 (suivi physico-chimique des eaux de surface et souterraines) tandis que le suivi plus récent date de 2016 (suivi des flux de MES dans les rivières).

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 sur les stations de suivi que de référence.

Il a été validé par le Cotec que trois suivis des milieux eaux douces ne contribueraient pas au diagnostic pour les raisons suivantes :

- Suivi sédiments de surface des rivières : données difficilement interprétables dans la mesure où les zones échantillonnées sont soumises à des cycles d'accrétion/érosion successifs
- Suivi flux de MES des rivières : absence de méthode de qualification – suivi excessivement dépendant des conditions météorologiques. L'évaluation à dire d'expert issue du rapport d'étude sera toutefois rapportée pour information
- Suivi macro-invertébrés des dolines : absence de méthode de qualification étant donné que les indices biotiques (IBS et IBNC) ont été conçus pour les rivières uniquement

4.1.2 Zones et stations - milieux eaux douces

4.1.2.1 Eaux de surface

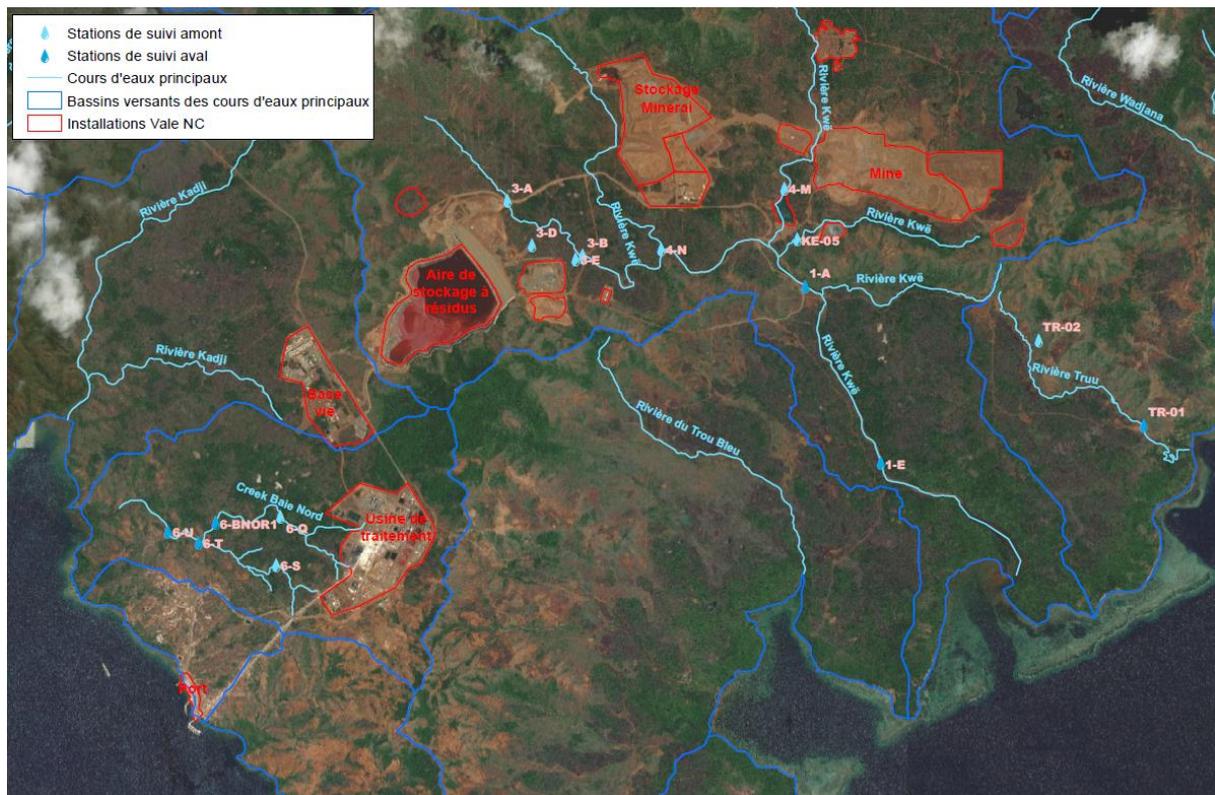


Figure 8: Localisation des stations physico-chimiques dans leurs zones respectives - rivières

Le tableau ci-dessous montre la répartition des stations dans les différentes zones relatives au milieu eaux douces de surface.

Stations de référence					Stations de suivi																
Cours d'eau	Position	Zone	Station	Prélèvement			Cours d'eau	Position	Zone	Station	Influence	Prélèvement									
	Cours d'eau	Amont	Carénage	Carénage Amont °					Cours d'eau	Amont	Kwe Ouest	3-A ^	ASR								
Kaoris			Kaori Amont °				3-B ^	ASR													
Kuebini			Kueb Amont °				3-D ^	ASR													
Wadjana			WJ-01 ^					3-E ^				ASR									
			WAD-40 ^					KOL ^				ASR									
		WAD-50 ^					4-N ^	UPM-CIM													
Total				4	3	2	KO4-20-I ^	Mine													
Aval		Trou Bleu	3-C ^					KO4-50 ^				Mine									
			Trou Bleu ^					KO5-10-I ^				UPM-CIM									
			TBL-50 ^					KO5-20-I ^				UPM-CIM									
			TBL-70 ^					KO5-20-P ^				UPM-CIM									
		Carenage	Carénage Aval °				KO5-50-I ^	UPM-CIM													
		Kaoris	Kaori Aval °					KWO-10 ^				?									
			Kaor200 °					KWO-20 ^				?									
			Kueb Aval °					KWO-60 ^			?										
		Kuebini	Kueb300 °					4-M ^			UPM-CIM										
			KUB-40 ^					Kwe Est			KE-05 ^	Mine									
			KUB-50 ^					CBN Amont			6-Q ^	Usine									
			KUB-60 ^				6-S ^				Usine										
	Wadjana	WAJA300 °				CBN-01 ^	Usine														
	WAD-70 ^					Kadji	5-E ^	Base Vie													
Total				8	4	6	Trüu Amont	TR-01 ^	Mine												
Doline	Carénage	Doline 1 °					Total				11	9	6								
		Doline 2 °					Kwe principale	1-A ^	UPM-CIM, ASR												
		Doline 3 °						1-E ^	UPM-CIM, ASR												
	Plaine des Lacs	Doline Maréage "						KWP-10 ^	UPM-CIM												
		Doline croissant "						KWP-40 ^	UPM-CIM												
	Wadjana	DOL-XW-02 ^						KWP-70 ^	UPM-CIM												
		DOL-XW-03 ^						6-BNOR1 ^	Usine												
		LAC-ROB-01 ^						6-T ^	Usine												
		LAC-ROB-02 ^						6-U ^	Usine												
		Doline Lac "						CBN-10 ^	Usine												
	Kwé Nord	Petite doline "						CBN-30 ^	Usine												
		Doline Bleue "						CBN-40 ^	Usine												
		Doline Trou Tahitien "						CBN-70 ^	Usine												
		Total				13		0	0	CBN-AFF-02 ^	Usine										
	Dolines	Aval	Dolines	Dolines	Dolines	Dolines		Dolines	Dolines	Dolines	Dolines	Dolines	Dolines	Dolines	Dolines	Dolines					
							6-R ^										Usine				
							DOL-10 ^										Epuration				
							DOL-11 ^										Epuration				
							Total										3	0	0		

Tableau 15: Liste des stations de suivi et des stations de référence des milieu eaux de surface (rivières et dolines)

Les stations considérées sous impact fort de Vale 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 de référence » (partie gauche du tableau).

La typologie à « l'amont » ou à « l'aval » du bassin versant est précisée car c'est une information nécessaire pour la comparaison des valeurs obtenues en station de suivi avec celles obtenues en station de référence.

4.1.2.2 Eaux souterraines

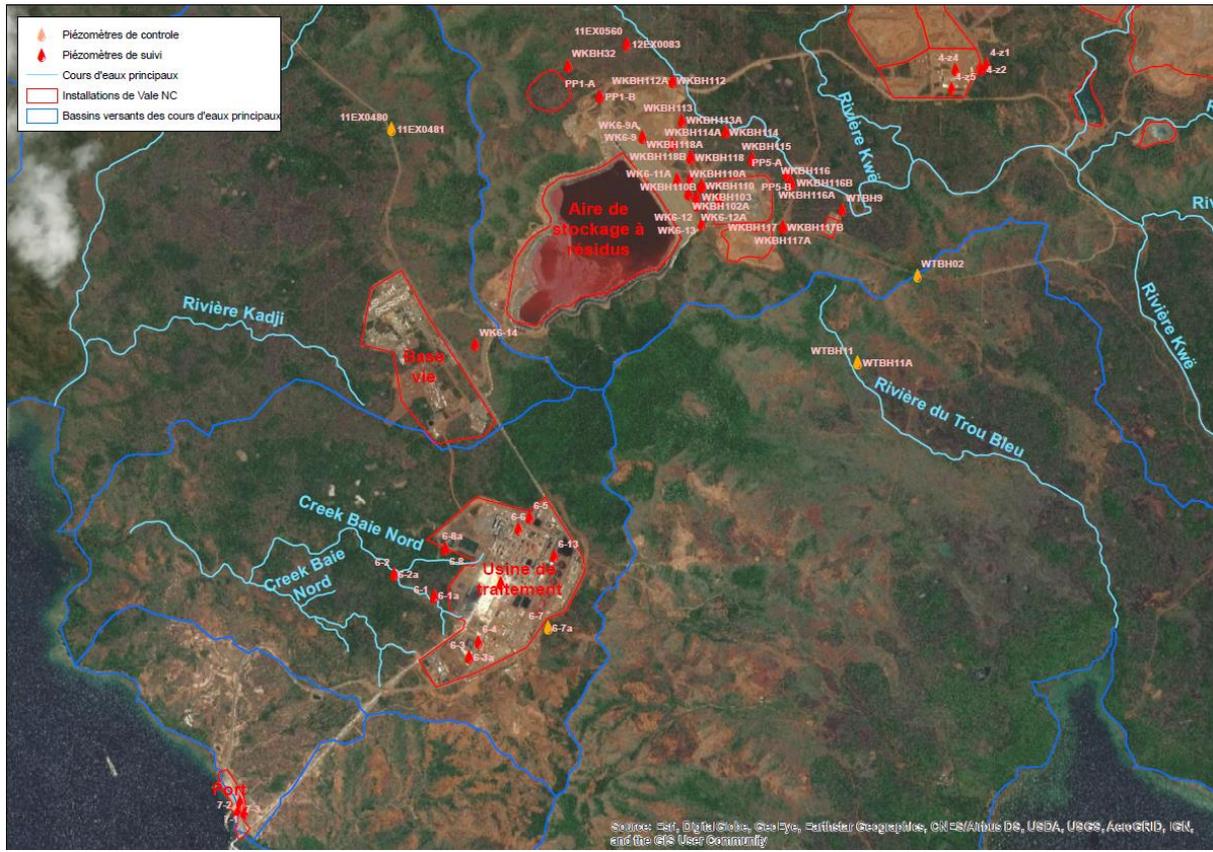


Figure 11: Localisation des piézomètres de suivi et de contrôle dans leurs zones respectives - eaux souterraines

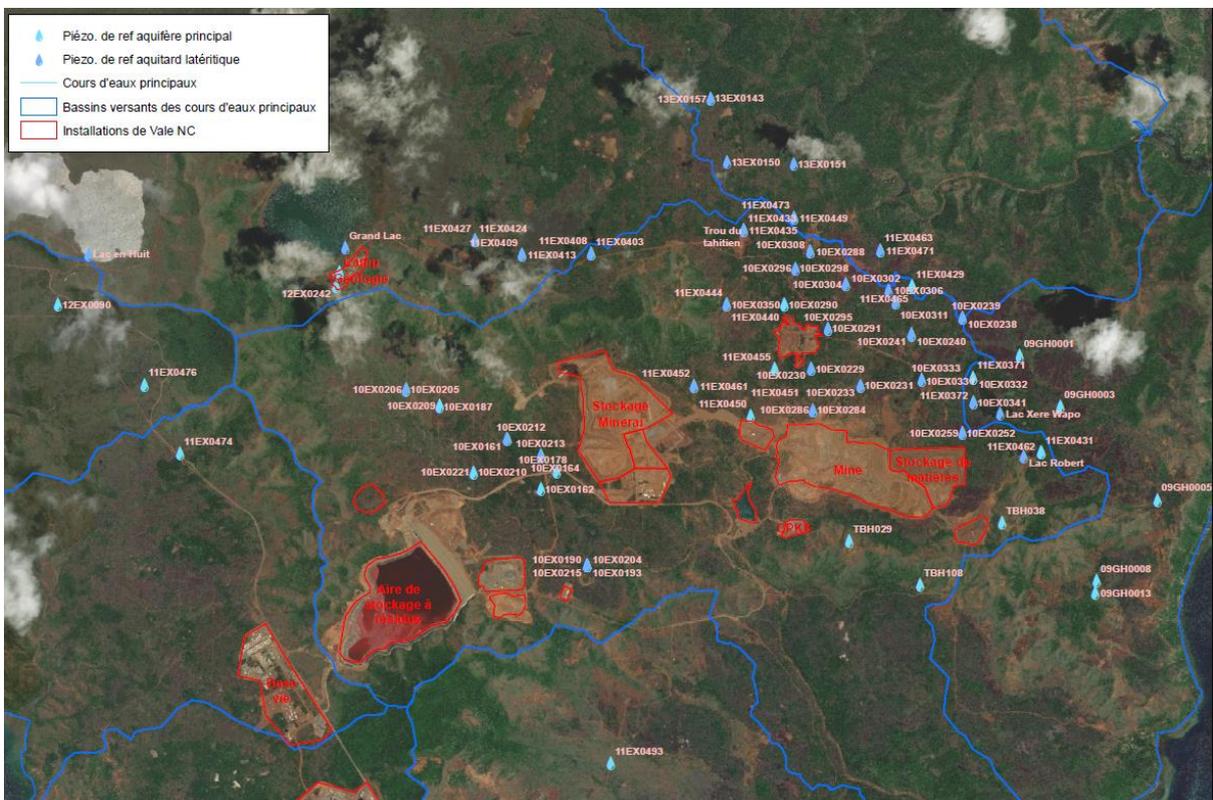


Figure 12: Localisation des piézomètres hors d'influence - eaux souterraines

Les tableaux ci-dessous montre la répartition des piézomètres dans les différentes zones qui constituent le 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	Latéritique	ASR A	WK6-11A				
Kwé Ouest			Principal et latéritique				ASR O (sources)	4-z2	WK6-12A		
								4-z4	WK6-9A		
								4-z5	WKBH102A		
								WK17	PP1-A		
	WK20	WK6-10A									
	Principal	ASR A (piézomètres d'alerte au pied de la berme)	ASR B (zone tampon)			WK6-11	ASR B	WKBH117B			
						WK6-12	WKBH118B				
						WK6-9	ASR C	WKBH113A			
						WKBH102		WKBH114A			
						WKBH103		WKBH115B			
						PP1B		WKBH116B			
						WK6-10		11EX0560			
						Principal	ASR B (zone tampon)	ASR C (proximité rivière)	WKBH109	ASR D	PP5-A
									WKBH109A		11EX0481
WKBH110				Port	WTBH11A						
WKBH110A	7-1										
WKBH110B	7-2										
WKBH111	7-3										
WKBH117	Creek Baie Nord	Principal	6-1								
WKBH117A			6-2								
WKBH118			6-3								
WKBH118A			6-4								
WKBH112			6-5								
WKBH112A			6-6								
WKBH113			6-7								
WKBH114			6-8								
WKBH115			6-13								
WKBH115A			6-14								
WKBH116			6-1a								
WKBH116A			6-2a								
WTBH9			6-3a								
12EX0083			6-7a								
PP5-B	6-8a										
WKBH32	6-14a										
Kadji	ASR D (vallées adjacentes)		WK6-14	Baie de Prony	Principal et latéritique	Usine					
Trou Bleu			11EX0480								
			WTBH11								
			WTBH02								

Tableau 16: Liste des piézomètres de suivi et de contrôle du milieu eaux souterraines

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

Tableau 17: Liste des piézomètres hors d'influence du milieu eaux souterraines

Les piézomètres considérés sous impact fort de Vale NC sont qualifiés de « piézomètres de suivi » (en rose dans le Tableau 16), ceux qui se trouvent sous influence modérée sont qualifiés de « piézomètres de contrôle » (en bleu clair dans le Tableau 16), tandis que ceux qui se trouvent hors d'influence sont qualifiés de « piézomètres hors d'influence » (en bleu foncé dans le Tableau 17).

Le type d'aquifère « principal » ou « latéritique » est précisé car c'est une information nécessaire pour la comparaison des valeurs obtenues en piézomètre de suivi avec celles obtenues en piézomètre de référence.

4.1.3 Qualification des paramètres - milieux eaux douces

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

Type de suivi	Compartiment	Type de paramètres	Type de référentiel	Stratification du référentiel	Métrique de référence	Métrique de suivi	Seuils de dépassement de la référence
Physico-chimique	Eaux de surface	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures...) Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)	Spatial	Amont BV/Aval BV/Doline	Percentile 75	Pourcentage de valeurs supérieures au percentile 75 de référence	de 30 à 40 % selon les paramètres
	Sédiment de surface	Chimiques (métaux)		Amont/Aval			
	Eaux souterraines	Chimiques (métaux, sulfates, hydrocarbures...) Physicochimiques (profil aquatique, sels nutritifs, éléments majeurs, matières organiques)		Aquifère principal/Aquitard latéritique			
Biologique	Macro Invertébrés	Indices biotiques (IBNC et IBS)	Grille de qualité	Amont/Aval	Moyenne	Valeur annuelle étalonnée à partir de la gamme de référence	non concerné
	Poissons	Richesse spécifique, densité, biomasse...	A dire d'expert	non concerné	non concerné	non concerné	non concerné

Tableau 18 : Méthode de qualification des paramètres suivis dans les différents compartiments des milieux eaux douces

La liste détaillée des paramètres suivis en milieux eaux douces est consultable en annexe (Tableau 48 et Tableau 49).

4.1.3.1 Eaux et sédiments

En l'absence de seuils de qualité pour les eaux douces, les données mesurées l'année 2018 sont comparées à un référentiel spatial (constitué de stations de référence/piézomètres de référence).

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

- La typologie amont/aval du bassin versant pour les eaux et les sédiments 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 et sédiments de surface :
 - Gamme de référence amont : constituée de stations de référence en position amont du bassin versant ;
 - Gamme de référence aval : constituée de stations de référence en position aval du bassin versant ;
 - Gamme de référence doline : constituée de stations de référence de type doline.

- Pour les eaux souterraines¹¹ :
 - Gamme de référence aquifère principal : constituée de piézomètres de référence placés dans l'aquifère principal ;
 - Gamme de référence aquitard latéritique : constituée de piézomètres de référence placés dans l'aquitard latéritique ;
 - Gamme de référence aquifère principal/aquitard latéritique ¹² : constituée de piézomètres de référence placés dans l'aquifère principal et dans l'aquitard latéritique.

La métrique de référence retenue est le percentile 75¹³. Il est calculé 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 2018.

La métrique de suivi est le pourcentage de valeur mesurées l'année 2018 qui dépassent le percentile 75 de la gamme de référence.

Pour l'attribution d'un score à la station ou au piézomètre de suivi, la métrique de suivi est ensuite comparée à un seuil de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence. En fonction du paramètre considéré, ce seuil de dépassement peut varier de 30 à 40% (Tableau 48 et Tableau 49)

En dessous du seuil, 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 de suivi.

Métrique de suivi	Score
< seuil de dépassement	Non perturbé
≥ seuil de dépassement	Fortement perturbé

Tableau 19: Grille de notation des paramètres physico-chimiques 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 données en station de suivi était nécessaire pour les eaux de surface, 6 données en piézomètre de suivi pour les eaux souterraines.

Une tendance d'évolution temporelle est également appréciée sur la période 2014-2018 (5 ans), en estimant à dire d'expert si les médianes en station ou piézomètre de suivi suivent une tendance à l'augmentation, la diminution ou la stabilité.

Remarque : l'arrêté provincial du 09 octobre 2008 autorisant l'exploitation de l'ASR prévoyait des seuils réglementaires pour le Manganèse (0,05 mg/L) au niveau de la Kwé Ouest, ainsi que pour les eaux souterraines au droit de l'ASR (1 mg/L en Manganèse, 150mg/L pour les Sulfates et 1000 µS/cm

¹¹ 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.

¹² 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.

¹³ Le choix du percentile 75 et de la valeur seuil de 25% 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.

pour la Conductivité). Il semblerait que l'arrêté du 29 novembre 2017 autorisant l'exploitation d'une usine d'assèchement et d'un stockage de déchets (projet LUCY) ait conduit à l'abrogation immédiate de ces seuils réglementaires.

Les discussions seraient toujours en cours entre la DIMENC et Vale NC afin de définir de nouveaux seuils. 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 de décembre 2019 a décidé de 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).

4.1.3.2 Macro-invertébrés

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 sensibilité à 8 paramètres (chlorures, sulfates, sodium, potassium, ammonium, phosphates, MES, DBO5). Il est établi selon la formule :

$$IBNC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} Si \quad \begin{array}{l} n : \text{nombre de taxa indicateurs} \\ Si : \text{score du taxon } i \end{array}$$

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 :

$$IBS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} Si \quad \begin{array}{l} n : \text{nombre de taxa indicateurs} \\ Si : \text{score du taxon } i \end{array}$$

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 précaution¹⁴.

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 20: Grille de notation de référence (Mary N., 2016) des IBS et IBNC

¹⁴ 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).

En raison de leurs particularités hydrogéologiques, les milieux lotiques du Grand Sud accueillent une communauté de macro-invertébrés très pauvre, peu abondante et déstructurée.

De ce fait, un étalonnage des valeurs des indices biotiques mesurés en station de suivi est effectué à partir des valeurs calculées sur les stations de référence¹⁵. Il consiste à calculer l'écart entre la moyenne de l'indice biotique (méthode 2016) de la gamme de référence par rapport à la valeur médiane de la classe « Non perturbée (couleur verte) » puis à ajouter cette différence aux scores des indices 2018 des stations de suivi. Cette valeur finale est alors évaluée selon la grille de référence des classes de qualité (méthode 2016).

Une tendance d'évolution temporelle est également appréciée sur la période 2014-2018 (5 ans), à partir des IBNC et IBS calculés selon l'ancienne méthode (2011).

4.1.4 Evaluation de la qualité des suivis - milieux eaux douces

Type de suivi	Compartment	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	Absence de seuils eaux douces (rivières et dolines) Gamme de référence construite à partir d'un historique de données important Fréquence d'échantillonnage suffisante 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 piézomètres 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 Fréquence d'échantillonnage insuffisante pour de nombreux piézomètres (inférieur 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
	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 21: Classes de qualité (Bonne, Moyenne ou Mauvaise) attribuées aux différents suivis environnementaux des milieux eaux douces

En milieu eaux douces, l'existence de stations de référence couplée à une fréquence d'échantillonnage satisfaisante au niveau des suivis physico-chimiques, ainsi que le développement d'indices biotiques pour le suivi des macro-invertébrés 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 ».

4.1.5 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.

¹⁵ La station 3-C a volontairement été exclue du calcul de la gamme de référence, car les résultats sont suspectés d'être biaisés (indices biotiques obtenus trop faibles pour une station de référence).

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.

4.1.6 Amélioration continue - milieux eaux douces

Le tableau suivant présente le traitement des améliorations demandées par le Cotec (lors des réunions organisées les 13/05/19 et 18/06/19) ou le Conseil Scientifique de l'OEIL (réunion du 12/07/19) :

Compartment	Type de suivi	Demande d'amélioration continue	Demandeur	Demande satisfaite?	Précisions
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	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)
		Ne plus attribuer de score en comparaison d'une gamme de référence temporelle	Cotec et Conseil Scientifique	Oui	
		Déterminer les percentiles adéquats, les valeurs seuils de la grille de qualité et le nombre de valeurs nécessaires pour qualifier les paramètres	Cotec et Conseil Scientifique	Oui	Choix de maintenir le percentile 75 (car issu d'une étude BRGM), attribution de valeur seuils à la grille de qualité (variant de 30 à 40%) et détermination d'un nombre de valeurs minimum (8 pour les eaux de surface et 6 pour les eaux souterraines)
		Retirer le score moyen dans la grille de qualité du référentiel spatial	Cotec	Oui	En dessous de la valeur seuil de la grille de qualité du paramètre considéré, attribution d'un score "Bon", au dessus d'un score "Mauvais"
		Attribuer des scores aux stations de référence afin de s'assurer qu'elles ne sont pas perturbées	Cotec et Conseil Scientifique	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	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). Par ailleurs, cela aurait fortement complexifié la notation des zones
Eaux de surface	Physico-chimique	Ne plus considérer le suivi des sédiments de surface dans la notation des zones, mais poursuivre tout de même à titre indicatif l'analyse des données	Cotec	Oui	Par ailleurs, faute de temps, ce suivi n'a pas été évalué en 2019
		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		Oui	
		Rapporter les informations en lien avec le suivi des transports solides (paramètre Turbidité mesuré en continu)	Cotec	Oui	
		Améliorer la robustesse des gammes de référence spatiales	Cotec	Oui	Vale NC a transmis des données volontaires concernant des stations de référence aval et le CNRT a transmis les références acquises dans le cadre du programme diagnose dolines.
	Biologie - Macro-invertébrés	Pour les scores obtenus à partir de moins de 10 taxons, évaluer la pertinence de les considérer dans la notation des zones	Cotec	Oui	Les stations concernées par moins de 10 taxons (4N et K05-50-I) en 2018 sont bien colmatées par des apports latéritiques, d'où le choix de tenir compte de ces scores dans la notation des zones
Eaux souterraines	Physico-chimique	Intégrer un volet quantitatif au Bilan Grand Sud (volume d'eau consommé)	Cotec	Non	faute de temps
		Améliorer la robustesse des gammes de référence spatiales	Cotec	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, les piézomètres de contrôle ont servi de référence (comme l'année dernière)
		Calculer les gammes de référence selon le type d'aquifère (et non la zone d'influence)	Cotec	Oui	Des gammes de référence ont été calculées pour l'aquifère principal et l'aquifère latéritique

Tableau 22: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

4.2 Résultats 2018 - Milieux eaux douces

4.2.1 Scores 2018 - milieux eaux douces - rivières

Le tableau ci-dessous présente les scores des états chimiques et écologiques obtenus en 2018 pour chaque station du milieu eaux douces-rivières :

		Etat chimique																Etat écologique																						
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques														Score 2018 par station	Station	Influence	Paramètres physico-chimiques										Paramètres bio.		Score 2018 par stations							
				Métaux																	Profil aquatique			Eléments majeurs				Sels nutritifs		Mat. org.	TAC	MIB		IBS	Poissons					
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si	Sn				Br	SO ₄ ²⁻	S	Ht.	pH	Cond.	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺		K ⁺	P	NO ₂	NO ₃	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt
Kwe Ouest	Amont	3-A	ASR																	3-B	ASR																			
		3-B	ASR																		3-E	ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	G	→		
		3-D	ASR																		KOL	ASR																		
		3-E	ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	LQ	→	4-N	UPM-CIM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→**	
		KOL	ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		KO4-20-1	Mine																		→
		4-N	UPM-CIM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		KO4-50	Mine																		→
																					KO5-10-1	UPM-CIM																		A
																					KO5-20-1	UPM-CIM																		→
																					KO5-20-P	UPM-CIM																		→
																					KO5-50-1	UPM-CIM																		→**
																					KWO-10	ASR																		→
		Kwe Nord		4-M	Mine-UPM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		KWO-20	ASR																		→
Kwe Est		KE-05	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*	KWO-60	ASR / UPM-CIM																		→		
Kwe principale	Aval	1-A	UPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*	4-M	Mine-UPM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
		1-E	UPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	KE-05	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
																				1-A	UPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
CBN Amont	Amont	6-Q	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	1-E	UPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
		6-S	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	KWP-10	UPM-CIM																		→	
																				KWP-40	UPM-CIM																		→	
CBN Aval	Aval	6-BNOR1	Usine	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	*	KWP-70	UPM-CIM																		→		
		6-T	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	6-Q	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
		6-U	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	6-S	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
																				CBN-01	Usine																		→	
																				6-BNOR1	Usine	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
Kadji	Amont																	6-T	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
Trôu Amont	Amont	TR-02	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*	6-U	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
Trôu Aval	Aval	TR-01	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*	CBN-10	Usine																			→		
Kuébini Aval	Aval																		CBN-30	Usine																		→		
																			CBN-40	Usine																			→	
																			CBN-70	Usine																			→	
Wadjana	Aval																	CBN-AFF-02	Usine																		→			
Trou Beu	Aval																	5-E	Base Vie																		→			

Tableau 23: Scores des états chimiques et écologiques 2018 - rivières

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 (2014 à 2018).

Les paramètres physico-chimiques clés qui contribuent à la notation du score écologique sont indiqués en orange dans le tableau.

Les cases apparaissant grisées correspondent à des scores inconnus, 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 2018 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.

Ce tableau interpelle pour les points suivants :

- Trois stations de la Kwé Ouest (3A, 3B et 3D) qui étaient suivies en 2017, ne le sont plus en 2018. Vale NC explique que ces 3 stations (les plus en amont de la Kwé Ouest) ne sont plus suivies car le projet Lucy n'entraînera plus de rejets directs dans le milieu récepteur. Il était donc plus judicieux de concentrer les efforts de suivi à l'aval qu'à l'amont ;
- Les paramètres Azote total et Carbone organique total ne sont suivis que sur 3 stations (3-E, 6-BNOR1 et 6-T). Vale NC précise qu'il n'a pas connaissance du motif de ces choix ;
- Alors que la station 6-U est évaluée pour les Sulfates, ce n'est pas le cas pour le Soufre. Vale NC prévoit d'investiguer en interne pour en déterminer la raison .

Les données mesurées en 2018 sur les stations de référence (WJ-01 à l'amont et 3-C à l'aval) ont également été comparées aux gammes de référence afin de s'assurer qu'elles obtiennent des scores « Non perturbés ». C'est le cas pour l'ensemble des paramètres, à l'exception de deux d'entre eux qui obtiennent un score « Fortement perturbé ». Il s'agit au niveau de 3-C des Sulfates (41% de dépassement et une valeur médiane à 2,35 mg/L) et au niveau de WJ-01 de la Conductivité (41% de dépassement et une valeur médiane à 83,4 μ S/cm). Pour ces deux paramètres, les valeurs médianes sont très proches de leurs percentiles 75 de référence.

Remarque : les tableaux de présentation des données 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.

4.2.2 Détails des scores par zone - milieux eaux douces - rivières

4.2.2.1 Remarques générales applicables à l'ensemble des zones

Concernant l'état chimique

Le Nickel, le Chrome et les Sulfates sont les paramètres chimiques les plus fréquemment perturbés en comparaison de leurs gammes de référence respectives, dans les cours d'eau de la zone d'étude.

Les perturbations en métaux sont observées principalement au niveau des stations amont des cours d'eau.

Le Titre alcalimétrique total affiche des scores « Fortement 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. L'hypothèse avancée pour expliquer cette perturbation serait l'érosion des cuirasses, riches en hydroxydes de fer.

Concernant l'état écologique

La Conductivité, les Chlorures, le Magnésium et les Nitrates sont les paramètres physicochimiques les plus fréquemment perturbés en comparaison de leurs gammes de référence respectives, dans les cours d'eau de la zone d'étude.

Le pH des cours d'eau est basique.

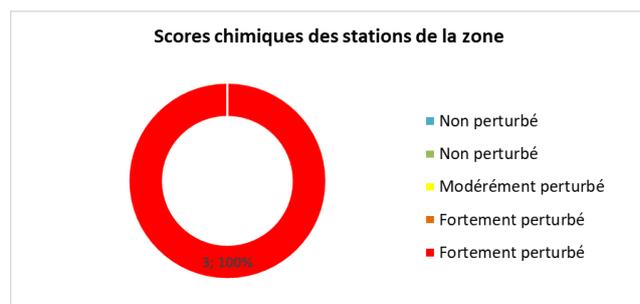
Alors que la plupart des stations Macro-invertébrés affichent des scores d'IBNC « Modérément perturbés » à « Fortement perturbés », le prestataire de Vale NC n'apporte aucune explication à ces perturbations, qu'il considère comme « mineures » sur l'ensemble de la zone d'étude. Pour expliquer ces résultats, le Cotec n'exclut pas : une influence de la STEP de la Base Vie bien que les teneurs en nutriments soient faibles (pour les BV du Creek Baie Nord et de Kadji) ; ou l'usage d'explosifs riches en Nitrates (pour le BV de la Kwé).

Les densités et richesses spécifiques des populations de poissons se dégradent sur la période 2014-2018 pour la plupart des cours d'eau. Ces moins bons résultats semblent imputables au changement de prestataire intervenu en 2017, comme le constate également Vale NC dans son rapportage.

4.2.2.2 Kwé Ouest

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																					
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques													Score 2018 par station				
				Métaux																	
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si		Sn	Br		
Kwé Ouest	Amont	3-E	ASR	→	→	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	LQ	↗	↗	→	
		KOL	ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→	
		4-N	UPM-CIM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations physico-chimiques de la zone (3-E, KOL et 4-N).

Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leur gammes de référence respectives sont : Sulfates (3-E, KOL et 4-N), Nickel (3-E) et Chrome (4-N). La station 3-E enregistre les valeurs médianes les plus importantes à l'échelle de la région pour les Sulfates (359 mg/L) et le Nickel (0,11mg/L). La station 4-N enregistre également une valeur médiane très élevée à l'échelle de la région pour les Sulfates (59,5 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour les Sulfates (3-E et 4-N) et le Nickel (3-E). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Bien que le Chrome VI ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence, la station 3-E a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 0,05 mg/L de Chrome VI. De plus, bien que l'Etain et l'Arsenic ne soit pas considérés comme perturbés par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence, la station KOL a tout de même détecté l'Etain à 22 reprises (avec un maximum de 0,03mg/L) et l'Arsenic à 9 reprises (avec un maximum de 0,04 mg/L).

Aucun dépassement de la valeur limite réglementaire pour le Manganèse (0,05 mg/L) qui était jusqu'à présent en vigueur au niveau de la Kwé Ouest n'a été constaté en 2018, excepté pour la station KOL qui a enregistré une valeur de 0,16 mg/L de Manganèse le 20/06/2018.

Les perturbations observées au niveau de la station 3-E sont dues à l'influence de l'ASR (Sulfates notamment). Vale NC rapporte que les perturbations au niveau de la station 4-N seraient liées à une fuite d'eau de procédé au niveau de l'UPM. Les perturbations en métaux au niveau de ces deux stations peuvent également être dues à l'érosion du bassin versant de la Kwé.

Durant le second semestre 2017, la diminution des teneurs en Sulfates au niveau de la station 3-D (cette station n'est plus suivie en 2018) avait été rapprochée de l'effet positif de la dérivation des

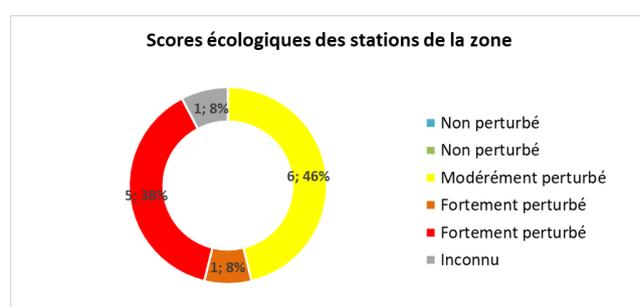
rejets de l'ASR vers l'émissaire. A l'inverse, une augmentation en Sulfates est observée au niveau des stations 3-E et 4-N en 2018.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC explique que cette augmentation graduelle des concentrations en Sulfates serait liée à l'existence d'un panache d'eau contaminée progressant sous l'ASR (dans les aquifères superficiel et profond), en direction de la Kwé Ouest. Ce panache alimente tout particulièrement les Sources WK17 et WK20, qui elles-mêmes influencent fortement la physicochimie de la Kwé Ouest. De plus, Vale NC explique que cette influence grandissante se met en place dans un contexte d'enrichissement progressif des résidus en Sulfates, du fait d'une adaptation des modalités de production de l'usine liée à une évolution du type de minerai traité. Cette augmentation en Sulfates devrait normalement atteindre un plateau, sans savoir quelle en est l'échéance compte tenu de l'inertie du système.



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques															Paramètres bio.			Score 2018 par stations
		Profil aquatique				Éléments majeurs					Sels nutritifs			Mat.			MIB		Poissons	
		pH	Cond	DCO	OD	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂	NO ₃	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	TAC	IBNC			IBS
3-B	ASR																	↗	↗	
3-E	ASR	→	↗	→	→	↗	↗	↗	→		LQ	→	→	→	G	→				
KOL	ASR																			
4-N	UPM-CIM	→	↗	→		↗	↗	→	↗			→	→					→**	→**	
KO4-20-I	Mine																	↘	↗	
KO4-50	Mine																			→
KO5-10-I	UPM-CIM																	A	A	
KO5-20-I	UPM-CIM																	↘	→	
KO5-20-P	UPM-CIM																			→
KO5-50-I	UPM-CIM																	→**	↗**	
KWO-10	ASR																			↘
KWO-20	ASR																			→
KWO-60	ASR / UPM-CIM																			↘



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les stations biologiques (6 pour les Macro-invertébrés et 6 pour les Poissons) et sur les paramètres physico-chimiques clé des 3 stations physico-chimiques de la zone.

Sur les 6 stations Macro-invertébrés de la zone, une station (KO5-10-I) est en assec en 2018. Deux autres stations (4N et KO5-50-I) présentent des richesses spécifiques inférieures à 10 taxons. Les stations sont pour la plupart perturbées au niveau de leur score IBNC : Fortement perturbés (3 stations) et Modérément perturbés (2 stations), avec une tendance à la diminution sur la période 2014-2018 pour deux stations (KO4-20-I et KO5-20-I). Les stations sont également perturbées au niveau de leurs scores IBS : Fortement perturbés (4 stations) et Modérément perturbé (une station).

Les 6 stations Poissons de la zone obtiennent à dire d'expert un score « Modérément perturbé ». De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des densités est observée pour deux stations (KWO-10-P et KWO-60-P).

Les paramètres physico-chimiques clés considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leur 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 (793 mg/L) et la seconde plus élevée pour les Nitrates (2,6 mg/L, avec un maximum de 10 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour la Conductivité (3-E et 4-N).

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leur gammes de référence respectives sont : Chlorures, Magnésium (3-E, KOL et 4-N) ; Calcium, Potassium (3-E et 4-N), Sodium et Titre alcalimétrique complet (3-E). La station 3-E

enregistre les valeurs médianes les plus importantes à l'échelle de la région pour les Chlorures (36,5 mg/L), le Magnésium (103 mg/L), et les secondes valeurs médianes plus élevées pour le Calcium (7 mg/L) et le Sodium (9 mg/L). De plus, la station 4-N enregistre la valeur médiane la plus importante à l'échelle de la région pour le Potassium (0,6 mg/L). Par ailleurs, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour le Magnésium (3-E et 4-N), le Sodium et le Calcium (3-E) ; les Chlorures et le Potassium (4-N).

Bien que le Potassium ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence, la station KOL a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 7 mg/L de Potassium. De plus, bien que ne disposant pas de gamme de référence pour évaluer son niveau de perturbation, la station 3-E a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 5 mg/L d'Azote total.

Vale-NC rapporte que le paramètre Turbidité (mesure en continu dans le cadre du suivi des transports solides) à la station KOL présente une valeur très élevée (1581 NTU) le 11/04/18 alors que la pluviométrie enregistrée dans le même temps est faible. La fréquence des événements conduisant à des pics de Turbidité est cependant moins importante sur la station KOL qu'à la station 1-A (Kwé principale, voir résultats ci-après dans le document).

Les perturbations des paramètres physico-chimiques sont dues à l'influence grandissante de l'ASR en ce qui concerne la station 3-E et à une fuite d'eau de procédé au niveau de l'UPM pour la station 4-N. Les perturbations en éléments majeurs au niveau de ces deux stations peuvent également être dues à l'érosion du bassin versant de la Kwé.

Durant le second semestre 2017, la diminution de la Conductivité au niveau de la station 3-D (cette station n'est plus suivie en 2018) avait été rapprochée de l'effet positif de la dérivation des rejets de l'ASR vers l'émissaire. A l'inverse, une augmentation de Conductivité est observée au niveau des stations 3-E et 4-N en 2018. Cette augmentation est probablement liée à l'existence d'un panache d'eau contaminée progressant sous l'ASR (dans les aquifères superficiel et profond), en direction de la Kwé Ouest. Ce panache alimente tout particulièrement les Sources WK17 et WK20, qui elles-mêmes influencent fortement la physicochimie de la Kwé Ouest.

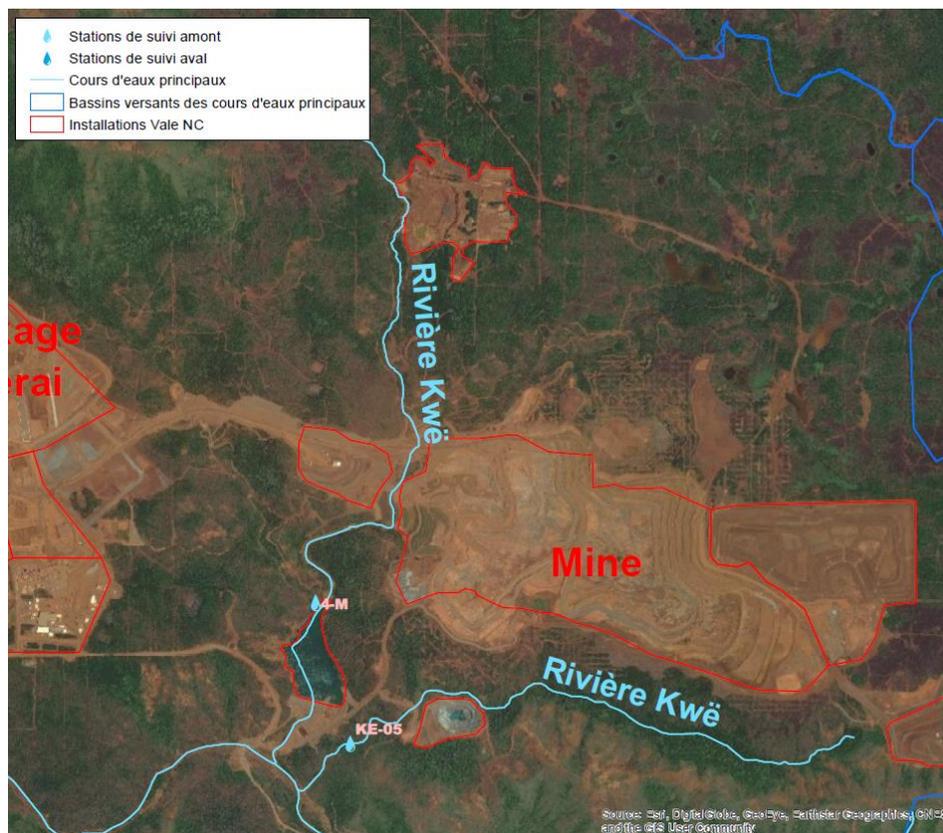
La perturbation en Nitrates, bien que faible, est probablement due à l'usage d'explosifs riches en nitrates sur le bassin versant de la Kwé (activités minières).

D'après Vale NC, le pic de Turbidité observé au niveau de la station KOL est certainement lié aux travaux de terrassement en cours sur le bassin versant, liés au projet LUCY.

Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Macro-invertébrés rapporte que la station 4-N est très colmatée par des dépôts latéritiques, certainement responsables du score IBS Médiocre obtenu. La station KO5-20-I serait aussi concernée par des apports sédimentaires, mais également par des assècs fréquents, pouvant expliquer le score IBS Médiocre. Enfin, au niveau de KO4-20-I et KO5-50-I, seules les conditions hydrologiques d'assèc réguliers seraient responsables des scores IBS « Fortement perturbés ». Pour les stations présentant un colmatage avéré, les mauvais résultats d'IBNC pourraient s'expliquer par l'absence de niche écologique permettant aux taxons pollulo-sensibles de s'installer.

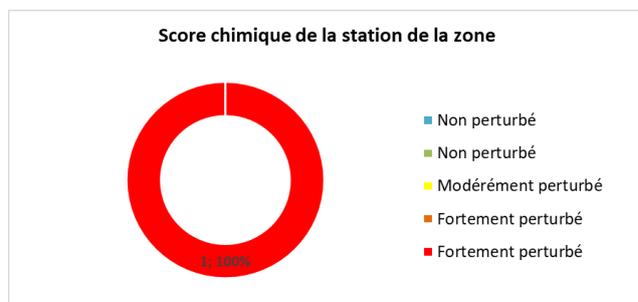
Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Poisson évalue l'état écologique des populations de poissons comme « Modérément perturbé » en raison des impacts (altérations sédimentaires essentiellement) récents et passés sur la zone. Cependant, il considère qu'aucune tendance d'évolution significative n'est observée malgré l'intensification de l'activité de Vale au cours du temps sur cette zone.

4.2.2.3 Kwé Nord



Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																						
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques													Score 2018 par station					
				Métaux																		
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si		Sn	Br	SO ₄ ²⁻	S	Ht.
Kwé Nord	Amont	4-M	Mine-UJM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physico-chimique de la zone (4-M).

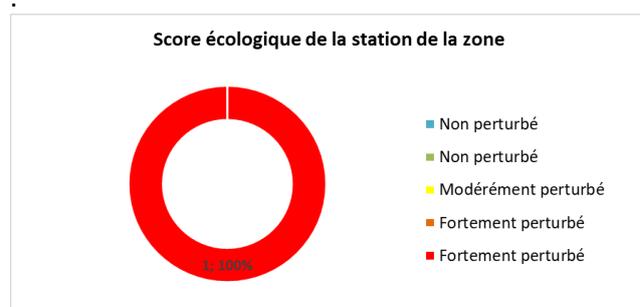
Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Chrome et Sulfates. La station 4-M enregistre également une valeur maximale très élevée à l'échelle de la région pour le Chrome (0,05 mg/L). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

La perturbation en Sulfates observée à la station 4-M serait potentiellement attribuable à l'usage de matériaux rocheux lavés avec de l'eau de procédé recyclée.

Les perturbations en métaux sont probablement dues à l'érosion du bassin versant de la Kwé notamment avec la présence de la fosse d'extraction.

Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques											Paramètres bio.		Score 2018 par stations					
		Profil aquatique				Eléments majeurs					Sels nutritifs		Mat.			TAC		MIB		Poissons
		pH	Cond.	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻		Cot	Nt	TAC	IBNC		IBS
4-M	Mine-UPM	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	→			→	↗	→		



Ce score est associé aux résultats obtenus sur les Macro-invertébrés et les paramètres physico-chimiques clés de la station 4-M.

La station obtient un score IBNC « Non perturbé » et un score IBS « Fortement perturbé ». Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les paramètres physico-chimiques clés considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. La station 4-M enregistre une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour les Nitrates (1,2 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour les Nitrates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

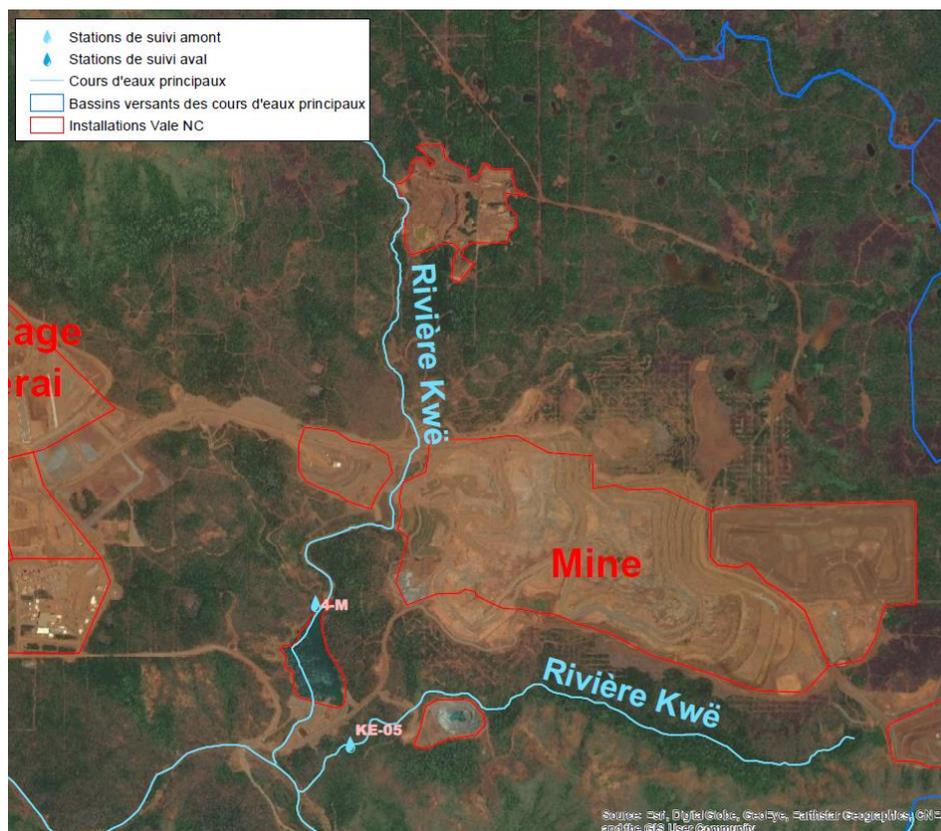
Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Magnésium, Potassium et Titre alcalimétrique complet.

La perturbation en éléments majeurs observée à la station 4-M serait potentiellement attribuable à l'usage de matériaux rocheux lavés avec de l'eau de procédé recyclée. Ces perturbations en éléments majeurs, notamment en Magnésium, peuvent également être dues à l'érosion des roches ultramafiques exposées dans la fosse minière présente sur le bassin versant de la Kwé.

La perturbation en Nitrates, bien que faible, est probablement due à l'usage d'explosifs riches en nitrates sur le bassin versant de la Kwé (activités minières).

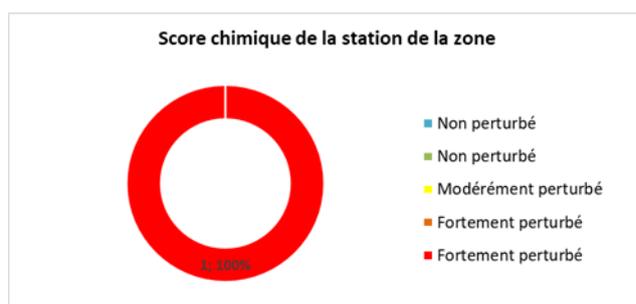
Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Macro-invertébrés rapporte que la station 4-M est très colmatée par des dépôts latéritiques (de plusieurs centimètres à certains endroits), certainement responsables du score IBS Médiocre obtenu. Le bassin versant est sous l'influence de la fosse minière qui est très probablement l'origine principale des apports terrigènes constatés.

4.2.2.4 Kwé Est



Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique													Score 2018 par station									
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques																		
				Métaux																		
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si	Sn	Br	SO ₄ ²⁻	S	Ht.	
Kwe Est	Amont	KE-05	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*	



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physico-chimique de la zone (KE-05).

Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel et Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

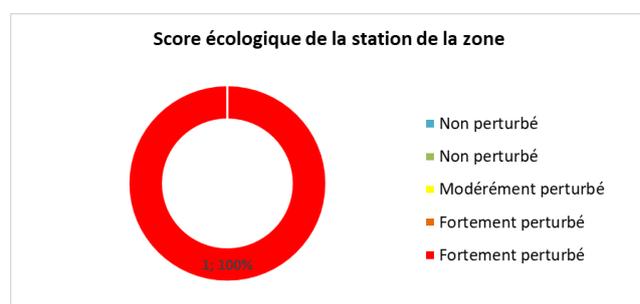
Bien que le Chrome VI ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence, la station KE-05 a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 0,05 mg/L de Chrome VI.

La perturbation en Sulfates observée à la station KE-05 serait potentiellement attribuable à l'usage de matériaux rocheux lavés avec de l'eau de procédé recyclée. Par ailleurs, Vale NC émet une seconde hypothèse pouvant expliquer la perturbation en Sulfates : la mise à jour de composés sulfurés par l'activité d'extraction minière. Aucune de ces hypothèses n'est confirmée.

En ce qui concerne les perturbations en métaux, elles sont probablement dues à l'érosion intense du bassin versant de la Kwé accentuée par les activités minières (notamment l'accroissement de la taille de fosse minière).

Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques												Paramètres bio.		Score 2018 par stations				
		Profil aquatique				Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat.		TAC		MIB		Poissons	
		pH	Cond.	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Cot		Nt	TAC		IBNC	IBS
KE-05	Mine	→	→	→		→	→	→	→	→		→	→			→	→	↗		



Ce score est associé aux résultats obtenus sur les Macro-invertébrés et les paramètres physico-chimiques clés de la station KE-05.

La station KE-05 obtient un score IBNC « Fortement perturbé » et un score IBS « Fortement perturbé ». Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les paramètres physico-chimiques clés considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour la Conductivité. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorures, Magnésium, Titre alcalimétrique complet.

En ce qui concerne le suivi des transports solides en continu à la station KE-05, Vale-NC rapporte que la fréquence des évènements conduisant à des pics de Turbidité est similaire à celle observée à la station 1-A (Kwé principale).

La perturbation en éléments majeurs observée à la station KE-05 serait potentiellement attribuable à l'usage de matériaux rocheux lavés avec de l'eau de procédé. Ces perturbations en éléments majeurs, notamment en Magnésium, peuvent également être dues à l'érosion intense du bassin versant de la Kwé accentuée par les activités minières avec l'influence de la fosse minière.

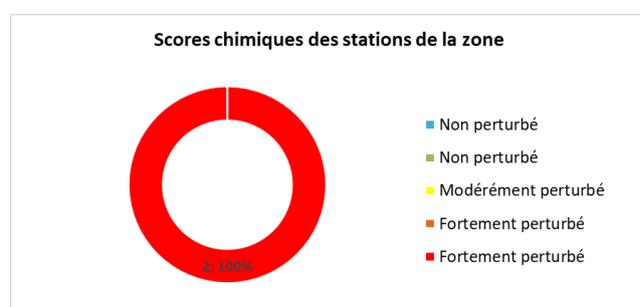
La perturbation en Nitrates, bien que considérée comme faible, peut être rapprochée de l'usage d'explosifs dans les activités d'extraction des carrières.

Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Macro-invertébrés rapporte que la station KE-05 est très colmatée par des dépôts latéritiques, ce qui explique le score IBS « Fortement perturbé » obtenu. Le colmatage avéré de la station KE-05 pourrait également expliquer le mauvais résultat d'IBNC obtenu, en raison de l'absence de niche écologique permettant aux taxons pollulo-sensibles de s'installer.

4.2.2.5 Kwé principale

Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																				
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques													Score 2018 par station			
				Métaux																
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si		Sn	Br	
Kwé principale	Aval	1-A	LPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→	
		1-E	LPM-CIM, ASR	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physico-chimiques de la zone (1-A et 1E).

Le paramètre Sulfates est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Bien que le Cobalt ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence, la station 1-E a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 0,09 mg/L de Cobalt.

La Kwé principale collectant les eaux de l'ensemble des bassins versants amont (Kwé Ouest, Kwé Nord et Kwé Est), les perturbations restent décelables dans cette partie du cours d'eau. Cependant, elles

Les 3 stations Poissons de la zone obtiennent à dire d'expert un score « Modérément perturbé ». De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des densités et de la richesse spécifique est observée pour deux stations (KP-40 et KP-70).

Les paramètres physico-chimiques clés considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité et Nitrates. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour la Conductivité. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Magnésium et Titre alcalimétrique complet. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour le Magnésium (1-E).

En ce qui concerne le suivi des transports solides en continu à la station 1-A, Vale-NC rapporte que la fréquence des événements conduisant à des pics de Turbidité est similaire à celle observée à la station KE-05 (Kwé Est).

Les perturbations physico-chimiques sont moins importantes sur cette zone en raison de l'effet de dilution qui se produit en aval du cours d'eau.

Les scores IBS et IBNC peu dégradés pour cette zone en comparaison de ceux observés à l'amont (Kwé Ouest, Kwé Nord et Kwé Est), peuvent s'expliquer par un effet de dilution obtenu à l'aval du cours d'eau.

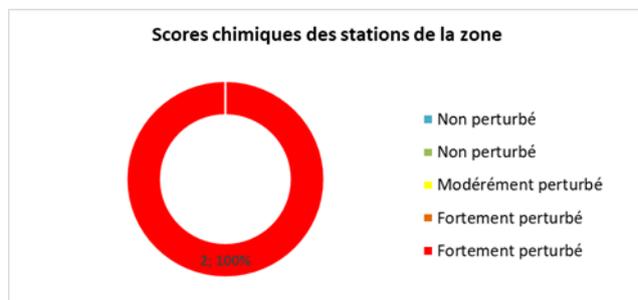
Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Poisson évalue l'état écologique des populations de poissons comme « Modérément perturbé » en raison des impacts (altérations sédimentaires essentiellement) récents et passés sur la zone. Cependant, il considère qu'aucune tendance d'évolution significative n'est observée malgré l'intensification de l'activité de Vale au cours du temps sur cette zone.

4.2.2.6 Creek Baie Nord Amont



Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																Score 2018 par station						
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques													SO ₄ ²⁻	S	Ht.			
				Métaux																		
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si	Sn	Br				
CBN Amont	Amont	6-Q	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		6-S	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physico-chimiques de la zone (6-Q et 6-S).

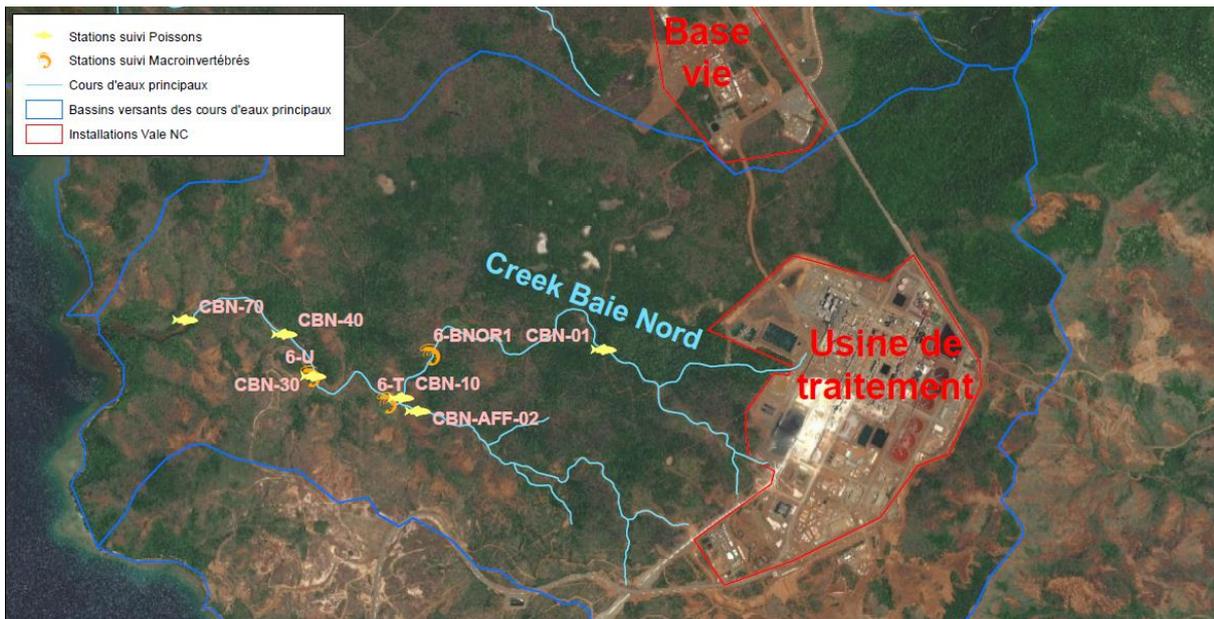
Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel et Sulfates. La station 6-Q enregistre une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour les Sulfates (28,5 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour les Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Bien que le Brome ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence, la station 6-Q a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 1,4 mg/L de Brome.

Les perturbations en Sulfates observées au niveau de la station 6-Q sont probablement dues au stockage de soufre en vrac présent sur le site industriel. En ce qui concerne les perturbations en Sulfates de la station 6-S, elles sont probablement liées à l'influence des cellules à résidus de l'ancienne usine pilote qui impactent également une doline à proximité (voir le diagnostic relatif à la doline 6-R).

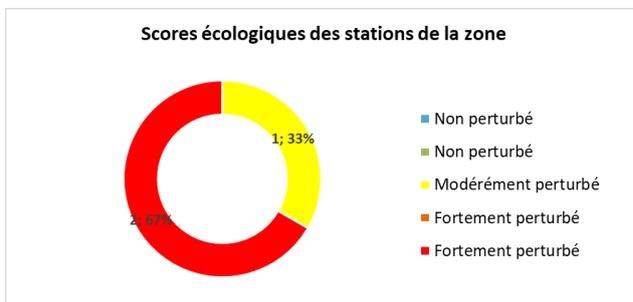
Les perturbations en métaux sur ces deux stations peuvent être dues à l'érosion du bassin versant du Creek Baie Nord. L'hypothèse d'une connexion entre les eaux superficielles du Creek Baie Nord et les eaux souterraines de l'Usine, elles-mêmes perturbées (voir le diagnostic relatif aux eaux souterraines de l'Usine), ne doit pas non plus être écartée.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC confirme que l'augmentation des perturbations en 2018 sur cette zone (notamment à la station 6-Q) sont dues à l'influence du site industriel et que des investigations doivent être menées afin d'en déterminer l'origine exacte. Plusieurs hypothèses sont émises : augmentation des rejets des bassins de contrôle des eaux de ruissellement, fuite d'un bassin de confinement et rejets non maîtrisés d'un équipement.



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																					
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques											Paramètres bio.		Score 2018 par stations						
		Profil aquatique				Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat.			TAC	MIB		Poissons		
		pH	Cond.	DCO	OD	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂	NO ₃	PO ₄ ³⁻			Cot	Nt		IBNC	IBS
6-Q	Usine	→	↗	→	→	→	→	→	↗	→			→								
6-S	Usine	→	↗	→	→	→	→	→	→				→								
CBN-01	Usine																			↘	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur l'unique station biologique Poissons de la zone et 2 stations physico-chimiques de la zone (6-Q et 6-S).

La station Poissons (CBN-01) obtient à dire d'expert un score « Non perturbé ». Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des densités est observée. La présence d'algues filamenteuses (cyanobactéries) est également soulignée par le prestataire de Vale NC. De plus, treize espèces initialement présentes dans le cours d'eau (dont une espèce sensible et deux espèces endémiques) n'ont toujours pas été repêchées depuis l'incident de mai 2014 (Tableau 50). Un score « Modérément perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les paramètres physico-chimiques clés considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité (6-Q et 6-S) et Nitrates (6-Q). La station 6-Q enregistre une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour la

Conductivité (220 $\mu\text{s}/\text{cm}$). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour la Conductivité. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorure, Magnésium, Sodium, Calcium, Potassium et Titre alcalimétrique complet. La station 6-Q enregistre des valeurs médianes parmi les plus importantes de la région pour les Chlorures (18,5 mg/L), le Magnésium (16,8 mg/L), le Sodium (10 mg/L), le Calcium (5 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour le Calcium (6-Q).

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC confirme que l'augmentation des perturbations physico-chimiques en 2018 sur cette zone (notamment à la station 6-Q) sont dues à l'influence du site industriel et que des investigations doivent être menées afin d'en déterminer l'origine exacte. Plusieurs hypothèses sont émises : augmentation des rejets des bassins de contrôle des eaux de ruissellement, fuite d'un bassin de confinement et rejets non maîtrisés d'un équipement.

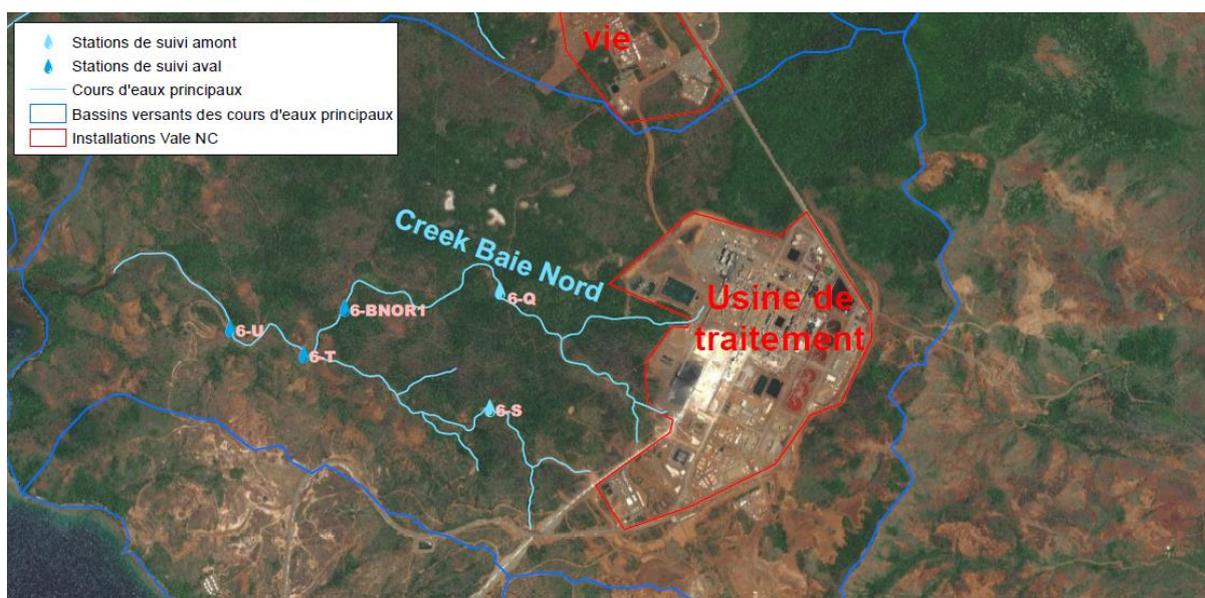
Les perturbations en éléments majeurs peuvent également être dues à l'érosion du bassin versant du Creek Baie Nord.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC émet l'hypothèse que le bétonnage dans les latérites réalisé au moment de la construction de l'Usine pourrait être responsable d'un relargage de Calcium à l'origine de son augmentation sur la période 2014-2018. Par ailleurs, le site industriel comportant un stockage de calcaire pour la production de chaux, ce dernier pourrait également être la source d'une dispersion de calcium dans le cours d'eau.

La perturbation en Nitrates est à rapprocher d'un éventuel enrichissement des eaux, bien que les teneurs en Nitrates ne soient pas exceptionnellement élevées en 2018. Les hypothèses émises sont l'influence de la STEP de la Base Vie et la présence de cerfs dans la zone.

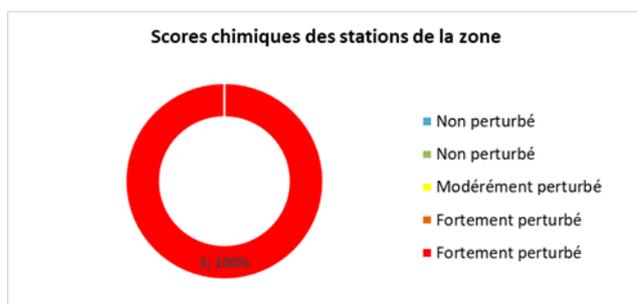
La présence de nombreux cerfs dans la zone pourrait être le facteur explicatif d'un enrichissement des eaux à l'origine du développement d'algues filamenteuses constaté sur la station CBN-01.

4.2.2.7 Creek Baie Nord Aval



Etat chimique des stations de la zone

Etat chimique																					
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques																	
				Métaux																	
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn	Si	Sn	Br	SO ₄ ²⁻	S	Ht.	Score 2018 par station
CBN Aval	Aval	6-BNOR1	Usine	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	↗	↗	→*		
		6-T	Usine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→		
		6-U	Usine															↗			



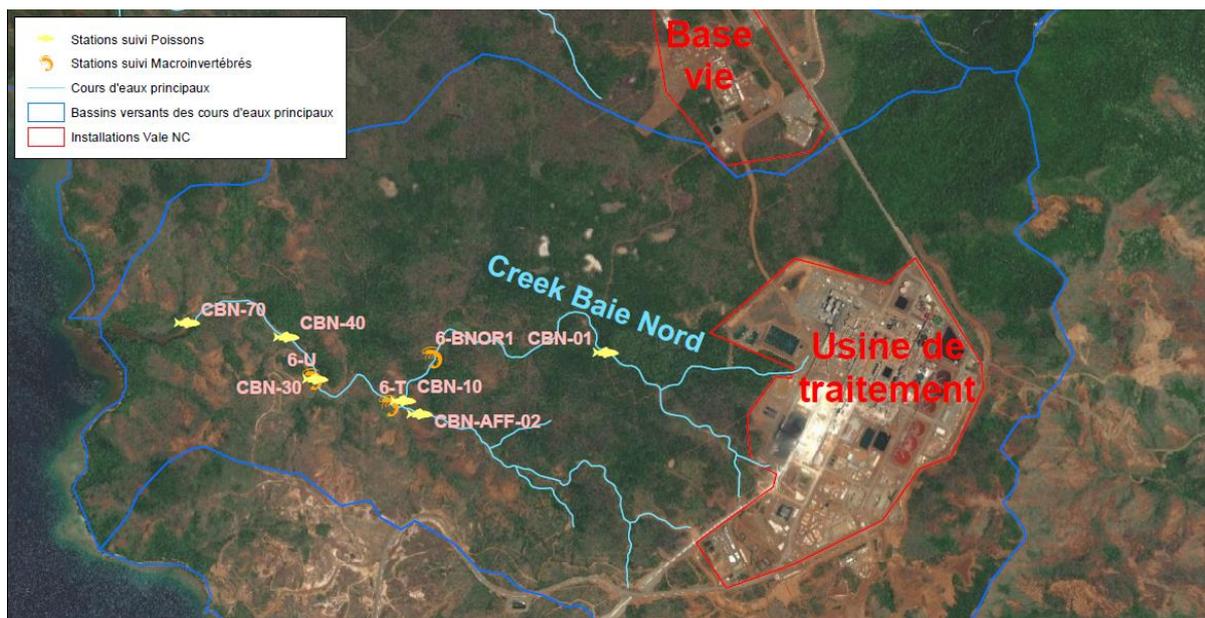
Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations physico-chimiques de la zone (6-BNOR1, 6-T et 6-U).

Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Sulfates (6-BNOR1, 6-T et 6-U), Silicium (6-BNOR1, 6-T) et Brome (6-BNOR1). La station 6-BNOR1 enregistre la valeur médiane la plus importante à l'échelle de la région pour le Brome (0,35 mg/L avec un maximum de 0,6 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour les Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les perturbations en Sulfates sont probablement liées au stockage de soufre en vrac présent sur le site industriel et à l'influence des cellules à résidus de l'ancienne usine pilote qui impactent également une doline à proximité. Les perturbations en Silicium peuvent être dues à l'érosion du bassin versant

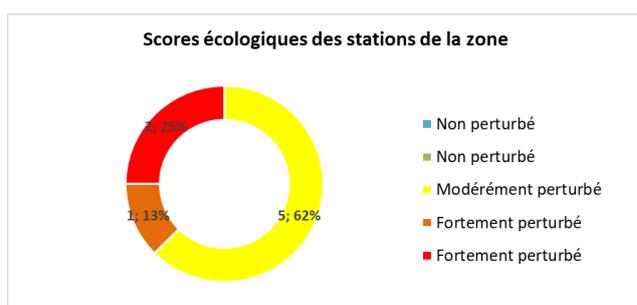
du Creek Baie Nord. L'hypothèse d'une connexion entre les eaux superficielles du Creek Baie Nord et les eaux souterraines de l'Usine, elles-mêmes perturbées (voir le diagnostic relatif aux eaux souterraines de l'Usine), ne doit pas non plus être écarté.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC confirme que l'augmentation des perturbations en 2018 sur cette zone sont dues à l'influence du site industriel et que des investigations doivent être menées afin d'en déterminer l'origine exacte. Plusieurs hypothèses sont émises : augmentation des rejets des bassins de contrôle des eaux de ruissellement, fuite d'un bassin de confinement et rejets non maîtrisés d'un équipement.



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques														Paramètres bio.			Score 2018 par stations	
		Profil aquatique				Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat.			MIB		Poissons		
		pH	Cond	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	TAC			IBNC	IBS
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																		→	



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 physico-chimiques clés des 3 stations physico-chimiques de la zone.

Seuls les IBNC des stations sont perturbés et obtiennent les scores suivants : « Fortement perturbés (2 stations) et Modérément perturbé (une station). De plus, une tendance à la diminution de l'IBNC est observée sur la période 2014-2018 pour la station 6-BNOR1.

Les 5 stations Poissons de la zone obtiennent à dire d'expert un score « Non perturbé ». Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des densités et de la richesse spécifique est observée pour une station (CBN-70). De plus, treize espèces initialement présentes dans le cours d'eau (dont une espèce sensible et deux espèces endémiques) n'ont toujours pas été repêchées depuis l'incident de mai 2014 (Tableau 50). Un score « Modérément perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les paramètres physico-chimiques clés considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Conductivité (6-BNOR1, 6-T et 6-U) et Nitrates (6-BNOR1). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour la Conductivité (6-BNOR1, 6-T). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorure et Sodium (6-BNOR1, 6-T et 6-U) ; Magnésium, Calcium, Titre alcalimétrique complet, pH et Azote total (6-BNOR1, 6-T) ; Potassium (6-BNOR1). La station 6-BNOR1 enregistre une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour le Sodium (9,5 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour la Calcium (6-BNOR1, 6-T).

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC confirme que l'augmentation des perturbations physico-chimiques en 2018 sur cette zone sont dues à l'influence du site industriel et que des investigations doivent être menées afin d'en déterminer l'origine exacte. Plusieurs hypothèses sont émises : augmentation des rejets des bassins de contrôle des eaux de ruissellement, fuite d'un bassin de confinement et rejets non maîtrisés d'un équipement.

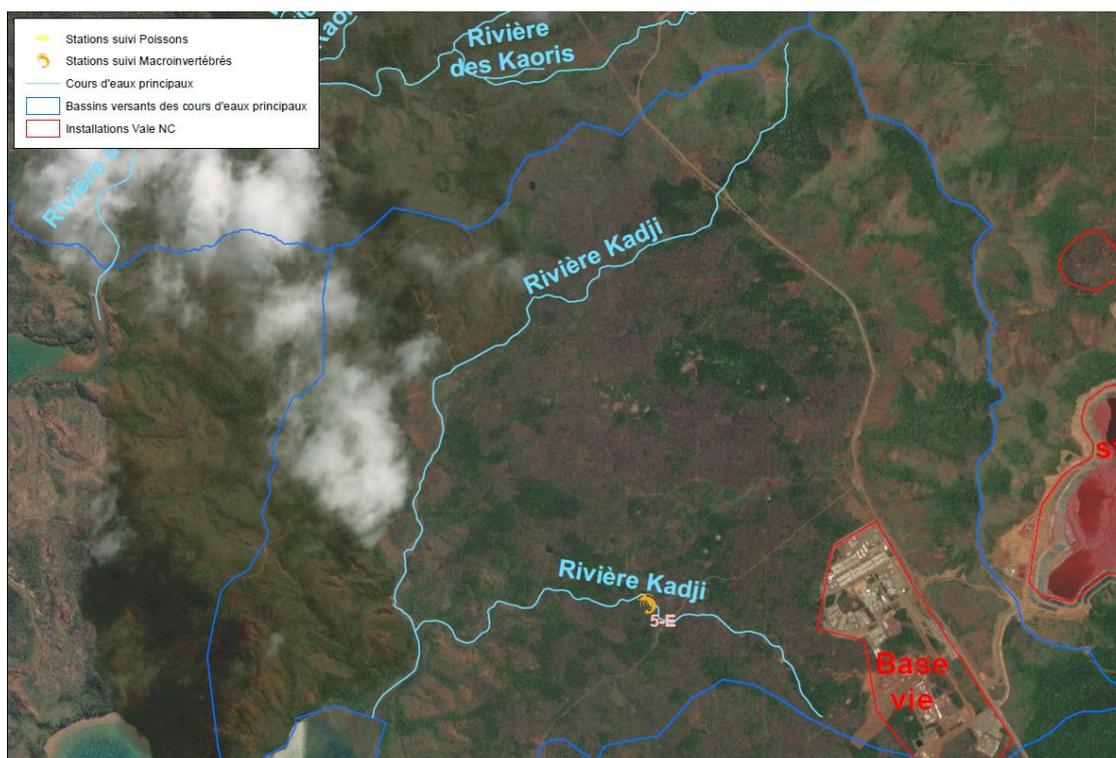
Les perturbations en éléments majeurs peuvent également être dues à l'érosion du bassin versant du Creek Baie Nord.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC émet l'hypothèse que le bétonnage dans les latérites réalisé au moment de la construction de l'Usine pourrait être responsable d'un relargage de Calcium à l'origine de son augmentation sur la période 2014-2018. Par ailleurs, le site industriel comportant un stockage de calcaire pour la production de chaux, ce dernier pourrait également être la source d'une dispersion de calcium dans le cours d'eau.

La perturbation en Nitrates est à rapprocher d'un éventuel enrichissement des eaux, bien que les teneurs en Nitrates ne soient pas exceptionnellement élevées en 2018. Les hypothèses émises sont l'influence de la STEP de la Base Vie et la présence de cerfs dans la zone. Les perturbations en matières organiques (Nitrates, Azote total) pourraient quant à elles expliquer les scores d'IBNC « Fortement perturbés ».

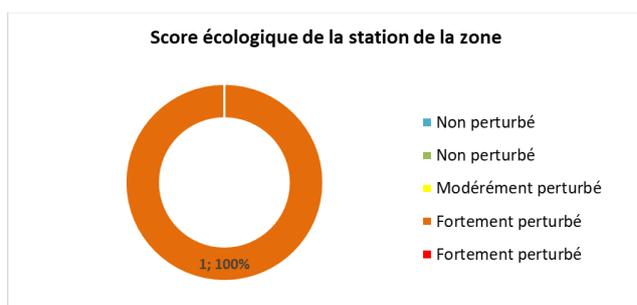
Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Poisson évalue l'état écologique des populations de poissons comme « Non perturbé » en raison des fortes densités et richesses spécifiques mesurées, ce qui est relativement atypique en comparaison des cours d'eau voisins. Cependant, il explique que ces valeurs élevées peuvent être due à un enrichissement, qui pourrait également expliquer la présence régulière d'algues filamenteuses dans ce cours d'eau (toutefois absentes en 2018). La diminution de densité et de richesse spécifique observée au niveau de la station CBN-70 est justifiée par un repositionnement de la station en 2017 plus en amont afin d'éviter l'influence marine.

4.2.2.8 Kadji



Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques											Paramètres bio.		Score 2018 par stations					
		Profil aquatique				Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat.			TAC	MIB		Poissons	
		pH	Cond.	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻			Cot	Nt		IBNC	IBS
5-E	Base Vie																	↘	↘	

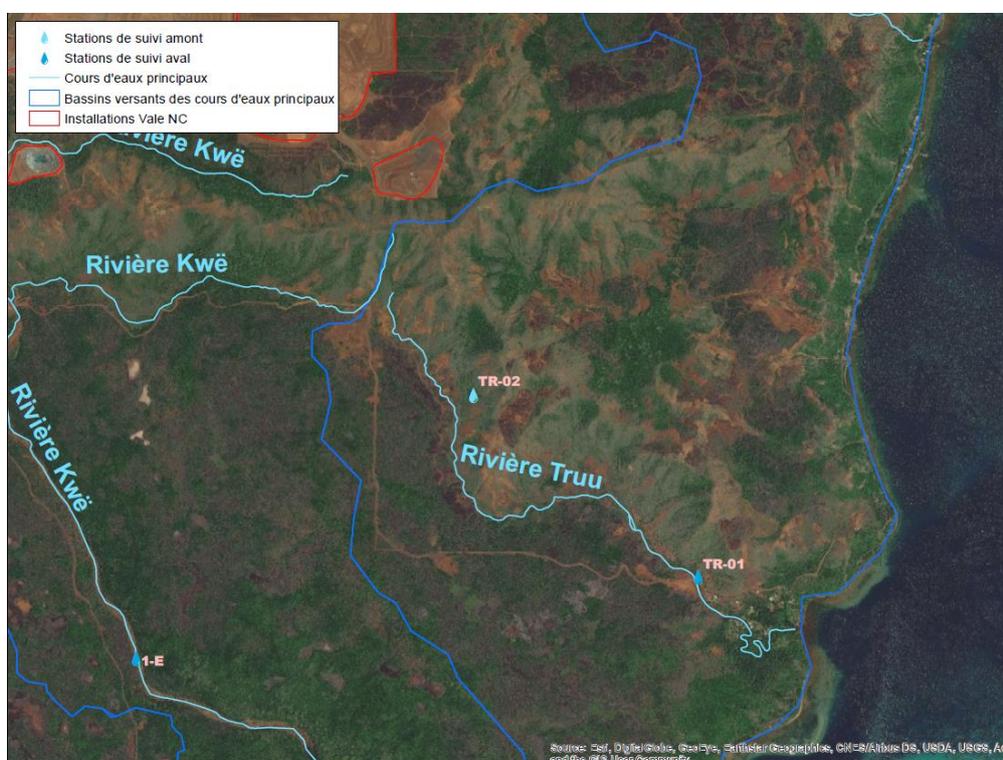


Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station biologique Macro-invertébrés de la zone.

La station 5-E présente des perturbations au niveau de ses scores IBNC (Modérément perturbé) et IBS (Fortement perturbé). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à la station pour ce suivi.

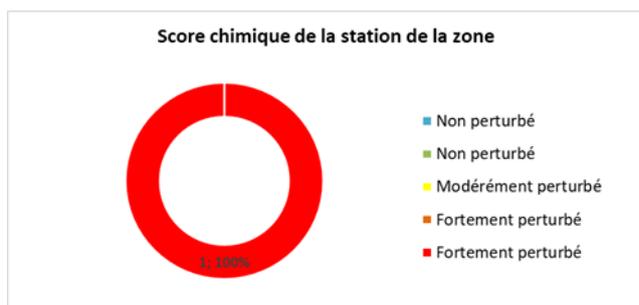
L'IBNC « Modérément perturbé » pourrait être dû à une influence de la STEP de la Base Vie (l'absence de suivi physico-chimique sur cette rivière ne permet cependant pas de vérifier cette hypothèse), tandis que l'IBS « Fortement perturbé » serait attribuable à l'érosion de sols du bassin versant de la Kadji. Dans le cas où le milieu serait fortement colmaté, les mauvais résultats d'IBNC pourraient également s'expliquer par l'absence de niche écologique permettant aux taxons polluo-sensibles de s'installer.

4.2.2.9 Truu Amont



Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																			
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques												Score 2018 par station			
				Métaux															
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn		Si	Sn	Br	SO_{4}^{2-}	S	Ht.
Truu Amont	Amont	TR-02	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physico-chimique de la zone (TR-02).

Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Nickel, Chrome, Chrome VI, Silicium et Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

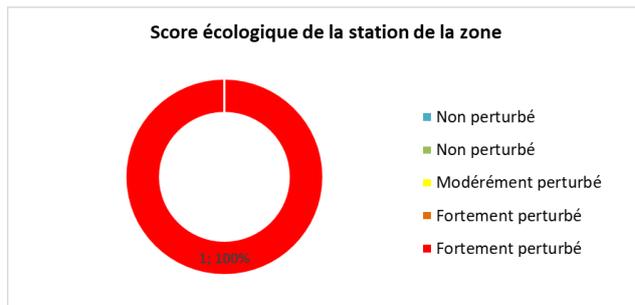
Les perturbations en métaux peuvent s'expliquer par l'érosion des sols du bassin versant de la Truu due aux dégradations historiques du couvert végétal par les incendies, l'exploitation forestière et les activités d'extraction minière.

Lors du Cotec de décembre 2019, afin d'expliquer la perturbation en Sulfates, Vale NC émet l'hypothèse que des matériaux rocheux ayant été lavés avec de l'eau de procédé recyclée soient présents sur le bassin versant de la Kwé Est, la présence de connexions souterraines entre la Kwé Est et la Truu ayant été démontrée par ailleurs.



Etat écologique de la station de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques											Paramètres bio.		Score 2018 par stations					
		Profil aquatique				Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat.			TAC	MIB		Poissons	
		pH	Cond.	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻			Cot	Nt		IBNC	IBS
TR-02	Mine	→	→	*	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→				



Ce score est associé aux résultats obtenus sur les paramètres physico-chimiques clés de la station TR-02

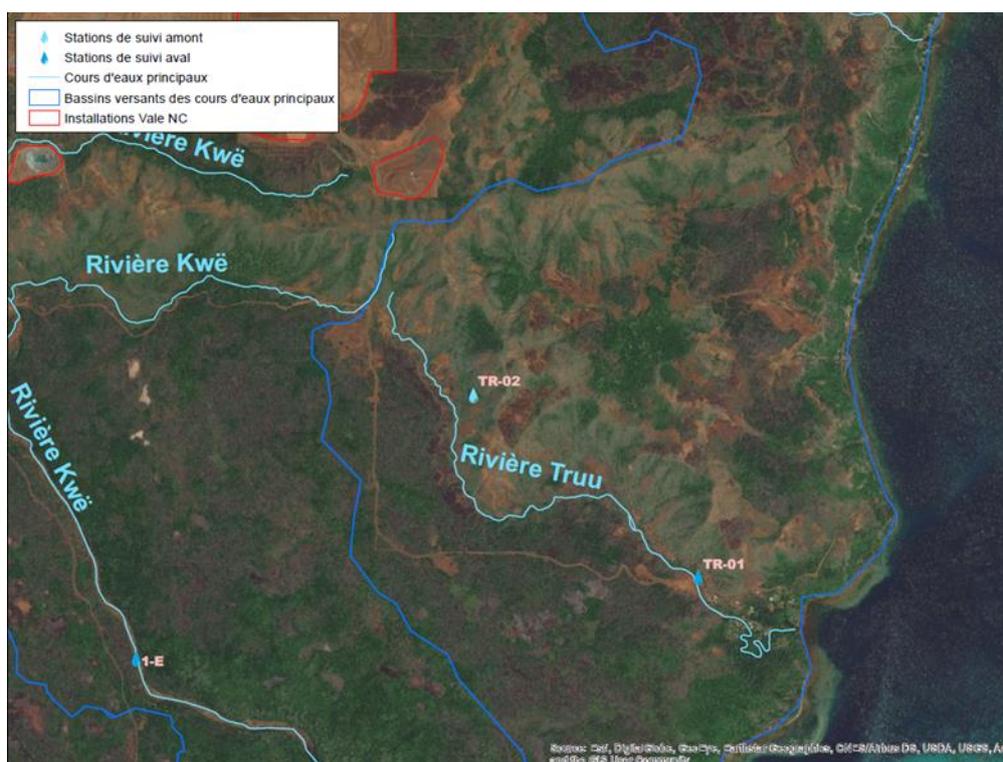
Le paramètre physico-chimique clé Conductivité est considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorure, Magnésium, Sodium, Titre alcalimétrique complet et pH.

Les perturbations en éléments majeurs peuvent s'expliquer par l'érosion des sols du bassin versant de la Truu due aux dégradations historiques du couvert végétal par les incendies, l'exploitation forestière et les activités d'extraction minière.

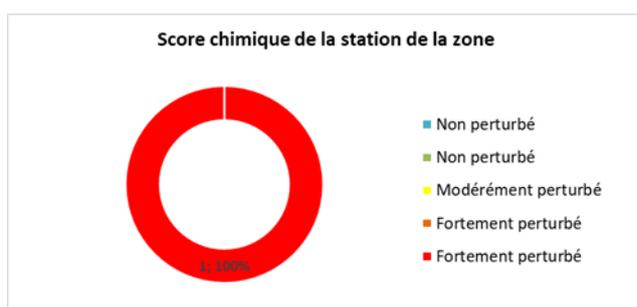
Lors du Cotec de décembre 2019, afin d'expliquer la perturbation en éléments majeurs, Vale NC émet l'hypothèse que des matériaux rocheux ayant été lavés avec de l'eau de procédé recyclée soient présents sur le bassin versant de la Kwé Est, la présence de connexions souterraines entre la Kwé Est et la Truu ayant été démontrée par ailleurs.

4.2.2.10 Truu Aval



Etat chimique de la station de la zone

Etat chimique																				
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques											Score 2018 par station					
				Métaux																
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb		Zn	Si	Sn	Br	SO ₄ ²⁻
Truu Aval	Aval	TR-01	Mine	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	*	



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station physico-chimique de la zone (TR-01).

Les paramètres considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Silicium et Sulfates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Bien que le Cobalt ne soit pas considéré comme perturbé par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence, la station TR-01 a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 0,05 mg/L de Cobalt.

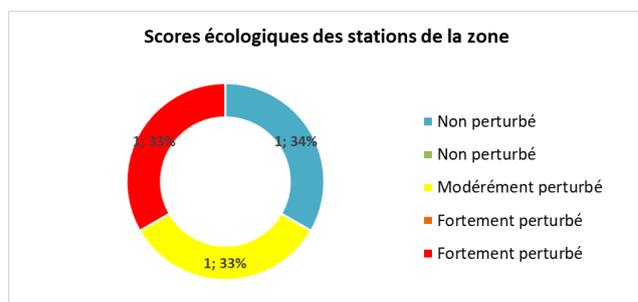
La perturbation en Silicium peut s'expliquer par l'érosion des sols du bassin versant de la Truu due aux dégradations historiques du couvert végétal par les incendies, l'exploitation forestière et les activités d'extraction minière.

Lors du Cotec de décembre 2019, afin d'expliquer la perturbation en Sulfates, Vale NC émet l'hypothèse que des matériaux rocheux ayant été lavés avec de l'eau de procédé recyclée soient présents sur le bassin versant de la Kwé Est, la présence de connexions souterraines entre la Kwé Est et la Truu ayant été démontrée par ailleurs.



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques											Paramètres bio.		Score 2018 par stations					
		Profil aquatique				Éléments majeurs				Sels nutritifs			Mat.			TAC	MIB		Poissons	
		pH	Cond	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂	NO ₃	PO ₄ ³⁻			Cot	Nt		IBNC	IBS
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 physico-chimiques clés de la station physico-chimique de la zone (TR-01).

La station TR-04 obtient des scores « Non perturbés » pour l'IBNC et l'IBS. Un score « Non perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

La station Poissons (TRU-70) obtient à dire d'expert un score « Modérément perturbé ». De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution de la densité est observée. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Le paramètre physico-chimique clé considéré comme perturbé en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence est : la Conductivité. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorures, Magnésium, Sodium et Titre alcalimétrique complet.

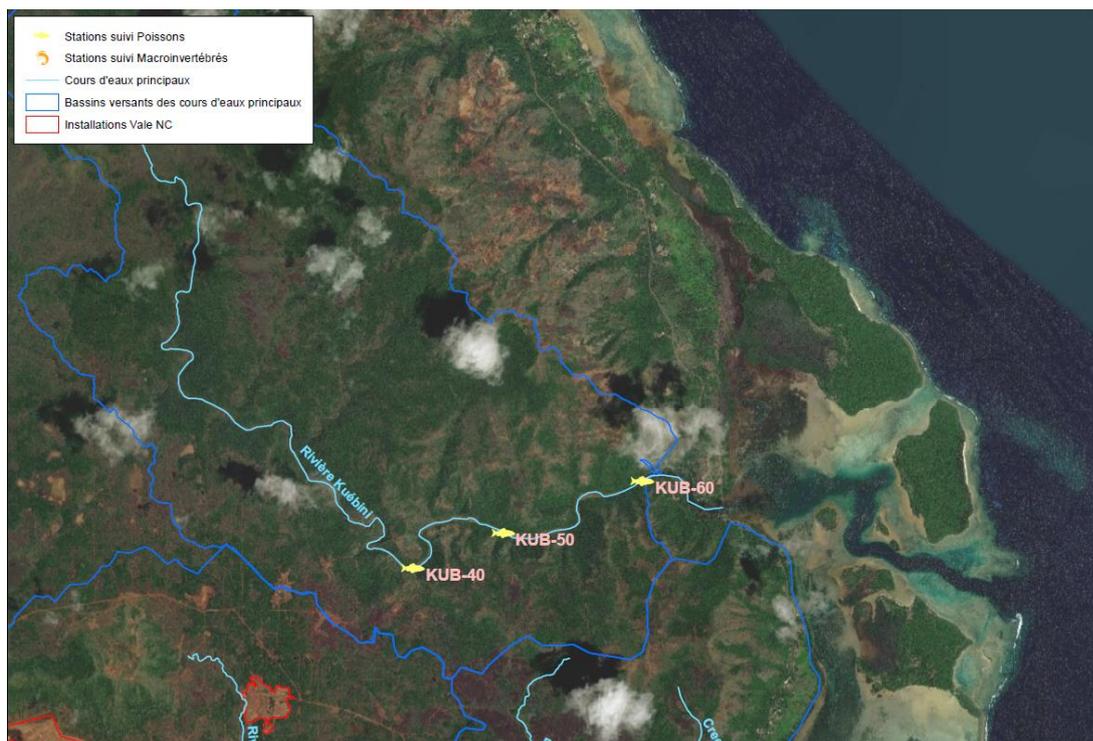
Les perturbations en éléments majeurs peuvent s'expliquer par l'érosion des sols du bassin versant de la Truu due aux dégradations historiques du couvert végétal par les incendies, l'exploitation forestière et les activités d'extraction minière.

Lors du Cotec de décembre 2019, afin d'expliquer la perturbation en éléments majeurs, Vale NC émet l'hypothèse que des matériaux rocheux ayant été lavés avec de l'eau de procédé recyclée soient présents sur le bassin versant de la Kwé Est, la présence de connexions souterraines entre la Kwé Est et la Truu ayant été démontrée par ailleurs.

L'étalonnage réalisé au niveau des stations biologiques aval a conduit à l'attribution d'un score « Non perturbé » à la station TR-04 dans le cadre de ce diagnostic. Toutefois, le prestataire de Vale NC en charge du suivi Macro-invertébrés rapporte que le colmatage de certaines catégories de substrats est observé sur cette station.

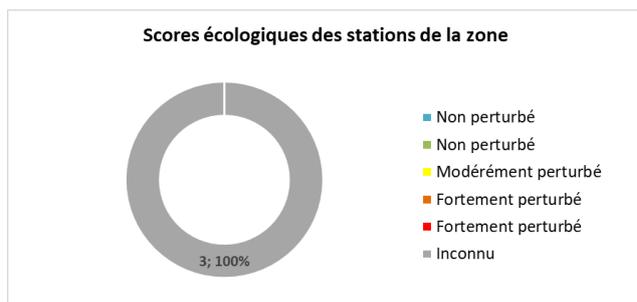
Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Poisson évalue l'état écologique des populations de poissons comme « Modérément perturbé » en raison d'une richesse spécifique moyennement diversifiée. De plus, il signale une altération sédimentaire liée à des travaux routiers en amont de la station, ainsi que la présence d'habitations en aval.

4.2.2.11 Kuebini Aval



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																			
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques										Paramètres bio.		Score 2018 par stations					
		Profil aquatique				Éléments majeurs				Sels nutritifs		Mat.			TAC	MIB		Poissons	
		pH	Cond	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻			PO ₄ ³⁻	Cot		Nt	IBNC	IBS
KUB-60	Hors influence																		→
KUB-50	Hors influence																		NP
KUB-40	Hors influence																		NP



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations biologiques Poissons de la zone. Sur les 3 stations, seule la station KUB-60 a fait l'objet d'une prospection partielle (en raison de zones trop profondes). Les deux autres stations (KUB-50 et KUB-40) n'ont pu être prospectées en raison de conditions d'accès actuelles jugées trop dangereuses.¹⁶

¹⁶ Le prestataire recommande un accès par hélicoptère pour les prochaines campagnes
Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) - Tél. : 23 69 69 - www.oeil.nc

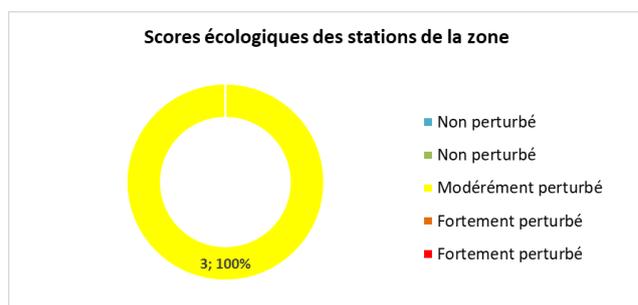
La densité et la richesse spécifique de la station KUB-60 sont considérées comme faibles à dire d'expert. Cependant, l'effort d'échantillonnage étant considérablement réduit sur ce cours d'eau, un score « Inconnu » est donc attribué pour ce suivi.

4.2.2.12 Wadjana



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																				
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques										Paramètres bio.		Score 2018 par stations						
		Profil aquatique				Eléments majeurs				Sels nutritifs		Mat.			TAC	MIB		Poissons		
		pH	Cond	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂	NO ₃			PO ₄ ³⁻	Cot		Nt	IBNC	IBS
WAD-40	Hors influence																		↗	
WAD-50	Hors influence																		↘	
WAD-70	Hors influence																		↘	



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations biologiques Poissons de la zone.

Les 3 stations Poissons obtiennent à dire d'expert un score « Modérément perturbé ». De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des densités (WAD-50) et des richesses spécifiques (WAD-70) est observée. Un score « Modérément perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

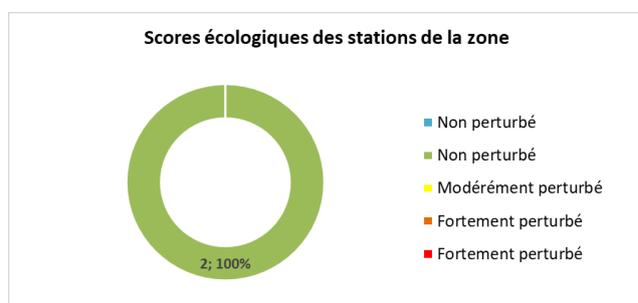
Le prestataire de Vale NC en charge du suivi Poisson évalue l'état écologique des populations de poissons comme « Modérément perturbé » en raison d'une rupture de la continuité écologique en zone estuarienne (liée à la présence de la cascade de Goro et d'un captage), entravant la migration de la plupart des espèces sur la partie amont du cours d'eau.

4.2.2.13 Trou Bleu



Etat écologique des stations de la zone

Etat écologique																					
Station	Influence	Paramètres physico-chimiques														Paramètres bio.			Score 2018 par stations		
		Profil aquatique				Eléments majeurs					Sels nutritifs			Mat.		TAC		MIB		Poissons	
		pH	Cond	DCO	OD	Cl ⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	TAC	IBNC			IBS
TBL-50	Hors influence																			↘	
TBL-70	Hors influence																				↘



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations biologiques Poissons de la zone.

Les 2 stations Poissons obtiennent à dire d'expert un score « Non perturbé ». Un score est donc attribué pour ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des densités (TBL-50 et TLB-70) et des richesses spécifiques (TBL-70) est observée.

Le bon état des communautés de poissons reflète l'absence de perturbation majeure sur ce cours d'eau.

4.2.3 Scores 2018 - milieux eaux douces – dolines

Le tableau ci-dessous présente les scores des états chimiques et écologiques obtenus en 2018 pour chaque station et zone du milieu eaux de surface-dolines :

Etat chimique															Etat écologique																									
Zone	Position BV	Station	Influence	Paramètres chimiques												Score 2018 par station	Station	Influence	Paramètres physico-chimiques								Paramètres bio.			Score 2018 par stations										
				Métaux															pH	Cond	DCO	OD	Cl	Eléments majeurs				Sels nutritifs	Mat.		TAC	MIB	IBS	Poissons						
				Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	CrVI	Cu	Pb	Zn									Si	Sn	Br	SO ₄ ²⁻		S						Ht.	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P
CBN	Doline	6-R	Usine	LQ	↘	↘	LQ	LQ	LQ	LQ	→	→	LQ	LQ	LQ	LQ	G	G	→	→	G	→	→	→	→	→	LQ	LQ	G	→										
		DOL-10	Epuraton, BV	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Kadji	Doline	DOL-11	Epuraton, BV	LQ	LQ	→*	LQ	LQ	LQ	LQ	→*		LQ	LQ	LQ	→*	G	G	↗*	→*	G	→*	→*	→*	→*	↗*	→*	LQ	LQ	G	→*									
		DOL-11	Epuraton, BV	→*	→*	G	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*

Tableau 24: Scores des états chimiques et écologiques 2018 - dolines

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 (2014 à 2018).

Les paramètres physico-chimiques 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 ou d'un assec.

Lorsqu'une étoile (*) figure dans la case, cela indique que le nombre de mesures réalisées en 2018 sur la station est inférieur à 8, et qu'en conséquence le score obtenu doit être considéré avec précaution.

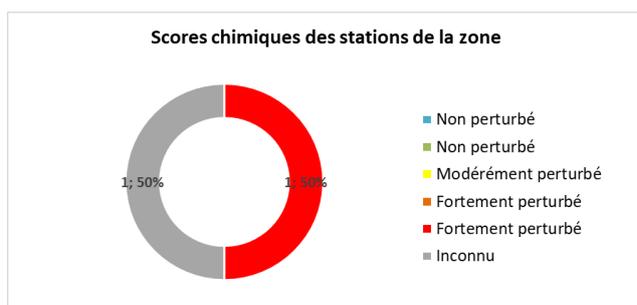
Remarque : les tableaux détaillés par paramètre ayant permis de produire ce tableau de synthèse des scores sont disponibles sur demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL.

4.2.4 Détails des scores par zone -milieux eaux douces - dolines

4.2.4.1 Dolines proches de l'Usine (6-R et DOL-10)

Zone	Position BV	Station	Influence	Etat chimique																	Etat écologique											Score 2018 par station										
				Paramètres chimiques																	Paramètres physico-chimiques												Paramètres bio.									
				Métaux																	Profil aquatique				Éléments majeurs				Sels nutritifs				Mat.	TAC	MIB	IBS	Poissons					
Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	Sn	Br	NO ₃ ⁻	S	Hg	pH	Cond	DCO	OD	Cl	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Cot	Nt	IBNC	IBS	Poissons							
CBN	Doline	6-R	Usine	LQ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	→	→	G	→	→	→	→	→	→	→	LQ	LQ	G	→											
		DOL-10	Epurator. BV	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

Etat chimique de la station de la zone

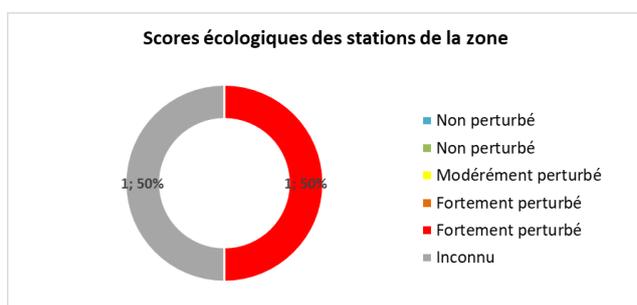


Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physico-chimiques de la zone (6-R et DOL-10). La doline DOL-10 étant en assec, elle obtient un score « Inconnu ».

Les paramètres chimiques considérés comme perturbés en 2018 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 2018 une valeur maximale en Nickel très élevée de 0,11 mg/L ainsi qu'une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour les Sulfates (42,5 mg/L). Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les perturbations observées sur la doline 6-R peuvent s'expliquer par l'influence des cellules à résidus de l'ancienne usine pilote.

État écologique de la station de la zone



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations physico-chimiques de la zone (6-R et DOL-10). La doline DOL-10 étant en assec, elle obtient un score « Inconnu ».

Le paramètre physico-chimique clé Conductivité est considéré comme perturbé en 2018 sur la station 6-R par rapport aux valeurs mesurées sur sa gamme de référence. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi. De plus, bien que ne disposant pas de gamme de référence pour évaluer son niveau de perturbation, la station 6-R a tout de même enregistré en 2018 une valeur maximale égale à 6,9 mg/L de Nitrates.

2018 une valeur maximale égale à 10,6 mg/L de Nitrates. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué pour ce suivi.

Les autres paramètres physico-chimiques considérés comme perturbés en 2018 par rapport aux valeurs mesurées sur leurs gammes de référence respectives sont : Chlorures, Magnésium, Sodium, Calcium, Potassium et pH. De plus, la station DOL-11 enregistre en 2018 une des valeurs médianes les plus importantes de la région pour le Sodium (10 mg/L). Par ailleurs, bien que ne disposant pas de gamme de référence pour évaluer son niveau de perturbation, la station DOL-11 enregistre en 2018 une valeur médiane élevée pour l'Azote total (8,8 mg/L). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation est observée pour le Calcium.

Les teneurs élevées en matières organiques (Nitrates, Azote total) observées sur cette doline sont à rapprocher de l'influence de la STEP présente au niveau de la Base Vie. Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC précise n'identifier aucune hypothèse pouvant expliquer les autres perturbations que celles liées à la matière organique.

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 (2014 à 2018).

Les cases apparaissant grisées correspondent à des scores inconnus, 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 2018 sur le piézomètre est inférieur à 6, et qu'en conséquence le score obtenu doit être considéré avec précaution.

Ce tableau interpelle pour les points suivants :

- Deux nouveaux piézomètres (PP1-A et PP1-B) n'ont fait l'objet d'aucun suivi en 2018
- Les paramètres Chrome VI, Silice, Hydrocarbures, Demande chimique en oxygène, Potentiel d'oxydo-réduction, Ammonium, Carbone organique total et Azote total ne sont suivies que sur certains piézomètres
- Alors que l'ensemble des piézomètres est évalué pour le Silicium, ce n'est pas le cas pour la Silice (évaluée qu'au niveau de l'ASR)

La liste des paramètres déclassants au niveau de chaque zone est présentée en annexe (Tableau 49).

Remarque : les tableaux détaillés par paramètre ayant permis de produire ce tableau de synthèse des scores sont disponibles sur demande au Secrétariat exécutif de l'OEIL.

4.2.6 Détails des scores 2018 par zone - milieux eaux douces - eaux souterraines

4.2.6.1 Remarques générales applicables à l'ensemble des zones

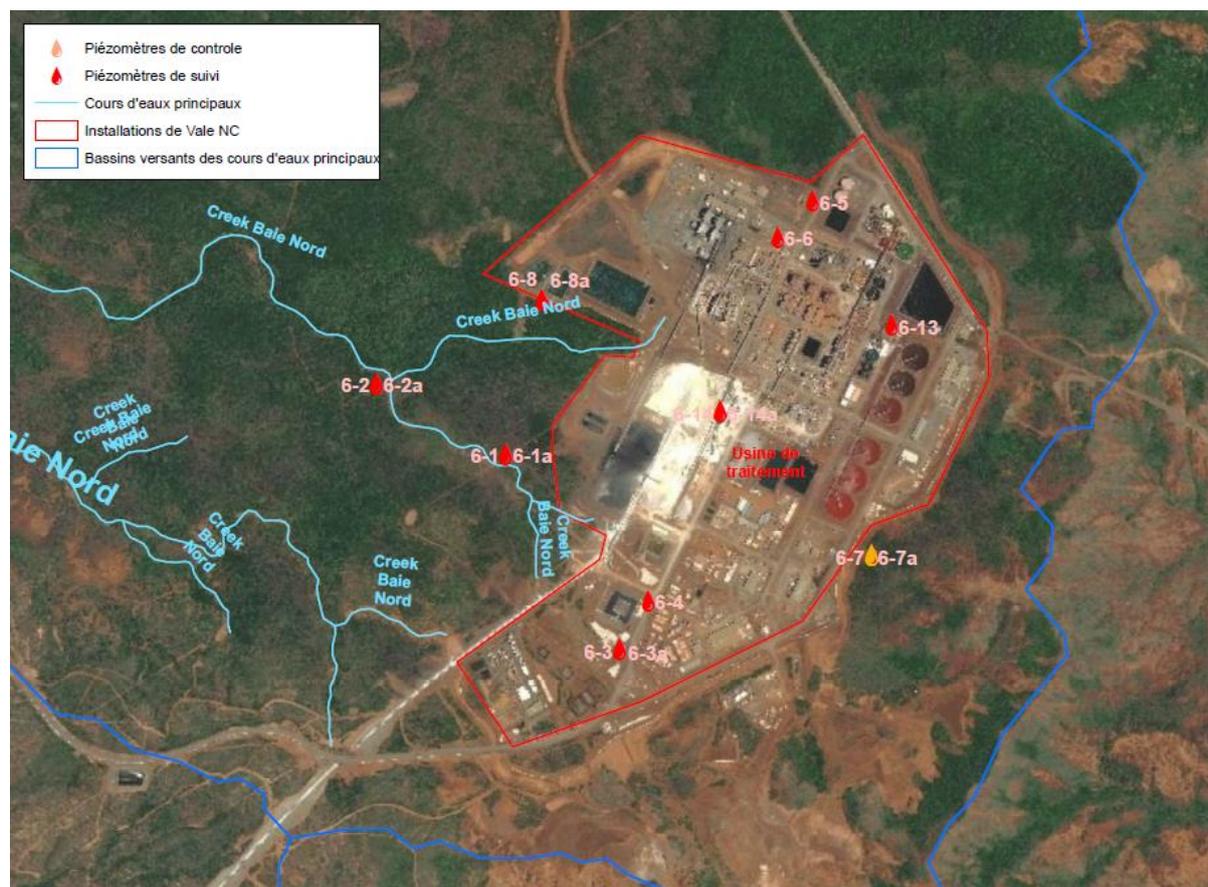
En 2017, l'augmentation des perturbations constatées au niveau des eaux souterraines se justifiait par un effet combiné des activités humaines et des conditions de sécheresse ayant entraîné la concentration des éléments. En 2018, le bilan pluviométrique annuel a été légèrement déficitaire, mais sans commune mesure avec celui de 2017.

Le Nickel, le Chrome, le Chrome VI, la Silice et les Sulfates sont les paramètres chimiques les plus fréquemment perturbés en comparaison de leurs gammes de référence respectives, dans les aquifères de la zone d'étude.

La Conductivité, le pH, les Chlorures, le Magnésium, le Sodium et les Nitrates sont les paramètres physico-chimiques les plus fréquemment perturbés en comparaison de leurs gammes de référence respectives, dans les aquifères de la zone d'étude.

Alors qu'on observe un pH plutôt basique dans l'aquifère principal, les piézomètres de l'aquitarde latéritique présentent des pH plus acides.

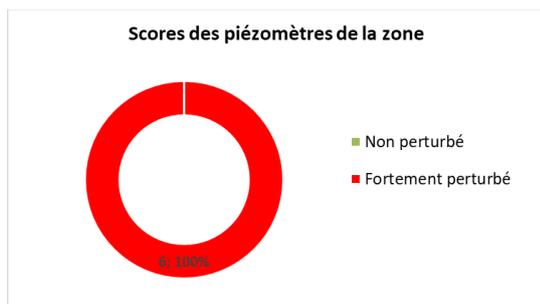
4.2.6.2 Usine



Il est fait le constat de perturbations du Titre alcalimétrique complet uniquement au niveau de l'Usine. Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC émet l'hypothèse que la présence de grandes quantités de béton ayant servi dans la construction du site industriel puisse influencer ce paramètre.

Etat global des piézomètres de l'Aquitard Latéritique de la zone de l'Usine

Eaux souterraines				Paramètres physico-chimiques																								Score 2018 par piézo.																
BV	Zone	Piézomètre	Aquifère	Influence	Métaux dissouts													Profil aquatique			Eléments majeurs				Sels nutritifs				Mat. org.	TAC														
					Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn	Bt	SO42-	S	Hf	pH	Concl	DCCO	ORP	Cl-	NO3-	Na+	Ca2+	K+	NO2-	NO-	PO4-	NH3	Cot	NT	TAC						
		6-1a	Latéritique	Aval site indust.	LQ	→*	→*	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		6-2a		Aval distrib. carburant	LQ	→*	→*	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	
		6-3a		Aval const. Nord	LQ	→*	→*	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-7a		Aval stock HCl	LQ	→*	→*	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-8a			LQ	→*	→*	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		6-14a		LQ	→*	→*	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*



A l'échelle de la zone, les 11 paramètres présentant au moins 20% des 6 piézomètres de la zone perturbés sont : Nickel (33%), Chrome (50%), Chrome VI (50%), Sulfates (33%), Conductivité (100%), Chlorures (100%), Magnésium (100%), Sodium (100%), Calcium (33%), Nitrates (67%) et Titre alcalimétrique complet (33%).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en :

- Chrome : 0,14 mg/L au piézomètre 6-7a ;
- Chrome VI : 0,135 mg/L au piézomètre 6-7a ;
- Sulfate : 183 mg/L au piézomètre 6-14a
- Conductivité : 453 µs/cm au piézomètre 6-14a ;
- Chlorures : 21,9 mg/L au piézomètre 6-14a et 20,8 mg/L au piézomètre 6-3a ;
- Calcium : 7 mg/L au piézomètre 6-14a

De plus, une tendance à l'augmentation est notée sur la période 2014-2018 pour le Chrome, le Chrome VI, Sulfates, Conductivité, Magnésium et Calcium (piézomètre 6-8a).

Sur les 3 mesures effectuées en 2018, des hydrocarbures ont été détectés une fois sur le piézomètre 6-7a (1,3 mg/L).

Les perturbations observées sur l'aquitard latéritique de l'Usine sont à rapprocher de l'influence du site industriel. Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC confirme l'existence d'une probable fuite d'un bassin contenant de l'eau de procédé aujourd'hui transformé en bassin d'incendie, certainement responsable des perturbations mesurées au niveau du piézomètre 6-14a. Toutefois, il semblerait que Vale NC n'ait pas encore identifié la source exacte des nombreuses perturbations observées sur plusieurs piézomètres. Les perturbations en Chrome et Chrome VI au niveau des piézomètres 6-7a (pourtant piézomètre de contrôle) ainsi que les augmentations récentes observées pour de nombreux paramètres au piézomètre 6-8a mériteraient que des investigations soient menées.

- Sodium : 18 mg/L à la source WK17 ;
- Calcium : 21 mg/L à la source WK17 ;
- Nitrates : 10,2 mg/L à la source WK17 et 6,35 mg/L à la source WK20

De plus, une tendance à l'augmentation est notée sur la période 2014-2018 pour : le Nickel, le Chrome, les Sulfates, la Conductivité, le Magnésium (WK17 et WK20) ; le Sodium, le Calcium et le Potassium (WK17).

Des dépassements de valeurs limites réglementaires¹⁸ 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 2018. Ils représentent 100% des valeurs mesurées sur WK17 et WK20 (à l'exception du paramètre Conductivité sur WK20 qui n'enregistre que 2% de dépassement).

Les nombreuses perturbations observées sur les sources à proximité de l'ASR sont à rapprocher des résidus stockés au niveau de cette installation. Ces perturbations, qui s'étaient particulièrement intensifiées en 2017 (notamment pour les paramètres Sulfates, Conductivité et Magnésium), ont été en partie attribuées au déficit pluviométrique de 2017 (ayant pu accentuer la concentration en éléments chimiques dans les eaux souterraines). En 2018, le déficit pluviométrique observé est beaucoup moins important que celui de 2017, alors que les concentrations sont restées élevées voire en augmentation.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC explique que cette augmentation graduelle des concentrations en Sulfates serait liée au remplacement progressif des latérites par des saprolites. Ces roches, plus riches en Magnésium que les latérites, requièrent l'utilisation de davantage d'acide dans le processus de transformation, conduisant à la formation de gypse, lui-même responsable de l'augmentation des quantités de Sulfates produites. La composition des résidus stockés au niveau de l'ASR aurait de ce fait été modifiée et enrichie en Sulfates au cours du temps. Cette augmentation en Sulfates devrait normalement atteindre un plateau, sans savoir quelle en est l'échéance compte tenu de l'inertie du système. De plus, Vale NC confirme l'existence d'un panache d'eau contaminée progressant sous l'ASR et qui alimenterait tout particulièrement les Sources WK17 et WK20.

La source WK17 présente des niveaux de contamination plus importants que ceux de WK20, du fait qu'elle se trouve en amont de WK20.

¹⁸ 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)

$\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH110, 433 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH110A et 447 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH110B de l'ASR B ;

- Chlorures : 47,9 mg/L au piézomètre WKBH103, 30,8 mg/L au piézomètre WKBH102 et 23,6 mg/L au piézomètre WK6-12 de l'ASR A ;
- Magnésium : 285 mg/L au piézomètre WKBH103 et 172 mg/L au piézomètre WKBH102 de l'ASR A - 60,1 mg/L au piézomètre WKBH109A, 52,9 mg/L au piézomètre WKBH110, 50,9 mg/L au piézomètre WKBH110A et 53,4 mg/L au piézomètre WKBH110B de l'ASR B ;
- Sodium : 17,5 mg/L au piézomètre WKBH103 et 14 mg/L au piézomètre WKBH102 de l'ASR A ;
- Calcium : 17,5 mg/L au piézomètre WKBH103 et 11 mg/L au piézomètre WKBH102 de l'ASR A ;
- Nitrates : 26,4 mg/L au piézomètre WK6-12 de l'ASR A ;
- Azote total : 5,85 mg/L au piézomètre WK6-12 de l'ASR A

De plus, une tendance à l'augmentation est notée sur la période 2014-2018 pour le Nickel, le Chrome, les Sulfates, la Conductivité, le Chlorure, le Magnésium, le Sodium, le Calcium et le Potassium. Les piézomètres les plus concernées par ces augmentations sont : WKBH102 et WKBH103 (ASR A) ; WKBH109A, WKBH110, WKBH110A, WKBH110B (ASR B).

Des dépassements de valeurs limites réglementaires¹⁹ qui étaient jusqu'à présent en vigueur au niveau de l'ASR pour la Conductivité (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et les Sulfates (150 mg/L) sont observés en 2018. Ils concernent 2 piézomètres pour la Conductivité : WKBH102 et WKBH103 (ASR A) et 6 piézomètres pour les Sulfates : WKBH102 et WKBH103 (ASR A) ; WKBH109A, WKBH110, WKBH110A, WKBH110B (ASR B). Ces dépassements concernent de 66% à 100% des valeurs mesurées selon les piézomètres considérés.

D'autres paramètres sont considérés comme perturbés par rapport à leur gamme de référence respectives, mais n'atteignent pas le seuil de 20% de piézomètres pour engendrer le déclassement de l'aquifère principal. Les 6 paramètres concernés sont : Manganèse (2 piézomètres), Cobalt (un piézomètre), Etain (2 piézomètres), Potassium (6 piézomètres), Nitrites (un piézomètre) et Titre alcalimétrique complet (2 piézomètres).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en :

- Manganèse : 0,055 mg/L au piézomètre WKBH112A et 0,09 mg/L au piézomètre PP5-B de l'ASR C ;
- Nitrites : 4,4 mg/L au piézomètre 12EX083 de l'ASR C ;

Les nombreuses perturbations observées sur l'aquifère principal de l'ASR sont à rapprocher de l'influence des résidus stockés au niveau de cette installation. Ces perturbations qui s'étaient particulièrement intensifiées sur certains piézomètres de l'ASR A et B en 2017 (notamment pour les paramètres Sulfates, Conductivité et Magnésium) ont été en partie attribuées au déficit pluviométrique de 2017, ayant pu accentuer la concentration en éléments chimiques dans les eaux

¹⁹ 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)

souterraines. En 2018, le déficit pluviométrique observé est beaucoup moins important que celui de 2017, alors que les concentrations sont restées élevées voire en augmentation.

Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC explique que cette augmentation graduelle des concentrations en Sulfates serait liée à l'existence d'un panache d'eau contaminée progressant sous l'ASR (dans les aquifères superficiel et profond), en direction de la Kwé Ouest. Ce panache alimente tout particulièrement certains piézomètres de l'ASR A et B. De plus, Vale NC explique que cette influence grandissante se met en place dans un contexte d'enrichissement progressif des résidus en Sulfates, du fait d'une adaptation des modalités de production de l'usine liée à une évolution du type de minerai traité. Cette augmentation en Sulfates devrait normalement atteindre un plateau, sans savoir quelle en est l'échéance compte tenu de l'inertie du système.

En 2017, il avait également été constaté des perturbations de la physicochimie des eaux d'un piézomètre situé sur le bassin versant de Kadji, adjacent à l'ASR (perturbation relevée au niveau du piézomètres WK6-14 de l'ASR D). Des perturbations sont toujours relevées en 2018 dans cette zone pour plusieurs paramètres et piézomètres, bien que les concentrations observées restent relativement faibles. A ce stade, les résultats des suivis sur Kadji ne permettent pas d'affirmer que les perturbations observées sont en provenance de l'ASR mais cette zone doit faire l'objet d'une attention particulière.

Si les perturbations en Sulfates, Conductivité, Magnésium, Sodium, Calcium, Nitrates et Azote total se concentrent principalement au niveau des zones les plus proches de l'ASR (ASR A et ASR B), des perturbations en Nickel et Chrome sont également observées dans les zones plus éloignées de l'ASR (ASR C et ASR D). Étonnamment, les perturbations en Chrome VI, Manganèse et Nitrites sont principalement enregistrées au niveau des zones éloignées (ASR C et D).

Les piézomètres présentant les plus nombreuses perturbations sont WKBH102 et WKBH103 au niveau de l'ASR A ; WKBH109A, WKBH110, WKBH110A, WKBH110B au niveau de l'ASR B ; WKBH112A au niveau de l'ASR C ; WK6-14 et 11EX0480 au niveau de l'ASRD.

Les métaux Etain et Brome présentent des valeurs en 2018 qui jusqu'à présent n'avait pas été observées. Elle concerne aussi bien les zones proches qu'éloignées de l'ASR. A ce jour, aucune hypothèse pouvant expliquer ces perturbations en Etain et en Brome n'a été identifiée.

Un piézomètre en zone éloignée présente une perturbation en Nitrites. Là encore, aucune hypothèse pouvant expliquer cette perturbation en Nitrites n'a été identifiée.

Les nombreuses perturbations observées sur l'aquifère latéritique de l'ASR sont à rapprocher de l'influence de l'ASR.

En 2017, il avait été constaté une perturbation de la composition physicochimique des eaux d'un piézomètre situé sur le bassin versant de Kadji, adjacent à l'ASR (perturbation relevée au niveau du piézomètres WK6-14 de l'ASR D). Cette perturbation semble se confirmer en 2018 pour plusieurs paramètres et piézomètres situés dans la zone. A ce stade, les résultats des suivis sur Kadji ne permettent pas d'affirmer que les perturbations observées sont en provenance de l'ASR mais cette zone doit faire l'objet d'une attention particulière.

Si les perturbations en Conductivité, Chlorures et Nitrates se concentrent principalement au niveau des zones les plus proches de l'ASR (ASR A et ASR B), des perturbations et teneurs élevées en Chrome et Azote total sont également observées dans les zones plus éloignées de l'ASR (ASR C et ASR D). Étonnamment, les perturbations en Chrome VI, Manganèse, Sodium et Calcium et Nitrites sont principalement enregistrées au niveau des zones éloignées (ASR C et D).

Les piézomètres présentant les plus nombreuses perturbations sont WK6-12A au niveau de l'ASR A ; WK6-10A au niveau de l'ASR B ; WKBH115B au niveau de l'ASR C ; 11EX0481 au niveau de l'ASRD.

Les métaux Etain et Brome présentent des perturbations en 2018 qui jusqu'à présent n'avait pas été observées. Elle concerne aussi bien les zones proches qu'éloignées de l'ASR. Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC précise n'identifier aucune hypothèse pouvant expliquer ces perturbations en Etain et en Brome.

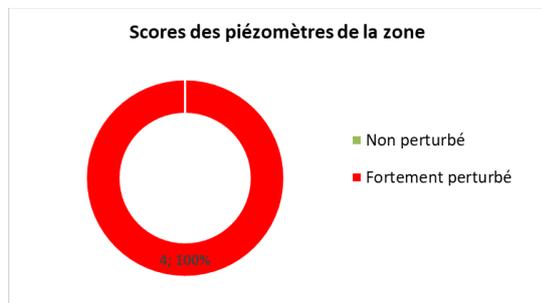
Un piézomètre (11EX0560) en zone éloignée (ASR C) présente une perturbation en Nitrites. Ce piézomètre de l'aquitard latéritique possède les mêmes coordonnées géographiques que celui identifié comme perturbé dans l'aquifère principal (12EX083). Aucune hypothèse pouvant expliquer cette perturbation en Nitrites n'a été identifiée.

4.2.6.4 Unité de Préparation de Minerai (UPM) et Centre Industriel de la Mine (CIM)



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

Eaux souterraines				Paramètres physico-chimiques																														Score 2018 sur 16pts.																		
BV	Zone	Piézomètre	Aquifère	Influence	Métaux dissouts																		Profil aquatique			Eléments majeurs				Sels nutritifs			Mat. org.																			
					Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn	Ba	SO42	S	Ht	pH	Cond.	DCO	ORP	Cl-	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	NO ₃		NO ₂	PO ₄	NH3	Cot	Nt	TAC												
Kur-E Nord	UPM CIM	4-z1	Principal	UPM - CIM	LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*							
		4-z2			LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*		
		4-z4			LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*
		4-z5			LQ	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*	→*



A l'échelle de la zone, les 10 paramètres présentant au moins 20% des 4 piézomètres de la zone perturbés sont : Manganèse (75%), Nickel (50%), Cobalt (25%), Sulfates (50%), pH (100%), Chlorures (50%), Magnésium (25%), Sodium (25%), Potassium (25%) et Nitrates (25%).

Des valeurs médianes particulièrement élevées à l'échelle de la région sont observées en :

- Manganèse (0,745 mg/L au piézomètre 4-z5 ; 0,07 mg/L au piézomètre 4-z4) ;
- Nickel (0,09 mg/L au piézomètre 4-z5) ;
- Cobalt (0,05 mg/L au piézomètre 4-z5) ;
- Sodium (10 mg/L au piézomètre 4-z4)

De plus, une tendance à l'augmentation est notée sur la période 2014-2018 pour le Nickel (piézomètre 4-z5) et le Sodium (4-z4).

Sur les 18 mesures effectuées en 2018, des hydrocarbures ont été détectés une fois sur le piézomètre 4-z1 (0,7 mg/L).

Les perturbations observées sur l'aquifère principal de l'UPM-CIM sont à rapprocher de l'influence des installations industrielles UPM et CIM. Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC considère que le piézomètre 4-z4 est le plus perturbé de la zone de l'UPM. Ce piézomètre serait fracturé, laissant s'infiltrer des contaminants depuis l'aquitard latéritique, d'où la décision de le refaire. Les temps de transferts de contaminants entre aquitard latéritique et aquifère principal sont estimés d'une durée d'un an, or des temps de transit beaucoup plus courts sur ce piézomètre sont observés, ce qui confirme bien cette hypothèse. Par ailleurs, Vale NC n'identifie aucune hypothèse pouvant expliquer les perturbations observées sur le piézomètre 4-z5.

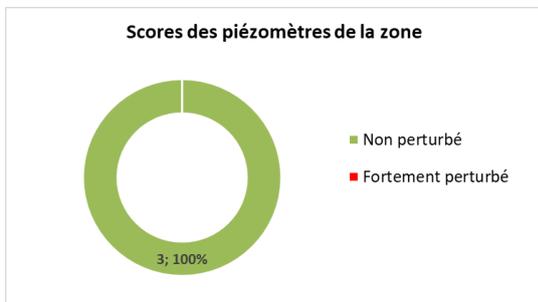
Alors que le Manganèse est un élément métallique peu retrouvé dans les eaux douces de la région, il est surprenant que 3 piézomètres sur 4 de cette zone présentent des perturbations pour ce paramètre. Lors du Cotec de décembre 2019, Vale NC reconnaît que la présence de Manganèse dans l'aquifère principal est surprenante étant donné que le Manganèse traverse difficilement les latérites et que cet élément serait peu présent dans les eaux de procédés.

4.2.6.5 Port



Etat global des piézomètres de la zone du Port

Eaux souterraines				Paramètres physico-chimiques														Score 2018 par piézo.																														
BV	Zone	Piézomètre	Aquifère	Influence	Métaux dissouts														Profil aquatique			Éléments majeurs				Sels nutritifs		Mat. org.		TAC																		
					Fe	Mn	Ni	Al	As	Cd	Co	Cr	Cr(VI)	Cu	Pb	Zn	Si	SiO2	Sn	Br	SO42-	S	Ht	pH	Cond.	DCO	ORP	Cl-	Mg2+	Na+	Ca2+	K+	NO3-	NO2-	PO4-	NH3	Cot	Nt										
Baie de Prony	Port	7-3	Principal et Latéritique	Port (ré. Auil lourd)																				28	1	1																						
		7-2																								28	1	1																				
		7-3																						28	1	1																						



A l'échelle de la zone, les 2 paramètres présentant au moins 20% des 3 piézomètres de la zone perturbés sont : Conductivité et Demande chimique en oxygène. Cependant, l'ensemble des piézomètres du Port étant considéré sous l'influence d'un biseau salé, un score « Inconnu » est donc attribué à ces paramètres. Lors du Cotec de décembre 2019, il est acté que ces données biaisées ne feraient plus l'objet d'analyse dans le cadre du Bilan Grand Sud.

Un seuil réglementaire pour les hydrocarbures (10 mg/L) s'applique aux piézomètres du Port. Aucun piézomètre n'atteint ce seuil en 2018. En revanche, la seule mesure d'hydrocarbures réalisée en 2018 sur le piézomètre 7-1 a révélé leur présence à une teneur de 0,9 mg/L.

La fonction première des piézomètres du Port est de surveiller l'impact potentiel du stockage de fioul lourd. Si aucune perturbation en hydrocarbures n'est enregistrée en 2018, il y a tout de même eu une détection d'hydrocarbures sur le piézomètre 7-1 le 26 février 2018 (0,9 mg/L, faible concentration).

En 2017, des perturbations en Nickel et Nitrates ont été détectées sur le piézomètre 7-3, mais ces paramètres n'étaient plus suivis en 2018.

5 Bilan Grand Sud 2018 - Milieux terrestres

5.1 Méthodologie - Milieux terrestres

5.1.1 Suivis environnementaux - milieux terrestres

Les suivis des milieux terrestres sont classés selon leur appartenance au compartiment Air, Flore ou Avifaune. Leur nature, fréquence de suivi, méthode de mesure et période de réalisation sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Types de suivi	Suivis environnementaux	Fournisseurs de données	Début des suivis	Fréquences de suivi	Méthodes de mesure	Périodes	Suivis contribuant au diagnostic ?
Air	Polluants atmosphériques (SO ₂ , NO _x , PM ₁₀) mesurés par des stations de	Scal'Air	2008	continue	analyseurs de SO ₂ , NO _x et PM ₁₀		oui
	Polluants atmosphériques (SO ₂) mesurés par tubes passifs	Vale NC	2013	mensuelle	tubes passifs		non
	Métaux dans les PM ₁₀	Scal'Air	2011	2 campagnes de 5 semaines	préleveurs munis de filtres	juillet-août et nov-décembre	oui
	Métaux dans les retombées de poussières	Scal'Air	2015	2 campagnes d'un mois	jauges Owen	juin et décembre	oui
Flore	Symptomatologie (Usine)	Vale NC	2012	3 campagnes (fréquence)	observation de symptômes foliaires lié au dioxyde de soufre (nécrose, chlorose,	avril, août et décembre	oui
	Symptomatologie (Mine)	Vale NC	2015	3 campagnes (fréquence quadrimestrielle)	potentiellement liés aux poussières (nécrose, chlorose, déformation)	mai, septembre et novembre	non
	Massifs Forestiers d'Intérêt Prioritaire	Vale NC	2008	annuelle	analyse d'images satellitaires	variable	oui
	Analyses chimiques sol, litière, feuilles	Vale NC	2007	annuelle	prélèvements de sol, litière et feuilles		oui
	Fluorimétrie	Vale NC	2007	bisannuelle	fluorimètre portatif	saison chaude	oui
Faune	Avifaune	Vale NC	2008	annuelle	4 points d'écoutes/station	période de reproduction	oui
	Herpétofaune	Vale NC	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 26: Présentation des suivis environnementaux des milieux terrestres

La plupart des données sont la propriété de Vale 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.

Il a été validé par le Cotec que deux suivis des milieux terrestres ne contribueraient pas au diagnostic pour les raisons suivantes :

- Suivi du dioxyde de soufre mesurés par tubes passifs : la fréquence de suivi (mensuelle) est moins importante qu'en station de surveillance (continue), d'où le choix de privilégier les scores obtenus au niveau des stations de surveillance
- Suivi de l'herpétofaune : absence de méthode de qualification - l'évaluation à dire d'expert issue du rapport d'étude sera toutefois rapportée pour information

Un troisième suivi en milieu terrestre dont l'OEIL a eu connaissance cette année seulement, ne peut également être intégré au diagnostic pour la raison suivante :

- **Suivi Symptomatologie** : absence de méthode de qualification - l'évaluation à dire d'expert issue du rapport d'étude sera toutefois rapportée pour information

De nombreuses mesures compensatoires et de gestion sont menées en milieux terrestres, mais ne peuvent être considérées comme des suivis. Bien qu'elles ne contribuent pas au diagnostic des milieux terrestres, ces données seront toutefois rapportées pour information.

5.1.2 Zones et stations - milieux terrestres

Le tableau ci-dessous montre la répartition des stations dans les différentes 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				FI1			Forêt Kwé Nord					Fa1				
	PGK2				FI1			Forêt Jaffré					Fa1				
	PGK3				FI1			Forêt Carrière					Fa1				
	PGK4				FI1			Forêt S2					Fa1				
	SO20 (PS25)			A4		FI3		Forêt Tuyau (SMLT)					Fa1				
SO27					FI3												
Forêt Nord	Forêt Nord	A1	A2	A3		Fa1	Mine (Kwé Ouest et parc à résidu)	FA				FI2					
	Forêt Nord-côté Port Boisé					Fa1		FSMLT				FI2					
	FN1				FI1			FKN1				FI2					
	FN2				FI1			FTM				FI2					
	FN3				FI1			FCPKE				FI2					
	FN4				FI1			FKE				FI2					
	PS 19			A4				FCAP1				FI2					
	PS 29			A4				FT				FI2					
	PS 30			A4				SO28					FI3				
	U3					FI2											
	U6					FI2											
U10					FI2												
BV Port Boisé	Port Boisé			A3			Base-vie	A1	A2								
Forêt Est du plateau de Goro (Wadjana et Truu)	Wadjana					Fa1	Usine et BV Creek Baie Nord	Usine (Auxiliaire)	A1								
	Forêt mine des japonais					Fa1		PS10			A4						
	FWAD2					FI2		PS14			A4						
Pic du Pin	Pic du Pin					Fa1		SO1 (PS11)			A4		FI3				
	PP1				FI1			SO3					FI3				
	PP2				FI1			SO4					FI3				
Total stations de référence						2		1	2	4	10	4	2	6			
<p>Légende :</p> <p>Degré d'influence par rapport à l'activité industrielle et minière :</p> <p>Fort </p> <p>Modéré </p> <p>Nul </p> <p>Réseaux de suivi :</p> <p>Air- polluants atmosphériques A1</p> <p>Air- teneurs métaux PM10 A2</p> <p>Air- teneurs métaux retombées poussières A3</p> <p>Air-tubes passifs A4</p> <p>Flore - réserves provinciales FI1</p> <p>Flore - MFIP FI2</p> <p>Flore - symptomatologie FI3</p> <p>Faune - avifaune Fa1</p>																	
								SO26					FI3				
								U1					FI2				
								U2					FI2				
								U4					FI2				
								U7					FI2				
								U9					FI2				
								U11					FI2				
								U13					FI2				
								U14					FI2				
								U15					FI2				
								U16					FI2				
								U18					FI2				
								U19					FI2				
								U20					FI2				
								U21					FI2				
								U23					FI2				
								U25					FI2				
								Total stations de suivi		2	1	0	6	0	24	23	6

Tableau 27: Liste des stations de suivi et des stations hors d'influence des milieux terrestres

Les stations considérées sous impact fort de Vale NC 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 différents 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 est inexistant au niveau de la Mine.

En ce qui concerne les zones hors d'influence de Vale NC, les zones du Pic du Grand Kaori et de Forêt Nord sont relativement bien pourvues en suivis pour les trois compartiments (Air, Flore et Faune).

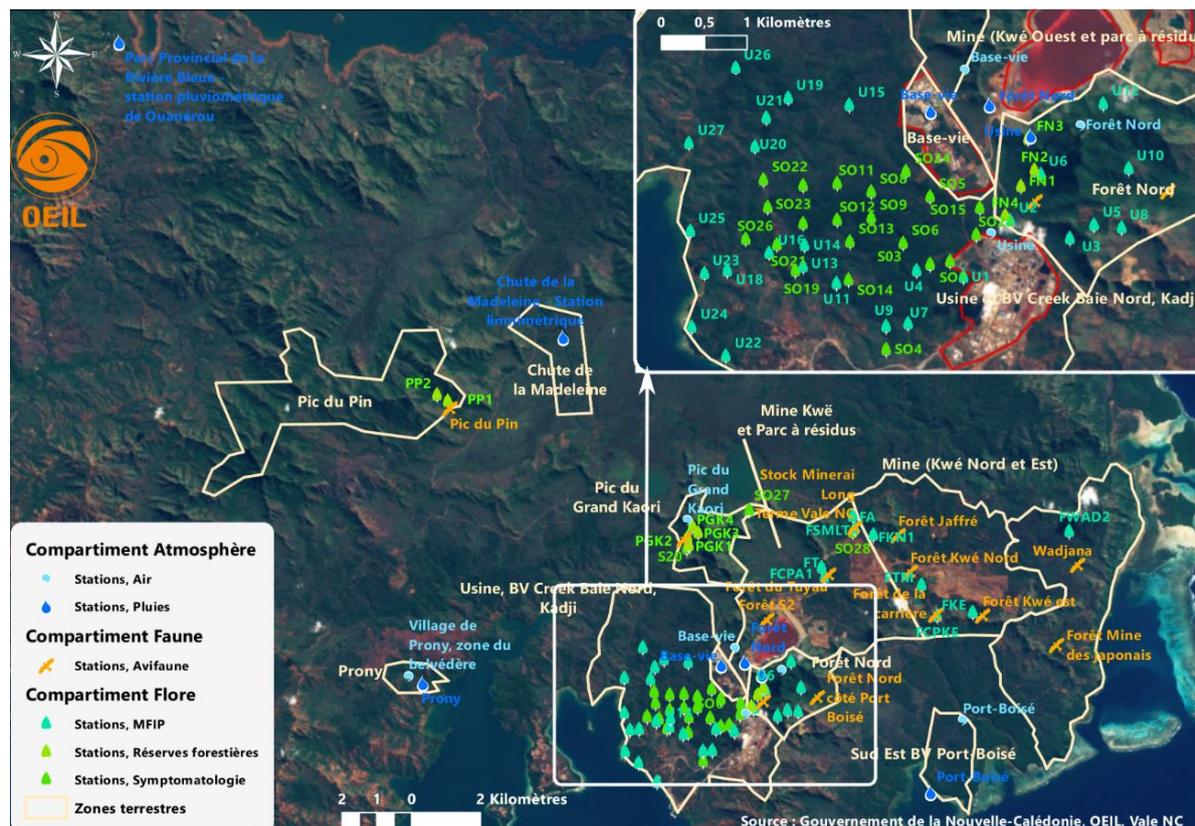


Figure 13: Localisation des stations de suivis et hors d'influence dans leurs zones respectives – milieux terrestres

5.1.3 Qualification des paramètres - milieux terrestres

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

Compartiment	Intitulé du suivi	Paramètres suivis	Type de référentiel	Métrique de suivi
Air	Stations de mesures Scalair	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Score Air sanitaire : Calcul d'un IQA sanitaire (à partir d'un seuil horaire pour le SO ₂ et d'un seuil journalier pour les PM ₁₀). Au moins 75% de valeurs requises	Score Air sanitaire : moyenne horaire Score Air environnement : moyenne horaire, journalière et annuelle
		Oxydes d'azote (NO _x) et Dioxyde d'azote (NO ₂)	Score Air environnement : Confrontation à des seuils réglementaires horaires, journaliers et annuels (SO ₂ , NO _x , PM ₁₀). Au moins 75% de valeurs requises	Score Air sanitaire : moyenne horaire (NO ₂) Score Air environnement : moyenne annuelle (NO _x)
		Poussières <10 µm (PM ₁₀)	Confrontation à des seuils réglementaires horaires, journaliers et annuels (SO ₂ , NO _x , PM ₁₀). Au moins 75% de valeurs requises	Score Air sanitaire : moyenne journalière Score Air environnement : moyenne annuelle
		Métaux lourds dans les PM ₁₀ (As, Cd, Ni, Hg et Pb)	Confrontation à des seuils réglementaire. Au moins 14% de valeurs requises	Moyenne annuelle
		Métaux lourds dans les retombées de poussières (As, Cd, Ni, Hg, Pb, et Zn)	Confrontation à des seuils réglementaires	Moyenne annuelle
	Tubes passifs	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Confrontation au seuil réglementaire	Moyenne annuelle
flore	Symptomatologie	Nombre d'individus impactés, Degré de sévérité des symptômes	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Moyenne annuelle
	Réserves provinciales	Eléments majeurs dans sol, litière et feuilles (S, N)	A dire d'expert	Moyenne annuelle
		Mesure de la fluorimétrie	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Moyenne annuelle
	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	Valeur annuelle
Faune	Avifaune	Indice patrimonial	Confrontation grille de qualité validée en Cotec	Valeur annuelle

Tableau 28: Méthode de qualification des paramètres suivis dans les différents compartiments des milieux terrestres

Le Cotec de décembre 2019 a décidé que la méthode d'attribution du score Air environnement (pour le paramètre « Dioxyde de Soufre ») reposerait sur l'ensemble des valeurs seuils de protection des végétaux (horaire, journalière et annuelle).

5.1.3.1 Compartiment Air

Les données mesurées en 2018 sont comparées à des seuils réglementaires, dont les valeurs sont présentées dans les 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)
NO _x	annuel (végétation)	30 µg/m ³	Score Air environnement
PM ₁₀	journalier (sanitaire)	50 µg/m ³	Score Air sanitaire (IQA)
	annuel (sanitaire et végétation)	40 µg/m ³	Score Air environnement

Tableau 29: Seuils réglementaires des polluants atmosphériques « Dioxyde de Soufre », « Dioxyde d'Azote », « Oxyde d'Azote » et « PM₁₀ » (source : réglementation métropolitaine et réglementation ICPE en province Sud)

Métaux (PM10)	Seuils
Arsenic	6 ng/m ³
Cadmium	5 ng/m ³
Nickel	20 ng/m ³
Plomb	0,5 µg/m ³

Tableau 30: Seuils réglementaires des métaux « Arsenic », « Cadmium », « Nickel » et « Plomb » dans les PM10 (source : réglementation métropolitaine)

Métaux (retombées poussières)	Seuils
Arsenic	4 µg/m ² /j
Cadmium	2 µg/m ² /j
Mercurure	1 µg/m ² /j
Nickel	15 µg/m ² /j
Plomb	100 µg/m ² /j
Zinc	400 µg/m ² /j

Tableau 31: Seuils réglementaires Valeurs des métaux « Arsenic », « Cadmium », « Mercure », « Nickel », « Plomb », « Zinc » dans les retombées de poussières (source : TA LUFT 2002, norme allemande)

En ce qui concerne les polluants atmosphériques (SO₂, NO_x/NO₂ et PM10), les données mesurées sur une année ne sont considérées exploitables pour être comparées aux seuils réglementaires, qu'à partir de 75% de valeurs journalières acquises et valides. 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.

Pour les métaux dans les retombées de poussières, le Cotec de décembre 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.

Sur une station donnée, l'Indice de qualité de l'Air (IQA) est calculé journalièrement à partir des concentrations horaires maximales en gaz polluants (SO₂, NO₂) et des concentrations moyennes journalières en PM10. Des grilles de calcul permettent d'attribuer des sous-indices (allant de 1 à 10) à chaque polluant (cf. annexe). L'IQA correspond au sous-indice le plus élevé.

Moyenne des maximas journalières des différents sites			Moyenne des moyennes journalières des différents sites			Moyenne des maximas journalières des différents sites		
sous-indice	seuil min.	seuil max.	sous-indice	seuil min.	seuil max.	sous-indice	seuil min.	seuil max.
	en µg/m ³	en µg/m ³		en µg/m ³	en µg/m ³		en µg/m ³	en µg/m ³
SO ₂			Particules PM10			NO ₂		
1	0	39	1	0	6	1	0	29
2	40	79	2	7	13	2	30	54
3	80	119	3	14	20	3	55	84
4	120	159	4	21	27	4	85	109
5	160	199	5	28	34	5	110	134
6	200	249	6	35	41	6	135	164
7	250	299	7	42	49	7	165	199
8	300	399	8	50	64	8	200	274
9	400	499	9	65	79	9	275	399
10	>=500		10	>=80		10	>=400	

Tableau 32: Grille de calcul des sous-indices des paramètres SO₂, PM10 et NO₂ permettant de calculer l'IQA

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 33: Grille de qualité de l'IQA

Pour attribuer un score annuel à l'IQA, on s'appuie sur la règle suivante (définie en 2015, dans la Note technique Terre (Ravary, 2015b)) : le score annuel de l'IQA correspond à la classe de qualité la plus déclassante, à partir du moment où celle-ci représente plus de 10% des IQA journaliers.

5.1.3.2 Compartiment Flore et Faune

A l'exception des paramètres suivis en réserves provinciales évalués à dire d'expert, l'ensemble des paramètres suivis en 2018 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 34: 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 35: 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 36: Grille de qualité du paramètre « % de surface impactées d'un MFIP »

Le prestataire initial de Vale NC en charge du suivi Avifaune avait élaboré l'Indice Patrimonial (IP) dans le but d'identifier les patches forestiers à plus forte valeur écologique.

L'Indice Patrimonial 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) selon l'UICN (sous-indice variant de 0 à 1)

Variables	Nombre de contacts	Sous-indice
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 37: Grille de détermination des sous-indices associés aux différentes variables entrant dans le calcul de l'IP

L'Indice Patrimonial représente la somme des valeurs indicielles obtenues.

Indice Patrimonial	Score
8,1 à 10	Non perturbé
7,1 à 8	Non perturbé
6,1 à 7	Modérément perturbé
5,1 à 6	Fortement perturbé
< 5	Fortement perturbé

Tableau 38: Grille de qualité du paramètre « Indice Patrimonial »

5.1.4 Evaluation de la qualité des suivis - milieux terrestres

Compartment	Intitulé du suivi	Paramètres suivis	Type de référentiel	Evaluation de la qualité du suivi	Justifications			
Air	Stations de mesures Scalair	Dioxyde de soufre (SO2)	Calcul d'un IQA sanitaire et d'un IQA environnemental	Bonne	Existence de grilles de qualité validées sur le plan scientifique et de seuils réglementaires			
		Oxydes d'azote (NOx)						
		Poussières <10 µm (PM10)						
		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 (SO2) 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			
	Télé-détection 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, 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 39: 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 est jugée « mauvaise ».

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 sanitaire et le score métaux dans les PM10. 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) et le score métaux dans les retombées de poussières. Le principe du score le plus déclassant s'applique pour noter la station²⁰.

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. Le calcul de l'indice patrimonial permet de déterminer le score de la station.

5.1.6 Amélioration continue - milieux terrestres

Le tableau suivant présente le traitement des améliorations demandées par le Cotec (lors des réunions organisées les 13/05/19 et 18/06/19) ou le Conseil Scientifique de l'OEIL (réunion du 12/07/19) :

Compartiment	Type de suivi	Demande d'amélioration continue	Demandeur	Demande satisfaite?	Précisions
Air	Polluants atmosphériques (SO ₂ , Nox, PM10) et métaux dans les PM10 et retombées de poussières	Attribuer un score Air Sanitaire (score IQA sanitaire + score métaux dans les PM10) et un score Air Environnement (score IQA Environnemental + score métaux dans retombées de poussières)	Cotec	Oui	Cependant, en l'absence à ce jour d'une méthode de calcul d'un IQA Environnemental, la comparaison des données aux seuils réglementaires horaire, journalier et annuel pour le SO ₂ et au seuil annuel pour les PM10 a été retenue
	Polluant atmosphérique (SO ₂)	Ne plus considérer le suivi du SO ₂ par tubes passifs dans la notation des zones	Cotec	Oui	
Flore	Massifs forestiers d'intérêt prioritaire	Utiliser la grille de l'ISEV plutôt que celle du % de surfaces impactées pour qualifier le suivi MFIP	Cotec	Non	Les données brutes de l'ISEV n'ont pas été transmises à l'OEIL. L'ancienne méthode de notation reposant sur le % de surfaces impactées a donc été maintenue
Faune	Herpétofaune	Ne pas considérer le suivi herpétofaune dans la notation des zones	Cotec	Oui	Bien que le suivi soit standardisé depuis 2015 maintenant, l'absence de méthode de qualification ne permet pas de l'intégrer au diagnostic du compartiment faune

Tableau 40: Traitement des demandes d'améliorations méthodologiques

²⁰ Il a été acté en Cotec que le score attribué au SO₂ mesuré avec tubes passifs, jugé moins précis, ne contribuerait plus à la notation de la zone.

5.2 Résultats 2018 - Milieux terrestres

5.2.1 Scores 2018 - milieux terrestres

Le tableau ci-dessous présente les scores des compartiments Air, Flore et Faune obtenus en 2018 pour chaque station du milieu terrestre :

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore					Compartiment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 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																
	SO28																
Base-vie	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 2014-2018) :
↗ 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 41: Scores des compartiments Air, Flore et Faune - milieux terrestres (station sous influence forte de VNC)

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore				Compartiment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombés	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluori-métrie	Symptoma-tologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
Pic du Grand Kaori et Pépinière	Pic du Grand Kaori (Mesures en continu)															→
	PGK1									→	→					
	PGK2									→	→					
	PGK3									→	→					
	PGK4									→	→					
	SO20 (PS25)								→							
Forêt Nord	SO27															
	Forêt Nord (Métaux retombés)							↘								
	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 retombés)							↘								
Forêt Est du plateau de Goro	Wadjana															→
	Forêt mine des japonais															→
Pic du Pin	FWAD2															
	Pic du Pin															↘
	PP1									→	→					
	PP2									→	→					

Légende	Code couleur des scores :	Code de l'évolution temporelle (période 2014-2018) :	Précisions concernant les suivis :
Code couleur des stations : Station sous influence forte de VNC Station sous influence modérée de VNC Station hors d'influence de VNC	Non perturbé Modérément perturbé Fortement perturbé Inconnu Non évalué	augmentation stabilité diminution l'absence de flèche signifie que la chronique de suivi est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> SO2/ Tube passif Suivi présenté à titre indicatif mais ne contribuant pas aux scores du compartiment </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> Métaux dans PM 10 et retombés Parmi les métaux suivis dans les retombés de poussières et les PM10, le métal déclassant est systématiquement le Nickel </div>

Tableau 42: Scores des compartiments Air, Flore et Faune - milieu terrestre (station sous influence modérée et hors d'influence de VNC)

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 (2014 à 2018). L'absence de flèche signifie que la chronique suivie est trop courte pour en déduire une tendance d'évolution.

Remarque : les tableaux détaillés par paramètre ayant permis de produire ce tableau de synthèse des scores sont disponibles sur demande au Secrétariat exécutif de l'ŒIL.

5.2.2 Informations 2018 non intégrables au diagnostic - milieux terrestres

Le tableau ci-dessous résume les principales informations à retenir en lien avec les études non intégrables au diagnostic.

	Informations non intégrables au diagnostic	Stations de suivi	Chiffres clés de 2018
Pressions	Incendies	Mont Dore, Yaté, Ile des Pins	5 incendies représentant 358,84 ha de surfaces brûlées (satellite "SENTINEL"), à 99% sur la commune du Mont Dore
	Erosion	Mine (figures d'érosion BSNK, Kwe Ouest, CPKE, VSKE,CLS) Pic du Grand Kaori (figure d'érosion Grand Kaori)	Pas d'évolution significative relevée au niveau de la vue globale, de la végétation ou du creek des 6 figures d'érosion
Compartment "Faune"	Avifaune	Plateau de Goro	L'étude sur la fonctionnalité des corridors écologiques révèle que la connectivité serait essentiellement périphérique.
		Zones défrichées	3 nids de passereaux ont été balisés afin de les épargner lors des opérations de défrichement
	Herpétofaune	Forêt Nord, Pic du Grand Kaori, Forêt SMLT	16 espèces de lézards (9 scinques et 7 geckos) observées, dont 2 espèces en danger (EN) et 4 espèces vulnérables (VU). En forêt SMLT, observation du taxon remarquable <i>Bavayia</i>
		Relique forestière jouxtant la carrière CPKE	En comparaison de l'inventaire datant de 2003, pas de baisse d'effectif observé dans la relique forestière jouxtant la carrière CPKE
	<i>Lacertoides pardalis</i>	Mine A1 (Forêt Nord)	Opération de transfert vers le Parc forestier de 5 lézards capturés dans les zones défrichées
	Oiseaux marins	Mine, Usine, Port, UPM...	6 individus capturés, dont 1 spécimen avait fait l'objet d'une translocation
	Fourmis exogènes	Mine, Usine, Port	98 oiseaux marins échoués (dont 20 morts et 10 blessés).
		Relique forestière jouxtant la carrière CPKE	Aucune nouvelle espèce très envahissante détectée. 2 espèces très envahissantes (fourmis électrique et folle jaune) toujours présentes, une 3ème espèce (fourmi grosse tête) détectée en 2015 et qui colonise progressivement de nouveaux sites malgré les campagnes d'éradication menées.
	Cochons sauvages	Kwé (zone KO4)	Alors qu'en 2003 on comptait 50% d'espèces endémiques, la fourmi électrique et la fourmi folle jaune représentent désormais la majorité du peuplement dans la relique forestière jouxtant la carrière CPKE
	Chats sauvages	Mine et Kwé	Aucun individu piégé ou chassé
Compartment "Flore"	Végétation d'intérêt patrimonial autour de la mine	Mine (7 sites de suivis) Pic du Grand Kaori (1 site témoin)	Arrêt du suivi
	Espèces végétales rares/protégées	Pépinière Sites revégétalisés	Dépôts de poussière "léger" à "moyen" Symtôme foliaire "léger" à "moyen"
	Gestion des espèces végétales envahissantes	Zones anthropisées (Usine, Base-vie, Pépinière...) et zones de transport et de stockage du calcaire	Germination de 1357 individus issus de 13 espèces menacées Transplantation de 5 individus appartenant à une espèce rare (<i>Canacomyrica monticola</i>) Utilisation de 1698 individus de 12 espèces rares dans le cadre de projets de revégétalisation
	Défrichement	Carrière CPA1, Extension ROM-PAD, sondages...	Aucune nouvelle espèce détectée et 64m ³ de plantes envahissantes détruites sur une surface de 24 ha
	Restauration écologique	Site SOCAMIFER, Creek Pernod, Site INVASION 5, Mine (réhabilitation de la verse SMLT)	Défrichement de 10,84 ha (75% de maquis, 25% de zones dégradées ou anthropisées)
			Revégétalisation de 30,6 ha avec 150 008 individus de 89 espèces différentes. Type d'opérations: 54% d'opérations compensatoires de maquis miniers, 39,5% d'opérations compensatoires d'enrichissements forestiers et 6,5% de semis hydrauliques

Tableau 43: Chiffres clés 2018 extraits des informations non intégrables au diagnostic

5.2.2.1 Pressions

Les incendies de 2018 ont principalement eu lieu sur la commune du Mont Dore. Certains ont menacés des aires protégées (Forêt Caché et Forêt Nord). Les 5 incendies détectés représentent une surface totale de 1074,3 ha. La réserve forestière de la Forêt cachée a été la plus durement touchée avec 119,6 ha brûlés pour une superficie totale de 630,5 ha, ce qui représente 19% de surface impactée dans ce périmètre. La surface arborée touchée dans cette réserve représente 7,3 ha.

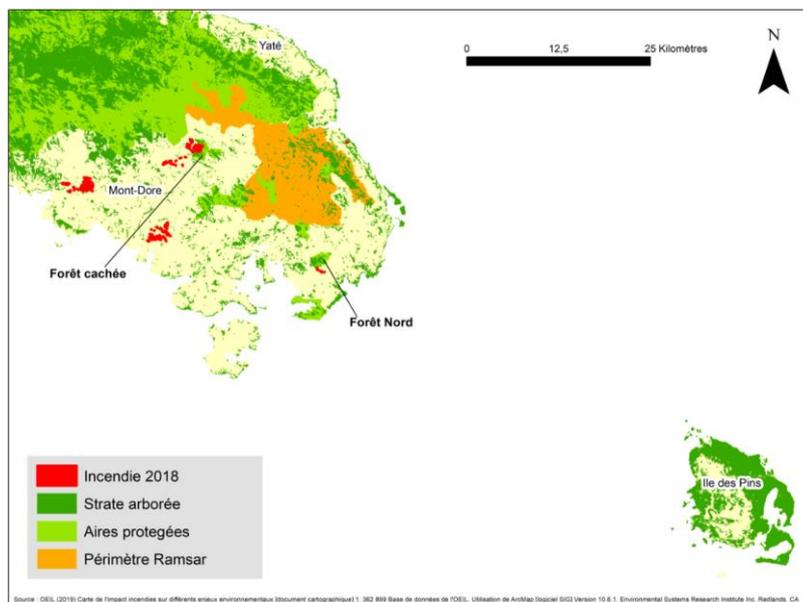


Figure 14: Emprise des surfaces brûlées en 2018 dans la zone d'étude – Source OEIL

Un suivi de l'érosion serait mis en œuvre au niveau de la mine. Nous n'avons pour l'heure pas connaissance du protocole de suivi déployé.

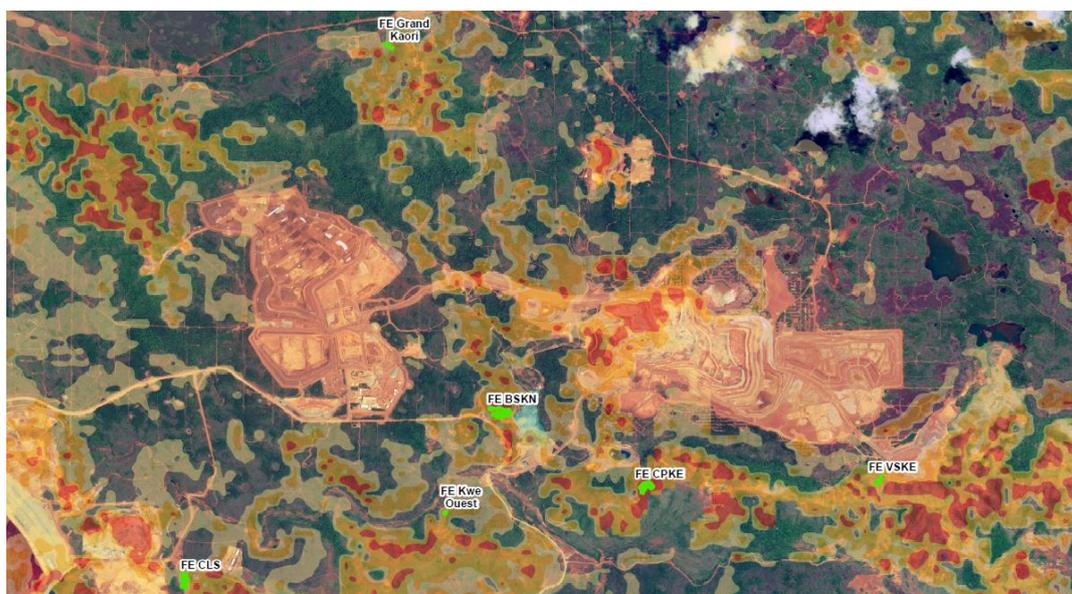


Figure 15: Emprise des figures d'érosion faisant l'objet d'un suivi par Vale NC -Source Vale NC

5.2.2.2 Compartiment Faune

En 2018, les conclusions d'une étude sur la fonctionnalité des corridors écologiques ont été rendues. Cette étude révèle que la connectivité entre patchs 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 Vale NC, de la fragmentation qui remonte à plus d'un demi-siècle, ou encore être d'origine naturelle en raison d'un habitat sensiblement différent.

Les oiseaux marins échoués (essentiellement des Puffins de Fouquet) semblent en augmentation sur la période 2014-2018, et ce malgré la mise en place par Vale NC de mesure de gestion de la pollution lumineuse. Ces résultats sont cependant à interpréter avec prudence dans la mesure où l'évaluation du nombre d'oiseaux échoués peut être influencé par les efforts de sensibilisation effectués auprès des employés de Vale NC qui rapportent leurs observations. De plus, les conditions météorologiques auraient une influence importante sur les échouages lors de la période d'envolée des jeunes.

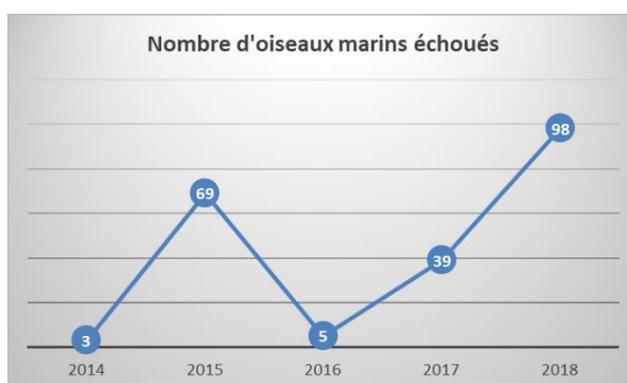


Figure 16: Évolution du nombre d'oiseaux marins échoués sur la période 2014-2018

5.2.2.3 Compartiment Flore

Si en 2018 les espèces rares produites en pépinière (1357 plants) en ont été moins nombreuses qu'en 2017 (2646 plants), elles ont été davantage utilisées dans le cadre de projet de revégétalisation (1698 contre 564 plants). Le nombre total de plants utilisés par Vale NC pour les opérations de revégétalisation en 2018 s'élève à 150 287 plants de 87 espèces endémiques issus de sa pépinière.

La surface et le volume d'espèces végétales exogènes détruites (*Pluchea odorata*, *Crassocephalum crepidioides*, *Mikania micrantha*, *Polygala paniculata*, *Solanum torvum*) en 2018 sont presque équivalent à ceux de 2017 (64 m³ sur une surface de 24 ha en 2018 ; 68 m³ sur une surface de 24 ha en 2017).

Le nombre de surfaces concernées par des défrichements est en diminution sur la période 2014-2018. En 2018, les défrichements ont concerné 75% de maquis et 25% de surfaces dégradées.

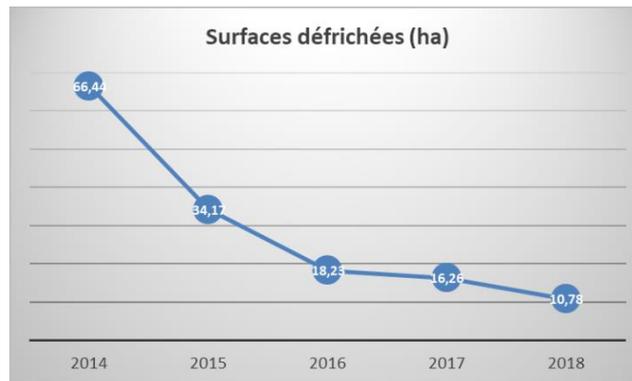


Figure 17: Evolution du nombre d'hectares défrichés sur la période 2014-2018

Le nombre de surfaces concernées par de la révégétalisation semble se stabiliser autour de 30 ha depuis 3 ans. Ce sont majoritairement des opérations compensatoires de maquis miniers (16,5 ha) et d'enrichissements forestiers (12,1 ha) qui ont été conduites en 2018.

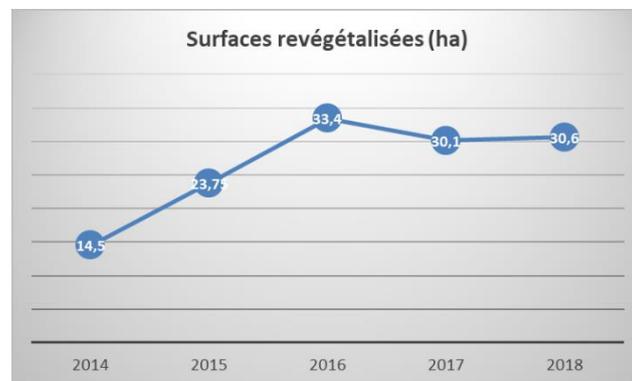


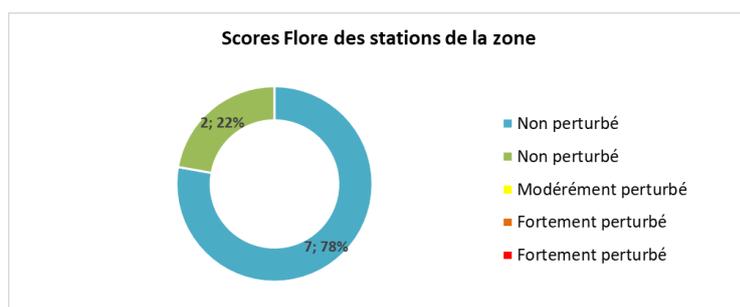
Figure 18: Evolution du nombre d'hectares revégétalisés sur la période 2014-2018

5.2.3 Détails des scores 2018 par zone - milieux terrestres

5.2.3.1 Mine

Zone	Station	Compartment Air (sanitaire)			Compartment Air (environnement)					Compartment Flore					Compartment Faune			
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 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																	
SO28																		

Scores Flore des stations de la zone

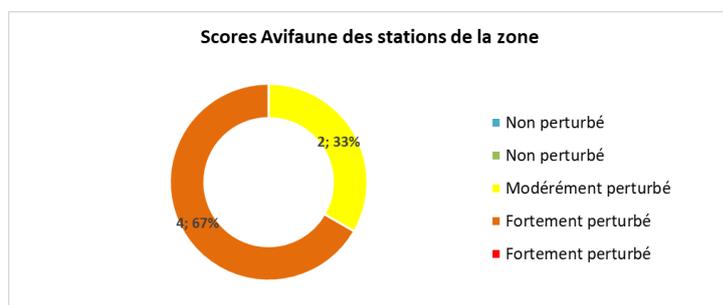


Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 8 sites de suivi de la végétation par télédétection et l'unique station de suivi des symptômes foliaires liés au dioxyde de soufre (SO₂) présente sur la zone.

En 2017, le déploiement du suivi de la végétation par télédétection a été étendu au secteur de la mine au niveau de 9 patchs forestiers principalement situés sur les flancs et sommets des reliefs autour de l'UPM et de la fosse minière. En 2018, les surfaces impactées mesurées sont faibles allant de 0,27% à 7,67%.

Ce résultat traduit l'absence de perturbations anthropiques ou naturelles des zones arborées suivies dans le secteur.

Scores Avifaune des stations de la zone



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 6 stations avifaune de la zone.

En 2018, les indices patrimoniaux des six patchs de la zone vont de 6,75 à 5,5 correspondant à des scores allant de « Modérément perturbés » (2 patchs) à « Fortement perturbés » (4 patchs). De plus, sur la période 2013-2018, une tendance à la diminution de l'indice patrimonial est observée pour la forêt Jaffré (IP de 9 en 2013 contre 6,75 en 2018).

Les activités de la mine peuvent perturber les communautés d'oiseaux en raison des émanations de poussières et du bruit émis par les activités de roulage et d'extraction (usage d'explosifs notamment).

Informations 2018 non intégrables au diagnostic

Un suivi de la végétation a été mis en place à partir de 2015 sur 8 sites répartis autour de la mine. Ce suivi comprend des mesures de dépôts de poussières, ainsi qu'une évaluation des symptômes observés (nécrose, chlorose et déformation) au niveau de la végétation. En 2018, les dépôts de poussières sont évalués comme « Moyen » pour 4 sites (SM3, SM5, SM7 et SM8) et concernent de 20 à 30 % des individus. Au niveau de SM3, les dépôts sont dus à l'augmentation des surfaces défrichées

au sud de la fosse minière à partir de 2017 ; au niveau de SM5 ils sont dus aux défrichements de 2016 associés au projet SMLT et au niveau de SM7 ils sont liés depuis 2016 aux défrichements et à l'activité minière de la carrières CPA1. En ce qui concerne la gravité des symptômes, elle est considérée comme « Moyenne » pour 5% des individus de deux sites (SM5 et SM6), « Légère » pour tous les autres sites. En conclusion, bien que les dépôts de poussières puissent être un facteur d'explication des symptômes observés (ce pourrait être le cas pour SM5), cela ne semble pas systématique au regard des résultats obtenus. De même, des symptômes peuvent être observés sur des sites présentant peu de dépôts de poussières (exemple : SM6) et trouver ailleurs leur origine (attaque d'insectes, stress hydrique, etc...).

En 2018, le suivi herpétologique du patch forestier SMLT, situé dans la zone de la mine, a permis de recenser 9 espèces de lézards : 5 espèces de scinques et 4 espèces de geckos. Parmi les espèces de geckos, une espèce est classée vulnérable (VU) et une autre en danger (EN) selon l'UICN. L'espèce classée EN est le taxon remarquable *Bavayia gorenensis*, observé pour la première fois depuis le début des suivis dans la région. Au total, 166 individus ont été identifiés (98 scinques et 68 geckos).

En 2018, aucune des deux pestes redoutées, *Solenopsis invicta* (fourmi de feu) et *Linepithema humile* (fourmi d'Argentine), n'a été détectée sur ce site. La fourmi envahissante *Solenopsis geminata* (« tropical fire ant » ou fourmi rouge) est observée depuis 2012 mais le pourcentage de ses occurrences ne présente pas d'évolution particulière.

En 2018, l'opération de capture et régulation des cochons féral a été renouvelée dans le secteur de la mine. Une fois de plus, aucun cochon n'a été capturé. Toutefois, ce n'est pas la méthode de piégeage qui serait en cause mais plutôt une diminution de la pression « cochons » dans le Grand Sud. Il est donc suggéré pour 2019 de poursuivre le suivi des cochons sur la mine mais de réorienter les opérations de régulation sur les réserves du Pic du Pin et Pic du Grand Kaori.

Les opérations de capture et de régulation des chats sauvages lancées en 2017, qui avaient pourtant permis la capture de 19 spécimens, semblent avoir été interrompues en 2018.

Des mesures de gestion pour la protection des oiseaux et des lézards ont été mises en œuvre en 2018 au niveau des zones de défrichement. Elles ont permis la protection de 3 nids de passereaux et le transfert vers le Parc forestier de 5 lézards.

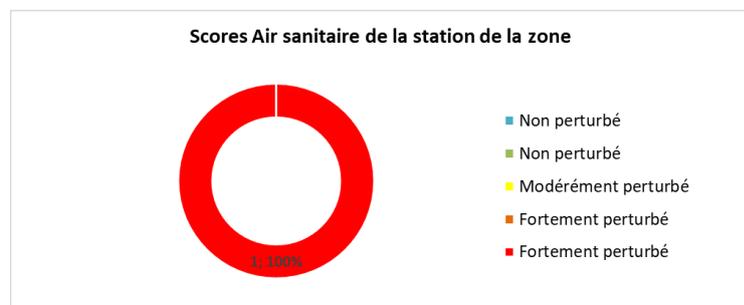
Dans le cadre de la fermeture de la carrière CPKE (secteur de la mine) et de sa réhabilitation, un inventaire des lézards et des fourmis envahissantes a été réalisé au niveau d'une relique forestière (Forêt CPKE) proche de la carrière CPKE afin de comparer les résultats avec ceux de 2003. Si la population de lézards est restée stable (8 espèces et 51 spécimens comptabilisés en 2018 ; 7 espèces identifiées en 2017), les fourmis envahissantes (fourmis électrique et folle jaune) ont en revanche pris le dessus sur les espèces endémiques initialement présentes.

Aucune évolution significative des 5 figures d'érosion (BSNK, Kwé Ouest, CPKE, VSKE et CLS) n'a été relevée en 2018 au niveau de la vue globale, de la végétation ou du creek.

5.2.3.2 Usine

Zone	Station	Compartment Air (sanitaire)			Compartment Air (environnement)					Compartment Flore					Compartment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombés	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
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													↗				

Score Air Sanitaire de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone.

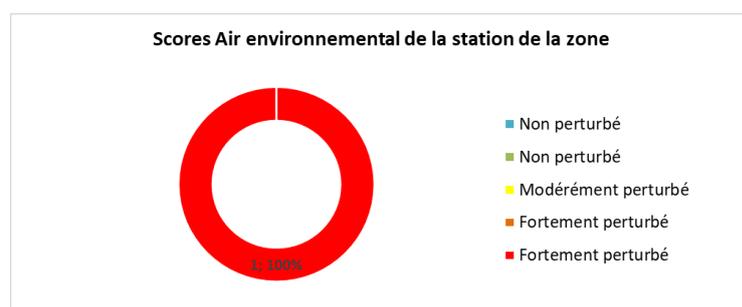
La station Usine présente une dégradation des IQA (Indice de Qualité de l'Air) entre 2017 et 2018 avec une augmentation des proportions d'IQA classés en « Fortement perturbé (couleur rouge) » (passage de 10,30 % à 13%) et « Fortement perturbé (couleur orange) » (passage de 32,2 à 35 %). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation des IQA « Fortement perturbés » est observée (19,7% des IQA en 2014 contre 48% en 2018). Le score donné par l'IQA sur cette station est donc « Fortement perturbé ».

A noter également qu'une forte progression des dépassements de valeur limite journalière pour les PM10 (50 µg/m³) est observée sur cette station, avec 15 dépassements en 2018 (contre 2 en 2017).

Dans le cadre de l'étude DMML menée par le Centre National de Recherche Technique « Nickel et son environnement » (CNRT), il a été démontré que les déplacements de poussières pouvaient se faire sur de longues distances. Pour déterminer l'origine exacte des poussières (ex : Usine ou Mine), il faudrait pouvoir déterminer leur signature géochimique, ce que les suivis actuels ne prévoient pas.

Dans le cas où les PM10 proviendraient de l'Usine, elles pourraient être associées à la montée en puissance de l'installation, à l'origine d'une augmentation des émissions de poussières. Cependant, aucun incident majeur ne permet d'expliquer les résultats de 2018. Par ailleurs, les conditions météorologiques, lorsqu'elles sont défavorables, sont un facteur pouvant également expliquer les pics observés.

Score Air Environnemental de la station de la zone



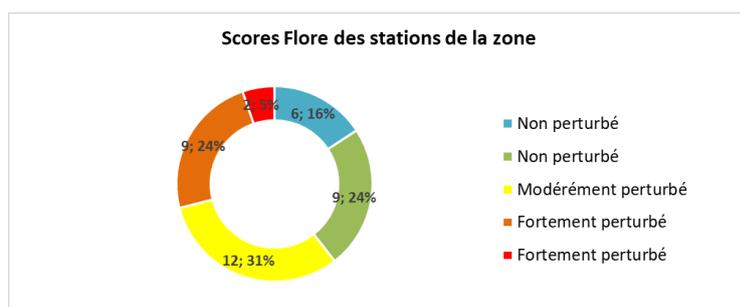
Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone.

Malgré une légère diminution de la concentration moyenne annuelle en SO₂ en 2018 par rapport à 2017 (passant de 45 µg/m³ à 39,7 µg/m³), celle-ci dépasse toujours le niveau critique annuel pour la protection des végétaux (20 µg/m³). De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation des concentrations moyennes annuelles en SO₂ est enregistrée (passage de 33 µg/m³ en 2013 à 39,7 µg/m³ en 2018). Par ailleurs, 7 dépassements de la valeur limite journalière pour le SO₂ (230 µg/m³) sont enregistrés en 2018, ce qui représente un record depuis 2011. Trois dépassements de la valeur limite horaire pour le SO₂ (570 µg/m³) sont également observés, sans toutefois dépasser le nombre maximum autorisé de 9 dépassements par an. La station obtient un score « Fortement perturbé » pour ce suivi.

Pour information, ces teneurs élevées en SO₂ sont également mesurées dans le cadre du suivi du SO₂ par tubes passifs, puisque 4 des 6 stations qui composent le réseau présentent des dépassements du niveau critique annuel pour la protection des végétaux.

Les symptômes observés sur la végétation sont la plupart du temps attribués à des émissions accidentelles de SO₂. Les dépassements sur ce site sont généralement liés à des départs de feux de soufre à proximité de la station Usine ou à un rabattement des gaz émis par l'unité de production d'acide sulfurique, les groupes électrogènes alentour ou la centrale thermique. D'après le rapportage de Vale NC, de tels incidents ont eu lieu à 4 reprises au cours de l'année 2018 (août, septembre et deux fois en décembre).

Scores Flore des stations de la zone



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 22 stations de suivi des symptômes foliaires liés au dioxyde de soufre et les 16 sites du suivi de la végétation par télédétection présentes sur la zone.

Les résultats du suivi symptomatologique traduisent un impact lié au dioxyde de soufre (SO₂) sur 10 sites qui obtiennent des scores « Modérément perturbés » à « Fortement perturbés ». Parmi les 3 stations les plus perturbées (scores « Fortement perturbés »), deux stations (SO6 et SO25) se trouvent sous le vent et à proximité directe du site industriel, tandis que la troisième station (SO14) est un peu plus éloignée de l'Usine. Les 12 stations restantes obtiennent des scores « Non perturbés ». En comparaison à 2017, une amélioration est constatée pour la station SO01 (qui passe d'un score « Fortement perturbé » à « Modérément perturbé ») et la station SO23 (qui passe d'un score « Modérément perturbé » à « Non perturbé »). A l'inverse, une dégradation est constatée pour la station SO14 (qui passe d'un score « Non perturbé » à « Fortement perturbé ») et la station SO26 (qui passe d'un score « Non perturbé » à « Modérément perturbé »).

Les massifs suivis par télédétection autour de l'Usine en 2018 présentent des surfaces impactées allant de 47,46% à 4,66%. Au total, 13 sites obtiennent des scores « Modérément perturbés » à « Fortement perturbés » et seulement 3 sites obtiennent des scores « Non perturbés ». De plus, sur la période 2014-2018, 12 massifs présentent une tendance d'évolution à l'augmentation des surfaces impactées. Ces résultats corroborent ceux du suivi des symptômes foliaires puisque 5 des sites les plus perturbés (scores « Fortement perturbés ») se trouvent à proximité de l'usine. Cependant, 3 sites éloignés de l'Usine obtiennent également des scores « Fortement perturbés ». Le suivi par télédétection ne permettant pas d'isoler les perturbations d'ordre naturel des perturbations humaines, il n'est pas exclu que l'origine de cette perturbation puisse être, tout ou en partie, naturelle (ex : le stress hydrique).

Globalement, les résultats sur l'état de la flore continuent de refléter en 2018 la perturbation causée par les émissions atmosphériques en provenance du site industriel décrites depuis 2011. Les résultats ne semblent pas traduire d'évolution particulière du phénomène de dépérissement.

Informations 2018 non intégrables au diagnostic

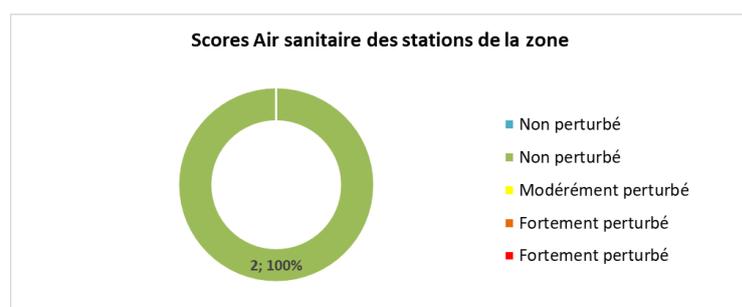
En 2018, aucune des deux pestes majeures, *Solenopsis invicta* (fourmi de feu) et *Linepithema humile* (fourmi d'Argentine), n'a été détectée sur ce site. Cependant 4 espèces de fourmis envahissantes déjà présentes en Nouvelle-Calédonie ont été observées sur la zone du site industriel en 2018 : *Anoplolepis gracilipes* (fourmi folle jaune), *Solenopsis geminata* (« tropical fire ant » ou fourmi rouge), *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique) et *Pheidole megacephala* (fourmi noire à grosse tête).

Si les 3 premières espèces ont été observées dans la zone de manière récurrente ces dernières années, ce n'est pas le cas de *Pheidole megacephala* qui avait été éradiquée une première fois en 2009 puis de nouveau observée en 2016 et 2017 au niveau de la plateforme Q (à proximité de la zone du Magasin). Si l'opération d'éradication semble avoir fonctionné à la plateforme Q, la campagne de suivi de novembre 2018 a révélé la présence d'autres colonies de tailles très réduites²¹ dans les zones Magasin et Port. De plus, au niveau du Port, la population de *Solenopsis geminata* est progressivement remplacée par une autre espèce de fourmi exogène *Nylanderia vaga*, ne figurant pas parmi les pestes majeures mais dont le développement reste à surveiller.

5.2.3.3 Base Vie

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore					Compartiment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombés	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
Base-vie	Base-vie (Métaux PM10)		→														
	Base-vie (Mesures en continu)	↘			→	→	→										

Scores Air Sanitaire des stations de la zone



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) et des teneurs en métaux dans les particules fines présente sur la zone.

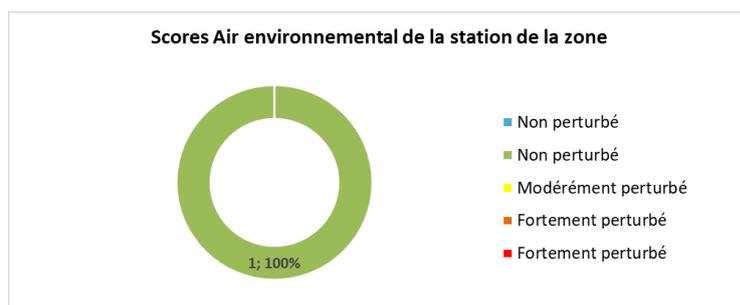
L'indice de qualité de l'air IQA pour cette zone témoigne en 2018 d'une bonne qualité avec une proportion totale d'IQA « Non perturbés » très élevée de 99%. De plus, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des IQA « Fortement perturbés » est observée (16% des IQA en 2014 contre 1 % en 2018). La station obtient donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

La teneur en métaux dans les PM10 reste en dessous des valeurs cibles, bien que la moyenne en Nickel de 2018 (14,7 ng/m³) soit proche de la valeur cible en Nickel (20 ng/m³). La station obtient donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

Plusieurs hypothèses sont émises pour expliquer l'amélioration des IQA : le fait que la base vie ait eu tendance ces dernières années à se vider de ses occupants et la fermeture d'une route non bitumée (source de poussières) qui reliait la Base Vie à une zone de maintenance de l'Usine.

²¹ Ces colonies ont immédiatement subi un traitement, dont l'efficacité sera évaluée lors des campagnes de suivi de 2019.
Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) - Tél. : 23 69 69 - www.oeil.nc

Score Air Environnemental de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone.

Sur ce site, les concentrations annuelles en SO₂ et NO_x de 2018 sont restées faibles et largement inférieures aux niveaux critiques annuels pour la protection des végétaux. Pour les PM10, la moyenne annuelle de 12,3 µg/m³ est restée en deçà de la valeur limite (40 µg/m³). La station obtient donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

Informations 2018 non intégrables au diagnostic

En 2018, aucune des deux pestes redoutées, *Solenopsis invicta* (fourmi de feu) et *Linepithema humile* (fourmi d'Argentine), n'a été détectée sur ce site. Cependant 4 espèces de fourmis envahissantes déjà présentes en Nouvelle-Calédonie ont été observées sur la zone du site industriel en 2018 : *Anoplolepis gracilipes* (fourmi folle jaune), *Solenopsis geminata* (« tropical fire ant » ou fourmi rouge), *Wasmannia auropunctata* (fourmi électrique) et *Pheidole megacephala* (fourmi noire à grosse tête).

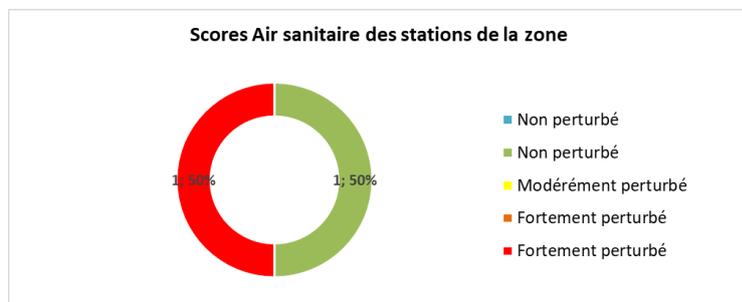
Si les 3 premières espèces ont été observées dans la zone de manière récurrente ces dernières années, ce n'est pas le cas de *Pheidole megacephala* découverte pour la première fois (colonies de taille très réduite)²² en novembre 2018 au niveau des zones STEP et Base Vie. Par ailleurs, sur la période 2012-2018, une tendance à l'augmentation des occurrences de *Solenopsis geminata* est observée en parallèle d'une augmentation de celles de *A. gracilipes*. Cette tendance pourrait traduire un phénomène de concurrence entre les deux espèces.

²² Ces colonies ont immédiatement subi un traitement, dont l'efficacité sera évaluée lors des campagnes de suivi de 2019.
Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL) - Tél. : 23 69 69 - www.oeil.nc

5.2.3.4 Forêt Nord

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore					Compartiment Faune	
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
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								→							
	U3											→				
	U6											→				
	U10											↘				

Scores Air Sanitaire des stations de la zone



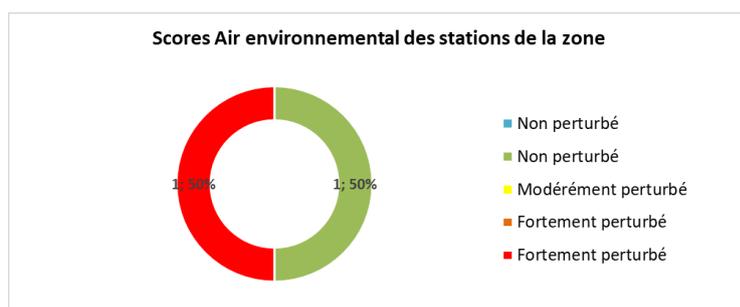
Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) et des teneurs en métaux dans les particules fines présente sur la zone.

L'indice de qualité de l'air IQA pour cette zone témoigne en 2018 d'une bonne qualité avec une proportion totale d'IQA très bons et bons très élevée de 99%. La station obtient donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

La teneur en métaux dans les PM10 reste en dessous des valeurs cibles, excepté pour le Nickel, dont la moyenne de 2018 (22,7 ng/m³) dépasse la valeur cible en Nickel (20 ng/m³). La station obtient donc un score « Fortement perturbé » pour ce suivi.

Il a été démontré lors d'une étude du CNRT (Programme DMML) que les déplacements de poussières pouvaient se faire sur de longues distances. Pour connaître l'origine exacte des PM10 (ex : Usine ou Mine), il faudrait pouvoir déterminer leur signature géochimique, ce que les suivis actuels ne prévoient pas. Des études complémentaires seraient donc nécessaires pour identifier l'origine des perturbations en Nickel dans les PM10.

Scores Air Environnemental des stations de la zone



Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) et la station de suivi des teneurs en métaux dans les retombées de poussières présentes sur la zone.

Sur ce site, les concentrations annuelles en SO₂ et NO_x de 2018 sont restées faibles et largement inférieures aux niveaux critiques annuels pour la protection des végétaux. Pour les PM10, la moyenne annuelle de 8,5 µg/m³ est restée en deçà de la valeur limite (40 µg/m³). La station obtient donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

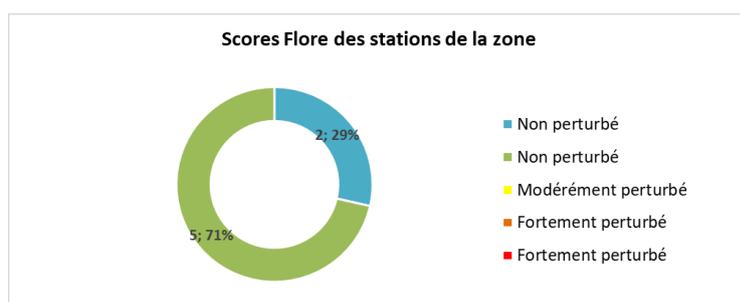
Les teneurs en métaux dans les retombées de poussières ne dépassent pas les valeurs limites allemandes, excepté pour le Nickel, dont la moyenne de 2018 (44,14 µg/m²/jour) dépasse la valeur limite (15 µg/m²/jour). La station obtient donc un score « Fortement perturbé » pour ce suivi. Cependant, sur la période 2014-2018, une tendance à la diminution des teneurs en Nickel est observée (114,12 µg/m²/jour en 2013 contre 89,87 µg/m²/jour en 2018).

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).

Il a été démontré lors d'une étude du CNRT (Programme DMML) que les déplacements de poussières pouvaient se faire sur de longues distances. Pour connaître l'origine exacte des retombées de poussières (Usine ou Mine), il faudrait pouvoir déterminer leur signature géochimique, ce que les suivis actuels ne prévoient pas. Des études complémentaires seraient donc nécessaires pour identifier l'origine des perturbations en Nickel dans les retombées de poussières.

La station de suivi des retombées de poussières étant située au nord de l'Usine, il est peu probable que des vents de sud (très peu fréquents) aient transporté des poussières riches en Nickel de l'Usine jusqu'à la station. L'hypothèse la plus réaliste semble donc être l'influence des activités de roulage et minières alentours.

Scores Flore des stations de la zone



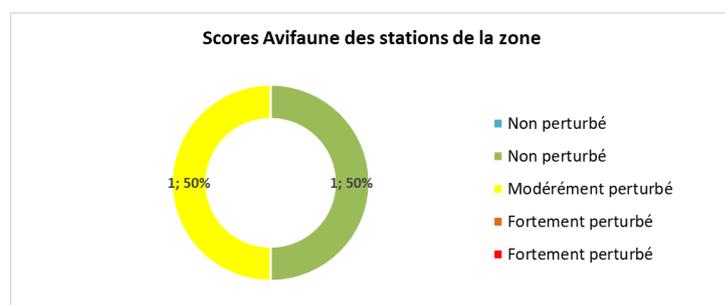
Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 3 stations du suivi de la végétation par télédétection et les 4 stations de suivi de la fluorimétrie et des teneurs en Soufre et Azote dans le sol, la litière et les feuilles présentes sur la zone.

En 2018, le suivi de la végétation par télédétection des 3 massifs forestiers enregistre des surfaces impactées qui restent faibles allant de 5,3% à 0,86%, correspondant à des scores « Non Perturbés ».

Le suivi de la fluorimétrie (paramètre indicateur de l'activité photosynthétique de la plante) ne révèle aucune perturbation et une tendance stable sur la période 2010-2018. Les stations obtiennent donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

En 2018, aucune teneur anormale en Soufre et Azote n'est observée dans les feuilles, la litière ni le sol des 4 parcelles de la Forêt Nord. Une tendance à la stabilité (voire une diminution pour le Soufre dans la litière) de ces éléments est observée sur la période 2014-2018. Les stations obtiennent donc un score « Non perturbé » pour ce suivi. Toutefois, les teneurs en Soufre dans la litière et les feuilles de Forêt Nord sont légèrement plus élevées que celles rencontrées dans deux autres réserves de la région (Pic du Grand Kaori et Pic du Pin). Cela pourrait s'expliquer par des effets ponctuels d'émissions industrielles chargées en SO₂, la limite Ouest de la Forêt Nord étant située à seulement 500 mètres du complexe.

Scores Avifaune des stations de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur les 2 stations avifaune de la zone.

En 2018, l'indice patrimonial d'une des deux stations de la zone (patch forêt Nord du côté Port Boisé) correspond à un score « Modérément perturbé ». De plus, sur la période 2013-2018, une tendance à la diminution de l'indice patrimonial est observée sur ce même patch forestier (IP de 8,25 en 2013 contre 7 en 2018).

Informations 2018 non intégrables au diagnostic

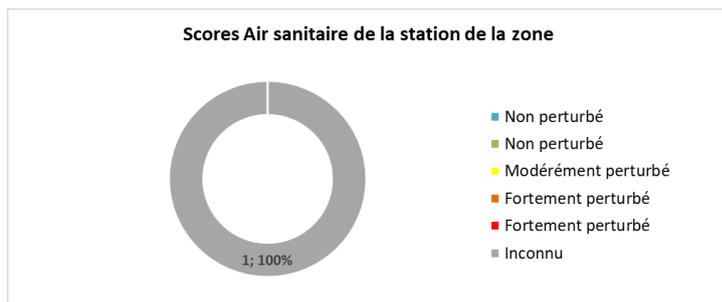
En 2018, le suivi herpétologique de Forêt Nord a permis de recenser 13 espèces de lézards : 7 espèces de scinques dont deux classées vulnérables (VU) et 6 espèces de geckos dont une classée vulnérable (VU) et une classée en danger (EN) selon l'UICN. Au total, 223 individus ont été identifiés (115 scinques et 108 geckos). Sur la période 2015-2018, les effectifs et richesses spécifiques ne montrent pas d'évolution particulière.

Sur le secteur de la mine A1 (Forêt Nord), le suivi du *Lacertoides pardalis* de 2018 a permis de capturer 6 spécimens, dont un de ceux qui avait été transloqués de la carrières CPA1 (Kwé Nord) vers la mine A1 en octobre 2015.

5.2.3.5 Pic du Grand Kaori

Zone	Station	Compartment Air (sanitaire)			Compartment Air (environnement)					Compartment Flore					Compartment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MPIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
Pic du Grand Kaori et Pépinière	Pic du Grand Kaori (Mesures en continu)																
	PGK1										→	→				→	
	PGK2										→	→					
	PGK3										→	→					
	PGK4										→	→					
	SO20 (P525)								→								
	SO27																

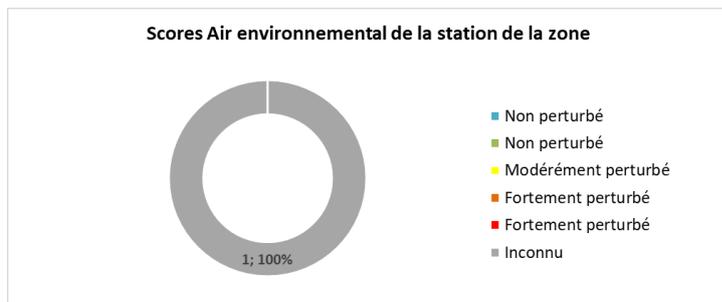
Score Air Sanitaire de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone.

Cette station ne permettant pas d'obtenir une représentativité satisfaisante des données disponibles (75%) depuis près de 3 ans, en raison de problèmes techniques (liés à l'alimentation électrique) au niveau de la station de surveillance, un score « Inconnu » est donc attribué à cette station.

Score Air Environnemental de la station de la zone

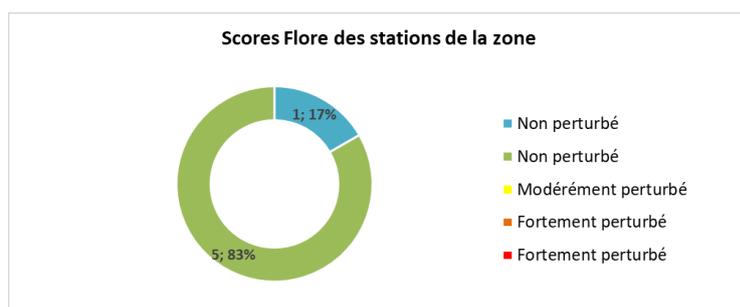


Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station de surveillance de la qualité de l'air (gaz polluants et poussières) présente sur la zone.

Cette station ne permettant pas d'obtenir une représentativité satisfaisante des données disponibles (75%) depuis près de 3 ans, en raison de problèmes techniques (liés à l'alimentation électrique) au niveau de la station de surveillance, un score « Inconnu » est attribué à cette station.

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 (0,94 µg/m³).

Scores Flore des stations de la zone



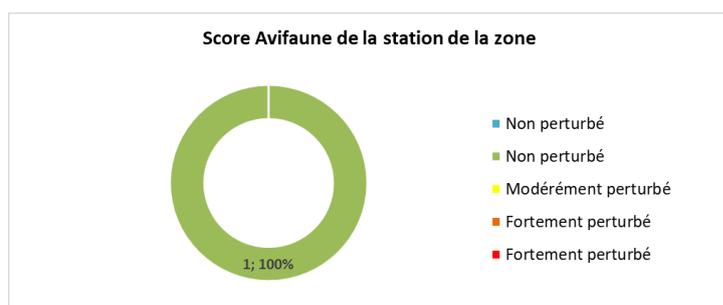
Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations de suivi des symptômes foliaires liés au dioxyde de soufre et les 4 stations de suivi de la fluorimétrie et des teneurs en Soufre et Azote dans le sol, la litière et les feuilles présentes sur la zone.

Le suivi symptomatologique ne révèle aucune perturbation. Le site, relativement éloigné de l'usine de Vale NC, ne semble donc pas impacté par les émissions de SO₂. Un score « Non perturbé » est donc attribué aux stations pour ce suivi.

Le suivi de la fluorimétrie ne révèle aucune perturbation et une tendance stable sur la période 2010-2018. Un score « Non perturbé » est donc attribué aux stations pour ce suivi.

En 2018, 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 (voire une diminution pour le Soufre dans la litière) de ces éléments est observée sur la période 2014-2018. Les stations obtiennent donc un score « Non perturbé » pour ce suivi. Pour information, la présence de fouilles de cochons a été relevée en 2018 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.

Score Avifaune de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station avifaune présente sur la zone.

En 2018, l'indice patrimonial obtient une valeur de 8, correspondant à un score « Non perturbé ». L'IP ne présente pas de tendance d'évolution particulière.

Informations 2018 non intégrables au diagnostic

En 2018, le suivi herpétologique du Pic du Grand Kaori a permis de recenser 14 espèces de lézards : 9 espèces de scinques dont trois classées vulnérables (VU) et 5 espèces de geckos dont une classée vulnérable (VU) et une classée en danger (EN) selon l'UICN. Au total, 204 individus ont été identifiés

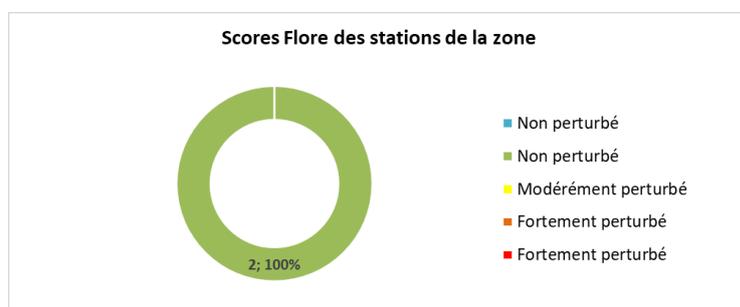
(138 scinques et 66 geckos). Sur la période 2015-2018, les effectifs et richesses spécifiques ne montrent pas d'évolution particulière.

Aucune évolution significative de la figure d'érosion « Grand Kaori » n'a été relevée en 2018 au niveau de la vue globale, de la végétation ou du creek.

5.2.3.6 Pic du Pin

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)				Compartiment Flore				Compartiment Faune				
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombés	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
Pic du Pin	Pic du Pin																
	PP1									→	→					↘	
	PP2									→	→						

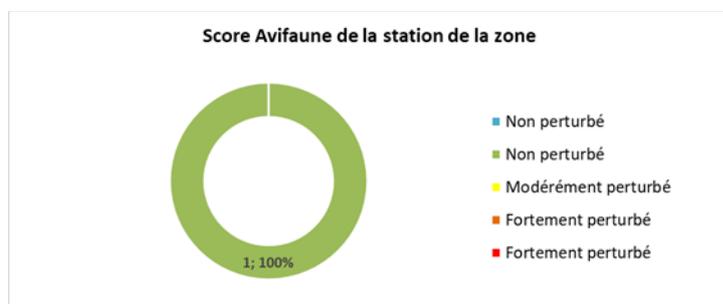
Scores Flore des stations de la zone



Ces scores sont associés aux résultats obtenus 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 2018, aucune teneur anormale en Soufre et Azote n'est observée dans les feuilles, la litière ni le sol des 2 parcelles du Pic du Pin. Une tendance à la stabilité (voire une diminution pour le Soufre dans la litière) de ces éléments est observée sur la période 2014-2018. Les stations obtiennent donc un score « Non perturbé » pour ce suivi. Pour information, les cochons semblent depuis plusieurs années durablement installés dans cette zone fortement dégradée par leurs fouilles.

Score Avifaune de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station avifaune présente sur la zone.

En 2018, l'indice patrimonial obtient une valeur de 7,75 ; correspondant à un score « Non perturbé ». Cependant, sur la période 2013-2018, une tendance à la diminution de l'indice patrimonial est observée (IP de 8,75 en 2013 contre 7,75 en 2018).

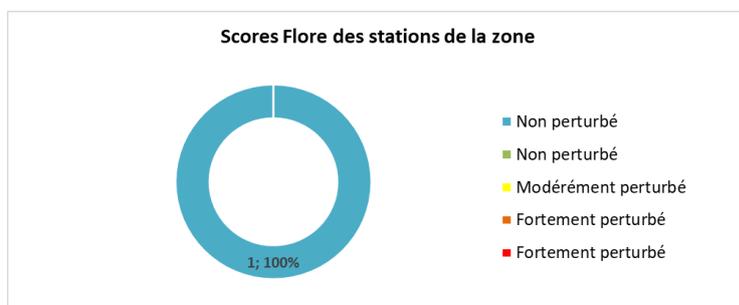
Informations 2018 non intégrables au diagnostic

En 2018, le suivi de l'herpétofaune n'a pas eu lieu au Pic du Pin²³. Pour rappel, les résultats de l'année 2017 étaient les suivants : 12 espèces de lézards : 7 espèces de scinques dont deux classées vulnérables (VU) et 5 espèces de geckos dont une classée vulnérable (VU) et une classée en danger (EN) selon l'UICN. Au total, 164 individus ont été identifiés (96 scinques et 68 geckos).

5.2.3.7 Forêt Est du Plateau de Goro

Zone	Station	Compartment Air (sanitaire)			Compartment Air (environnement)					Compartment Flore					Compartiment Faune		
		IOA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MFIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
Forêt Est du plateau de Goro	Wadjana															→	
	Forêt mine des japonais FWAD2															→	

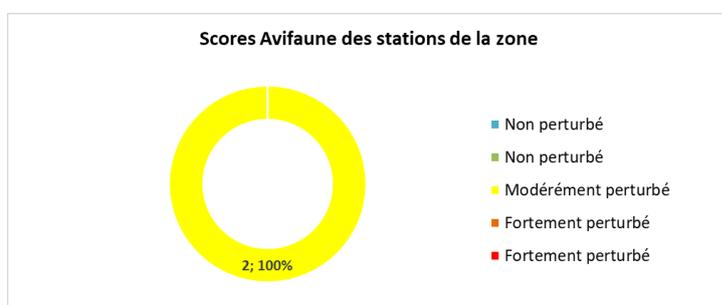
Score Flore de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur l'unique station de suivi de la végétation par télédétection.

Le suivi de la végétation par télédétection ne révèle aucune perturbation (seulement 0,39% de surfaces impactées). Ce résultat traduit l'absence de perturbations anthropiques ou naturelles des zones arborées suivies dans le secteur. La station obtient donc un score « Non perturbé » pour ce suivi.

Scores Avifaune des stations de la zone



²³ Le suivi est réalisé de façon bisannuelle, en alternance avec la Forêt SMLT.

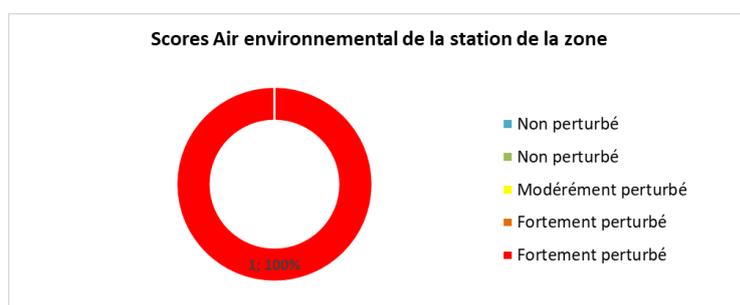
Ces scores sont associés aux résultats obtenus sur les 2 stations avifaune de la zone.

En 2018, les indices patrimoniaux des deux stations de la zone correspondent à des scores « Modérément perturbés ». Cependant, ils ne présentent pas de tendance d'évolution particulière.

5.2.3.8 Port Boisé

Zone	Station	Compartiment Air (sanitaire)			Compartiment Air (environnement)					Compartiment Flore				Compartiment Faune		
		IQA	Métaux PM10	Score 2018 par station	SO2	NO2	PM10	Métaux retombées	SO2 (tubes passifs)	Score 2018 par station	S et N (sol/litière/feuille)	Fluorimétrie	MPIP	Symptomatologie	Score 2018 par station	Avifaune	Score 2018 par station
BV Port Boisé	Port Boisé							↘								

Score Air Environnemental de la station de la zone



Ce score est associé aux résultats obtenus sur la station de suivi des teneurs en métaux dans les retombées de poussières présentes sur la zone.

Les teneurs en métaux dans les retombées de poussières ne dépassent pas les valeurs limites allemandes, excepté pour le Nickel, dont la moyenne de 2018 ($44,14 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$) dépasse la valeur limite ($15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$). La station obtient donc un score « Fortement perturbé » pour ce suivi. De plus, la moyenne 2018 du Zinc ($275,09 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$), bien que ne dépassant pas la valeur limite ($400 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$), reste particulièrement élevée. Par ailleurs, sur la période 2014-2018, une tendance à l'augmentation des teneurs en Nickel ($24,66 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ en 2013 contre $44,14 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ en 2018) est observée.

Il a été démontré lors d'une étude du CNRT (Programme DMML) que les déplacements de poussières pouvaient se faire sur de longues distances. Pour connaître l'origine exacte des retombées de poussières (ex : Usine ou Mine), il faudrait pouvoir déterminer leur signature géochimique, ce que les suivis actuels ne prévoient pas. Des études complémentaires seraient donc nécessaires pour identifier l'origine des perturbations en Nickel. Par ailleurs, la durée de suivi est trop courte pour caractériser le secteur de vents qui favoriserait le transport et les dépôts de poussières en direction de Port Boisé et permettrait d'en déduire la source potentielle de perturbation (Usine ou Mine). Cependant, l'hypothèse privilégiée penche en faveur des activités extractives et de roulage alentours probablement plus émettrices de poussières de Nickel que ne l'est le procédé hydro-métallurgique de l'usine.

La perturbation en Zinc dans les retombées de poussières pourrait quant à elle être due à l'influence des embruns marins, étant donné que la station de Port Boisée est localisée à proximité du littoral.

6 Bibliographie

6.1 Milieux marins

Suivi environnemental - Premier semestre 2018 - MILIEU MARIN. Vale NC|Vale NC

Suivi environnemental - Second semestre 2018 - MILIEU MARIN. Vale NC|Vale NC

Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau de mer de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie – 1^{er} semestre 2018. - Kumar-Roiné S., Fernandez JM., Kaplan H., Laurent A., David M., AEL|Vale NC

Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau de mer de la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie – 1^{er} semestre 2018- Kumar-Roiné S., Moreton B., Fernandez JM., Kaplan H., Laurent A., David M., AEL|Vale NC

Suivi des concentrations en manganèse et autres métaux dans le champ proche du diffuseur -Rapport de synthèse 2018 – campagne d'avril à décembre 2018. 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 1^{er} semestre 2018 - Rapport semestriel – Mars à avril 2018. 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 2018 - Rapport semestriel – Mai à juillet 2018. Kumar-Roiné S., Moreton.B, Laurent A., Fernandez JM., AEL|Vale NC

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 station S16 : évolution physico-chimique et géochimique de la colonne d'eau et des sédiments récents - Campagne 2018. Moreton Benjamin, Fernandez Jean-Michel, Kumar-Roiné Shilpa, Kaplan H., Laurent Audrey, Drouzy M, AEL|Vale NC

Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah - Mission de mai 2018. 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 de novembre 2018. Biocénose, ACREM, Aqua Terra|Vale NC

Réseau d'Observation des Récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie (RORC) - Campagne de suivi 2017-2018 - Rapport de suivi : bilan 2017-2018 et évolution temporelle -Décembre 2018 -Cortex|Province des Iles, Province Nord, Province Sud, OEIL, CCCE, CEN, IFRECOR, Etat, Aquarium des lagons, Paladalik

6.2 Milieux eaux douces

Suivi environnemental - Rapport annuel 2018 - Eaux douces de surface. Vale NC|Vale NC

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2018 - Eaux souterraines. Vale NC|Vale NC

Suivi des macro-invertébrés benthiques dans la zone d'activité de Vale NC - Rapport annuel 2018. BioIMPACT|Vale NC

Suivi de la faune aquatique dans la zone d'activité de Vale NC - Période 2017-2019 – Campagne 3 Juin-juillet 2018. Bio eKo|Vale NC

6.3 Milieux terrestres

Rapport annuel 2018 – La qualité de l'air en Province Sud. Scal'Air|Scal'Air

Surveillance des milieux récepteurs - Rapport annuel 2018 - Qualité de l'air ambiant. Vale NC|Vale NC

Surveillance symptomatologique de la flore endémique liée aux émissions de dioxyde de soufre aux alentours de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie : Janvier 2016 à Décembre 2018. Vale NC|Vale NC

VEGUSINE - état actuel du suivi - Rapport du 13/03/2019. 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 2018. Vale NC|Vale NC

Bilan des actions de revégétalisation Vale NC – Année 2018. Vale NC|Vale NC

Espèces rares, menacées et/ou protégées dans la zone d'influence des infrastructures industrielles et minières de Vale NC : Bilan 2018 des activités de conservation. Vale NC|Vale NC

Bilan des opérations de gestion des espèces exotiques envahissantes sur le site industriel de VALE NC - 2018. Vale NC|Vale NC

Bilan Faune Terrestre 2018. Vale NC|Vale NC

Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2018. Duval Thomas, Hémisphères |Vale NC

Campagne de surveillance 2018 de l'herpétofaune de trois réserves forestières - Aires protégées de la Forêt Nord, du Pic du Grand Kaori et Forêt SMLT. Astrongatt, Stéphane |Vale NC

Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de VALE NOUVELLE-CALÉDONIE à Prony - Avril 2018. Ravary Fabien, BIODICAL|Vale NC

Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de VALE NOUVELLE-CALÉDONIE à Prony – Novembre 2018. Ravary Fabien, BIODICAL|Vale NC

Rapport scientifique final - Programme « Dispersion des métaux de la mine au lagon. 192 pages. Baudrimont M., Dominique Y., Feurtet-Mazel A., Gonzalez P., Gourvès P-Y., Gunkel-Grillon P., Laporte-Lagoni C., Lefrancois E., Letourneur Y., Marquié J., Maury-Brachet R, Monna F., Pasquet C., Rivière E., Roth E., (juillet 2019) – CNRT (Nickel & son environnement)

7 Annexes

Annexe 1 : 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	GENTIEN	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)
Anais	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 44: 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 45: 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)

Annexe 2 : 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				°C		
			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 46 : Liste des paramètres physico-chimiques suivis dans le milieu marin

Annexe 3 : Tableau des scores 2018 des paramètres chimiques et physico-chimiques 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				E	E	E	E		E	E	M	E	E	E	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	↘ diminution
		P Sédiments profonds	Fortement perturbé	
			Fortement perturbé	
			Non évalué	

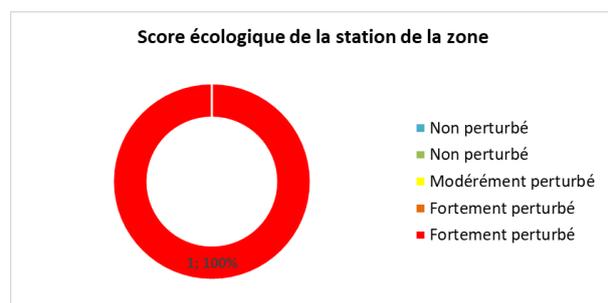
Tableau 47: Scores 2018 des paramètres chimiques et physico-chimiques ne contribuant pas à la notation des zones – milieux marins

Annexe 4 : Score de l'état écologique de la Pointe Puka

Important : Ce score est présenté à titre indicatif seulement, puisque cette zone n'est volontairement pas intégrée au diagnostic.

Etat écologique									
Paramètres physico-chimiques							Paramètres bio.		Score 2018 par station
Station	MES	Chl.a	Sels.nut.		Mat.org		Substrat corallien (% couverture)		
			NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Nt	Pt	Vale NC	Acropora /RORC	
	M	E	E	E	E	E			
ST35							↘		

Etat écologique de la station de la zone



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

Sur la station opérée dans le cadre des suivis de Vale NC, les deux transects présentent des couvertures coralliennes en augmentation par rapport à la précédente campagne. Les écarts de pourcentages de couverture corallienne entre 2017 et 2018 vont de +2% sur le transect du milieu de tombant à +11% sur le transect de haut de tombant. Toutefois, les résultats sur le transect du milieu de tombant sont globalement inférieurs à ceux mesurés historiquement sur la station et une tendance à la baisse est perçue sur la période 2014-2018. Un score « Fortement perturbé » est donc attribué à ce suivi.

Interprétations

Le prestataire de Vale NC en charge de ce suivi rapporte que la station de la Pointe Puka subit depuis 2011 une évolution des conditions environnementales ayant conduit à un changement dans l'assemblage corallien, les espèces résistantes à la sédimentation devenant majoritaires. L'hypothèse émise pour expliquer ces perturbations d'origine sédimentaire serait les apports terrigènes de la baie Kwé.

De façon globale, 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 baie de Kwé, ainsi qu'un contrôle des rejets d'eaux usées de l'hôtel situé à Port Boisé.

Annexe 5 : Liste des paramètres physicochimiques des milieux eaux douces

Type de paramètre	Nom du paramètre	Symbole	Nature du prélèvement			Unité (eau)	Unité (sédiments)	Seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence		
Etat chimique	Paramètres chimiques	Métaux dissouts	Fer	C	D	S	mg/L	%	30%	
			Manganèse	C	D	S	mg/L	%	30%	
			Nickel	C	D	S	mg/L	%	35%	
			Aluminium	C	D		mg/L		30%	
			Arsenic	C	D		mg/L		30%	
			Cadmium	C	D		mg/L		30%	
			Cobalt	C	D	S	mg/L	%	30%	
			Chrome	C	D	S	mg/L	%	30%	
			Chrome hexavalent	Cr(VI)	C	D		mg/L		30%
			Cuivre	Cu	C	D		mg/L		30%
			Plomb	Pb	C	D		mg/L		30%
			Zinc	Zn	C	D		mg/L		30%
			Brome	Br	C	D		mg/L		40%
			Etain	Sn	C	D		mg/L		30%
			Silicium	Si	C	D		mg/L		30%
				Soufre	S	C	D		mg/L		30%
	Sulfates	SO ₄ ²⁻	C	D		mg/L		30%		
	Hydrocarbures totaux	Ht	C	D		mg/Kg		30%		
Etat écologique	Paramètres physico-chimiques	Profil aquatique	Température	T°	C	D		°C		
			pH	pH	C	D		mg/L		40%
			Conductivité	Cond.	C	D		µS/cm		40%
			Turbidité	Turb.	C	D		NTU		40%
			Demande chim. en ox.	DCO	C	D		mg/L		40%
			Oxygène dissous	OD	C	D		mg/L		40%
			Matière en suspension	MES	C	D		mg/L		30%
		Éléments majeurs	Chlorures	Cl ⁻	C	D		mg/L		40%
			Magnésium	Mg ²⁺	C	D		mg/L		30%
			Sodium	Na ⁺	C	D		mg/L		30%
			Calcium	Ca ²⁺	C	D		mg/L		30%
			Potassium	K ⁺	C	D		mg/L		30%
			Phosphore	P	C	D		mg/L		30%
		Sels nutritifs	Nitrites	NO ₂ ⁻	C	D		mg/L		40%
			Nitrates	NO ₃ ⁻	C	D		mg/L		30%
			Phosphates	PO ₄ ³⁻	C	D		mg/L		30%
Mat. org.	Carbone org. total	COt	C	D		mg/L		40%		
	Azote total	Nt	C	D		mg/L		40%		
	Titre alcalimétrique complet	TAC	C	D		°f		35%		
Légende			Nature du prélèvement							
Cond			Paramètre physico-chimique Clé							
			R Eaux de surface rivières							
			D Eaux de surface dolines							
			S Sédiments de surface rivières							

Tableau 48 : Liste des paramètres suivis dans les eaux de surface et seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence associés

Seuils de dépassement des 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	Seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence (Aquifère Principal)	Seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence (Aquitard Latéritique)		
Paramètres physico-chimiques	Métaux dissouts	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%	
		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%		
		Soufre	S	mg/L	40%	40%	
		Sulfates	SO ₄ ²⁻	mg/L	40%	30%	
		Hydrocarbures totaux	Ht	mg/Kg	40%	40%	
	Profil aquatique	Température	T°	°C			
		pH	pH	mg/L	40%	40%	
		Conductivité	Cond.	µS/cm	35%	30%	
		Demande chim. en ox.	DCO	mg/L	40%	40%	
		Potentiel d'oxydo-red	ORP	mg/L	40%	40%	
		Éléments majeurs	Chlorures	Cl ⁻	mg/L	40%	40%
			Magnésium	Mg ²⁺	mg/L	35%	30%
			Sodium	Na ⁺	mg/L	40%	40%
Calcium			Ca ²⁺	mg/L	40%	30%	
Potassium			K ⁺	mg/L	40%	30%	
Ammoniac			NH ₃	mg/L	40%	40%	
Sels nutritifs		Nitrites	NO ₂ ⁻	mg/L	40%	40%	
		Nitrates	NO ₃ ⁻	mg/L	30%	30%	
	Phosphates	PO ₄ ³⁻	mg/L	30%	30%		
Mat. org.	Carbone org. total	COt	mg/L	40%	40%		
	Azote total	Nt	mg/L	40%	40%		
	Titre alcalimétrique complet	TAC	°f	40%	40%		

Tableau 49 : Liste des paramètres suivis dans les eaux souterraines et seuils de dépassement du percentile 75 de la gamme de référence associés

Seuils de dépassement des 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.

Annexe 6 : Liste des espèces de poissons du Creek Baie Nord toujours absentes depuis l'incident de mai 2014

Groupe d'appartenance	Espèces absentes depuis l'incident de mai 2014
Lochon	<i>Butis amboinensis</i>
	<i>Ophieleotris aporos</i>
Gobie (rare et sensible)	<i>Stiphodon rutilaureus</i>
Espèce endémique	<i>Protogobius attiti</i>
	<i>Parioglossus neocaledonicus</i>
Espèce sporadique	<i>Liza tade</i>
Espèce marine	<i>Acanthopagrus berda</i>
	<i>Arothron immaculatus</i>
	<i>Atule male</i>
	<i>Acanthurus blochi</i>
	<i>Gerres filamentosus</i>
	<i>Sphyraena barracuda</i>
Espèce envahissante	<i>Oreochromis mossambicus</i>

Tableau 50: Espèces de poissons absentes du Creek Baie Nord depuis l'incident de 2014

Annexe 7 : Liste des paramètres déclassants pour les eaux souterraines dans les différentes zones d'influence

Zones d'influence (nbre de piézo.)	Paramètres déclassants (> ou = à 20% des piézo)	Nbre de piézomètres déclassants	% de piézomètres déclassants	
UPM aquifère principal (4 piézo)	Manganèse	3	75%	
	Nickel	2	50%	
	Cobalt	1	25%	
	Sulfates	2	50%	
	pH	4	100%	
	Chlorure	2	50%	
	Magnésium	1	25%	
	Sodium	1	25%	
	Potassium	1	25%	
	Nitrates	1	25%	
ASR Sources (2 piézo)	Nickel	2	100%	
	Chrome	2	100%	
	Chrome VI	1	50%	
	Silice	1	50%	
	Sulfates	2	100%	
	Conductivité	2	100%	
	Chlorure	2	100%	
	Magnésium	2	100%	
	Sodium	2	100%	
	Calcium	2	100%	
	Potassium	1	50%	
	Nitrates	2	100%	
	ASR aquifère principal (33 piézo)	Nickel	23	70%
Chrome		7	21%	
Chrome VI		3	21%	
Silice		12	36%	
Brome		8	24%	
Sulfates		20	61%	
Conductivité		10	30%	
pH		23	70%	
Chlorure		17	52%	
Magnésium		14	42%	
Sodium		7	21%	
Calcium		15	45%	
Nitrates		23	70%	
Azote total		16	48%	
ASR aquitard latéritique (16 piézo)		Chrome	5	31%
		Chrome VI	3	33%
	Silice	5	31%	
	Brome	7	44%	
	Sulfates	5	31%	
	Conductivité	8	50%	
	Chlorure	7	44%	
	Magnésium	9	56%	
	Nitrates	8	50%	
	Azote total	9	56%	
Usine aquifère principal (10 piézo)	Nickel	6	60%	
	Chrome	2	20%	
	Chrome VI	2	20%	
	Silicium	3	30%	
	pH	8	80%	
	Conductivité	6	60%	
	Chlorure	10	100%	
	Magnésium	6	60%	
	Sodium	5	50%	
	Nitrates	10	100%	
	TAC	4	40%	
Usine aquitard latéritique (6 piézo)	Nickel	2	33%	
	Chrome	3	50%	
	Chrome VI	3	50%	
	Sulfates	2	33%	
	Conductivité	6	100%	
	Chlorure	6	100%	
	Magnésium	6	100%	
	Sodium	6	100%	
	Calcium	2	33%	
	Nitrates	4	67%	
	TAC	2	33%	

Tableau 51: Liste des paramètres déclassants en 2018 par zone - eaux souterraines