



Vale Nouvelle-Calédonie

Rapport annuel 2019 concernant l'activité minière



**Incidence des activités minières sur l'occupation des sols,
l'environnement et les eaux superficielles et souterraines**

Août 2020



RAPPORT ANNUEL 2019 CONCERNANT L'ACTIVITE
MINIERE

CENTRE MINIER DE GORO

**Incidence des activités minières sur l'occupation des sols,
l'environnement et les eaux superficielles et souterraines**

Communes de Yaté et du Mont-Dore

Nouvelle-Calédonie

Directions Mine et Hygiène, Sécurité, Environnement
Vale Nouvelle-Calédonie, Août 2020

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
1.1	Contexte et objectifs du rapport	1
1.2	Contenu du rapport	2
2	L'EXPLOITATION MINIÈRE EN 2019 ET INCIDENCE SUR L'OCCUPATION DES SOLS.....	3
2.1	Volumes excavés et alimentation de l'usine	3
2.1.1	Liste des verses actives et des verses inactives	5
2.1.2	Principales interventions	5
2.2	Surfaces défrichées et revégétalisées	6
2.2.1	Bilan des défrichements en 2019	6
2.2.2	Bilan des surfaces revégétalisées en 2019.....	7
2.2.2.1	Chantiers de revégétalisation 2019.....	7
2.2.2.2	Techniques de revégétalisation utilisées.....	8
2.2.2.3	Bilan des opérations de revégétalisation.....	8
2.2.3	Bilan des mesures de compensation des impacts sur la flore.....	9
2.2.3.1	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1-1.2 « Valorisation des itinéraires techniques de production et de réhabilitation ».....	9
2.2.3.2	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.2 « Compensation des impacts sur les milieux dulçaquicoles ».....	10
2.2.3.3	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.4 « Compensation des impacts sur les espèces rares et menacées ».....	10
2.2.4	Remédiation du passif : réhabilitation de la mine A1	12
3	INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	15
3.1	Suivi des poussières	15
3.1.1	Présentation du réseau de suivi des retombées de poussières	15
3.1.2	Méthode	16
3.1.3	Disponibilité des données	17
3.1.4	Résultats	18
3.1.4.1	Valeurs réglementaires.....	18
3.1.4.2	Valeurs obtenues	19
3.1.5	Campagne de mesure de métaux dans les poussières.....	21
3.1.5.1	Métaux contenus dans les poussières en suspension (PM ₁₀)	21
3.1.5.2	Métaux contenus dans les retombées atmosphériques.....	23
3.1.6	Campagne de mesure des poussières en suspension sur la mine.....	24
3.1.7	Mesures d'atténuation.....	24
3.2	Suivis et mesures relatives à la flore	25
3.2.1	Suivis.....	25
3.2.1.1	Suivi annuel de l'état de santé de la végétation des lisières forestières	25

3.2.1.2	Suivi annuel de l'état de santé des massifs forestiers par télédétection.....	30
3.2.1.3	Suivi et contrôle des espèces exogènes.....	34
3.2.1.4	Suivi et production d'espèces rares et/ou menacées.....	36
3.2.1.5	Suivi de la ripisylve.....	38
3.2.2	Bilan des mesures de préservation et d'atténuation.....	42
3.2.2.1	Arrosage des pistes et des chantiers.....	42
3.2.2.2	Récolte de graines, boutures et plantules.....	43
3.2.2.3	Récupération et utilisation du topsoil.....	47
3.3	Suivis et mesures relatives à la faune	48
3.3.1	Suivis.....	48
3.3.1.1	<i>Suivi de la faune des massifs forestiers et paraforestiers</i>	<i>48</i>
3.3.1.2	<i>Suivi de l'échouage des oiseaux marins.....</i>	<i>54</i>
3.3.2	Bilan des mesures d'atténuation.....	55
3.3.2.1	<i>Compilation des inventaires existants sur les fourmis envahissantes.....</i>	<i>55</i>
3.3.2.2	<i>Lutte contre les espèces envahissantes.....</i>	<i>57</i>
3.3.2.3	<i>Optimisation de l'éclairage.....</i>	<i>59</i>
3.4	Gestion des déchets	61
3.4.1	Gestion des déchets sur site.....	61
3.4.1.1	Identification.....	61
3.4.1.2	Collecte.....	62
3.4.1.3	Stockage.....	62
3.4.1.4	Transport.....	64
3.4.1.5	Elimination/valorisation.....	64
3.4.2	Bilan de l'année 2019.....	65
3.4.3	Analyse des résultats.....	66
4	INCIDENCES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES.....	67
4.1	Pluviométrie.....	67
4.1.1	Présentation des stations météorologiques.....	67
4.1.2	Présentation des données.....	68
4.1.3	Caractéristiques des principaux événements pluvieux.....	68
4.1.3.1	<i>Evènement pluvieux du 14 au 21 février 2019.....</i>	<i>68</i>
4.1.4	Analyse statistique portant sur la pluie annuelle.....	71
4.1.5	Analyse statistique portant sur la pluie mensuelle.....	71
4.1.6	Analyse statistique portant sur la pluie journalière.....	72
4.1.7	Synthèse sur les précipitations.....	73
4.2	Gestion des eaux	74
4.2.1	Présentation des ouvrages de gestion des eaux.....	74
4.2.2	Principales interventions sur les ouvrages de gestion des eaux.....	74
4.2.3	Suivi des ouvrages lors des événements pluvieux majeurs.....	74
4.2.3.1	Comportement des ouvrages.....	74
4.3	Evolution des figures d'érosion	81
4.4	Suivi des débits de la Kwé Principale et des creeks alentours	85
4.4.1.1	Présentation des stations.....	85
4.4.1.2	Présentation des données disponibles.....	85

4.5	Suivi hydro-sédimentaire à la station KAL	86
4.5.1.1	<i>Présentation des données disponibles</i>	86
4.6	Suivi physico-chimique des eaux de surface	86
4.6.1	Présentation des stations	86
4.6.2	Présentation des résultats	87
4.6.2.1	<i>Résultats à la station Kwé Principale, 1-A (KAL)</i>	87
4.6.2.2	<i>Résultats à la station Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence.....</i>	99
4.6.2.3	<i>Rivière Truu (TR-01 et TR-02)</i>	110
4.6.2.4	<i>Rivière Wajana (WJ-01)</i>	120
4.6.3	Interprétation des résultats.....	123
4.6.3.1	<i>Kwé principale, 1-A (KAL)</i>	123
4.6.3.2	<i>Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence.....</i>	124
4.6.3.3	<i>Rivière Truu (TR-01 et TR-02)</i>	125
4.6.3.4	<i>Rivière Wajana (WJ-01)</i>	125
4.7	Suivi biologique des eaux de surface.....	126
4.7.1	Indices biotiques en périphérie de l'exploitation minière	126
4.7.1.1	Présentation des stations	126
4.7.1.2	<i>Présentation des données.....</i>	126
4.7.1.3	<i>Analyse</i>	130
4.7.2	Suivi de la faune ichthyenne et carcinologique en périphérie de l'exploitation minière	130
4.7.2.1	Présentation des stations	130
4.7.2.2	<i>Présentation des données pour la faune ichthyenne.....</i>	131
4.7.2.3	<i>Présentation des données pour la faune carcinologique</i>	142
4.7.2.4	<i>Analyse et interprétation des données de faune ichthyenne et carcinologique.....</i>	148
4.7.3	Suivi de la faune aquatique des lacs et dolines	150
4.8	Suivi des effluents	150
4.9	Compensation et remédiation du passif – déplacement du captage de la Wajana et réfection de sa piste d'accès.....	153
5	INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES	155
5.1	Plan d'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrogéologique de la Plaine des Lacs 2019-2025	155
5.2	Suivi hydrogéologique : Données disponibles et résultats obtenus.....	157
5.2.1	Présentation du réseau d'acquisition de données	157
5.2.2	Présentation des données disponibles	158
5.2.3	Analyse des impacts de la fosse minière sur les niveaux piézométriques	161
5.2.4	Analyse des impacts de la fosse minière sur le niveau d'eau des lacs	163
5.3	Actualisation du modèle hydrogéologique	163
6	SUIVI DU MILIEU MARIN.....	170
6.1	Plan de suivi de la baie Kwé	170
6.1.1	Stations suivies	170
6.1.1.1	<i>Localisation des points de prélèvement règlementaire de l'eau de mer et des sédiments</i>	171

6.1.1.2	<i>Stations de surveillance de la santé des écosystèmes : suivi des peuplements récifaux, de invertébrés et des poissons</i>	172
6.1.1.3	<i>Surveillance de l'herbier de la baie Kwé</i>	174
6.1.2	Indicateurs suivis et fréquence	175
6.1.2.1	<i>Indicateurs biologiques des écosystèmes coralliens et des populations associées</i>	175
6.1.2.2	<i>Indicateurs biologiques pour le suivi de l'herbier de la baie Kwé</i>	175
6.1.2.3	<i>Indicateurs physico-chimiques</i>	175
6.1.3	Analyses des résultats et rendus des bilans	176
6.2	Résultats des suivis de l'année 2019	177
6.2.1	Valeurs réglementaires et états de référence	177
6.2.2	Conditions météorologiques	178
6.2.3	Qualité physico chimique de l'eau de mer en baies Kwé et Port Boisé	179
6.2.3.1	Structure des masses d'eau.....	179
6.2.3.2	Concentration en éléments majeurs, valeurs de pH, et MES.....	180
6.2.3.3	<i>Sels nutritifs</i>	181
6.2.3.4	Métaux dissous.....	183
6.2.4	Suivi des flux de matières en suspension	188
6.2.4.1	Paramètres météorologiques.....	188
6.2.4.2	Caractérisation des matières en suspension.....	190
	Résultats de la campagne du premier semestre	190
	Résultats de la campagne du second semestre	194
6.2.4.3	Composition géochimique des matières en suspension.....	197
	Résultats de la campagne du premier semestre	197
	Résultats de la campagne du second semestre	198
6.2.4.4	Synthèse des résultats.....	199
6.2.5	Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées	199
6.2.5.1	Suivi du substrat (méthode LIT).....	200
6.2.5.2	<i>Le benthos</i>	201
6.2.5.3	<i>Les poissons</i>	202

FIGURES

Figure 1 : Vue de la fosse fin 2018.....	4
Figure 2 : État de la fosse fin 2019.....	4
Figure 3 : Exemple de chantier d'hydro-seeding sur la SMLT, 2018	8
Figure 4 : Localisation des plantations d'espèces ripisylves sur les berges du Grand Lac	10
Figure 5 : Plantation en 2011 (gauche) et en 2019 (droite)	13
Figure 6 : Illustration de la différence de croissance entre zone indurée quasiment nue (haut) et une zone plus meuble bien avec une bonne reprise de la végétation (bas).	13
Figure 7: Carte de localisation des stations de suivi des poussières dans le cadre de l'AEM	16
Figure 8 : Moyennes journalières – Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) – Base-vie	19
Figure 9 : Moyennes journalières – Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) – Forêt Nord.....	20
Figure 10 : Métaux contenus dans les poussières en suspension (PM10) pour les stations Forêt Nord et Base-vie en 2019.....	21
Figure 11 : Métaux contenus dans les retombées atmosphériques des stations Forêt Nord, Base-vie et Port Boisé en 2019	23
Figure 12 : Résultats des deux campagnes de suivis des poussières en suspension – Secteur Mine... 24	24
Figure 13 : Localisation des stations de suivi.....	27
Figure 14 : Massifs forestiers d'intérêt prioritaire suivi par télédétection	30
Figure 15 : Evolution des surfaces non impactées, impactées et très impactées entre 2011 et décembre 2019 au niveau des massifs forestiers situés à proximité de la mine et des massifs forestiers témoins.	32
Figure 16 : Indicateurs satellitaires (NDVI, EVI, GRVI et Fr) sur la période considérée.....	32
Figure 17 : Evolution de la végétation entre décembre 2018 et décembre 2019 (indice ISEV)	33
Figure 18 : Récolte de fruit sur <i>Xanthostemon sebertii</i>	36
Figure 19 : Localisation des stations de suivi situées à proximité d'ouvrage minier.....	39
Figure 20: Activité photosynthétique mesurée par site de suivi	41
Figure 21 : Localisation des points d'alimentation des arroseuses.....	42
Figure 22 : Triage et rangement des récoltes opérées sur le Plateau de Goro à la Pépinière VNC	45
Figure 23 : Evolution des oiseaux communs sur le plateau de Goro de 2008 à 2019	50
Figure 24 : Moyenne des contacts sur la période 2008 à 2019 par relique forestière et par espèces	51
Figure 25 : Nombre d'oiseaux échoués par année et par site	54
Figure 26 : Emplacement des pièges a cochons sur des liserés de forêt sur le bassin versant de la Kue ayant trace de passage de cochons	57
Figure 27 : Rayon de 400m de surveillance pour les moustiques et rongeurs au tour du port considérée comme le point d'entrée internationale (PEI) selon le Règlement Sanitaire International.....	58
Figure 28 : Emplacement de l'ensemble des zones contrôlée pour les rongeurs sur Vale NC par Callisto OROP	58
Figure 29: Parc de tour d'éclairage au centre industriel minière de Vale Nouvelle-Calédonie.....	59

Figure 30 : Localisation des zones de dépôt de déchets	63
Figure 31 : Localisation des stations de suivi des eaux de surface	67
Figure 32 : Localisation des stations automatiques d'enregistrements pluviométriques	69
Figure 33 : Evolution de la pluie annuelle au pluviomètre de l'ancienne pépinière entre 1997 et 2019	71
Figure 34 : Pluie mensuelle à la station Ancienne Pépinière : Ecart à la médiane 1951-2009	72
Figure 35 : photographies des bassins de sédimentation suite au passage de la dépression OMA	80
Figure 36 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur le BSKN	82
Figure 37 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la Carrière Limonite Sud.....	82
Figure 38 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la figure d'érosion CPKE.....	82
Figure 39 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Grand kaori	83
Figure 40 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Kwé Ouest.....	83
Figure 41 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la Verse à Stérile Kwé Est.....	83
Figure 42 : Localisation des figures d'érosion remarquables sélectionnées pour suivi	84
Figure 43 : Données de pH des stations KAL et 1-A entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020.....	88
Figure 44 : Données de conductivité des stations KAL et 1-A du 1 ^{er} janvier 2008 au 1 ^{er} janvier 2020	89
Figure 45 : Données de température de la station 1-A du 1 ^{er} janvier 2008 au 1 ^{er} janvier 2020.....	90
Figure 46 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2019	91
Figure 47 : Concentrations en manganèse de la station 1-A entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020 ...	92
Figure 48 : Concentrations en chlorures de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	93
Figure 49 : Concentrations en nitrates de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	94
Figure 50 : Concentrations en chrome à la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	95
Figure 51 : Concentrations en chrome VI à la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020...	95
Figure 52 : Concentrations en magnésium de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	96
Figure 53 : Concentrations en nickel de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	97
Figure 54 : Concentrations en potassium de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	98
Figure 55 : Concentrations en sodium de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	98
Figure 56 : Données de pH de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	100
Figure 57 : Données de conductivité de la station 3-C du 1 ^{er} janvier 2008 au 1 ^{er} janvier 2020.....	101
Figure 58 : Données de température de la station 3-C du 1 ^{er} janvier 2008 au 1 ^{er} janvier 2020	102
Figure 59 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	103
Figure 60 : Concentrations en manganèse de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020 .	104

Figure 61 : Concentrations en chlorures de la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	105
Figure 62 : Concentrations en nitrates de la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	106
Figure 63 : Concentrations en magnésium de la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	107
Figure 64 : Concentrations en nickel à la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	108
Figure 65 : Concentrations en potassium à la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	109
Figure 66 : Concentrations en sodium à la station 3- C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2020	109
Figure 67 : Mesures de pH pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	110
Figure 68 : Mesures de conductivités pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	111
Figure 69 : Mesures de température pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	112
Figure 70 : Concentrations en sulfates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	113
Figure 71 : Concentrations en magnésium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	114
Figure 72 : Concentrations en nickel pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	115
Figure 73 : Concentrations en chlorures pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	116
Figure 74 : Concentrations en nitrates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	117
Figure 75 : Concentrations en chrome pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	118
Figure 76 : Concentrations en chrome VI pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	118
Figure 77 : Concentrations en potassium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	119
Figure 78 : Concentrations en sodium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020	119
Figure 79 : Mesures de pH pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020.....	120
Figure 80 : Mesures de conductivité pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020 ..	121
Figure 81 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020..	122
Figure 82 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2020..	122
Figure 83 : Résultats des métriques des suivis macro-invertébrées	128
Figure 84 : Résultats IBNC et IBS.....	129
Figure 85: Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kwé entre janvier 2011 et juillet 2019.....	133
Figure 86 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juillet 2019.....	135
Figure 87 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juillet 2019.....	137

Figure 88 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et août 2019	140
Figure 89 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Trou Bleu entre juin 2010 et août 2019 (effectif, espèces, biomasses et densités)	142
Figure 90 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kwe entre janvier 2011 et août 2019 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	143
Figure 91 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et août 2019 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	144
Figure 92 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et août 2019 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	145
Figure 93 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités).....	146
Figure 94 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la Truu entre février 2012 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités).....	147
Figure 95: localisation des débourbeurs – séparateurs	151
Figure 96: Conformité des points d'inspection en 2018 et 2019	153
Figure 97 : Données piézométriques disponibles sur 09EX0035 et 09EX0036	158
Figure 98 : Données piézométriques disponibles sur 09GH0001 et 09GH0003	158
Figure 99 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0238 et 10EX0239	158
Figure 100 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0371 et 10EX0332	159
Figure 101 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0422 et 11EX0438	159
Figure 102 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0449 et 11EX0473	159
Figure 103 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0463 et 11EX0471	160
Figure 104 : Données limnimétriques disponibles sur le lac Xere Wapo et le lac Robert	160
Figure 106 : approfondissement du terrain naturel entre décembre 2018 et janvier 2020 au droit de la fosse minière.....	162
Figure 119 : Caractéristiques morphologiques du bassin versant de la rivière Kwé qui influence le milieu marin au niveau de la baie Kwé	171
Figure 121 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie témoin de Port boisé (St 03) et en baie Kwé	172
Figure 122 : Localisation de la station ST 08 de suivi des écosystèmes coralliens en zone affectée par les panaches issus de la Baie Kwé	173
Figure 123 : Schéma structural de la station ST 08- PUKA	174
Figure 124 : Quadras de suivi de l'herbier en baie Kwé.....	175
Figure 125 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2007 à 2019 en saison chaude ; données météorologiques enregistrées à la station de mesure de l'usine.	178
Figure 126 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2008 à 2019 en saison fraîche ; données météorologiques enregistrées à la station de mesure de l'usine.	178
Figure 127 : Concentration en Co, CrVI, Mn, Ni dissous mesurées en sub-surface(S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux stations St03 et St06 lors des campagnes « saison chaude » (2007 à 2019). La ligne rouge représente la limite de quantification.	185

Figure 128 : Concentration en Co, CrVI, Mn, Ni dissous mesurées en sub-surface(S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux stations St03 et St06 lors des campagnes « saison fraîche » (2007 à 2019). La ligne rouge représente la limite de quantification.	187
Figure 129 : Masse totale de MES piégées et composition en fraction fine (<41 µm) et fraction grossière (>41 µm) des 12 prélèvements du piège séquentiel à St06	191
Figure 130 : Pourcentage massique en fractions fines (<41 µm) et fractions grossières (>41 µm) des 12 prélèvements du piège séquentiel à St06	191
Figure 131 : Teneurs en carbonates contenues dans les fractions fines des 12 prélèvements	194
Figure 132 : Masse totale de MES piégées et composition en fraction fine (<41µm) et fraction grossière (>41µm) des 12 prélèvements	194
Figure 133 : Pourcentage massique en fractions fines et fractions grossières dans les 12 prélèvements	195
Figure 134 : Distribution granulométrique de la fraction fine des 4 prélèvements	196
Figure 135 : Teneurs en carbonates contenues dans les fractions fines (<41µm) des 12 prélèvements	197
Figure 136 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A - octobre 2019	200
Figure 137 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B - octobre 2019	201
Figure 138 : Répartition par sous-groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) à la station ST08.....	201

TABLEAUX

Tableau 1: Production de l'année 2018, selon le type de matériaux	3
Tableau 2: Surfaces défrichées en 2019 par chantier	6
Tableau 3: Autorisations de défrichements nécessaires aux chantiers 2019	6
Tableau 4 : Travaux de revégétalisation en 2019	7
Tableau 5 : Liste des espèces rares inscrites au plan de conservation	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 6: Localisation, dénomination et caractéristiques des sites de mesures des poussières	15
Tableau 7: Pourcentage de données exploitables	17
Tableau 8 : Disponibilité des données de retombées de poussières, poussières en suspension et métaux	17
Tableau 9: Seuils applicables au suivi de la qualité de l'air pour les particules en suspension	18
Tableau 10 : Valeurs indicatives pour les métaux contenus dans les retombées de poussières	18
Tableau 11 : Obligations applicables au suivi de la qualité de l'air - métaux contenus dans les PM ₁₀ ...	19
Tableau 12 : Comparaison des mesures de poussières aux obligations réglementaires	20
Tableau 13 : Moyenne annuelle 2019 des métaux dans les PM ₁₀ pour les stations Forêt Nord et Base-vie	22
Tableau 14 : comparaison aux valeurs de référence pour les métaux dans les retombées de poussière en 2019	24
Tableau 15: Paramètres de suivi et photographie	28
Tableau 16: Liste des points de suivi de la présence d'espèces exogènes	34
Tableau 17: Résultats des suivis des espèces exogènes végétales sur le point de suivi de l'Imine	35
Tableau 18: Synthèse des actions de conservation engagées en 2019	37
Tableau 19 : Paramètres de suivi et métriques associées	40
Tableau 20 : Récapitulatif des récoltes effectuées lors de la saison 2018-2019 par VNC sur le Plateau de Goro	43
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des transplantations de plantules réalisées par VNC en 2018	46
Tableau 22 : Résultats des points d'écoute 2019 sur le plateau de Goro	49
Tableau 23 : Succès des captures 2019 (pitfall traps)	53
Tableau 24 : Diversité spécifique des lézards (et statuts UICN révisés, en 2018, en rouge) par site de surveillance	53
Tableau 25: Liste des espèces de fourmis détectées sur le site industriel de VNC et Prony en mai 2019. <i>En rouge sont les pestes majeures en Nouvelle Calédonie, en vert des locales et celles en noir sont des espèces exogènes pas ou peu envahissante (Source : Ravary Mai, 2019)</i>	56
Tableau 26: Liste des espèces de fourmis détectées sur le site industriel de Vale NC à Prony en novembre 2019. <i>En rouge sont les pestes majeures en Nouvelle Calédonie, en vert des locales et celles en noir sont des espèces exogènes pas ou peu envahissante (Source : Ravary Novembre, 2019)</i>	56
Tableau 27 : Synthèse des déchets traités du site de Vale Nouvelle-Calédonie en 2018 et 2019	65
Tableau 28 : Intensités pluviométriques sur les 3 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 14 au 21 février 2019	69

Tableau 29 : Période de retour pour la station GORO_RESIDUS	70
Tableau 30 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	70
Tableau 31 : Période de retour pour la station GORO_USINE	70
Tableau 32 : Effectifs des précipitations journalières observées de 2012 à 2019	72
Tableau 33: Caractéristiques des cycles pluviométriques de 2012 à 2019	73
Tableau 34 : Synthèse des inspections des bassins de sédimentation- Secteur mine	74
Tableau 35 : Description du suivi des débits prescrit dans l'AEM (6 stations).....	85
Tableau 36 : Description du suivi de la physico-chimie prescrit dans l'AEM (5 stations)	86
Tableau 37 : Résultats d'analyse du suivi 2019 à la station 1-A (KAL), Kwé principale.....	123
Tableau 38 : Résultats d'analyse du suivi 2019 à la station 3-C (Trou Bleu)	124
Tableau 39 : Résultats d'analyse du suivi 2019 aux stations TR-02 et TR-01 (Truu)	125
Tableau 40 : Présentation des stations de suivi des IBNC et IBS	126
Tableau 41 : Localisation des points de suivi réglementaires pour le suivi de la faune ichtyologique ..	130
Tableau 42 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la Kwé..	132
Tableau 43 : Liste des espèces inventoriées en juin 2019 pour les huit stations de suivi du bassin versant de la Kwé	132
Tableau 44 : Caractéristiques physico-chimiques de la station de suivi du bassin versant de la Kuebini.....	134
Tableau 45 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour la station de suivi du bassin versant de la Kuebini	135
Tableau 46 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana.....	136
Tableau 47 : Liste des espèces inventoriées en juin 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la Wajana	137
Tableau 48 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu.....	138
Tableau 49 : Liste des espèces inventoriées en juin 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu.....	139
Tableau 50 : Synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la rivière Trou Bleu de 2019	140
Tableau 51 : Liste des espèces inventoriées en juin-juillet 2019 dans la rivière Trou Bleu.....	141
Tableau 52 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la Kwé	143
Tableau 53 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour le suivi de la rivière Kuebini	144
Tableau 54 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana	145
Tableau 55 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour le suivi de la rivière Truu.....	146
Tableau 56 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour les stations de suivi de la rivière Truu.....	147
Tableau 57 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures	150
Tableau 58 : Conformité réglementaire du suivi des rejets des séparateurs à hydrocarbures (2019).....	152
Tableau 59 : nouveau planning proposé pour le plan d'amélioration des connaissances hydrogéologiques	156
Tableau 60 : Stations de suivi réglementaire des eaux souterraines	157

Tableau 61 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie Kwé et dans la baie témoin de Port boisé (Référentiel WGS-84)	171
Cette surveillance est effectuée sur la station « sentinelle fixe » ST08–PUKA. Le tableau 62 et la Figure 137 montrent son point d'implantation.	172
Tableau 63 : Localisation de la station ST08 de suivi des écosystèmes coralliens (RGNC 91)	173
Tableau 64 : Position des quadras de suivi de l'herbier, référentiel RGNC 91-93 LAMBERT.....	174
Tableau 65 : Paramètres suivis dans le cadre des missions de suivi de la qualité de l'eau de mer et des sédiments marins.....	176
Tableau 66 : Concentration en éléments majeurs, valeurs du pH et concentrations de MES lors de la campagne semestrielle de mars 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST06 et ST03	180
Tableau 67 : Comparaison des concentrations de MES entre la campagne de mars 2018 et mars 2019	180
Tableau 68 : Concentration en éléments majeurs, valeurs du pH et concentrations de MES lors de la campagne semestrielle d'août 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST06 et ST03.....	181
Tableau 69 : Comparaison des concentrations de MES entre la campagne d'août 2018 et août 2019	181
Tableau 70 : Concentration des sels nutritifs lors de la campagne semestrielle de mars 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST03 et ST06	182
Tableau 71 : Comparaison des concentrations en sels nutritifs entre la campagne de mars 2018 et mars 2019	182
Tableau 72 : Concentration des sels nutritifs lors de la campagne semestrielle d'août 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST03 et ST06.....	182
Tableau 73 : Comparaison des concentrations en sels nutritifs entre la campagne d'août 2018 et août 2019.....	183
Tableau 74 : Concentration en métaux dissous (campagne de mars 2019) sur ST06 et ST03	183
Tableau 75 : Comparaison des concentrations en arsenic entre la campagne de mars 2018 et mars 2019	183
Tableau 76 : Concentration en métaux dissous (campagne d'août 2019) sur ST06 et ST03	186
Tableau 77 : Comparaison des concentrations en arsenic entre la campagne d'août 2018 et août 2019	186
Tableau 78 : Variables journalières des paramètres météorologiques (cumul de précipitations et moyenne de vitesse et direction de vents maximales instantanées) collectées par la station météorologique « GORO » - Saison chaude	189
Tableau 79 : Variables journalières des paramètres météorologiques (cumul de précipitations et moyenne de vitesse et direction de vents maximales instantanées) collectées par la station météorologique « GORO » - Saison fraîche.....	190
Tableau 80 : Compilation des données moyennes ± écart-types de la MES totale, des pourcentages massiques en fractions fines (<41µm) et des teneurs en carbonates dans la fraction fine lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St06	192
Tableau 81 : Distribution granulométrique de la fraction fine (<41 µm) des 4 prélèvements	192
Tableau 82 : Compilation des données moyennes ± écart-types de la distribution granulométrique dans la fraction fine (<41µm) des MES	193
Tableau 83 : Composition minéralogique de la fraction fine (<41µm) des 4 prélèvements	193
Tableau 84 : Compilation des données moyennes ± écart-types de la MES totale, des pourcentages massiques en fractions fines et des teneurs en carbonates dans la fraction fine lors des différentes campagnes d'immersion	195

Tableau 85 : Composition minéralogique de la fraction fine des 4 prélèvements	196
Tableau 86 : Concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines des 12 prélèvements	197
Tableau 87 : Compilation des données moyennes \pm écart-types des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion.....	198
Tableau 88 : Concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines des 12 prélèvements	198
Tableau 89 : Compilation des données moyennes \pm écart-types des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion.....	199
Tableau 90 : Données sur les poissons à la station ST08.....	202
Tableau 91 : Liste des espèces complémentaires - station ST08	203
Tableau 92 : Synopsis des résultats et récapitulatif des précédentes campagnes - station ST08.....	205

ANNEXES

- Annexe 1 :** Plan de localisation des défrichements réalisés en 2019, VNC, Mai 2020
- Annexe 2 :** Bilan des actions de revégétalisation Vale NC – année 2019, VNC, Juin 2019
- Annexe 3 :** Espèces rares, menacées et/ou protégées dans la zone d'influence des infrastructures industrielles et minières de Vale NC : Bilan 2019 des activités de conservation, VNC, Juin 2020
- Annexe 4 :** Résultats du suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers, VNC, Avril 2020
- Annexe 5 :** VEGUSINE_Etat actuel du suivi, Bluecham, Mars 2019
- Annexe 6 :** Détection précoce et suivi des espèces végétales exotiques envahissantes sur le site de Vale NC, VNC, Novembre 2019
- Annexe 7 :** Tableau de suivi de la ripisylve 2019, VNC, 2019
- Annexe 8 :** Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro, année 2019, Hemispheres
- Annexe 9 :** Campagne de surveillance 2019 de l'herpétofaune de trois sites forestiers sur le site minier de Vale Nouvelle-Calédonie, Astrongatt, 2019
- Annexe 10 :** Cartographie des fourmis envahissantes sur la zone minière, VNC, Janvier 2020
- Annexe 11 :** Fiches de suivi des figures d'érosion, VNC, 2019

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs du rapport

La société Vale Nouvelle-Calédonie S.A.S. (Société par Actions Simplifiée) (ci-après nommée "VNC") valorise le gisement nickélifère et cobaltifère du plateau de Goro, situé à l'extrême sud de la Grande Terre de la Nouvelle-Calédonie.

VNC a produit en 2019 des oxydes de nickel et du carbonate de cobalt ainsi qu'un composé de nickel dénommé IPNM (Produit intermédiaire de la métallurgie du nickel "Intermediate Product of Nickel Metallurgy").

Outre la mine, le complexe industriel de VNC comprend notamment :

- une usine hydro-métallurgique exploitant un procédé de type HPAL, développé sur les minerais calédoniens dès 1999. Ce procédé a été adapté au gisement de Goro. Il permet de valoriser les minerais latéritiques en les associant aux saprolites ;
- des utilités (stockage de liquides inflammables, installation de transit de déchets industriels, installation de compression, installation de combustion) ;
- un port ;
- une aire de stockage des résidus issus du traitement hydro-métallurgique localisée dans le bassin de la Kwé Ouest 2 (KO2) ;
- une usine d'assèchement des résidus susvisés ;
- des carrières.

L'exploitation du site minier de « GORO » est autorisée par l'arrêté n° 2698-2016/ARR/DIMENC du 30 septembre 2016 (ci-après désigné par « AEM »).

Conformément aux articles Lp. 142-6 et R. 142-9-2, le présent rapport rend compte de l'incidence des activités minières sur l'occupation des sols, sur l'environnement et sur les eaux superficielles et souterraines au cours de l'année 2018.

1.2 Contenu du rapport

Le présent rapport traite des thématiques suivantes :

- Occupation des sols :
 - Ouvrages miniers ;
 - Défrichage ;
 - revégétalisation ;
- Environnement :
 - suivi des poussières ;
 - suivis et mesures de mitigation relatives à la flore ;
 - suivis et mesures de mitigation relatives à la faune ;
 - gestion des déchets ;
- Eaux superficielles :
 - pluviométrie ;
 - suivi des ouvrages de gestion des eaux ;
 - suivi des figures d'érosion ;
 - suivi des débits de la Kwé Principale ;
 - suivi hydrosédimentaire à la station KAL ;
 - suivi physico-chimique des eaux de surface ;
 - suivi biologique des eaux de surface ;
 - suivi des effluents ;
- Eaux souterraines :
 - suivi hydrogéologique ;
 - actualisation du modèle hydrogéologique ;
- Suivi du milieu marin

Le contenu de chaque partie a été établi selon les dispositions spécifiques de l'arrêté n° 2698-2016/ARR/DIMENC du 30 septembre 2016.

2 L'EXPLOITATION MINIERE EN 2019 ET INCIDENCE SUR L'OCCUPATION DES SOLS

2.1 Volumes excavés et alimentation de l'usine

L'objectif de production pour l'année 2019 était de 13,6 Mth en recourant à une soixantaine d'engins miniers.

La production de l'année 2019 a été de 12,03 Mth¹.

Tableau 1: Production de l'année 2018, selon le type de matériaux

Horizon	2019
Unité	<i>Mt humides</i>
FCO	0.11
FRE	1.50
OVB	3.69
MBT	0.27
LAT	1.71
LMG	0.71
SAP	1.27
BRK	1.40
Reprise des bandes de roulement	1.37
Excavé Total	12.03

Les différents matériaux listés dans le tableau ci-avant sont présentés sur le profil d'altération en page suivante.

L'évolution de la fosse au cours de l'année 2019 est illustrée ci-après.

¹ Mth : million de tonnes humides

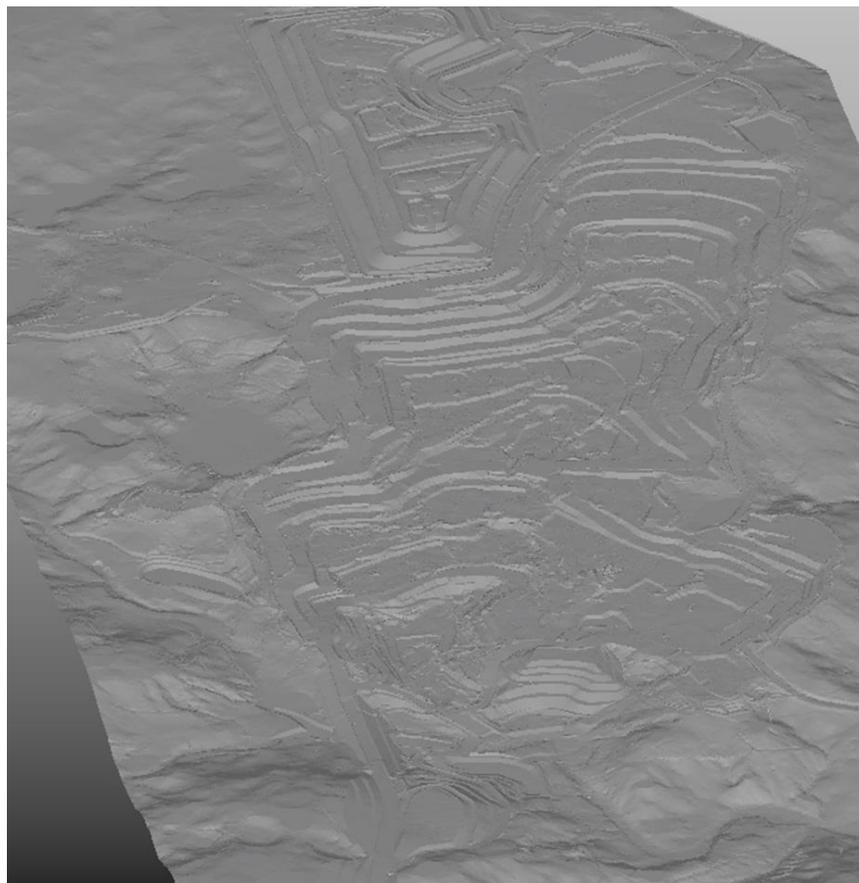


Figure 1 : Vue de la fosse fin 2018

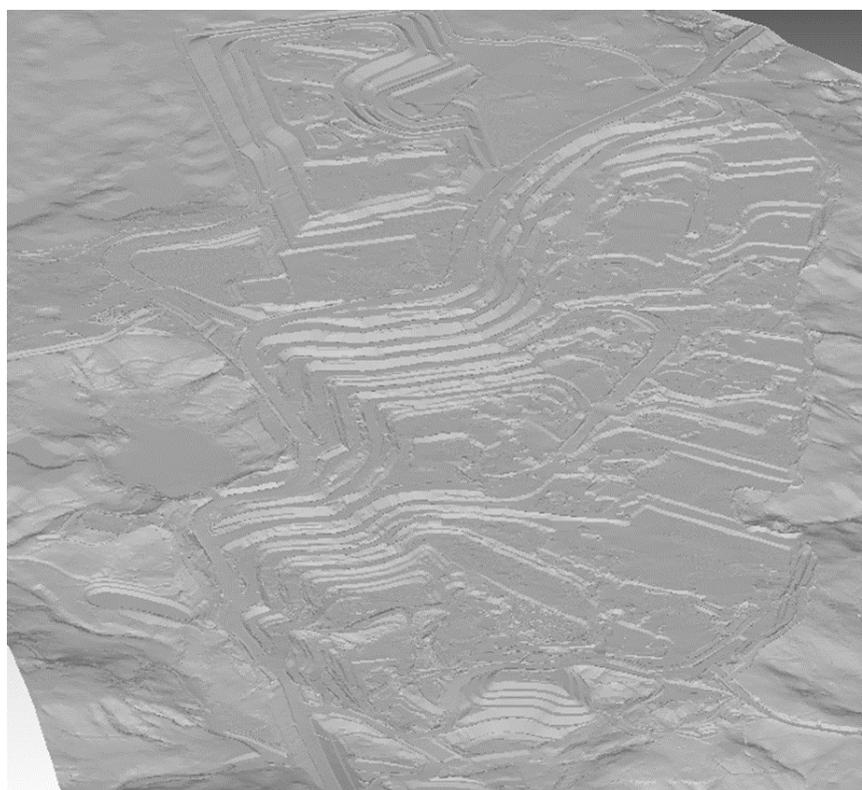


Figure 2 : État de la fosse fin 2019

2.1.1 Liste des verses actives et des verses inactives

La verse SMLT est actuellement la seule verse active sur le site minier. Les verses VSEM, V5 et VSKE sont existantes et inactives. La verse de la Kwé Ouest, verse utilisée dans le cadre de la construction du parc à résidus de la Kwé Ouest, est aussi inactive.

Le projet de verse Goro, localisé dans l'emprise de la fosse minière, assurera la continuité du stockage des stériles à partir de 2021, une fois le fond de fosse suffisamment disponible.

2.1.2 Principales interventions

➤ *cf. Article D3.2 des prescriptions techniques de l'AEM*

Les activités se sont concentrées sur la verse SMLT, seule verse en cours de construction. Les principales interventions comprennent pour 2019 :

- Les mèches horizontales ont été finalisées et les cheminées et descentes d'eau ont été prolongées au fur et à mesure de la rehausse ;
- Poursuite de la méthodologie de construction consistant à édifier les voies d'accès en quinconce entre les niveaux N et N+1 ;
- Poursuite de la construction de renforts extérieurs (de ceinture) ;
- Préparation pour l'aménagement de la piste de colature sud ;
- Au dernier trimestre 2019, des boues provenant de la campagne de curage de bassins de sédimentation ont été entreposées dans la verse SMLT ;
- Des travaux de talutage ont été accomplis et continuent encore. Aucune terre végétale n'a été disposée sur les talus de la verse en 2019.

2.2 Surfaces défrichées et revégétalisées

2.2.1 Bilan des défrichements en 2019

☞ Se référer à l'**Annexe 1** : Plan de localisation des défrichements réalisés en 2019, VNC, Mai 2020

Les chantiers nécessitant du défrichement en 2019 sont listés dans le Tableau 2 et représentés sur le plan figurant en Annexe 1. Se référer au bilan des travaux 2019 pour de plus amples détails sur ces travaux.

Tableau 2: Surfaces défrichées en 2019 par chantier

Chantiers	Végétation défrichée (ha)
Carrière CPA1	0,50
Chantier minier 2019 – Sud CR10	5,46
Chantier minier 2019 – rampe nord	2,91
Extension du ROM-Pad	0,54
Lucy et Mine access road	25,89
Sondages de pré-production 2019	0,08
TOTAL	35,38

Les autorisations de défrichement nécessaires à ces travaux sont les suivantes :

Tableau 3: Autorisations de défrichements nécessaires aux chantiers 2019

Chantiers	Références des autorisations de défrichement
Carrière CPA1	Arrêté n° 977-2016/ARR/DENV Arrêté n° 2233-2017ARR/DENV
Extension du ROM-Pad	Arrêté n° 2861-2016/ARR/DENV
Chantiers miniers 2019	Arrêté n° 2848-2013/ARR/DENV Arrêté n° 1056-2014/ARR/DENV Arrêté n° 2853-2014/ARR/DENV Arrêté n° 1872-2015/ARR/DENV Arrêté n° 987-2016/ARR/DENV
Sondages de pré-production 2019	Arrêté n° 1056-2014/ARR/DENV Arrêté n° 1349-2017/ARR/DENV
Lucy et MAR	Arrêté 13-2012/ARR/DENV Arrêté 775-2014/ARR/DENV Arrêté 1872-2015/ARR/DENV Arrêté n° 3390-2017/ARR/DENV Arrêté 894-2019/ARR/DENV

Les défrichements les plus importants concernent le projet Lucy et l'ouverture de la nouvelle route d'accès à la mine (ou MAR). Au sud de la fosse Goro, une distance de plus de 100 mètres avec la forêt de la Kwé Est a été conservée.

2.2.2 Bilan des surfaces revégétalisées en 2019

2.2.2.1 Chantiers de revégétalisation 2019

En 2019, les activités de revégétalisation ont concerné des travaux de compensation liés à des arrêtés d'autorisations de défrichement ainsi que des travaux de réhabilitation de la verse « SMLT ». Le détail de ces opérations figure dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Travaux de revégétalisation en 2019

Référence arrêté	Titre Minier	Localisation	Type de travaux	Surfaces (Ha)	Nb de plants	Nbr d'espèces	% réalisés sur l'arrêté correspondant
Arrêté n° 2848-2013/ARR/DENV du 07 novembre 2013	DOMAINE	PPRB	Travaux de plantations de maquis minier	10	99 976	40	31
		Plaine des lacs	Enrichissement de zones humides	6	8 044	23	45
Arrêté n°1172-2013/ARR/DENV	AS3	PGK	Enrichissement forestier	5	4 334	19	79
Arrêté 460-2016-DIMENC Compensation Chêne gomme sur la zone de dépérissement en aval de l'usine	AS3	Patch à Chênes gomme en amont de PGK 1	Enrichissement forestier	2,3	2 302	9	16
Arrêté n°2166-2015/ARR/DENV	INVASION 5	Patch forestier sur INVASION 5	Enrichissement forestier	4,6	17 866	37	100
Arrêté n° 887-2016/ARR/DENV du 18 avril 2016	FER	Patch forestier au nord de SMLT	Enrichissement forestier	2	2 032	16	26
2861-2016/ARR/DENV du 26/10/2016	CASCADE	Mine des Japonais	Travaux de plantations de maquis minier	3,7	37 086	30	100
-	FER	Talus du SMLT	Semi hydraulique	2		23	-
Sous-total Plantation de maquis				13,7	137 062	46	
Sous-total Enrichissement				19,9	34 578	37	
Sous-total semi-hydraulique				2		20	
TOTAL GENERAL				35,6	171 640	70	

Les opérations de revégétalisation compensatoires sont présentées plus en détail dans le bilan des actions de revégétalisation VNC – Année 2019 – en Annexe 2.

De manières générales, les plantations suivent le protocole suivant :

- Trouaison réalisée avec une tarière thermique munie d'un foret de 100 mm. Les trous ainsi faits ont une profondeur d'environ une vingtaine de cm. Dans le cas de plantation de maquis, ils ne doivent pas excéder cette taille afin de ne pas être surdimensionnés par rapport aux plants (entre 20 et 30cm de la cime aux racines). Pour les plants de forêts, cela dépendra de la taille des plants (assez variable selon les espèces et leur âge) et la trouaison pourra se faire à la pelle au besoin.
- Ajout du mélange d'engrais minéral de type 700 jours (les nutriments seront libérés sur 700 jours) et hydro-rétenteur. Ce dernier est hydraté au préalable avant le début du chantier. De petits stocks hydratés peuvent être constitués au dock de la pépinière VNC mais doivent impérativement être stockés à l'abris.

- Une couche de paillage est ensuite déposée au pied du plant fraîchement mis en terre. Ce paillage assurera une protection contre les précipitations et un dessèchement rapide. Elle constitue également une barrière contre les espèces exotiques végétales. De plus, il pourra à moyen terme constituer une source de matière organique.

2.2.2.2 Techniques de revégétalisation utilisées

➤ cf. Articles D8.3 à D8.4 et C.5.3.3 des prescriptions techniques de l'AEM

Les zones de réhabilitation de la verse SMLT concernant essentiellement les talus de la verse, la technique de l'ensemencement hydraulique ou hydroseeding a été sélectionnée. Le semi a été réalisé mai 2019. Un suivi de la reprise de la végétation sera effectué sur cinq ans.

Le mélange employé est constitué d'hydromulch, d'engrais minéral, ainsi que de graines issues de 20 espèces endémiques du maquis minier. La densité employée est de 1 500 graines au m².

Une surface totale de 2 hectares a ainsi été traitée.



Figure 3 : Exemple de chantier d'hydro-seeding sur la SMLT, 2018

En 2019, il n'y a pas eu d'épandage de boues de stations d'épuration.

2.2.2.3 Bilan des opérations de revégétalisation

➤ cf. Article D8.2 des prescriptions techniques de l'AEM

Comme cité précédemment, deux hectares de la verse SMLT ont été revégétalisés en 2019.

2.2.3 Bilan des mesures de compensation des impacts sur la flore

➤ cf. Article E1 des prescriptions techniques de l'AEM

2.2.3.1 Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1-1.2 « Valorisation des itinéraires techniques de production et de réhabilitation »

Plusieurs actions de l'Article E1-1.2 des prescriptions techniques de l'AEM « Valorisation des itinéraires techniques de production et de réhabilitation » ont été poursuivies en 2018. Ces actions sont décrites dans les paragraphes suivants.

❖ **Création des fichiers des itinéraires techniques des espèces utilisées dans la revégétalisation des sites miniers listés dans l'AEM**

La pépinière dispose d'une base de données de production de plantes en constante évolution. Les fichiers d'itinéraires techniques sont réalisés sur des espèces pionnières de maquis et forêts selon la base des données phénologique et production validée ainsi que la disponibilité d'une photo illustrative de chaque étape (récoltes, conditionnement des graines, germination, élevage de plantes).

En 2018, des fichiers d'itinéraires techniques ont été établis pour 11 espèces. Au total, 22 espèces (*Austrobuxus carunculatus*, *Acridocarpus austrocaledonica*, *Alphitonia neocaledonica*, *Calophyllum caledonicum*, *Carpolepis laurifolia*, *Lomandra insularis*, *Macherina deplanchei*, *Pleioluma sebertii*, *Pleurocalyptus pancheri*, *Stenocarpus umbelliferus* et *Xanthostemon aurantiacum*) possède un fichier d'itinéraire technique.

Les fichiers seront revus et communiqués en interne suite à un avis scientifique collégial en externe sur les données techniques présentées pour les fichiers de 2018.

❖ **Recherches et expérimentations sur les techniques industrielles d'inoculation des espèces endémiques avec des mycorhizes et bactéries fixateurs d'azote**

VNC a participé au financement de l'étude de thèse IAC de Julien Demenois sur « l'influence des symbioses mycorhiziennes et des traits racinaires sur l'érosion des sols tropicaux et ses applications à la restauration écologique des écosystèmes forestiers dégradés de Nouvelle-Calédonie ». Cette étude novatrice s'est portée sur les réponses en croissance (santé, racinaires) des plantes en serre de *Nothofagus aequilateralis*, *Arillastrum gumiferum* et *Tristaniopsis glauca* inoculées avec des souches d'ectomycorhizes se trouvant sur ces mêmes espèces en milieu naturel afin de mieux déceler les bénéfiques pour les plantes.

L'étude a débuté en 2016 à l'IAC avec une restitution en juin 2017. Les résultats préliminaires de l'étude ont été publiés dans le journal scientifique Australian Journal of Botany en 2017 ainsi qu'une thèse en Agronomie. Les résultats préliminaires montrent que les plantes inoculées ont été plus résistantes à des carences dans les sols latéritiques.

Le rapport final intégrant des études complémentaires pour évaluer les gains selon les souches isolées afin de cibler les souches les plus performantes pour les plantes, n'a pas été achevé cette année et sera rendu à une date ultérieure (Problèmes de santé du responsable de l'étude).

2.2.3.2 Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.2 « Compensation des impacts sur les milieux dulçaquicoles »

Les actions de compensation des impacts sur les milieux dulçaquicoles ont été initiées en 2017 avec la stabilisation des berges du Grand Lac. Les berges sud et sud-ouest du Grand Lac, constituées de matières colluviales actives, sont soumises à des apports terrigènes en provenance du chemin rural CR10. Ses berges abritent deux espèces rares, *Retrophyllum minus* et *Callitris pancheri* dont les populations apparaissent étendues mais constituées d'individus épars. Cette action sera poursuivie en 2020, les individus de *retrophyllum minus* étant encore en cours de croissance à la pépinière et trop jeune pour partir en plantation. Ces plantations permettront de stabiliser les berges et ainsi de réduire les dépôts terrigènes vers les eaux peu profondes du Grand Lac.



Figure 4 : Localisation des plantations d'espèces ripisylves sur les berges du Grand Lac

2.2.3.3 Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.4 « Compensation des impacts sur les espèces rares et menacées »

❖ Actualisation du plan de compensation sur les espèces rares

Le plan de conservation des espèces rares et menacées de VNC a été actualisé en 2017 afin de répondre au plan de compensation des impacts résiduels engendrés par l'exploitation minière. Ce plan intègre 41 espèces rares présentes sur la zone de référence socio-économique, la zone d'influence et la zone d'emprise de VNC et se divise en trois principaux programmes adaptés aux enjeux de ces différentes zones. Pour chaque zone, les espèces ont été hiérarchisées selon leur priorité de conservation et des plans d'actions opérationnels ont été définis pour chacune de ces espèces.

Les actions de conservation engagées en 2019 impliquant le suivi, les récoltes, la production et les plantations d'espèces rares inscrites au plan de conservation sont présentées en Annexe 3.

Tableau 5 : Liste des espèces rares inscrites au plan de conservation

Espece	Statut	Zone
<i>Planchonella latihila</i>	CR	Zone emprise
<i>Canacomyrca monticola</i>	EN	
<i>Pandanus verecundus</i>	CR	
<i>Pittosporum muricatum</i>	EN	
<i>Araucaria goroensis</i>	EN	
<i>Pycnandra caeruleilatex</i>	EN	
<i>Agathis ovata</i>	EN	
<i>Rauvolfia sevenetii</i>	EN	
<i>Xanthostemon cf. sebertii</i>	EX	
<i>Callitris pancheri</i>	EN	
<i>Kermadecia pronyensis</i>	VU	
<i>Pandanus lacuum</i>	EN	
<i>Planchonella pronyensis</i>	VU	
<i>Retrophyllum minus</i>	EN	
<i>Xanthostemon sulfureus</i>	VU	
<i>Tristaniopsis reticulata</i>	VU	
<i>Tristaniopsis vieillardii</i>	VU	
<i>Virotia neurophylla</i>	NE	
<i>Pycnandra glabella</i>	EN	
<i>Serianthes petitiiana</i>	LC	
<i>Agathis lanceolata</i>	VU	
<i>Araucaria bernieri</i>	VU	
<i>Tristaniopsis macphersonii</i>	VU	
<i>Sarcochilus rarus</i>	NE	
<i>Araucaria nemorosa</i>	CR	Zone influence
<i>Gmelina lignumvitreum</i>	CR	
<i>Kentiopsis piriformis</i>	EN	
<i>Pycnandra goroensis</i>	CR	
<i>Saribus jeanneneyi</i>	CR	
<i>Dacrydium guillauminii</i>	CR	
<i>Tristaniopsis yateensis</i>	EN	
<i>Pycnandra canaliculata</i>	EN	
<i>Hibbertia favieri</i>	CR	Zone reference
<i>Canarium whitei</i>	CR	
<i>Hibbertia bouletii</i>	CR	
<i>Hibbertia tontoutensis</i>	EN	
<i>Myrsine pronyensis</i>	EN	
<i>Acianthus aegeridantennatus</i>		
<i>Bulbophyllum gracilimum</i>		
<i>Calochilus neocaledonicus</i>		
<i>Podocarpus beecherae</i>	LC	
Espèces prioritaires : Bilan stationnels, plan de suivi et de production		
Espèces produites de manière opportuniste		

- Caractérisation de l'état structurelle et phytosanitaire des populations d'Araucaria muelleri (*prescription E1.4.1 de l'AEM*)

Le protocole de cette étude sera défini en 2020. L'étude sera lancée en 2021.

❖ **Participation au processus de révision du statut des espèces endémiques par le comité local UICN et transmission des données d'inventaires floristiques:**

En 2019, VNC a participé au processus de révision du comité local de l'UICN, du statut des espèces concernées par le développement de l'exploitation minière. La participation de VNC à ce groupe d'expert implique une participation aux différents ateliers d'évaluation ainsi qu'un temps de travail relatif à la centralisation des données d'inventaires floristiques et des illustrations en prévision des ateliers. Des informations (occurrences, écologie, production, photographies...) concernant plus de 90 taxons de flore présents dans le Grand Sud ont ainsi été transmises par VNC au RLA et ont été discutés lors des ateliers d'évaluation technique des taxons en 2019. La centralisation de ces données d'inventaires floristiques et des illustrations des espèces a nécessité l'implication d'un ingénieur et de deux techniciens durant 15 jours.

2.2.4 Remédiation du passif : réhabilitation de la mine A1

- *cf. Article F2 des prescriptions techniques de l'AEM*

- Travaux réalisés

Située en partie sur la concession VNC « KUE », cette mine orpheline a fait l'objet de travaux de gestion des eaux par la DDR en 2009, suivis de travaux de revégétalisation par VNC en 2011 (cf. Statistiques 2017 et 2018). Les surfaces se divisaient essentiellement en zones indurées parfois très rocheuses et en zones plus meubles de remblais ou de piedmont. Au total, ce sont 6 hectares qui ont été revégétalisés à l'aide de 40 000 plants de 36 espèces de maquis miniers.

- Suivi de la revégétalisation

Après 8 ans, les résultats sont plutôt mitigés. En effet, on observe une grande disparité de réussite en fonction de la nature des sols présents. Sans surprise, c'est les sols les moins indurés et les moins rocheux qui présente les meilleurs résultats. Aussi, l'exposition au vent a été un facteur déterminant dans la réussite de la plantation. Ces observations ont également été formulées dans le rapport « Recosynth » du CNRT, dont la publication des résultats devrait s'opérer courant 2020.

A noter qu'à l'origine, l'épandage d'une couche de top-soil avait été envisagé par VNC sur les zones bien enrochées. Cependant, cette option a dû être écartée en raison de la dangerosité d'une telle opération sur le site (problèmes d'accès notamment). Malgré tout, VNC avait fait le pari de réhabiliter ces zones.



Figure 5 : Plantation en 2011 (gauche) et en 2019 (droite)



Figure 6 : Illustration de la différence de croissance entre zone indurée quasiment nue (haut) et une zone plus meuble bien avec une bonne reprise de la végétation (bas).

Aucun chantier n'est prévu sur la zone traitée en 2011 : les taux de réussite sur les zones fortement indurées et/ou enrochées ne risquent pas d'évoluer et de nouveaux travaux ont peu de chance d'y réussir. Cependant, dans le cadre des prescriptions relatives à l'arrêté 987-2016/ARR/DENV, il est prévu à partir de 2021 de réhabiliter les zones de fond de vallée du site (Carte 1). Ce terrain, plus favorable aux plantations - zones meubles et à l'abris du vent – devrait présenter des résultats plus satisfaisants.

En 2020, nous réalisons une étude pour évaluer la gestion des eaux en place (cf. volet C1). Cette étude sera remise ultérieurement.

3 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

3.1 Suivi des poussières

➤ cf. Article D12 des prescriptions techniques de l'AEM

3.1.1 Présentation du réseau de suivi des retombées de poussières

Dans le cadre des arrêtés d'autorisation d'exploitation de ses ICPE, VNC a déjà déployé un réseau de suivi de la qualité de l'air et notamment des poussières. Dans le cadre de l'arrêté d'exploitation minière, une partie de ce réseau est reprise en prescription ainsi que deux nouvelles stations de suivi poussières dans la fosse minière et l'unité de préparation du minerai. Le tableau et le plan ci-après présentent la localisation de ces stations et leurs caractéristiques de suivi.

Tableau 6: Localisation, dénomination et caractéristiques des sites de mesures des poussières

Nom de la station de surveillance	Forêt Nord	Base-vie	Aire de repos de la KN2-3	UPM
			109-0001	109-0002
Longitude (RGNC91)	493923	493230	499004	497548
Latitude (RGNC91)	209578	209507	212254	211569
Type de station	Fixe	Fixe	-	-
Particules en suspension	2 campagnes d'1 mois	1 campagne d'1 mois	2 campagnes de 15 jours	2 campagnes de 15 jours
Métaux dans les PM10	2 campagnes d'1 mois	1 campagne d'1 mois	-	-
Retombées de poussières	2 campagnes d'1 mois	2 campagnes d'1 mois	-	-
Métaux dans les retombées de poussières	2 campagnes d'1 mois	2 campagnes d'1 mois	-	-

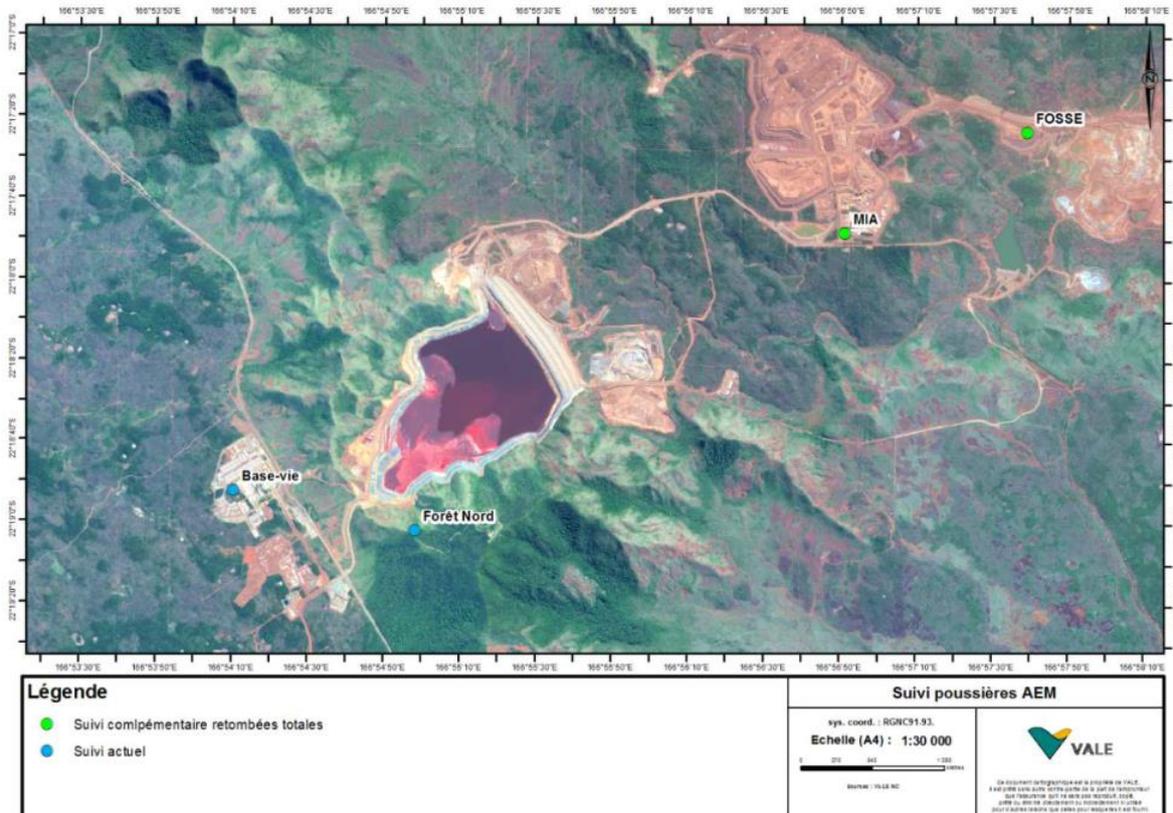


Figure 7: Carte de localisation des stations de suivi des poussières dans le cadre de l'AEM

3.1.2 Méthode

Pour le suivi quantitatif des poussières sur la station Base vie et Forêt Nord, deux méthodes sont utilisées :

- une pour définir les retombées totales ;
- une autre, plus sélective, pour déterminer la quantité de poussières en suspension PM10 et déployée sur les stations Base-vie, Forêt Nord, Aire de repos et UPM.

Les prélèvements des retombées de poussières sont réalisés conformément à la norme NF X43-014 "Détermination des retombées atmosphériques totales – Echantillonnage – Préparation des échantillons avant analyses" et à l'aide de collecteurs de précipitation de type Jauge Owen. Ces capteurs sont exposés pendant un mois sur les sites de mesures puis récoltés pour envoi en analyse au laboratoire afin d'y déterminer les poussières sédimentables.

La quantification des poussières PM10 est réalisée à l'aide d'un analyseur en continu, le MP101 fourni par la société Environnement SA, répondant aux normes NF X 43021,43023 et 43017.

Les stations semestrielles sur la mine sont équipées d'échantillonneurs passifs SIGMA-2 développés par le laboratoire PASSAM pour la mesure des PM10. Cet échantillonneur capte les particules de 2,5 à 100µm par sédimentation. Les particules en suspension sont recueillies sur un substrat adhésif sur une durée définie au préalable. Les particules ainsi recueillies sont ensuite analysées par microscopie électronique.

Les premières campagnes de mesures sont destinées à paramétrer les durées d'exposition des échantillonneurs. Ainsi une durée d'exposition de plus ou moins 20 jours a été retenue pour l'année 2019. Cette durée sera réduite à 2 semaines pour l'année 2020.

3.1.3 Disponibilité des données

❖ Mesures continues :

Le **Tableau 7** présente les statistiques de disponibilité des mesures continues pour les stations Forêt Nord et Base-Vie.

Tableau 7: Pourcentage de données exploitables

Paramètres/Station		Nombre de mesures horaires acquises / An	Nombre de valeurs horaires manquantes/An	Taux de mesures horaires
PM10	Forêt Nord	8108	652	92.6
	Base-Vie	8409	351	96.0

Une série de données est considérée comme exploitable à partir du moment où 75 % des valeurs attendues sont acquises et valides (valeur prescrite dans le fascicule de documentation de l'ADEME « Règles et recommandations en matière de validation des données – critères d'agrégation »).

La disponibilité des données des campagnes de mesures des poussières et métaux est présentée au Tableau 8.

Tableau 8 : Disponibilité des données de retombées de poussières, poussières en suspension et métaux

	Méthode d'échantillonnage	Nombre de stations suivies	Nombre de campagne attendues	Nombre de résultats attendus	% de résultats disponibles
Retombées Poussières	Jauges Owen	3	2	28	100
Poussières en suspension - PM10	Partisol+	2	10	100	100
Retombées Poussières	Echantillonneur passif Sigma-2	2	2	4	100

Trois différentes campagnes de mesures des poussières et des métaux sont réalisées.

L'échantillonnage des métaux dans les **retombées de poussières** à proximité de deux stations de qualité de l'air est réalisé par jauge Owen. Trois stations ont été suivies en 2019, au cours de 2 campagnes d'échantillonnage :

- Forêt Nord, deux campagnes de suivi du 01/07/2019 au 01/08/2019 et du 25/11/2019 au 26/12/2019 ;
- Port Boisé, une campagne de suivi du 01/07/2019 au 01/08/2019 ;
- Base Vie, une campagne de suivi du 25/11/2019 au 26/12/2019.

Les métaux suivis sont l'arsenic, le cadmium, le nickel, le plomb, le zinc et le mercure.

Tous les résultats attendus sont disponibles pour l'année 2019.

L'échantillonnage des métaux dans les **poussières en suspension**, à proximité des stations de suivi de la qualité de l'air est réalisé par Partisol. En 2019 deux stations, Base-vie et Forêt Nord ont fait l'objet de deux campagnes de mesure, du 04/07/2019 au 08/08/2019 et du 28/11/2019 au 02/01/2019. Tous les résultats sont disponibles.

L'échantillonnage des **retombées de poussières** pour deux stations situées à proximité de la fosse minière et de l'unité de préparation du minerai est réalisé par des échantillonneur passif SIGMA-2. Deux campagnes ont été réalisées en 2019, du 26/06/2019 au 15/07/2019 et du 08/10/2019 au 22/10/2019. Tous les résultats sont disponibles.

3.1.4 Résultats

3.1.4.1 Valeurs réglementaires

❖ Mesures continues

Tableau 9: Seuils applicables au suivi de la qualité de l'air pour les particules en suspension

Polluant	Type	Période considérée	Valeur (µg/m ³)	Mode de calcul et remarques
Particules en suspension de diamètre <10µm	Objectif de qualité	Année civile	30	Moyenne
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Journalière	50	centile 90.4 des moyennes journalières, soit 35 jours de dépassement autorisés par année civile
	Seuils d'alerte	Année civile	40	Moyenne

❖ Retombées totales

Il n'existe pas de valeurs de référence françaises ou européennes pour les concentrations en métaux dans les retombées de poussières. En l'absence de valeurs de référence, les quantités de retombées de poussières et métaux sont comparées aux valeurs mesurées en 2009. A titre indicatif, les résultats sont aussi comparés aux valeurs réglementaires du TA LUFT (Allemagne, version du 24 juillet 2002), exprimées en moyenne annuelle. Les valeurs de référence sont présentées au Tableau 10.

Tableau 10 : Valeurs indicatives pour les métaux contenus dans les retombées de poussières

Poussières sédimentables	mg/m ² .jour	Valeurs du TA LUFT (à titre indicatif)	Valeurs de 2009	Valeurs de 2009
			Forêt Nord	Port Boisé
		350	19	90
As	µg/m ² .jour	4	0.5	0.03
Cd		2	<0.9	<0.8
Ni		15	26	28
Pb		100	1.8	1.8
Hg		1	<0.4	<0.4
Zn		400	20	58

Il existe aussi une valeur de référence suisse (Conseil Fédéral Suisse : Ordonnance sur la Protection de l'air du 3 juin 2003) pour le Zn ($400 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$), également exprimée en moyenne annuelle.

- ❖ Métaux contenus dans les poussières en suspension (PM10)

Le Tableau 11 présente les différents textes et types de valeurs de référence retenus pour vérifier les résultats des métaux dans les poussières en suspension.

Tableau 11 : Obligations applicables au suivi de la qualité de l'air - métaux contenus dans les PM₁₀

Paramètres	Décret n° 2002-213		Directive n° 2003-0164 du parlement Européen	Guideline for Air Quality, WHO, Geneva 2000
	Moyenne annuelle			
	Valeur limite	Objectif qualité	Valeur cible	Valeur seuil recommandée par l'OMS
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		ng/m^3	
As	-	-	6	-
Cd	-	-	5	-
Ni	-	-	20	-
Pb	0,5	0,25	-	-
Mn	-	-	-	150

Il n'existe pas de valeur de référence pour le mercure dans les PM₁₀.

3.1.4.2 Valeurs obtenues

- ❖ Suivi des particules en suspension de diamètre inférieur à $10\mu\text{m}$ (PM10)

Les diagrammes suivants présentent les moyennes journalières des concentrations en poussières et les comparent aux différents seuils fixés par la réglementation.

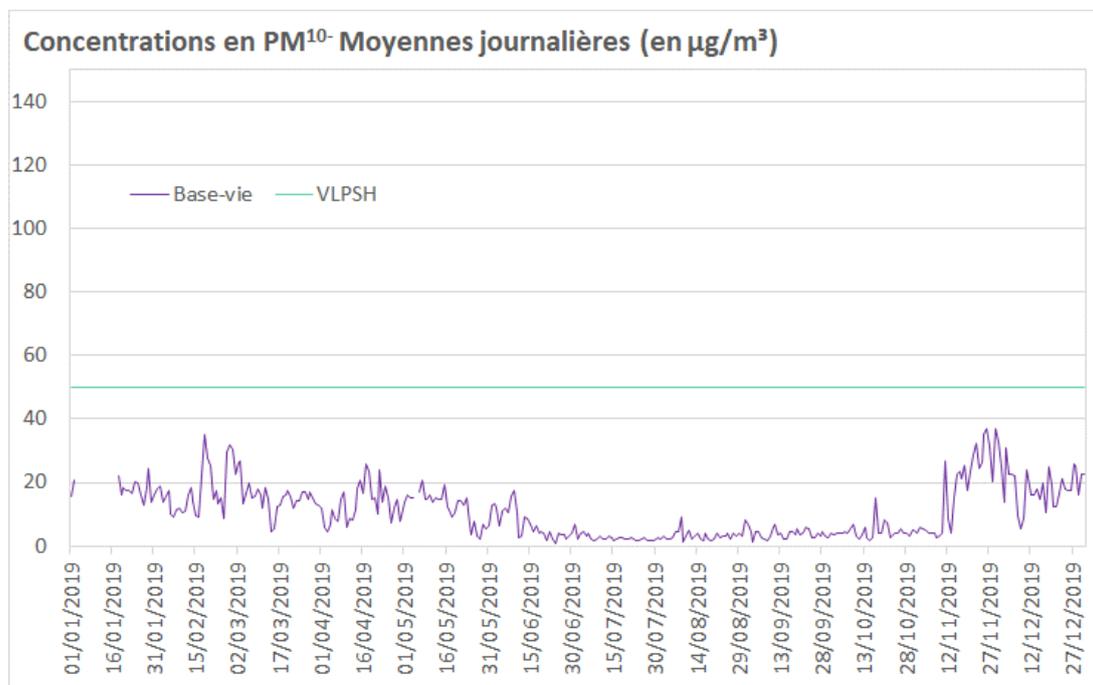


Figure 8 : Moyennes journalières – Particules en suspension de diamètre inférieur à $10 \mu\text{m}$ (PM10) – Base-vie

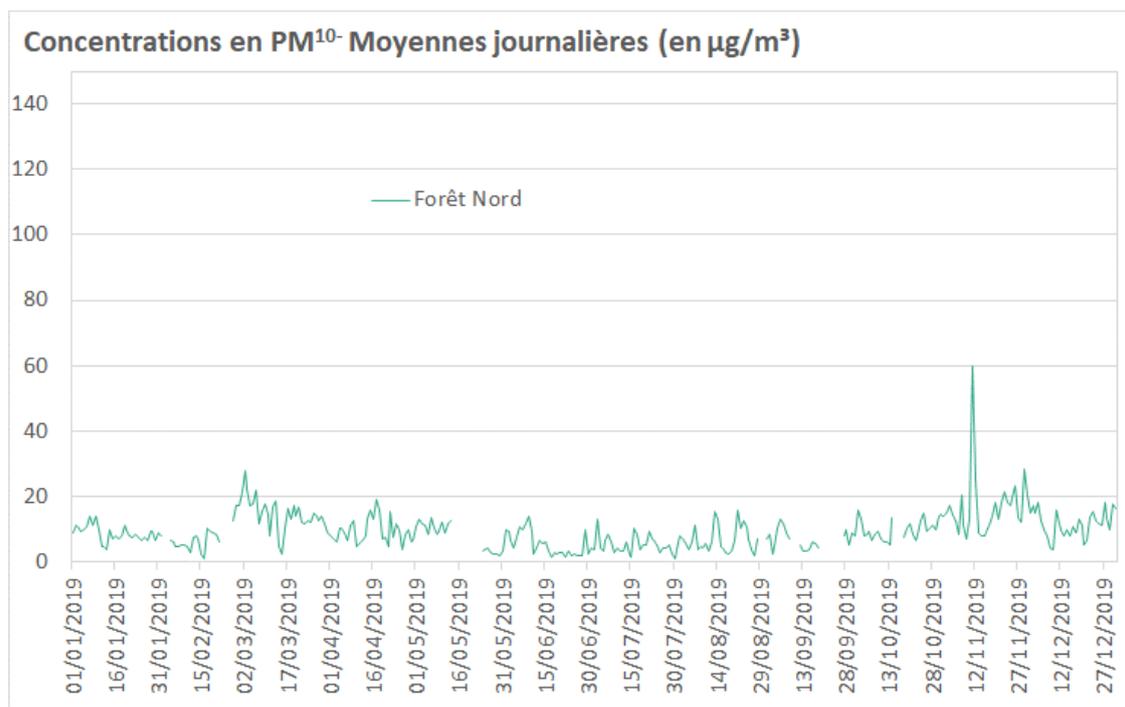


Figure 9 : Moyennes journalières – Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) – Forêt Nord

Le Tableau 12 présente une synthèse des résultats par rapport aux obligations réglementaires pour l'année 2019.

Tableau 12 : Comparaison des mesures de poussières aux obligations réglementaires

Polluant	Type	Valeur (µg/m ³)	Mode de calcul	Forêt Nord - Protection des écosystèmes	Base-vie - Santé humaine
Particules en suspension de diamètre <10µm	Objectif de qualité	30	Moyenne Annuelle	9.3	10.8
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	50	centile 90.4 des moyennes journalières, soit 35 jours de dépassement autorisés par année civile		0
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	40	Moyenne Annuelle		10.8

Sur les stations Base vie et Forêt Nord, le taux de fonctionnement des stations est très satisfaisant.

Les concentrations en PM10 de la Base-vie sont faibles et largement inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé humaine.

Les concentrations en PM10 de la Forêt Nord sont faibles et largement inférieures l'objectif de qualité en moyenne annuelle.

3.1.5 Campagne de mesure de métaux dans les poussières

3.1.5.1 Métaux contenus dans les poussières en suspension (PM₁₀)

La Figure 10 présente les niveaux de métaux relevés lors des campagnes de suivi réalisées aux stations de suivi de la qualité de l'air Forêt Nord et Base-vie en 2019.

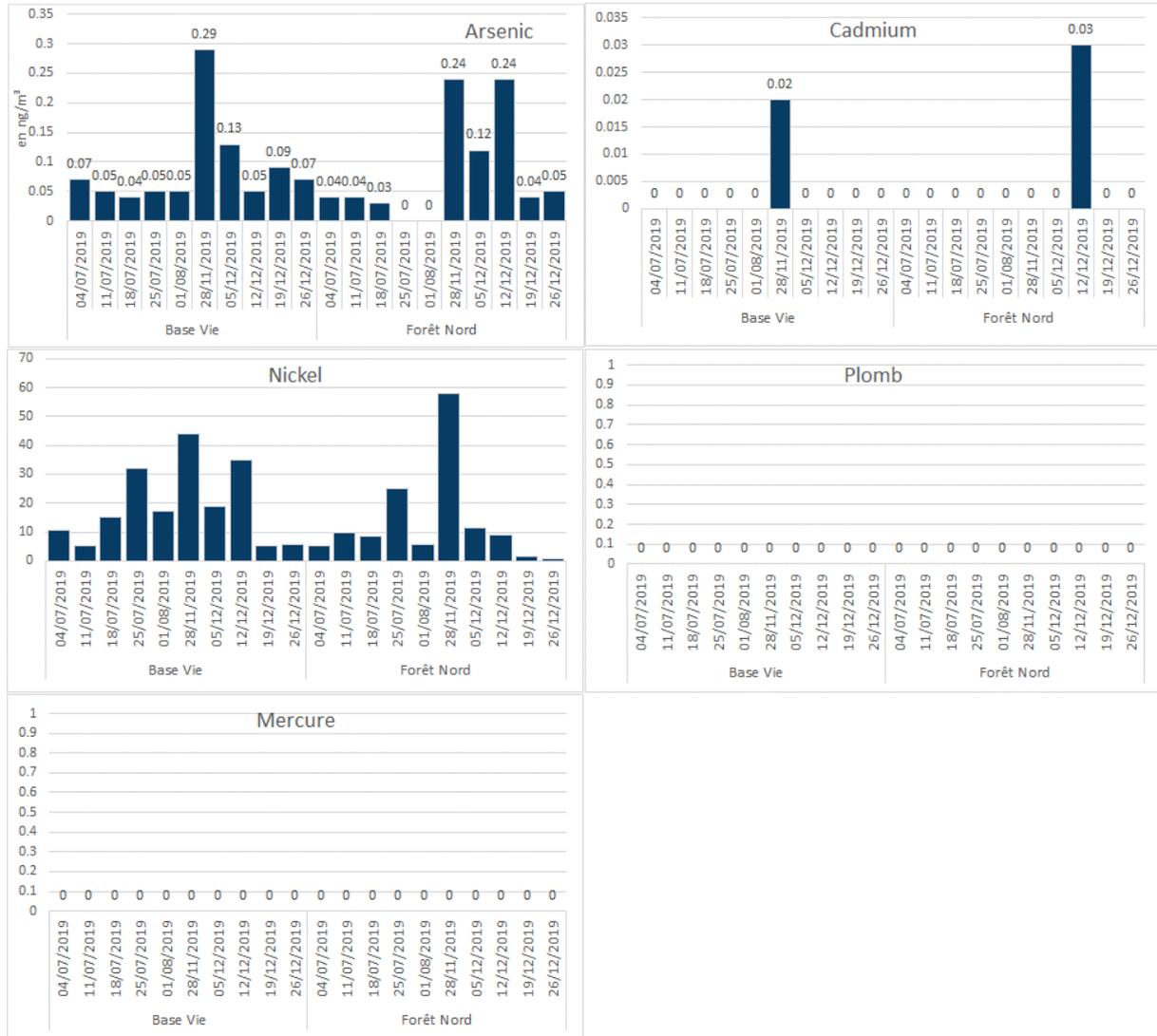


Figure 10 : Métaux contenus dans les poussières en suspension (PM₁₀) pour les stations Forêt Nord et Base-vie en 2019

D'après la Figure 10, les résultats les plus élevés sont observés lors de la période du 28 novembre au 5 décembre pour les métaux nickel, arsenic et cadmium. Les résultats en mercure et plomb sont inférieurs aux limites de quantification.

Le Tableau 13 présente les résultats en moyenne annuelle des métaux analysés dans les poussières en suspension des stations Forêt Nord et Base Vie.

Tableau 13 : Moyenne annuelle 2019 des métaux dans les PM₁₀ pour les stations Forêt Nord et Base-vie

		BASE VIE	FORET NORD
Nickel	Moyenne annuelle 2019 (ng/m³)	18.91	13.54
	Valeur cible Moyenne annuelle (ng/m³)	20	20
Cadmium	Moyenne annuelle 2019 (ng/m³)	<0.02	<0.03
	Valeur cible Moyenne annuelle (ng/m³)	5	5
Arsenic	Moyenne annuelle 2019 (ng/m³)	0.089	0.1
	Valeur cible Moyenne annuelle (ng/m³)	6	6
Plomb	Moyenne annuelle 2019 (ng/m³)	<0.15	<0.15
	Objectif de qualité	0.25	0.25
	Valeur cible (µg/m³)	0.5	0.5
Mercure	Moyenne annuelle 2019 (ng/m³)	<0.15	<0.15

Les moyennes annuelles des concentrations en nickel, cadmium, arsenic dans les poussières en suspensions sur la Forêt nord et la Base-vie sont inférieures aux valeurs cibles données par la directive n°2003-0164 du parlement Européen.

Les moyennes annuelles des deux stations de suivis des PM₁₀ sont inférieures aux objectifs de qualité et de valeurs cibles pour le plomb d'après le décret n°2002-213.

3.1.5.2 Métaux contenus dans les retombées atmosphériques

La Figure 11 présente les métaux totaux contenus dans les dépôts de poussière des campagnes d'août et décembre 2019.

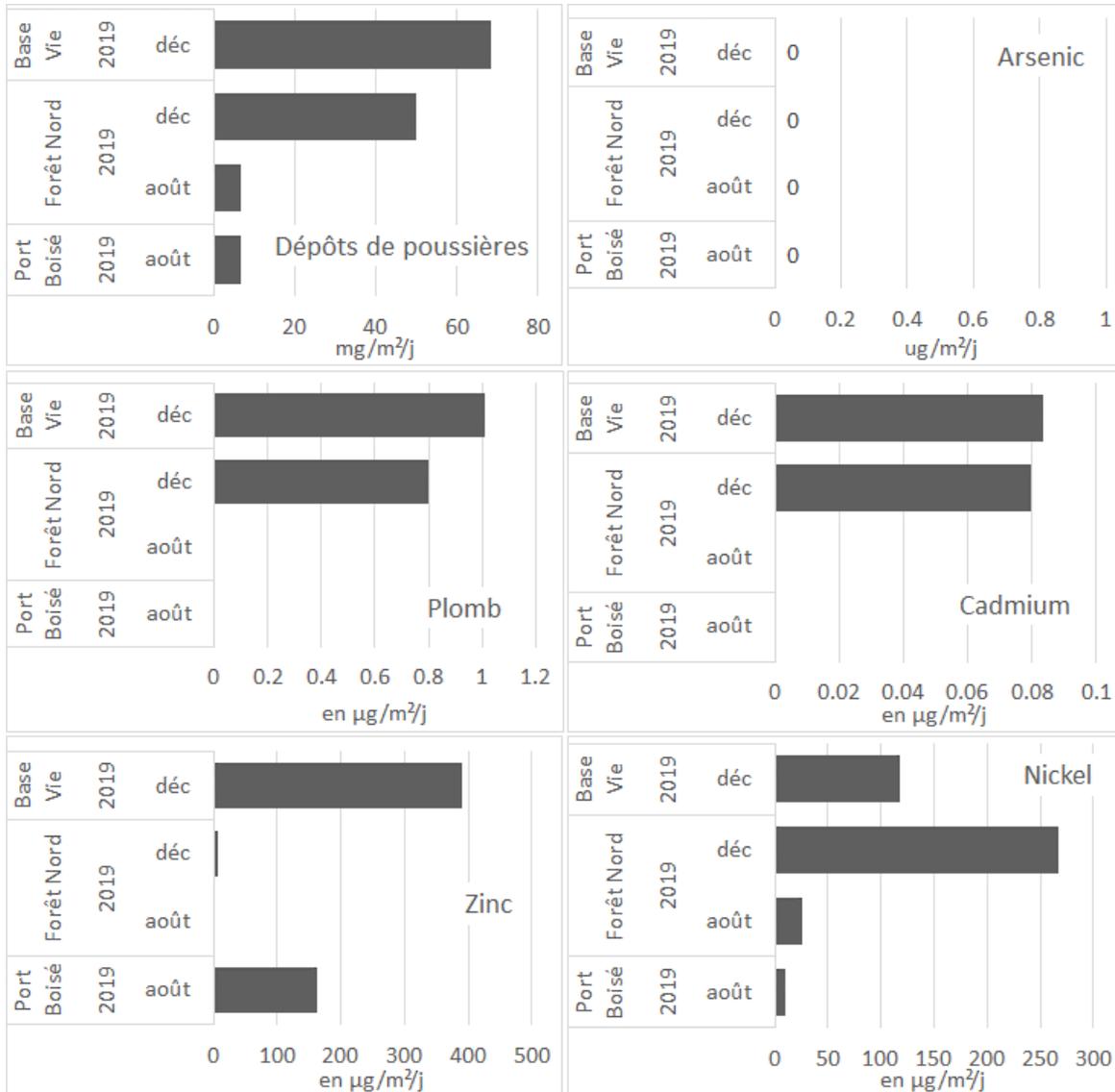


Figure 11 : Métaux contenus dans les retombées atmosphériques des stations Forêt Nord, Base-vie et Port Boisé en 2019

En 2019, les mesures de métaux totaux dans les retombées de poussières ont été effectuées sur les stations fixes Forêt Nord, Port Boisé et Base Vie.

Les concentrations en nickel sur Forêt Nord et Base-vie de décembre 2019 dépassent les valeurs mesurées en 2009 et la valeur limite de référence du TA Luft.

Le résultat en Zinc pour la station Base-vie est proche de la valeur limite de référence du TA Luft de 400µg/m²/j et les concentrations relevées sont supérieures aux valeurs de 2009 pour les stations Forêt Nord et Port Boisé.

Les résultats en dépôts de poussières, Arsenic, Plomb, Cadmium, Zinc sont inférieurs aux valeurs de référence retenues.

Le Tableau 14 est une synthèse du respect des obligations réglementaires pour les métaux contenus dans les retombées de poussière.

Tableau 14 : comparaison aux valeurs de référence pour les métaux dans les retombées de poussière en 2019

	Août 2019	Décembre 2019
Forêt Nord		Nickel
Port Boisé		
Base Vie		Nickel

Sur les 5 métaux analysés, seul le nickel présente des valeurs supérieures la valeur limite de référence du TA Luft et aux valeurs de référence de 2009.

3.1.6 Campagne de mesure des poussières en suspension sur la mine

La Figure 12 présente les résultats des deux campagnes de prélèvement des poussières en suspension réalisées en 2019 au niveau de deux stations du secteur minier. Une station est située en aval de l'influence de la fosse minière, elle est nommée Aire de repos KN2-3, et une station est située en aval de l'influence de l'Unité de Préparation du Minerais, nommée UPM.

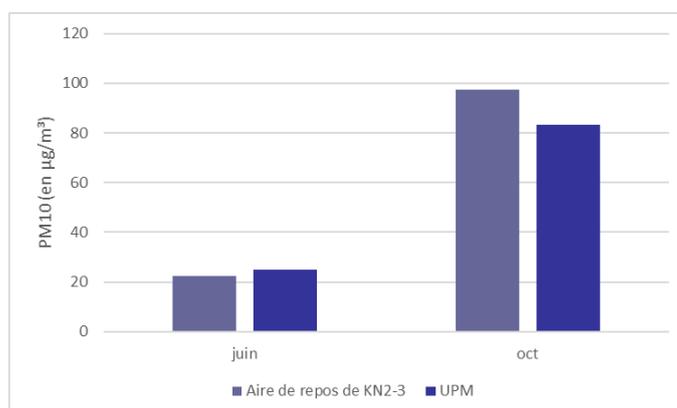


Figure 12 : Résultats des deux campagnes de suivis des poussières en suspension – Secteur Mine

Les campagnes de suivi de 2019 se sont déroulées sur une période de 18 et 14 jours.

Il est observé une différence entre les deux résultats, liée aux conditions météorologiques. La campagne d'octobre est représentative d'une longue période sans précipitations. La vitesse des vents moyens sont identiques entre les deux campagnes.

Les secteurs de vents sont différents :

- Campagne de juin : vents représentatifs de secteurs sud-sud-ouest et est-nord-est
- Campagne d'octobre : vents représentatifs de secteur est-sud-est à sud-sud-ouest.

3.1.7 Mesures d'atténuation

Le paragraphe §3.2.2.1, p42 traite des moyens mis en œuvre pour l'arrosage des pistes et chantiers.

3.2 Suivis et mesures relatives à la flore

3.2.1 Suivis

➤ cf. Article D8.1 des prescriptions techniques de l'AEM

3.2.1.1 Suivi annuel de l'état de santé de la végétation des lisières forestières

3.2.1.1.1 Présentation du réseau de suivi

L'activité minière peut être source de perturbations potentielles et engendrer des impacts indirects sur la végétation alentour (poussières, espèces exogènes, modifications hydriques et perturbations des cours d'eau, coupes de bois illégales, déchets, modification de la composition spécifique et de la structure des formations végétales).

Peu d'études sont actuellement disponibles. Un plan de suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers a ainsi été engagé en réponse à l'arrêté n°2848-2013/ARR/DENV pour l'exploitation de la mine et de la verse V5, à l'arrêté n° 977-2016/ARR/DENV autorisant le défrichement de la CPA1 et à l'arrêté n° 2698-2016/PS autorisant l'exploitation du site minier de « Goro ». Sept sites de suivi ont été sélectionnés à proximité de cinq projets dans le cadre du développement minier ainsi qu'un site témoin au niveau de Pic du Grand Kaori afin d'assurer un suivi de l'état de santé de la végétation (Figure 13). Les points de suivi sont localisés en lisière de forêt et de maquis paraforestier. Le suivi est réalisé trois fois par an avec une fréquence de suivi plus rapprochée durant la saison sèche. Le protocole intègre le suivi de plusieurs paramètres afin de détecter tout impact potentiel des travaux miniers sur la végétation (Tableau 15).

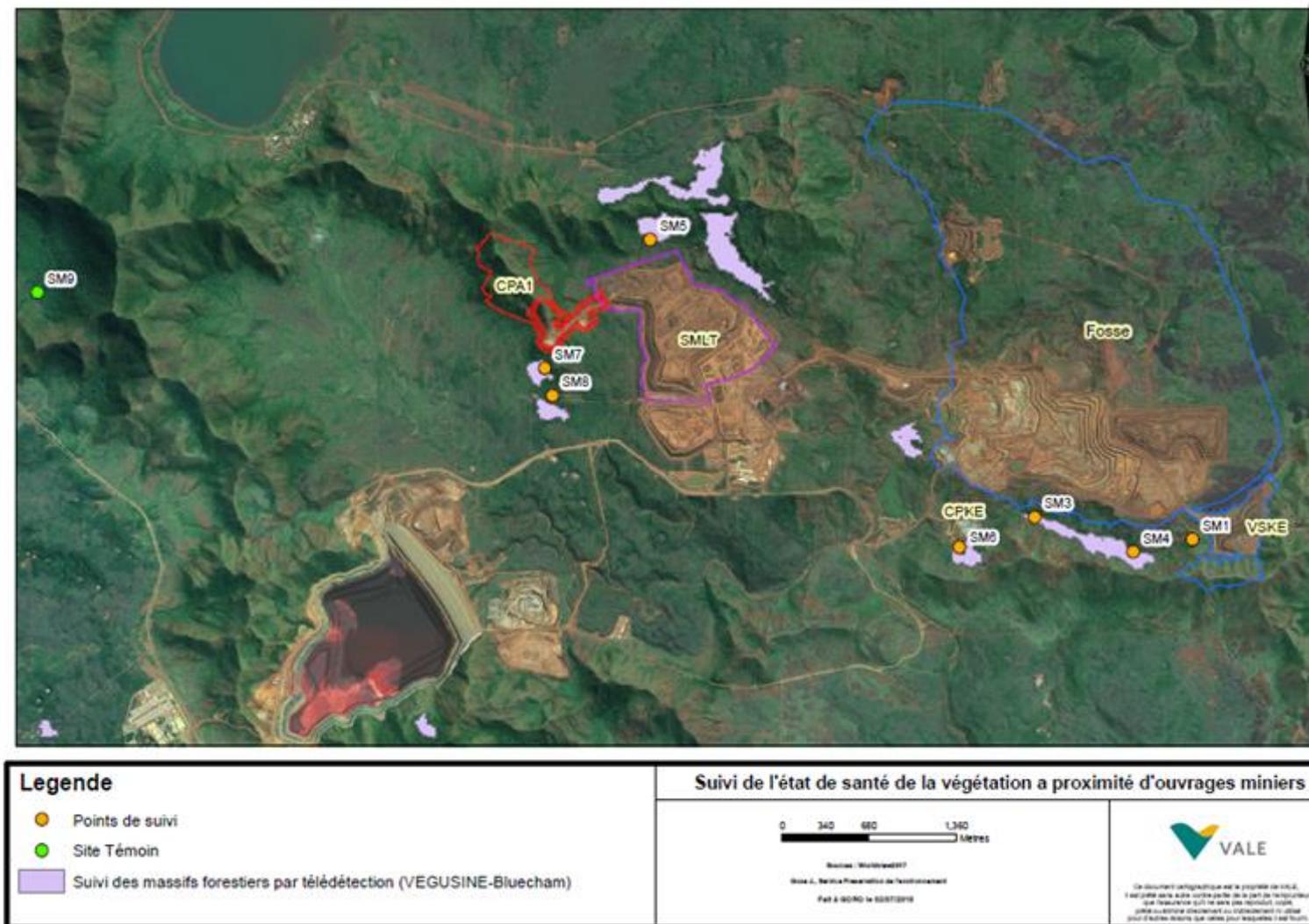


Figure 13 : Localisation des stations de suivi

Tableau 15: Paramètres de suivi et photographie

Paramètre de suivi	Indice		Description	Photographie
Etat de santé de la végétation et Activité photosynthétique	Quantitatif	Activité photosynthétique (FV/Fm)	Phenologie : Espèces en floraison et/ou fructification, phytosanitaire : Espèces et pathogènes associés	Vue d'ensemble de la végétation
	Qualitatif	Mauvais, Moyen, Bon		
Poussière	Quantitatif	Pourcentage d'individus (%)	Type de dépôts : Couche fine/diffuse, Petit amas localisé, Plaque	x
	Qualitatif	Rien, Leger, Moyen, Fort		
Symptômes foliaires	Quantitatif	Pourcentage d'individus (%)	Espèces et Type de symptômes : Chloroses, Necroses, Déformations	x
	Qualitatif	Rien, Leger, Moyen, Fort		
Etat de la régénération	Quantitatif	Activité photosynthétique (FV/Fm)	/	x
	Qualitatif	Rien, Legere, Moderee, Forte		
Bruit	Quantitatif	dB(A)	Type de bruit	/
	Qualitatif	Rien, Leger, Moyen, Fort		
Debris ligneux au sol	Quantitatif et qualitatif	Pourcentage de recouvrement (%)	Branchages au sol : recents, anciens, décomposés	x
Déchets	Quantitatif et qualitatif	Quantité	Type de déchets	x
Exogène	Quantitatif et qualitatif	Indice de braun-blancquet	Espèces	x
Coupe de bois	Quantitatif et qualitatif	Quantite et Diamètre	Espèces	x
Erosion du Sol	Qualitatif	Oui/Non	Source	x
Cours d'eau	Qualitatif	Sec, Normal, Crue/debordement	Turbité	x

3.1.1.1.2. Résultats

☞ Voir **Annexe 4** : Résultats du suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers, VNC, Avril 2020

Les résultats liés à l'évaluation des différents paramètres de suivi entre octobre 2015 et novembre 2019 sont présentés en **Annexe 4**. Globalement, l'ensemble des habitats forestiers et paraforestiers situés à proximité de projets miniers sont apparus en bon état de santé avec une légère dégradation durant les saisons sèches de 2016 et 2017. Une légère augmentation des symptômes foliaires et la présence de quelques individus séchés ou présentant des branchages séchés a été relevée en octobre 2016 sur les sites SM1 et SM5 ; sur la majorité des sites en septembre et octobre 2017 ainsi qu'au niveau de SM9 en 2018. Globalement, on note une stabilisation du nombre d'individus avec symptômes foliaires sur la majorité des sites de suivi à compter de 2018. Les symptômes de chloroses et/ou de nécroses observés ont concernés près de 10% des individus au niveau du site le plus impacté SM1 en novembre 2017. Le suivi de l'état de santé de la végétation par télédétection montre également une tendance à l'augmentation des surfaces impactées à compter de juillet 2017. Cette tendance se retrouve également au niveau des massifs forestiers témoins. La situation de sécheresse constatée en 2017 est à prendre en considération dans l'interprétation de ces tendances. Entre mai et novembre 2017, la Nouvelle-Calédonie a en effet connu un épisode de sécheresse intense (Météo France, 2018). Les indicateurs satellitaires utilisés pour le suivi de l'état de santé de la végétation par télédétection ont également tous marqués la période de sécheresse du second semestre 2017 avec une diminution de l'EVI (stress de la végétation) ; du NDVI (activité photosynthétique), du Fr (fermeture de la canopée) et du GRVI (jaunissement de la végétation). Il a en effet été constaté plusieurs zones de dépérissement ou d'assèchement de la végétation dans le Grand Sud hors zone d'influence de la mine durant cette même période. Quelques individus morts sur pied à proximité des sites de suivi sont par ailleurs encore observables en 2019 témoignant de ces périodes de déficit hydrique.

Aucun dépôt de poussière de type « Fort » n'a été relevé sur l'ensemble des sites de suivi. Le site ayant présenté les dépôts de poussière les plus importants liés à l'activité minière est le site SM5 situé au Nord de SMLT avec près de 40% d'individus ayant présenté des dépôts de poussière entre octobre 2015 et octobre 2016. On note une diminution des dépôts de poussières, avec 30 % d'individus présentant des dépôts de poussière, à compter de mai 2017 durant la saison des pluies au niveau de ce site. Une augmentation des dépôts de poussière liée à l'activité minière au sud de la fosse minière a été constaté entre 2015 et 2019 au niveau des sites de suivi, SM1 et SM3, les plus proche de la fosse. Ces dépôts n'ont pas dépassé 20 % d'individus. Une augmentation des dépôts de poussières a également été constaté au niveau du site SM7 situé à proximité de CPA1 entre 2016 et avril 2019 puis ont diminués et ce sont stabilisés à 30 % d'individus en septembre 2019. Le site SM5 a présenté une diminution des dépôts à compte de mai 2017. Les dépôts de poussière au niveau de SM4, SM8 et SM9 sont quant à eux restés stable durant l'ensemble des suivis. Dans l'ensemble, on constate une augmentation des dépôts de poussière selon l'activité à proximité (augmentation des surfaces défrichées et roulage minier) en lisière ou au niveau des zones ouvertes (ancien layon...) des sites de suivi puis une diminution voire une disparition des dépôts par lessivage par les pluies dès que l'activité minière s'atténue. Les dépôts en grande partie lessivés peuvent persister sur les feuilles du bas de la végétation sous forme de petites plaques ou de dépôts localisés en apex des feuilles.

Malgré l'augmentation des symptômes foliaires et des dépôts de poussière sur certains sites au cours de la période de suivi, l'activité photosynthétique moyenne par site et par campagne de suivi a varié entre 0,717 et 0,844 entre 2017 et 2019 suggérant un bon état de santé de l'ensemble des sites de suivi. La valeur d'activité photosynthétique moyenne la plus basse a par ailleurs été enregistrée au niveau du site témoin de Pic du Grand Kaori durant la campagne de suivi de septembre 2018. On note une bonne régénération naturelle au niveau de ces formations végétales et de nombreuses espèces ont pu renouveler leur feuillage et assurer leur floraison et fructification entre octobre 2015 et novembre 2019. Seul SM7 a présenté une régénération, qualifiée de légère, s'expliquant par l'habitat en lui-même avec une strate cypéracéenne particulièrement développée limitant ainsi la germination. Aucune attaque phytosanitaire ou impacts anthropiques majeurs (coupe de bois, déchet) n'ont été constatés sur l'ensemble des sites de suivis durant la période de suivi.

3.2.1.2 Suivi annuel de l'état de santé des massifs forestiers par télédétection

❖ **Présentation du réseau de suivi**

Depuis 2016, VNC a mandaté Bluecham pour la mise en place d'un protocole de suivi par imagerie satellitaire de l'évolution de l'état de santé de la végétation située à proximité de l'activité minière de VNC. Neuf massifs forestiers d'intérêt prioritaire dont deux massifs forestiers témoins ont été sélectionnés pour ce suivi (Figure 14 : Massifs forestiers d'intérêt prioritaire suivi par télédétection).

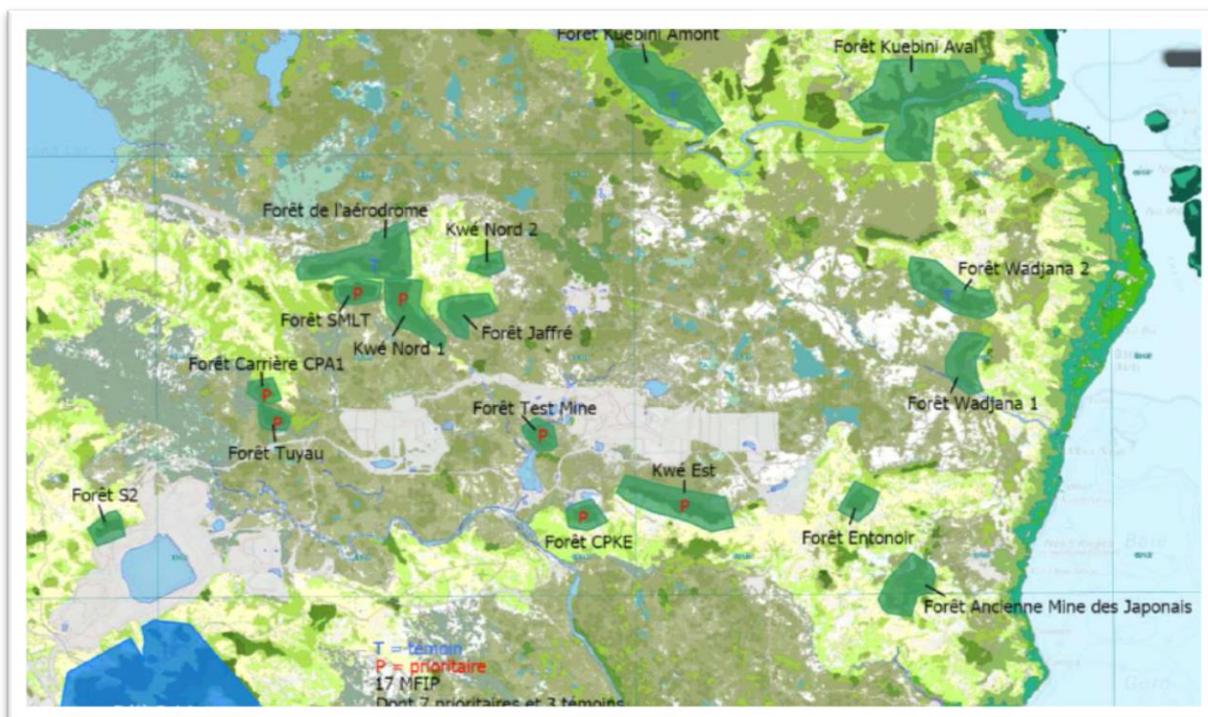


Figure 14 : Massifs forestiers d'intérêt prioritaire suivi par télédétection

Le processus de suivi de l'évolution de l'état de la végétation est réalisé à partir d'une combinaison d'indices satellitaires permettant de :

- suivre l'activité photosynthétique de la végétation,
- suivre la structure de la canopée et le couvert de feuilles,
- suivre le stress hydrique de la végétation (fraction de la végétation).

Les indices requis en entrée sont des indices scientifiquement validés et approuvés depuis de nombreuses années dans le suivi de la végétation en milieu tropical. Ces paramètres présentent des variations complémentaires pour la caractérisation de l'état de la végétation permettant une intégration pertinente au sein de l'indicateur ISEV.

Le suivi global est réalisé à l'aide de l'indicateur ISEV. A partir des changements mesurés pour chaque paramètre caractérisant la végétation, l'indicateur synthétique de l'évolution de la végétation ISEV permet de mettre en évidence trois états de la végétation :

- Les valeurs centrées autour de 0 correspondent à des zones sans ou à très faible changements ;
- Les valeurs tendant vers + 1 indiquent des changements positifs de l'activité de la végétation (1 = apparition de la végétation) ;
- Les valeurs tendant vers - 1 indiquent des changements négatifs de l'activité de la végétation (-1 = mort ou disparition de la végétation)

❖ **Résultats**

Les résultats issus de l'étude VEGUSINE indiquent que les surfaces non impactées des massifs forestiers d'intérêt prioritaire situés à proximité de projet minier apparaissent largement supérieures aux surfaces impactées en décembre 2019 (Figure 15). Les secteurs impactés représentent alors 2,3 % contre 97,4 % de surfaces non impactées de la surface totale des massifs forestiers hors massifs témoins (Figure 15, Figure 17). Ces impacts apparaissent relativement faibles et les surfaces impactées varient entre 1,1 % et 9,9 % selon les massifs concernés (Figure 17). Les surfaces non impactées et impactées sont restées relativement stables depuis décembre 2011 avec une tendance à l'augmentation des surfaces impactées entre juillet 2017 et décembre 2019 (Figure 5). Cette augmentation continue en 2019 et les forêts de référence présentent en 2019 un faible pourcentage (< à 10%) de zone impactée tendant à indiquer un impact global à tous les massifs (Figure 5). La situation de sécheresse constatée en 2017 et très marquée sur la zone est à prendre en considération dans l'interprétation de ces tendances. Les indicateurs satellitaires ont en effet tous marqués la période de sécheresse du second semestre 2017 avec une diminution de l'EVI (stress de la végétation) ; du NDVI (activité photosynthétique), du Fr (fermeture de la canopée) et du GRVI (jaunissement de la végétation) (Figure 22). Un pic de stress de la végétation (EVI) et de baisse d'activité photosynthétique (NDVI) est également observé en juillet 2019 (Cf. étude VEGUSINE_synthese_2019 en Annexe 5).

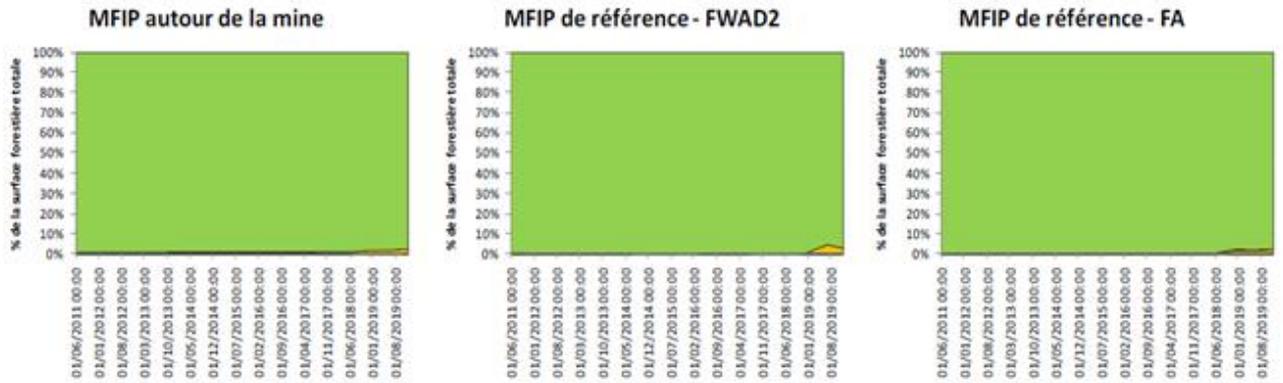


Figure 15 : Evolution des surfaces non impactées, impactées et très impactées entre 2011 et décembre 2019 au niveau des massifs forestiers situés à proximité de la mine et des massifs forestiers témoins.

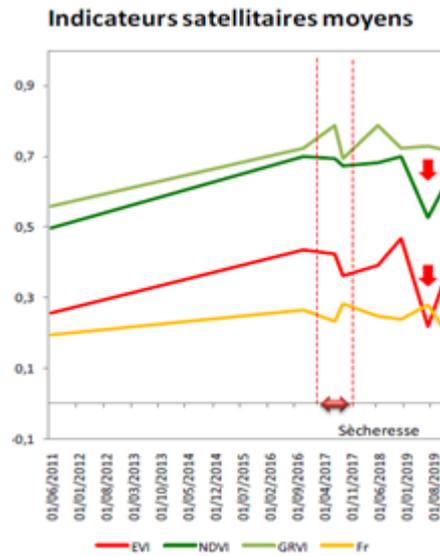


Figure 16 : Indicateurs satellitaires (NDVI, EVI, GRVI et Fr) sur la période considérée

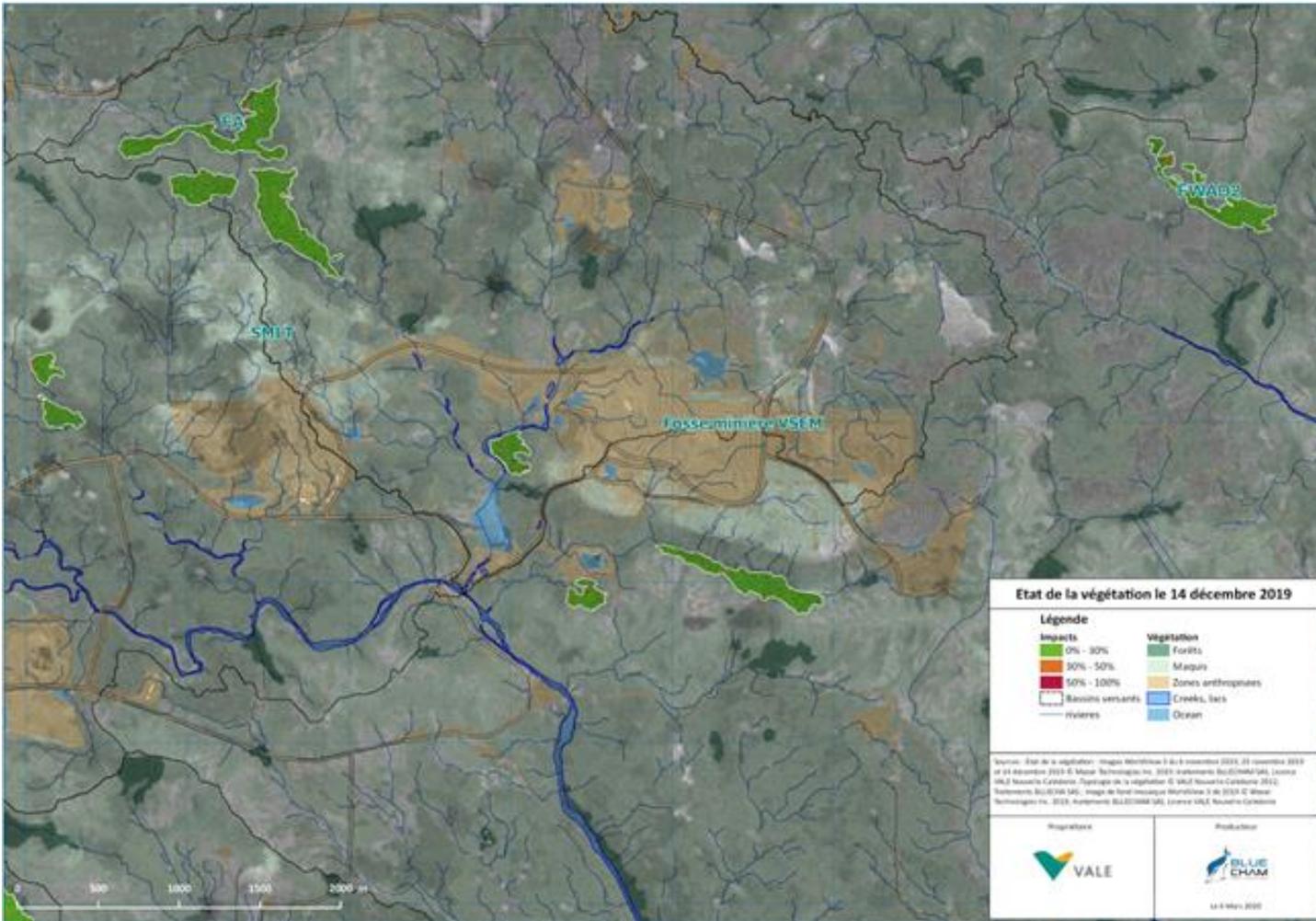


Figure 17 : Evolution de la végétation entre décembre 2018 et décembre 2019 (indice ISEV)

3.2.1.3 Suivi et contrôle des espèces exogènes

❖ **Présentation du réseau de suivi**

Plusieurs zones du site industriel minier de VNC sont régulièrement suivies dans le cadre de la politique de suivi et contrôle des espèces exogènes de VNC. La liste de ces différents points figure dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16: Liste des points de suivi de la présence d'espèces exogènes

Site	Localité/description	Type de zone	Coordonnée X	Coordonnée Y
PS 0	Usine Drain -Amont Creek Baie Nord	ZONE A RISQUE	493860	207580
PS 1	Usine - Bassin U7	ZONE A RISQUE	493499	207574
PS 2	Usine - Doline temporaire	ZONE A RISQUE	493458	207826
PS 3	Route CDE Doline	SENTINELLE	493237	208385
PS 4	Ancienne cimenterie-zone stockage de matériel	ZONE A RISQUE	493841	208775
PS 7	Base vie aval fosse	ZONE A RISQUE	492874	209574
PS 8	Usine - Plateforme dite "des terres souillées"	ZONE A RISQUE	494064	206360
PS 9	Forêt Nord - Bord de route	SENTINELLE	494137	208428
PS 10	Camp de géologie - Drain et fosse	SENTINELLE	494118	214272
PS 11	Usine pilote et convoyeur	ZONE A RISQUE	493547	206815
PS 12	Radier - Creek Baie Nord	SENTINELLE	491522	207498
PS 13	Littoral wharf Baie Nord	ZONE A RISQUE	491009	206391
PS 14	Littoral Port	ZONE A RISQUE	491851	205647
PS 16	Usine - Stock calcaire	ZONE A RISQUE	493893	207245
PS 17	Kue Principale - Radier	ZONE A RISQUE	498578	210989
PS 18	Maintenance Kue Ouest	ZONE A RISQUE	496809	210300
PS 19	FPP- Parking et STEP	ZONE A RISQUE	497696	211484
PS 20	Pic du Grand Kaori - Terre plein	SENTINELLE	492220	212863

Trois points de suivi ont été sélectionnés au niveau de la mine à savoir PS 17, 18, 19 car ils regroupent les bureaux, ateliers, vestiaires, parkings et zones de stockages et représentent des sources de diffusion potentielle d'espèces végétales envahissantes.

❖ Résultats

Le suivi réalisé en 2019 sur ce point a donné le résultat présenté dans le **Tableau 17: Résultats des suivis des espèces exogènes végétales sur le point de suivi de la mine.**

Tableau 17: Résultats des suivis des espèces exogènes végétales sur le point de suivi de la mine

Famille	Espèce	PS17	PS18	PS19
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i>			x
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>		x	x
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i>		x	
POACEAE	<i>Chloris barbata</i>			x
ASTERACEAE	<i>Conyza canadensis</i>		x	x
ASTERACEAE	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	x		
LYTHRACEAE	<i>Cuphea carthagenensis</i>			x
APIACEAE	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>			x
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i>	x	x	x
POACEAE	<i>Digitaria sp</i>	x		x
ASTERACEAE	<i>Emilia sonchifolia</i>	x		x
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia hirta</i>	x		
LAMIACEAE	<i>Hyptis pectinata</i>			x
BALSAMINACEAE	<i>Impatiens walleriana</i>		x	
POACEAE	<i>Imperata cylindrica</i>		x	x
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea sp.</i>		x	
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>		x	x
FABACEAE	<i>Macroptilium atropurpureum</i>			x
ASTERACEAE	<i>Mikania micrantha</i>			x
FABACEAE	<i>Mimosa pudica</i>		x	x
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>			x
POACEAE	<i>Paspalum cf conjugatum</i>			x
POACEAE	<i>Paspalum urvillei</i>	x	x	x
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora sp.</i>		x	
PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus tenellus</i>		x	x
URTICACEAE	<i>Pilea microphylla</i>		x	x
Lamiaceae	<i>Plectranthus amboinicus</i>			x
ASTERACEAE	<i>Pluchea odorata</i>	x	x	x
POLYGALACEAE	<i>Polygala paniculata</i>	x	x	x
POACEAE	<i>Sacciolepis indica</i>			x
MALVACEAE	<i>Sida acuta</i>		x	
SOLANACEAE	<i>Solanum capsicoides</i>		x	
SOLANACEAE	<i>Solanum cf. nigrum</i>			x
SOLANACEAE	<i>Solanum lycopersicum</i>		x	x
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>	x	x	x
POACEAE	<i>sp2</i>		x	
POACEAE	<i>Sporobolus elongatus</i>		x	x
POACEAE	<i>Sporobolus sp.</i>	x		
POACEAE	<i>Stenotaphrum dimidiatum</i>	x		

Lors de la campagne de suivi de septembre 2019, aucune nouvelle espèce exotique envahissante végétale ou espèce invasive au sens de la stratégie de lutte contre les espèces végétales envahissantes de VNC n'a été détectée sur les 18 zones d'études (Cf. Rapport suivi EVE 2019 en Annexe 6).

39 espèces exogènes ont été recensées au niveau de ces points de suivi. L'ensemble des espèces relevées présente un faible risque d'envahissement des milieux naturels environnants du fait de leur préférence écologique, à l'exception de *Leucena leucocephala* et *Mikania micrantha* présentant un risque fort d'envahissement et de *Pluchea odorata* présentant un risque très fort d'envahissement. Ces espèces sont déjà présentes sur l'emprise de VNC et des mesures de contrôle et/ou d'éradication ont été engagées pour ces espèces.

3.2.1.4 Suivi et production d'espèces rares et/ou menacées

❖ Les suivis

Les suivis phénologiques ont pour objectif de caractériser les périodes de floraison et de fructification afin d'optimiser les collectes de fruits et ainsi répondre aux objectifs de production. En 2019, les suivis ont été réalisés par deux techniciens de VNC. Plusieurs espèces sont suivies sur une journée en fonction de leur phénologie et de leur localité. 25 jours ont été consacrés aux suivis phénologiques et aux suivis de l'état de santé des populations de 13 espèces rares en 2019. Les principales observations relevées lors du suivi des espèces rares durant l'année 2019 sont présentées dans le bilan des activités de conservation 2019 (cf. Annexe 3).



Figure 18 : Récolte de fruit sur *Xanthostemon seabertii*

Parmi les faits marquants en 2019, on retiendra :

- La récolte de fruits d'*Hibbertia bouletii*, d'*Araucaria goroensis* et *Planchonella latihila*
- Huit bilans stationnels ont été réalisés afin d'évaluer l'état de santé de l'habitat et des populations de sept espèces rares : *Callitris pancheri* (Grand Lac), *Canacomyrca monticola* (FPP), *Dacrydium guillauminii* (Lac en Huit), *Planchonella pronyensis* (Baie du carenage et CPKE), *Hibbertia favieri* (Pernod), *Rauvolfia sevenetii* (Col Paillard), *Retrophyllum minus* (Kanua).

❖ Récoltes, production et plantation d'espèces rares et/ou menacées

Le bilan des récoltes pour l'année 2019 est présenté dans le Tableau 18. 9 espèces ont été récoltées en 2019. Parmi ces espèces, 3 espèces récoltées sont classés CR et 3 autres sont classées EN. Les résultats du programme de conservation engagé en 2019 s'avèrent positifs avec 30% d'individus produits classés CR.

Les chiffres à retenir en 2019 sont 1 384 plantes produites pour 17 espèces rares. Des espèces telles que *Planchonella latihila*, *Pittosporum muricatum*, *Canacomyrica monticola*, *retrophyllum minus* ont été produits. A noter également la production de 3 plants de *Dacrydium guillauminii*, espèce rencontrant des difficultés en termes de germination depuis de nombreuses années ainsi qu'un plant d'*Hibbertia bouletii*, 96 individus de *planchonella latihila* et un individu de *Xanthostemon cf sebertii*.

En 2019, on dénombre la production de trois espèces rares récoltées en 2018 à Tiebaghi par Dominique Fleurot de l'association Endemia et mises en germination à la pépinière de VNC, soit 11 plants de *Thiollierea papineai*, 105 plants de *Melodinus phylliraeoides* et 188 plants d'*Alectryon sp.* Leur croissance sera assurée à la pépinière de VNC puis elles seront transférées ultérieurement à Tiebaghi à l'Association pour la Sauvegarde du Patrimoine Minier et Historique du Nord Calédonien afin de valoriser le patrimoine naturel du massif de Tiebaghi et renforcer les plantations in situ.

Un total de 734 plants d'espèces rares est sorti des stocks de la pépinière de VNC en 2019 pour des plantations de maquis, d'enrichissement forestier ou encore des plantations de conservation in-situ ou ex-situ selon les espèces concernées. Parmi ces individus, 54 individus d'*Araucaria goroensis* ont été plantés à la Wadjana et 3 individus de *Dacrydium guillauminii* au PPRB. Une partie des transplants d'*Araucaria goroensis*, soit 54 plants, récupérés sur l'emprise du projet de fosse minière en 2016 et 2017 ont été plantés dans la zone de conservation de la Wadjana en 2019.

Tableau 18: Synthèse des actions de conservation engagées en 2019

Espèce	Statut UICN	Province sud	Poids et/ou nombre de graines	Nombre de plants repiqués	Nombre de plants transplantés	Plantation (Nombre d'individus)
<i>Araucaria goroensis</i>	EN	X	63,8 gr			54
<i>Canacomyrica monticola</i>	NT	X	6,4gr	2		23
<i>Dacrydium guillauminii</i>	CR	X	6 graines / 0,0gr	3		3
<i>Cunonia deplanchei</i>	VU		0,1gr	168		
<i>Hibbertia bouletii</i>	CR	X	16 graines / 0,1gr	1		
<i>Pancheria communis</i>	VU		0,8gr	106		
<i>Rauvolfia sevenetii</i>	EN	X	7 graines / 1,8gr		8	
<i>Planchonella latihila</i>	CR	X	16 graines / 6,6gr	96		
<i>Retrophyllum minus</i>	EN	X	15 graines et 440 gr	158		
<i>Pittosporum muricatum</i>	CR	X		503		
<i>Alectryon sp.</i>	LR			188		
<i>Melodinus phylliraeoides</i>				105		
<i>Xanthostemon cf sebertii</i>	EX	X		2		
<i>Xanthostemon sulfureus</i>	VU			2		
<i>Medicosma leratii</i>				5		
<i>Thiollierea papineai</i>	CR			11		
<i>Melicope sp.</i>		X		15		
<i>Tristaniaopsis macphersonii</i>	VU			5	20	
<i>Pandanus sp. Tiebaghi</i>				13		
<i>Callitris pancheri</i>	EN	X		1		107
<i>Agathis lanceolata</i>	VU					60
<i>Agathis ovata</i>	EN	X				90
<i>Pandanus cf. bernardii</i>	LC					45
<i>Pandanus bernardii</i>	LC					18
<i>Pandanus lacuum</i>	EN	X				318
<i>Podocarpus lucienii</i>	LC					16
Total				1384	28	734

3.2.1.5 Suivi de la ripisylve

Prescription D5.2.4 de l'AEM

❖ Présentation du réseau de suivi

L'activité minière peut être source de perturbations potentielles et engendrer des impacts indirects sur la végétation alentour : modifications du régime hydrique, poussières, espèces exogènes, coupe de bois illégale, déchets ou encore une modification de la composition spécifique et de la structure des formations végétales.

Parmi les modifications les plus notables, les défrichements miniers réalisés en amont des cours d'eau peuvent entraîner une augmentation des apports en sédiments durant la saison des pluies et plus particulièrement en cas de crue. Les zones dénudées suite aux défrichements peuvent également perdre leur capacité à réguler les eaux de surfaces et entraîner une augmentation de la durée des périodes d'étiages. Le maintien d'une végétation rivulaire étant corrélé à la présence d'un débit suffisant en eau de ruissellement mais aussi en eau souterraine, une modification des conditions hydriques peut avoir des effets néfastes sur la flore rivulaire.

Aucune étude portant sur l'impact des modifications des conditions hydriques sur l'état de santé de la ripisylve n'a été réalisée en Nouvelle-Calédonie.

Un plan de suivi de l'état de santé de la ripisylve en aval d'ouvrages miniers a ainsi été engagé en réponse à l'arrêté n° 2698-2016/PS autorisant l'exploitation du site minier de « Goro ». Il a pour objectif de détecter tout impact potentiel des travaux miniers sur la ripisylve de la Kwé principale située en aval de la mine et du Parc à résidus de VNC. Afin de répondre à cet objectif, plusieurs indicateurs de suivi de ces impacts potentiels ont été définis. Les sources d'impact, les effets potentiels attendus sur le cours d'eau et la ripisylve, les indicateurs de suivi et les métriques associées sont détaillés dans le Tableau 19.

Quatre sites de suivi ont été sélectionnés en se basant sur la composition floristique de la ripisylve en place, sur les résultats issus de la modélisation de la réduction des débits hydrologiques du bassin de la Kwé et sur la présence d'espèces rares inféodées aux milieux humides (Figure 19). Le suivi est réalisé deux fois par an en fin de saison des pluies et en fin de saison sèche. Les paramètres suivis afin de détecter tout impact potentiel des travaux miniers sur la végétation sont présentés dans le Tableau 19.

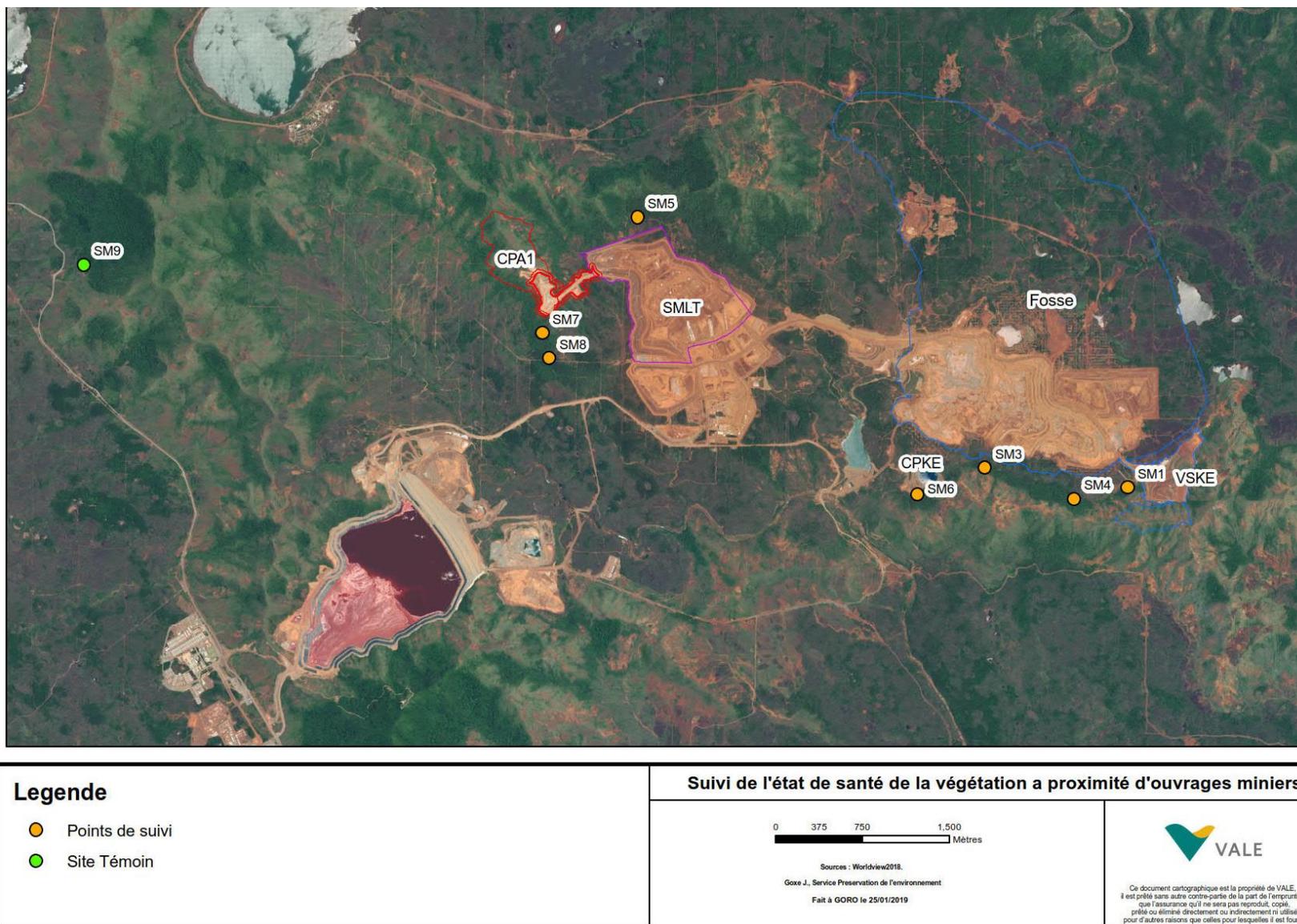


Figure 19 : Localisation des stations de suivi situées à proximité d'ouvrage minier

Tableau 19 : Paramètres de suivi et métriques associées

Sources d'impact	Effet sur le cours d'eau et la ripisylve	Indicateur de suivi	Indice qualitatif	Indice quantitatif - Métrique
Crue	Destruction de végétation (arrachage, ensevelissement)	Dépôts latéritiques et débris végétaux	Rien, léger, important	/
Defrichement, travaux de terrassement	Erosion	Structure des rives : Exposition du sol, exposition des racines des arbres	Stable, légèrement érodée, érodée, très érodée	Degré d'exposition des racines (%) Exposition du sol (%)
		Pente des rives		Ecotone : Pente (%)
	Modification dépôts granulométrique	Substrat	Type de substrat	Ecotone : Substrat (%)
	Augmentation des apports sédimentaires	Turbidité	Claire, légèrement trouble, trouble, terreuse	/
Réduction des débits	Modification composition floristique	Inventaire floristique	Espece	Indice de Braun Blanquet (%)
	Modification de la structure		Recouvrement de la végétation (photo drone)	
	Stress hydrique	Symptômes foliaires	Rien, Léger, Moyen, Fort	Pourcentage d'individus avec symptômes (%)
		Régénération naturelle de la végétation	Rien, peu, modéré, Fort	Peameter : Activité photosynthétique
		Etat de santé de la végétation	Bon, Moyen, mauvais	Peameter : Activité photosynthétique
	Impact sur les espèces sensibles	Suivi <i>Retrophyllum minus</i> , <i>Callitris pancheri</i> , <i>Dracophyllum cosmelloides</i> et <i>Xyris pancheri</i>	Inventaire	Indice de Braun Blanquet (%) Pourcentage d'individus avec symptômes (%)
Assechement des cours d'eau	Activité du cours d'eau	Sec, normal, débordement	Ecotone : Profondeur moyenne et maximale (cm) Ecotone : Largeur du lit (m)	
Impact anthropique	Eutrophisation du cours d'eau	Algues, végétaux aquatiques...	Espece	Indice de Braun-Blanquet (%)
	Production de déchets	Déchets	Type	Quantité
	Coupe de bois	Traces de coupe de bois	Espece	Quantité Diamètre (cm)
Modification composition chimique des sols et de l'eau	Developpement d'espèces exogènes animales et végétales	Especies exogènes	Espece	Indice Braun-Blanquet (%)
	Perturbation de l'équilibre écologique		Ecotone : Eau : PH, Conductivité, concentration en Oxygène dissout (ppm et %) Sol : PH, Conductivité, soufre, Calcium	

❖ Résultats

Les sites de suivi sont apparus en bon état de santé avec une légère dégradation durant la fin de saison sèche en novembre 2017 et en novembre 2018 se traduisant par l'apparition de symptômes foliaires de type chlorose diffuse et nécrose apicale (Cf. Fichier xls Suivi ripisylve 2019 en Annexe 7, Bilan 2019 en cours de rédaction). Un dessèchement de l'ensemble des individus de *Melaleuca brongniartii* se traduisant par une réduction de la surface foliaire associée à une chlorose diffuse a été constaté au niveau des sites de suivi SR01, SR02 et SR03 en novembre 2017 et novembre 2018. Le site SR04 a quant à lui été marqué par une augmentation des symptômes de chlorose et de nécrose sur les vieilles ramilles des individus de *Callitris pancheri* en novembre 2018. Une diminution de la hauteur d'eau a été constatée sur l'ensemble des sites de suivi durant ces périodes.

En 2019, on note une diminution du pourcentage d'individus avec symptômes foliaires sur l'ensemble des sites à l'exception du site témoin où une augmentation des symptômes foliaires a été relevée en octobre 2019 se traduisant par un dessèchement de quelques individus de *Melaleuca brongniartii*.

Malgré l'apparition de symptômes foliaires, la ripisylve a présenté un indice d'activité photosynthétique moyen variant entre 0,648 et 0,778 selon les sites de suivi et la campagne de suivi (Figure 20: Activité photosynthétique mesurée par site de suivi). L'indice d'activité photosynthétique le plus bas a été relevé au niveau du nouveau site témoin situé en amont de la Cascade Camille en novembre 2018. Globalement, on constate une légère diminution de l'indice entre novembre 2017 et novembre 2018 puis une augmentation en novembre 2019. La turbidité n'a pas varié durant l'ensemble des suivis et l'eau est apparue limpide. La structure des rives est restée relativement stable durant l'ensemble des sites et aucune évolution du phénomène érosif n'a été observée sur la période de suivi. Aucune coupe de bois n'a été relevée durant la période de suivi. Quelques déchets ont été recensés sur SR01 et SR02 (bouteille plastique, tee-shirt, etc.) et ont été récupérés. Aucun changement majeur de la structure et de la composition spécifique des formations végétales en place n'a été relevé entre 2017 et 2019.

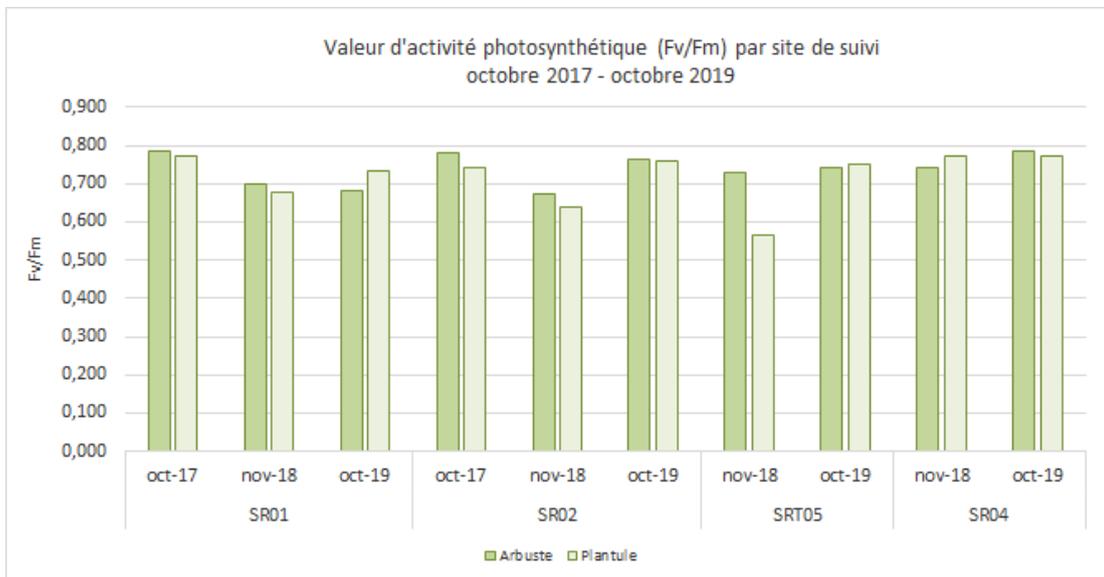


Figure 20: Activité photosynthétique mesurée par site de suivi

3.2.2 Bilan des mesures de préservation et d'atténuation

3.2.2.1 Arrosage des pistes et des chantiers

VNC recourt au captage du BSKN pour alimenter les arroseuses dont l'intervention permet de limiter l'envol des poussières. Les chantiers desservis sont les suivants :

- Fosse minière ;
- Verse SMLT ;
- ROM-Pad ;
- Carrière CPA1 ;
- Piste reliant le CIM au barrage de la Kwé Ouest.

Le renouvellement de l'autorisation de captage a été délivré par arrêté n° 2417-2017/ARR/DDR du 8 septembre 2017. Le débit maximal est fixé à 3 580 m³/jour sur la base de 10h de prélèvement par jour.

Les eaux issues du captage sont acheminées vers trois potences qui servent au remplissage des arroseuses. Les potences sont positionnées de manière à limiter la distance de roulage. Les points d'approvisionnement sont situés (cf. Figure 21) :

- sur le ROM-Pad : potence ROM-Pad (n°1) ;
- à l'entrée de la fosse minière : potence KN2-3 (n°2).
- à proximité du captage : potence BSKN (n°3) ;

Les deux potences éloignées du point de prélèvement sont alimentées par des réservoirs de 250 m³ qui sont alimentés par une conduite de 250 mm en PEHD. Les supprimeurs permettent de relever l'eau jusqu'aux cuves.

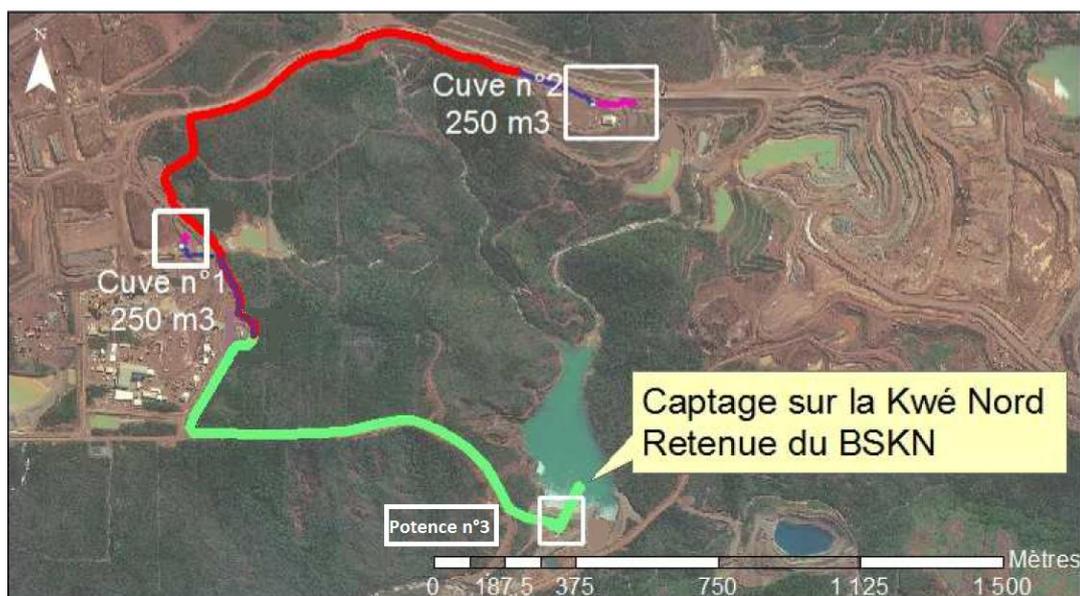


Figure 21 : Localisation des points d'alimentation des arroseuses

Un compteur volumétrique installé au niveau du point de captage de la kwé nord a permis de déterminer que le volume total prélevé pour l'arrosage des pistes en 2019 a été de 241 900 m³.

Un second compteur volumétrique installé au niveau du ROM-Pad permet de recenser un volume d'eau de 149 451 m³ en 2019 pour l'arrosage de la verse SMLT et du ROM-pad, voire fosse minière.

La ligne permettant d'alimenter la cuve d'eau KN2/3 est également équipé d'un compteur d'eau qui indique une consommation de 53 591 m³ pour l'année 2019. Cette eau a été principalement dédiée à l'arrosage des pistes de la fosse minière.

Avec ces trois compteurs on peut déduire que le volume d'eau prélevé directement au niveau du captage (au pied du barrage de BSKN) a été de 38 857 m³ en 2019. Cette eau a été dédiée à l'arrosage de la road pipe et d'une partie de la Kwé ouest, de la carrière CPA1 et de la verse SMLT.

3.2.2.2 Récolte de graines, boutures et plantules

Les récoltes de graines sont assurées par le personnel du service « Préservation de l'environnement » tout au long de l'année. Ainsi, la campagne 2018-2019 a permis de récolter 339,444 kg de fruits de 79 espèces différentes. Le détail des récoltes figure dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Récapitulatif des récoltes effectuées lors de la saison 2018-2019 par VNC sur le Plateau de Goro

FAMILLE	Espèce	Somme des poids (kg)
MALPIGHIACEAE	Acridocarpus austrocaledonicus	0,02
ARAUCARIACEAE	Agathis lanceolata	0,06
ARAUCARIACEAE	Agathis ovata	0,24
RHAMNACEAE	Alphitonia neocaledonica	10,68
APOCYNACEAE	Alstonia lenormandii	0,42
ARAUCARIACEAE	Araucaria bernierii	0,24
ARAUCARIACEAE	Araucaria luxurians	2,16
ARAUCARIACEAE	Araucaria nemorosa	1,16
SAPINDACEAE	Arytera lepidota	1,51
RUBIACEAE	Atractocarpus heterophyllus	0,66
PICRODENDRACEAE	Austrobuxus carunculatus	3,16
PICRODENDRACEAE	Austrobuxus huerlimanii	1,48
PICRODENDRACEAE	Austrobuxus rubiginosus	0,42
PROTEACEAE	Beauprea sp	0,008
CALOPHYLLACEAE	Calophyllum caledonicum	1,78
APOCYNACEAE	Cerberiopsis candelabre	0,04
CYPERACEAE	Costularia pubescens	6,42
RIZOPHORACEAE	Crossostylis grandiflora	0,02
LAURACEAE	Cryptocaria guillauminii	1,1
CUNONIACEAE	Cunonia deplanchei	0,22
CUNONIACEAE	Cunonia purpurea	0,18
PODOCARPACEAE	Dacrydium araucarioides	1,24
BIGNONIACEAE	Deplanchea speciosa	0,76
EBENACEAE	Diospyros sp.	0,06
SAPINDACEAE	Dodonea viscosa	4,04
ELAEOCARPACEAE	Dubouzetia confusa	1,2
MELIACEAE	Dysoxylum sp	0,32
ELAEOCARPACEAE	Elaeocarpus speciosus	6,4
ELAEOCARPACEAE	Elaeocarpus sp.	0,66
CELASTRACEAE	Elaeodendron sp	0,64
CLUSIACEAE	Garcinia balansae	0,19
CLUSIACEAE	Garcinia neglecta	0,3

FAMILLE	Espèce	Somme des poids (kg)
RUBIACEAE	Gardenia aubryi	0,52
PROTEACEAE	Garnieria spathulaefolia	1,84
PROTEACEAE	Grevillea exul	93,11
PROTEACEAE	Grevillea gillivrayi	0,26
RUBIACEAE	Guettarda eximia	2,54
SAPINDACEAE	Guioa glauca	0,28
CASUARINACEAE	Gymnostoma deplanchaenum	104,6
CASUARINACEAE	Gymnostoma leucodon	0,14
CASUARINACEAE	Gymnostoma poissonianum	4,7
CASUARINACEAE	Gymnostoma sp.	0,02
DILLENIACEAE	Hibbertia lucens	6,62
DILLENIACEAE	Hibbertia pancheri	1,88
DILLENIACEAE	Hibbertia trachiphylla	0,1
RHAMNACEAE	Jaffrea xerocarpa	4,74
ASPARAGACEAE	Lomandra insularis	4,1
PICRODENDRACEAE	Longetia buxoides	4,12
MALVACEAE	Maxwellia lepidota	0,38
RUTACEAE	Myrtopsis selligii	0,26
OLEACEAE	Osmanthus austrocaledonicus	0,36
PHELLINACEAE	Phelline comosa	0,36
MYRTACEAE	Piliocalyx baudouini	4,38
MYRTACEAE	Piliocalyx laurifolia	7,2
MYRTACEAE	Piliocalyx pancheri	5,82
PITTOSPORACEAE	Pittosporum deplanchei	0,28
PITTOSPORACEAE	Pittosporum hematommallum	0,42
PITTOSPORACEAE	Pittosporum sp.	0,06
SAPOTACEAE	Planchonella wakere	8,02
SAPOTACEAE	Pleioluma crebifolia	0,06
SAPOTACEAE	Pleioluma sebertii	1,04
ARALIACEAE	Plerandra gordonii	0,46
SAPINDACEAE	Podonephelium gongrocarpum	6,6
APOCYNACEAE	Rauvolfia sevenetii	0,54
PODOCARPACEAE	Retrophyllum minor	0,44
GOODENIACEAE	Scaevola balansae	0,7
MIMOSOIDEAE	Serianthes sp.	1,06
THYMELAEACEAE	Solmsia callophylla	0,54
PROTEACEAE	Stenocarpus comptonii	3,72
PROTEACEAE	Stenocarpus umbelliferus	15,42
SAPINDACEAE	Storthocalyx pancheri	0,56
MYRTACEAE	Syzygium laurifolia	0,38
MYRTACEAE	Syzygium mouanum	0,52
MYRTACEAE	Syzygium sp.	0,5
MYRTACEAE	Syzygium wagapense	0,36
RUBIACEAE	Tarenna hexamera	0,046
PROTEACEAE	Viotia sp.	1,26
MYRTACEAE	Xantostemom gugerlii	0,34
ANNONACEAE	Xylopiya pancheri	0,04
Total général		339,444



Figure 22 : Triage et rangement des récoltes opérées sur le Plateau de Goro à la Pépinière VNC

Les graines sont extraites des fruits récoltés, triées et conditionnées pour la conservation ou la mise en bac pour la germination. Le détail de la production de plantes par germination est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Tableau récapitulatif de la germination de plantules réalisées par VNC en 2018

Familles	Espèces	Nombre de Bacs	Poids (gr)
AGAVACEAE	<i>Cordyline neocaledonica</i>	6	24
APOCYNACEAE	<i>cerberiopsis candelabra</i>	2	17
APOCYNACEAE	<i>Rauwolfia sevenetii</i>	2	38
ARALIACEAE	<i>Polyscias sp</i>	1	9
CAESALPINIACEAE	<i>storckiella pancheri</i>	27	810
CALOPHYLLACEAE	<i>Calophyllum caledonicum</i>	16	6 628
CASUARINACEAE	<i>Gymnostoma deplancheanum</i>	200	603
CASUARINACEAE	<i>gymnostoma leucodon</i>	25	49
CELASTRACEAE	<i>Dicarpellum sp</i>	1	7
CLUSIACEAE	<i>Garcinia balansae</i>	58	4 522
CUNONIACEAE	<i>Pancheria alaternoides</i>	4	4
CUPRESSACEAE	<i>calitris pancheri</i>	2	4
DILLENACEAE	<i>hibbertia pancheri</i>	2	7
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus speciosus</i>	7	5 909
FABACEAE	<i>Serianthes calycina</i>	3	42
FABACEAE	<i>storckiella pancheri</i>	15	450
GOODENIACEAE	<i>scaevola balansae</i>	12	121
LAMIACEAE	<i>Oxera nerifolia</i>	6	89
LAURACEAE	<i>Cryptocaria guillauminii</i>	1	325
LAURACEAE	<i>Cryptocarya guillauminii</i>	11	4 120
LAURACEAE	<i>Cryptocarya odorata</i>	1	173
MELIACEAE	<i>dysoxylum sp</i>	6	121
MYRTACEAE	<i>Arillastrum gummiferum</i>	51	510

Familles	Espèces	Nombre de Bacs	Poids (gr)
MYRTACEAE	<i>Tristaniopsis guillainii</i>	17	52
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon sulfureus</i>	9	27
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon gugerlii</i>	3	5
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon ruber</i>	5	16
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon sulfureus</i>	2	7
PICRODENDRACEAE	<i>Austrobuxus carunculatus</i>	23	315
PICRODENDRACEAE	<i>Austrobuxus carunculatus</i>	17	245
PICRODENDRACEAE	<i>Austrobuxus rubiginosus</i>	3	23
PICRODENDRACEAE	<i>Austrobuxus huerlimannii</i>	5	51
PICRODENDRACEAE	<i>Longetia buxoides</i>	125	743
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum deplancheii</i>	5	26
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum hematomallum</i>	4	33
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum muricatum</i>	12	83
PROTEACEAE	<i>Grevillea exul</i>	335	1 346
PROTEACEAE	<i>stenocarpus comptonii</i>	16	67
PROTEACEAE	<i>Stenocarpus umbelliferus</i>	249	748
RHAMNACEAE	<i>Jeffrea xerocarpa</i>	3	10
RUBIACEAE	<i>Atractocarpus heterophyllus</i>	2	28
RUBIACEAE	<i>Guettarda eximia</i>	10	4 524
RUBIACEAE	<i>Ixora comtonii</i>	1	8
RUTACEAE	<i>Flindersia fournieri</i>	13	89
RUTACEAE	<i>Myrtopsis selingii</i>	9	19
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i>	126	147
SAPINDACEAE	<i>Guioa glauca</i>	34	489
SAPOTACEAE	<i>Planchonella sphaerocarpa</i>	2	630
VIOLACEAE	<i>Agatea longipediculata</i>	8	124
XANTHORRHOEACEAE	<i>Lomandra insularis</i>	41	615
RUTACEAE	<i>Flindersia fournieri</i>	19	129
Total général		1 557	35 417

VNC pratique également de la transplantation des plantules, même pour des espèces maîtrisées en germination. Cette pratique opportuniste peut parfois se substituer aux germinations, surtout lorsque les récoltes ont été peu fructueuses ou dans le cas de mortalités importantes ou de retards observés sur les germinations en serre.

Le détail de ces transplants figure dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des transplantations de plantules réalisées par VNC en 2018

Familles	Espèces	Total
RAHMNACEAE	<i>Alphitonia neocaledonica</i>	8 969
CUNONIACEAE	<i>Codia spathulata</i>	3 935
CUNONIACEAE	<i>Codia spatulata</i>	23 512
CYPERACEAE	<i>Costularia comosa</i>	39 568
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i>	1 000

Familles	Espèces	Total
PROTEACEAE	<i>Grevillea exul</i>	150
CASUARINACEAE	<i>Gymnostoma deplancheanum</i>	11 313
CYPERACEAE	<i>Lepidosperma perteres</i>	13 400
CYPERACEAE	<i>Machaerina deplanchei</i>	100
MIODOCARPACEAE	<i>Myodocarpus fraxinifolius</i>	7 563
	NI	300
CYPERACEAE	<i>Schoenus neocaledonicus</i>	3 950
PROTEACEAE	<i>Stenocarpus umbelliferus</i>	500
Total général		114 260

3.2.2.3 Récupération et utilisation du topsoil

En 2019, les défrichements ont été principalement effectués autour de la fosse minière et de la carrière CPA1. Ce top-soil, prélevés sur des zones très cuirassées, est relativement pauvre en matières organiques mais très rocheux. Le gyrobroyage de la végétation réalisée en amont du décapage de la cuirasse permet toutefois d'apporter un supplément de matière organique.

L'essentiel de ce top-soil a été transféré puis étalé sur les talus des verses VSKE et SMLT. Des talus précédemment traités de la sorte ont montré des signes de reprise naturelles avec des Cypéracées et quelques ligneux (*Alphitonia* sp. par exemple) ainsi que quelques orchidées comme des *Eriaxis*. Lorsqu'il n'y a pas de reprise naturelle, un hydrosseding est réalisés.

3.3 Suivis et mesures relatives à la faune

➤ Cf. article D8.5 des prescriptions techniques de l'AEM

3.3.1 Suivis

3.3.1.1 Suivi de la faune des massifs forestiers et paraforestiers

3.3.1.1.1 Présentation du réseau de suivi

❖ Volet Avifaune :

Le suivi de l'avifaune se fait annuellement sur 12 patchs forestiers répartis autour de l'emprise minière et dans les réserves spéciales.

Les douze forêts sont : La forêt cuvette à la mine des japonais (FC), la forêt Jaffré (FJ), la forêt Nord (FN), la forêt Nord côté port boisé (FN2), La forêt S2 (S2), la forêt du tuyau (FT), La forêt de la Kwé Est côté carrière (KEC), la forêt de la Kwé Est dite forêt longue (KE), La forêt de la Kwé Nord (KN), la forêt du pic du grand kaori (PGK), la forêt du pic du pin (PDP) et la forêt de la Wadjana (WA).

Effort de recherche :

Chaque point d'écoute est effectué sur 10minutes, il y a quatre réplicas, deux en matinée et deux dans l'après-midi. Les données sont analysées et fournissent des indices ponctuels d'abondance (= nombre moyen de contacts par point d'écoute pour une espèce donnée) et de fréquence d'occurrence (= pourcentage de points d'écoute ou une espèce donnée a été détectée).

❖ Volet Herpétofaune :

VNC effectue ses suivis des lézards (scinques+geckos) sur quatre forêts dont deux en alternance d'une année sur l'autre. En 2019 les trois forêts suivies sont : la forêt de Pic du Pin, la forêt Nord et la forêt du Pic du Grand Kaori.

3.3.1.1.2 Résultats

❖ Volet Avifaune

Les tableaux ci-dessous synthétisent les résultats du suivi de l'avifaune du plateau de Goro en 2019, disponible en **Annexe 8**.

Tableau 22 : Résultats des points d'écoute 2019 sur le plateau de Goro

Code	Nom latin	Nom commun	Ind. ab.	Fq. occ.	End.	UICN
AUVE	<i>Accipiter haplochrous</i>	Autour à ventre blanc	0,27	33%	EE	NT
BAPE	<i>Pandion haliaetus cristatus</i>	Balbuzard	-	-	LR	LC
BUGO	<i>Circus approximans</i>	Busard de Gould	0,02	2%	LR	LC
COCA	<i>Corvus moneduloides</i>	Corbeau	0,08	8%	EE	LC
COCU	<i>Chrysococcyx lucidus layardi</i>	Coucou cuivré	0,52	42%	LR	LC
COEV	<i>Cacomantis flabelliformis pyrrhophanus</i>	Coucou à éventail	0,33	31%	SE	LC
COTU	<i>Chalcophaps indica chrysochlora</i>	Tourterelle verte	-	-	LR	LC
DIPS	<i>Erythrura psittacea</i>	Cardinal	0,67	63%	EE	LC
ECCA	<i>Coracina caledonica</i>	Echenilleur calédonien	0,40	38%	SE	LC
ECPI	<i>Lalage leucopyga montrosieri</i>	Echenilleur pie	0,60	54%	SE	LC
GEME	<i>Gerygone flavolateralis flavolateralis</i>	Gérygone	1,19	94%	SE	LC
LAVE	<i>Artamus leucorhynchus</i>	Hirondelle busière	0,10	10%	SE	LC
LOTE	<i>Trichoglossus haematodus deplanchei</i>	Loriquet	0,19	10%	SE	LC
MACH	<i>Todiramphus sanctus canacorum</i>	Martin-chasseur	-	-	SE	LC
MEBA	<i>Glycifohia undulata</i>	Méliphage barré	3,06	98%	EE	LC
MEOR	<i>Lichmera incana incana</i>	Suceur	2,92	81%	SE	LC
MISI	<i>Haliastur sphenurus</i>	Milan siffleur	0,02	2%	LR	LC
MIVE	<i>Eopsaltria flaviventris</i>	Miro	1,04	69%	EE	LC
MOBR	<i>Clytorhynchus p. pachycephaloides</i>	Monarque brun	0,25	23%	SE	LC
MOME	<i>Myiagra caledonica</i>	Monarque à large bec	0,85	71%	SE	LC
MYCA	<i>Myzomela caledonica</i>	Sucrier	3,67	100%	EE	LC
NOTO	<i>Ducula goliath</i>	Notou	0,52	35%	EE	NT
PEFR	<i>Cyanoramphus novaezelandiae saisseti</i>	Perruche à front rouge	1,06	58%	SE	LC*
PIGO	<i>Columba vitiensis hypoenochroa</i>	Pigeon collier blanc	0,06	6%	SE	LC
POMO	<i>Philemon diemenensis</i>	Polochion moine	0,54	40%	EE	LC
RHCO	<i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i>	Petit rhipidure	1,17	85%	SE	LC
RHTA	<i>Rhipidura verreauxi verreauxi</i>	Rhipidure tacheté	0,77	60%	SE	LC
SASO	<i>Collocalia esculenta albidior</i>	Salangane soyeuse	0,21	15%	SE	LC
SICA	<i>Pachycephala caledonica</i>	Sourd à ventre jaune	2,44	96%	EE	LC
SIIT	<i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i>	Sourd à ventre roux	0,88	69%	SE	LC
STCA	<i>Aplonis striata striata</i>	Stourne calédonien	0,04	4%	SE	LC
ZODV	<i>Zosterops xanthochrous</i>	Lunette à dos vert	3,17	100%	EE	LC
ZODG	<i>Zosterops lateralis griseonata</i>	Lunette à dos gris	-	-	SE	LC

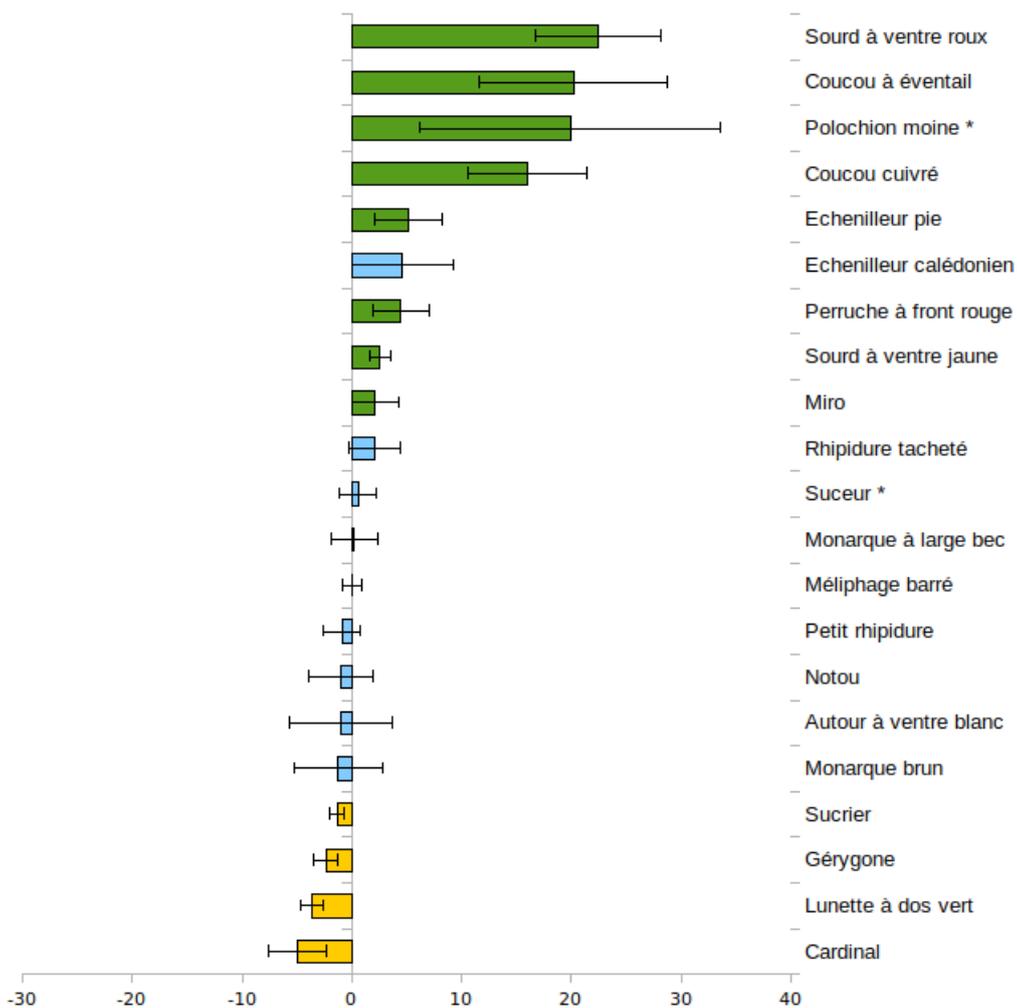


Figure 23 : Evolution des oiseaux communs sur le plateau de Goro de 2008 à 2019

	Forêt cuvette - Mine des Japonais	Forêt Jaffré	Forêt Nord	Forêt Nord - Port Bouisé	Forêt Tuyau	Koué Est - Forêt longue	Koué Est - Carrière	Koué Nord	Pic du Pin	Pic du Grand Kaori	Forêt S2	Wadjana
Autour à ventre blanc	0,5	1,7	0,5	1,5	1,5	0,6	0,3	0,6	1,9	1,6	0,0	0,5
Corbeau	0,0	0,3	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,5	0,1	0,1
Concou cuivré	1,1	1,6	3,2	3,1	1,8	0,1	0,1	0,0	1,5	2,8	0,0	0,5
Coucou à éventail	1,1	1,5	2,6	1,5	2,2	0,1	0,0	0,1	0,6	1,6	0,0	1,3
Cardinal	4,1	3,6	2,2	3,6	4,9	4,5	1,9	4,9	6,1	2,0	2,5	3,1
Echenilleur calédonien	1,2	1,3	3,3	2,2	1,9	1,0	0,5	1,5	1,5	2,0	0,0	0,5
Echenilleur pie	2,2	3,7	1,4	1,2	4,0	2,7	2,1	3,0	2,0	3,2	0,0	0,7
Gérygone	6,9	6,0	6,5	6,4	6,2	7,0	6,1	5,3	6,6	6,1	5,3	5,8
Méliphage barré	10,5	12,3	7,4	16,3	11,5	9,0	11,4	12,3	15,3	12,6	11,3	10,9
Suceur	9,6	1,2	7,5	12,9	9,9	3,4	12,4	9,7	11,6	21,3	5,7	14,4
Miro	5,0	4,7	5,1	6,9	5,5	3,7	2,2	4,2	3,6	4,9	1,0	1,9
Monarque brun	2,7	2,0	2,5	2,8	0,7	0,4	0,0	0,0	2,6	1,9	0,0	0,2
Monarque à large bec	3,8	3,6	2,9	5,3	3,5	2,2	1,6	3,7	4,9	5,0	0,2	0,9
Sucrier	15,8	18,0	13,7	20,3	17,5	14,3	14,4	17,2	14,0	16,5	15,5	14,9
Notou	2,1	1,3	6,0	10,2	0,4	0,2	0,1	0,0	1,5	7,1	0,0	2,1
Perruche à front rouge	2,2	5,4	3,5	4,2	5,0	1,5	1,1	2,3	7,5	5,7	1,8	1,3
Polochion moine	0,9	1,2	0,8	3,8	1,3	1,1	1,0	0,6	1,4	1,4	0,0	0,0
Petit rhipidure	3,5	4,8	5,3	4,2	4,5	3,2	3,5	3,2	6,7	3,7	4,3	3,7
Rhipidure tacheté	4,0	4,1	3,5	4,5	4,8	3,2	2,4	3,2	4,4	3,7	0,7	1,4
Sourd à ventre jaune	8,6	9,0	9,5	8,7	8,2	7,9	5,7	7,6	9,7	9,5	6,1	8,0
Sourd à ventre roux	2,0	2,6	1,6	0,9	2,2	1,7	1,5	0,7	3,5	2,6	0,4	2,0
Lunette à dos vert	19,9	13,3	18,1	25,1	15,6	13,2	14,9	16,7	15,2	14,3	12,4	16,3

Figure 24 : Moyenne des contacts sur la période 2008 à 2019 par relique forestière et par espèces

Les 12 reliques forestières suivies sont de taille variable et représentent des habitats différents (ex : forêt humide mixte sur éboulis sur S2, WA, FC, forêt humide dominée par *Arillastrum* sur FJ, KN, KEC et KE). Elles présentent des richesses spécifiques voisines à l'exception des forêts S2, Kué Nord (KN) et Kué Est Carrière (KEC) ; ces trois reliques sont plus particulièrement isolées, à proximité immédiate des zones d'activité (route et projet Lucy, fosse minière et carrière) et de faible superficie. La faible superficie forestière induit des effets de lisière importants sur la communauté végétale (Ibanez *et al* 2017), qui peut se traduire par une altération de la qualité de l'habitat pour certaines espèces d'oiseaux, en plus de limiter de fait la présence des espèces d'oiseaux à large domaine vital. L'isolation des fragments limite les possibilités d'échange entre populations (immigration et émigration d'oiseaux, échanges génétiques), à un degré qui reste à déterminer et à relativiser par rapport aux autres facteurs (qualité de l'habitat, taille du fragment forestier, impact de l'activité d'exploitation). Aucune baisse d'indice d'abondance importante n'est ressortie pour l'une ou l'autre des espèces contactées sur le plateau de Goro, ni globalement de l'avifaune pour une des 12 reliques forestières particulière.

Le suivi joue ici son rôle et indique pour l'instant qu'il n'y pas de sonnette d'alarme à déclencher pour une espèce ou une relique forestière particulières. Cependant, il faut rappeler que la plupart des espèces forestières de la Grande Terre sont longévives, même les plus petites (Duval & Wanguene 2017 b), leur mobilité et leur écologie restent mal connues et donc une latence à la diminution des effectifs peut exister et être supérieure à une dizaine d'années (par le vieillissement des reproducteurs, l'immigration de nouveaux individus, etc.). Des indices d'abondance en hausse sur la période 2008 – 2019 doivent être inversement considérés avec prudence pour plusieurs espèces ; par exemple, les coucous, capables vraisemblablement de variations annuelles d'abondance très marquées (« invasions », années « avec ou sans coucous »), ou le polochion moine, peu contacté et vraisemblablement très nomade, entre autres en fonction de la variation des ressources alimentaires.

Le rapport de suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro, année 2019, est fourni en Annexe 8.

❖ **Volet herpétofaune**

Dix-huit espèces de lézards (7 Scincidae et 11 Diplodactylidae) ont été enregistrées au cours de la campagne de surveillance 2019, au sein des stations prospectées (toutes méthodes d'échantillonnage confondues) :

- 14 espèces (6 Scincidae et 8 Diplodactylidae) détectées en Forêt Nord / Col de l'Antenne
- 15 espèces (6 Scincidae et 9 Diplodactylidae) détectées au Pic du grand Kaori ;
- 14 espèces (6 Scincidae et 8 Diplodactylidae) détectées dans la Pic du Pin.

Tableau 23 : Succès des captures 2019 (pitfall traps)

Sites	2019
Tous sites confondus	14,5%
Forêt Nord	19,5%
Pic du Grand Kaori	11%
Pic du Pin	13%

Tableau 24 : Diversité spécifique des lézards (et statuts UICN révisés, en 2018, en rouge) par site de surveillance

	Espèces	Statut UICN	Forêt Nord / CA	Pic du grand Kaori	Pic du Pin
Scinques	<i>C. austrocaledonicus</i>	LC	x	x	x
	<i>C. festivus</i>	LC			
	<i>C. notialis</i>	NT	x	x	x
	<i>G. shonae</i>	VU			
	<i>L. nigrofasciolatum</i>	LC	x	x	x
	<i>M. tricolor</i>	LC	x	x	x
	<i>N. mariei</i>	VU			x
	<i>S. aurantiacus</i>	VU			
	<i>S. deplanchei</i>	LC	x	x	x
<i>T. variabilis</i>	LC	x	x	x	
Geckos	<i>B. geitaina</i>	NT			
	<i>B. goroensis</i>	EN		x	
	<i>B. robusta</i>	NT	x		
	<i>B. cf. sauvagii</i>	EN	x	x	x
	<i>B. septuiclavis</i>	NT	x	x	x
	<i>E. symmetricus</i>	NT	x		x
	<i>R. auriculatus</i>	LC	x	x	x
	<i>R. ciliatus</i>	VU		x	
	<i>R. leachianus</i>	LC	x	x	x
<i>R. sarasinorum</i>	VU	x	x	x	
	Total espèces / Site		13	13	13

Les résultats issus de la campagne de surveillance de l'herpétofaune 2019, avec la détection de 415 lézards (185 scinques et 230 geckos), reflètent de prime abord la bonne santé générale de la communauté des lézards des sites forestiers cibles.

Les espèces communes de scinques des sites prospectés (*C. notialis*, *M. tricolor* et *S. deplanchei*) ont été détectées, selon des effectifs de populations différents suivant les transects de surveillance. Le scinque *C. notialis*, enregistré en faible densité dans les pièges à fosse, au cours des campagnes 2015-2019 a été cependant observé de nombreuses fois en activité au sol, ou en phase de thermorégulation. Les résultats des pièges à fosse concernant cette espèce héliophile sous-estiment la taille des populations des zones investiguées. À l'inverse, toujours avec les données 2015-2019, les scinques *M. tricolor* et *S. deplanchei* ont été enregistrés à plus de 56% et 84% dans les pièges à fosse des aires de surveillance. Ces espèces, vraisemblablement moins tributaires à la durée et intensité d'ensoleillement que les espèces du genre *Caledoniscincus*, sont actives sous une nébulosité totale marquée également par des épisodes pluvieux. Les rares scinques semi-fouisseurs comme *G. shonae* et *N. mariei* n'ont pas été détectés au cours de ce suivi, dans la Forêt Nord, Pic du grand Kaori et Pic du Pin.

Des espèces non observées dans des sites prospectés depuis de nombreuses années peuvent être (re)découvertes fortuitement, comme le taxon remarquable *R. ciliatus* (détecté en novembre 2016 au Pic du grand Kaori et forêt SMLT, mais absent au cours des suivis de 2017 et 2018) et l'espèce *B. robusta*, observée de nouveau au Col de l'Antenne en novembre 2017, après 9 ans sans contact. La campagne 2018 a permis la détection du taxon remarquable *Bavayia goroensis*,

dans en maquis paraforestier de Pic du Grand Kaori. Ce taxon n'est connu actuellement que du Plateau de Goro et de la Plaine des Lacs, dans des habitats de forêts humides et de maquis. Quelques individus isolés ont été enregistrés depuis sa découverte en 2004 - sur la route de la Wadjana (Sadler et Shea, 2004).

Des espèces non observées dans des sites prospectés depuis de nombreuses années peuvent être découvertes fortuitement, comme le taxon remarquable *Bavayia goroensis* détecté sur le transect en lisière et l'espèce *B.robusta*, observée pour une premier fois sur les transects sur la partie basse de Forêt Nord. Neuf *R. auriculatus* ont été détectés au cours de ce suivi dans la réserve forestière de la Forêt Nord au Col de l'Antenne, en lisière de la formation forestière dense humide et dans des habitats de maquis ligno-herbacé à arbustif. De nombreux *R.sarasinorum* ont été observés dans tous les sites de prospections nocturnes (25 spécimens, dont 13 au Forêt Nord et 8 à Pic du Pin), ainsi que 5 *R.leachianus* (Pic du grand Kaori, Pic du Pin et Forêt Nord). La répartition spatiale non homogène de cette espèce dans les sites de prospection, associée à de faibles effectifs de populations et de sa préférence pour les strates supérieures de la forêt, le rendent difficilement détectable.

Des juvéniles de scinques et geckos ont été enregistrés dans tous les sites de surveillance, démontrant que les cycles de reproduction ne sont pas perturbés outre mesure.

Le rapport de restitution de la campagne de surveillance 2019 de l'herpétofaune de trois sites forestiers sur le site minier de Vale Nouvelle-Calédonie est fourni en Annexe 9.

3.3.1.2 Suivi de l'échouage des oiseaux marins

Les occurrences d'échouages d'oiseaux marins répertoriées en 2019 sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22 : Occurrences d'échouages d'oiseaux marins- Année 2018=9

Annee	Espèce	Nombre d'individus	Relâché	Mort	Envoyé au PZF	Total
2019	Puffin fouquet	15	15		1	16
	Pétrel de Gould	1		1		

La majeure partie des échouages d'oiseaux marins s'est faite à la fin du mois de Mai (temps pluvieux), ce qui correspond à la période de premier envol des juvéniles du terrier.

L'année 2019 fait état de 16 individus échoués, dont un individu mort, 14 individus relâchés et un individu blessé envoyés au Parc Zoologiques et Forestier. Parmi les 16 individus, nous avons recensé 15 Puffins Fouquet et un Pétrel de Gould.

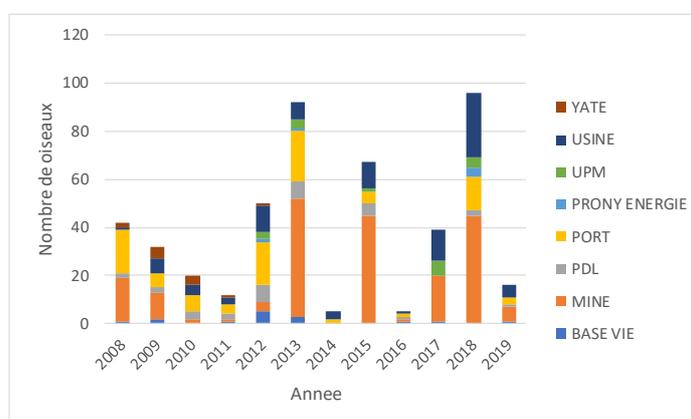


Figure 25 : Nombre d'oiseaux échoués par année et par site

A la suite des échouage principaux en Mai et Juin, une mise à jour de la communication interne « toolbox sauvetage des oiseaux marins » a été faite en Juillet afin de clarifier les conditions d'accueil et les personnes à informer en cas d'échouage.

La majeure partie des échouages d'oiseaux marins en 2019 s'est faite sur les zones de la Mine (37%), de l'Usine (31%) et du Port (19%). Toutefois, sur les 16 individus échoués, la grande majorité d'entre eux (87,5%) a pu être sauvée et relâchée dans leur environnement. L'individu blessé qui n'a pas pu être relâché a été envoyé au Parc Zoologique et Forestier afin d'y être soigné.

Les échouages se concentrent principalement sur la 2ème quinzaine du mois de Mai lors des premiers envols (fin mars à début juin globalement), avec cependant un individu retrouvé au mois d'Août. La diminution en nombre d'échouage en 2019 par rapport à 2018 est fortement liée aux conditions météorologiques qui étaient plus clémentes et sans tempête lors des premiers envols.

Des campagnes de communication sont lancées régulièrement en interne, courant Mars/Avril, afin de sensibiliser les employés de VNC au sauvetage des oiseaux marins.

3.3.2 Bilan des mesures d'atténuation

3.3.2.1 Compilation des inventaires existants sur les fourmis envahissantes

La carte en Annexe 10 fait la synthèse des résultats d'inventaires des fourmis envahissantes de type *Wasmannia Auropunctata*, *Anoplolepis gracilipes*, *Pheidole megacephala* et *Solenopsis geminata/invicta* sur la zone minière.

Les résultats du suivi bisannuel des fourmis envahissantes, réalisé en 2019, sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Tableau 25: Liste des espèces de fourmis détectées sur le site industriel de VNC et Prony en mai 2019. En rouge sont les pestes majeures en Nouvelle Calédonie, en vert des locales et celles en noir sont des espèces exogènes pas ou peu envahissante_ (Source : Ravary Mai, 2019)

Sous-famille	Espèce	Statut (*)	Présence connue en NC	Zones prospectées					
				MAGASIN	VRAC	STEP	PORT	MINE_FPP	BASE-VIE
Dolichoderinae	<i>Iridomyrmex calvus</i>	ELoc	Oui		X		X	X	
	<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	ELoc	Oui					X	
	<i>Leptomyrmex pallens</i>	ELoc	Oui			X			
	<i>Ochetellus cf. glaber</i>	ELoc	Oui		X	X	X	X	X
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	EInt	Oui			X			X
	<i>Technomyrmex cf. albipes</i>	EInt	Oui		X	X			
Formicinae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	EInt	Oui			X	X		X
	<i>Brachymyrmex obscurior</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X	X
	<i>Nylanderia vaga</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X	
	<i>Paraparatrechina foreli nigriventris</i>	ELoc	Oui					X	
	<i>Paratrechina longicornis</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X	X
	<i>Plagiolepis alluaudi</i>	EInt	Oui			X			
	<i>Polyrhachys guerini</i>	ELoc	Oui	X		X		X	X
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla obscurior</i>	EInt	Oui				X		X
	<i>Monomorium floricola</i>	EInt	Oui			X	X		X
	<i>Pheidole megacephala</i>	EInt	Oui	X		X	X		X
	<i>Pheidole oceanica</i>	ELoc	Oui		X	X		X	
	<i>Solenopsis geminata</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X	X
	<i>Solenopsis cf. papuana</i>	ELoc	Oui				X	X	
	<i>Tetramorium bicarinatum</i>	EInt	Oui			X			
Ponerinae	<i>Wasmannia auropunctata</i>	EInt	Oui		X		X	X	X
	<i>Odontomachus cf. simillimus</i>	ELoc	Oui	X	X	X	X	X	X
Nombre d'espèces par zone				7	10	16	13	13	12

Tableau 26: Liste des espèces de fourmis détectées sur le site industriel de Vale NC à Prony en novembre 2019. En rouge sont les pestes majeures en Nouvelle Calédonie, en vert des locales et celles en noir sont des espèces exogènes pas ou peu envahissante (Source : Ravary Novembre, 2019)

Sous-famille	Espèce	Statut (*)	Présence connue en NC	Zones prospectées				
				MAGASIN	VRAC	STEP	PORT	MINE_FPP
Dolichoderinae	<i>Iridomyrmex calvus</i>	ELoc	Oui	X	X	X	X	
	<i>Leptomyrmex pallens</i>	ELoc	Oui		X	X		X
	<i>Ochetellus cf. glaber</i>	ELoc	Oui				X	X
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	EInt	Oui	X		X		
Formicinae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	EInt	Oui			X	X	
	<i>Brachymyrmex obscurior</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Nylanderia vaga</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Paraparatrechina cf. caledonica</i>	ELoc	Oui		X	X		
	<i>Paratrechina longicornis</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Polyrhachys guerini</i>	ELoc	Oui			X	X	X
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla obscurior</i>	EInt	Oui				X	
	<i>Monomorium floricola</i>	EInt	Oui			X	X	
	<i>Pheidole oceanica</i>	ELoc	Oui			X		
	<i>Solenopsis geminata</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Solenopsis cf. papuana</i>	ELoc	Oui					X
	<i>Tetramorium simillimum</i>	EInt	Oui			X		
Ponerinae	<i>Wasmannia auropunctata</i>	EInt	Oui			X	X	
	<i>Odontomachus cf. simillimus</i>	ELoc	Oui	X	X	X	X	X
Nombre d'espèces par zone				7	8	15	12	9

En 2019, aucune nouvelle espèce de fourmis exogène envahissante n'a été détectée. La fourmi de feu importée *Solenopsis invicta* ainsi que la fourmi d'Argentine *Linepithema humile* sont donc toujours absentes. Parmi les espèces introduites détectées, deux comptent parmi les cinq espèces de fourmis envahissantes les plus néfastes : *Anoplolepis gracilipes* et *Wasmannia auropunctata*. On retrouve communément ces espèces introduites dans les milieux perturbés de Nouvelle-Calédonie et elles ont un impact catastrophique sur la diversité des arthropodes dans les milieux naturels qu'elles colonisent.

3.3.2.2 Lutte contre les espèces envahissantes

❖ Volet chats :

La campagne de régulation des populations de chats harets (chats retournés à l'état sauvage) a été suspendue en 2019 sur l'ensemble du site VNC.

➤ Résultats :

Aucun chat n'a été capturé ni euthanasié sur les base vie en 2019 car les nombres semblent rester stable. Les chats stérilisés encore présents sur la base vie principale et MIA jouent encore un rôle territorial qui réduit l'installation de nouveau chat haret ainsi et ils contrôlent les populations de rongeurs.

❖ Volet cochons :

Aucun cochon n'a été piégée malgré des efforts conséquents et ciblés du FFCNC en 2017 et 2018, il a été convenu d'arrêter la prestation en continu de régulation des cochons faite par la Fédération des Chasseurs au profil d'un suivi en interne en 2019. Cette suivi interne par les assistants environnement de VNC a consisté à appâter des cages déjà en place de manière mensuelle en saison des pluies (Mars-Juin) et de faire une inspection visuelle des cages pour évaluer le nombre et la fréquence de passage.



Figure 26 : Emplacement des pièges a cochons sur des liserés de forêt sur le bassin versant de la Kue ayant trace de passage de cochons

❖ **Volet rongeurs :**

Dans le cadre d'un renforcement des contrôles des points d'entrée des marchandises sur le site de VNC, afin de mieux signaler et lutter contre des nouveaux vecteurs et leurs parasites, plusieurs visites techniques ont été effectuées au niveau du port et du magasin par des agents de la DASS. L'objet des deux visites en 2018 était d'évaluer les risques, signaler les moyens de contrôle (propreté des installations, distance d'isolement des zones à risque) et d'établir un inventaire des moyens de lutte déjà mis en place et suivis par la prestataire Callisto OROP. À la suite des recommandations de la dernière visite de l'agent de la DASS en Décembre 2018, les coordonnées GPS des 75 points de contrôles des rongeurs effectués de manière hebdomadaire ont été enregistrées de Janvier à Mai 2019 par les techniciens du prestataire Callisto OROP afin de fournir à VNC et la DASS le réseau de suivi des nuisibles.



Figure 27 : Rayon de 400m de surveillance pour les moustiques et rongeurs au tour du port considérée comme le point d'entrée internationale (PEI) selon le Règlement Sanitaire International.



Figure 28 : Emplacement de l'ensemble des zones contrôlée pour les rongeurs sur Vale NC par Callisto OROP

3.3.2.3 Optimisation de l'éclairage

- Descriptif du parc de tours d'éclairages amovibles

Le parc de tours d'éclairage amovibles utilisées sur la zone minière en 2019 été composé de 52 tours d'éclairage appartenant à VNC. Le parc de tours d'éclairage de la mine de VNC est présenté en Figure 29.



Figure 29: Parc de tour d'éclairage au centre industriel minière de Vale Nouvelle-Calédonie

Les tours d'éclairage de VNC sont disposées sur les zones de travaux, voies de roulage, zones de maintenance des engins et sur le parc à engins pour la durée des campagnes de travaux. Ainsi les tours d'éclairage sont réparties sur les différents secteurs de la mine comme suit :

- 1 sur CPA1
- 7 sur ROM PAD
- 2 sur parking dumez
- 28 sur la fosse minière et à la maintenance
- 14 sur la verse SMLT (Dumez).

- Mesures d'atténuation

Le tableau ci-après fait un historique des travaux d'inventaire et d'atténuation des pollutions lumineuses.

2007-2012	Inventaires des éclairages externes sur les installations de l'usine/port, base vie et MIA
2008	Mise en place d'un réseau de sensibilisation récupération des oiseaux marins échoués sur les installations de Vale NC en collaboration avec le SCO et PZF
2009	Financement de formation pour les premiers soins des oiseaux marins auprès du personnel de Vale et PZF
2010	Financement d'un centre de soins des oiseaux marin au PZF
2013	Sensibilisation du personnel de Vale NC à travers des actions de dialogues découvertes de mesures correctives de pollution lumineuses et de récupération

	de oiseaux marin échouées (Création de procédures de fonctionnement des tours d'éclairage sur la zone minier).
2015	Inventaire des tours d'éclairage sur la mine. La maintenance des tours par EIM avec notamment des actions de correction d'éclairage
2018	Recensement des sources d'éclairage externe sur l'usine pour mieux sécuriser les sites de travail
2019	Etude de faisabilité de la mise en place de tours d'éclairage fixe sur la voie de roulage et ROM pad de la mine : non concluante (car les tours fixes étaient très onéreuses et ne présentent aucun bénéfice environnemental du fait de leur grande hauteur) Renforcement sensibilisation « toolbox sauvetage des oiseaux marin » sur l'usine et mine.

Les projecteurs sont orientés afin d'optimiser l'éclairage selon un objectif de réduction de l'impact bénéfique pour l'environnement voisin, sans affecter le fonctionnement sécuritaire des tours. Les préconisations d'utilisation des tours d'éclairage seront ensuite communiquées « pour exécution » lors de la réunion « toolbox » à l'ensemble du personnel et des sous-traitants utilisant les tours.

Le recensement des luminaires extérieurs existants sur l'ensemble des zones de VNC sur Prony et Goro sont réalisés régulièrement. Une attention particulière sera maintenue pour le choix des ampoules utilisées et de leur consommation énergétique.

D'autre part, des mesures d'atténuation sont prises afin de diminuer l'impact des émissions lumineuses sur la biodiversité environnante par la mise en place de formation et d'installation de premiers soins des oiseaux marins, des campagnes de sensibilisation et récupération des pétrels.

- Améliorations envisagées
- Continuer la sensibilisation du personnel de Vale Nouvelle-Calédonie sur les mesures correctives pour atténuer les effets de nuisance sur l'environnement.
- Achats (choix d'ampoule selon lieux de travail, de caches d'éclairage directionnel)
- Rappeler les opérateurs et prestataires de maintenance sur le réglage d'angles des projecteurs existantes et choix des ampoules.
- Continuer la collaboration dans le processus de premiers soins des oiseaux marins échoués offert par les membres du PZF et SCO.
- Renforcer la sensibilisation du processus de premiers soins aux échouages des oiseaux marin auprès du personnel VNC en Avril en prévision des premiers vols en Mai (matériel de premier soins –cartons, contacts).

3.4 Gestion des déchets

➤ cf. Article D14 des prescriptions techniques de l'AEM

Les activités liées au complexe Vale Nouvelle-Calédonie sont à l'origine d'une production variée de déchets.

Afin de s'assurer que ces déchets produits ne portent pas atteinte à l'environnement, leur gestion ainsi que le suivi de leur devenir ont été mis en place. Cette gestion est revue au besoin dans le cadre de notre politique de développement durable.

La gestion des déchets sur le site de Vale NC est confiée à plusieurs sous-traitants. Les deux principaux sont EMC (Etablissements Métallurgiques Calédoniens) et STAR PACIFIQUE.

3.4.1 Gestion des déchets sur site

On entend par "gestion d'un déchet" les étapes successives et complémentaires suivantes :

Identification → Collecte → Stockage → Transport → Elimination/Valorisation

3.4.1.1 Identification

Les principaux types de déchets recensés sur site sont répartis en 2 catégories :

- Les déchets non dangereux
 - Les déchets inertes : résidus de béton et de gravats, ainsi que la terre saine issue des chantiers de construction/démolition ainsi que des opérations de curage des ouvrages de gestion des eaux ;
 - Les déchets métalliques ferreux et non ferreux ;
 - Les déchets domestiques ;
 - Les boues de stations d'épuration ;
 - Les déchets de bacs à graisse et huiles alimentaires ;
 - Les déchets en mélange de matières plastiques, bois, papier, carton, verre, pneu, caoutchouc divers, polymère.
- Les déchets industriels dangereux
 - Les batteries, piles et accumulateurs ;
 - Les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE) ;
 - Les Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux et Assimilés (DASRIA) ;
 - Les déchets souillés par matières dangereuses ;
 - Les solutions chimiques (solution acide, solution contaminée en métaux, peinture, ...) ;
 - Les déchets industriels spéciaux éliminés dans le procédé interne (gâteau de soufre (résidus de soufre imbrulé), terres et boues souillées par hydrocarbures, croutes d'autoclaves, briques réfractaires usagées, ...) ;
 - Les hydrocarbures (gasoil, HFO, huiles).

3.4.1.2 Collecte

La majorité des déchets solides sont collectés en bennes ou en poubelles sur l'ensemble du site pour les déchets dits non dangereux.

Les déchets liquides sont collectés par des camions hydrocureurs (Opérateurs : Calédonienne Des Eaux, Yatchee Vidange, AD Vidange, Socometra).

En ce qui concerne les déchets dangereux, EMC les réceptionne et se charge de leurs conditionnements dans différents types de contenants (ex : fûts, bacs, cubitainers...).

3.4.1.3 Stockage

Plusieurs zones de transit des déchets existent sur le site (cf. Figure 23), à savoir :

- La déchetterie principale (station opérée par EMC) ;
- Les zones de déchets inertes : verse béton/gravats, verse à stériles ;
- La zone de stockage des huiles usagées ;
- La zone de stockage des terres souillées par hydrocarbures ;
- La zone de stockage des boues souillées par hydrocarbures ;
- La zone de stockage de vrac solide qui accueille les déchets de gâteau de soufre, calcaire souillé, ...

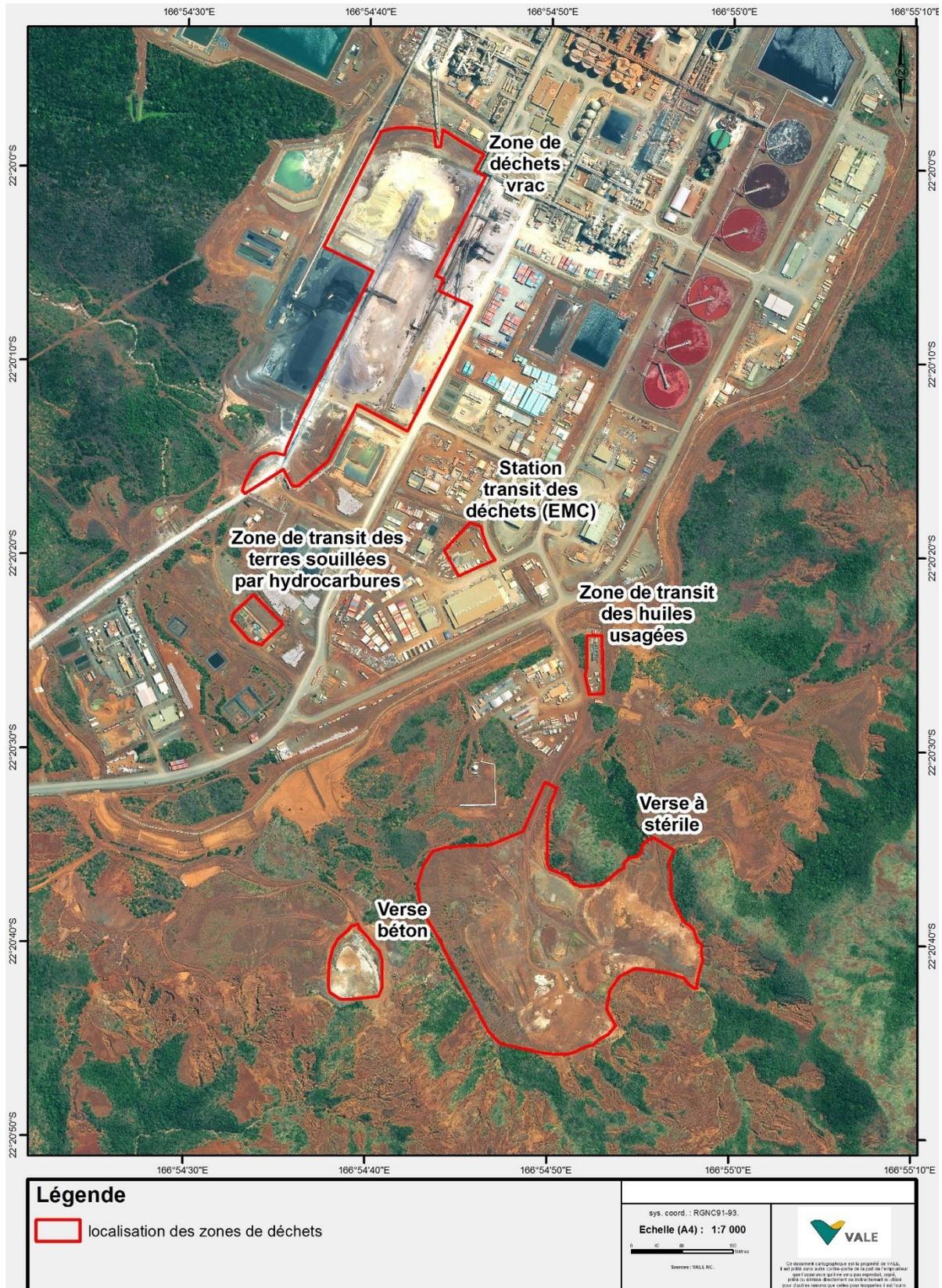


Figure 30 : Localisation des zones de dépôt de déchets

3.4.1.4 Transport

Dans la majorité des cas, le transport est principalement pris en charge par l'entreprise EMC.

Les déchets sont acheminés vers :

- Le Centre d'Enfouissement et de Transfert (CET) de Gadji (Commune de Paita) pour les déchets non dangereux à l'exception des déchets inertes et des déchets métalliques ;
- A noter que l'éco-organisme TRECODEC, en charge de la gestion des déchets à filières réglementées par la province Sud dispose d'une plateforme au CET pour la gestion des déchets précités et des déchets générés suivants : piles et accumulateurs, batteries, DEEE, huiles de moteur et hydrauliques, pneus ;
- La plateforme de stockage de EMC (Nouméa) pour les déchets métalliques ;
- L'usine de la SLN (Commune de Nouméa) pour les hydrocarbures usagés ;
- La station de traitement des déchets localisée à Auckland, Nouvelle-Zélande ;
- L'Unité de Préparation du Minerai (UPM) pour les déchets industriels dangereux de type croute d'autoclave, briques réfractaires, ...
- L'usine de calcaire et de chaux pour les déchets de type calcaire souillé, gâteau de soufre, ...

3.4.1.5 Elimination/valorisation

Le mode d'élimination ou de valorisation dépend du type de déchets :

- Les déchets non dangereux sont enfouis au CET ;
- Les déchets inertes sont stockés ou enfouis sur les versées dédiées sur site ;
- Les déchets métalliques sont triés par EMC et NOVELLA en vue d'être recyclés (principalement en Australie) ;
- Les huiles de moteur et hydrauliques usagées sont incinérées avec récupération de chaleur à la SLN (process TRECODEC). Le gasoil et le HFO suivent la même filière de traitement mais ne sont pas pris en charge par TRECODEC ;
- Les autres déchets à filières réglementées par la province Sud sont gérés par TRECODEC et sont exportés pour revalorisation énergétique ;
- Les déchets dangereux exportés pour traitement en Nouvelle-Zélande sont gérés par la société SOCADIS. La majorité de ces déchets subissent une étape de neutralisation avant enfouissement.

Les déchets injectés à l'UPM et à l'usine de calcaire et de chaux sont éliminés dans le procédé.

3.4.2 Bilan de l'année 2019

Pour l'année 2019, les bilans des déchets issus des documents transmis par les prestataires de Vale Nouvelle-Calédonie, et les responsables des unités d'injection (UPM et usine de calcaire/chaux) sont compilés dans le tableau ci-dessous. A noter que les quantités de déchets sont définies à partir de pesées systématiques.

Les bordereaux d'élimination des déchets traités hors site, ainsi que les registres des injections en interne sont disponibles et consultables sur demande.

Tableau 27 : Synthèse des déchets traités du site de Vale Nouvelle-Calédonie en 2018 et 2019

Désignation du déchet	Code 1	Code 2	Quantités mesurées 2018 (en tonnes)	Quantités mesurées 2019 (en tonnes)	Origine du déchet	Transporteur	Eliminateur/Valorisateur	Mode de traitement (1)
Déchets industriels dangereux (aérosols, SX1, futs de peinture pleins, déchets souillés divers, catalyse et céramique, acétone...)	08 01 11*, 15 02 02*, ...	Y6	1010,396	1091,927	Divers : maintenance, ateliers, laboratoire...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
Chiffons souillés par HC	15 02 02*	Y6	30,533	43,535	Divers : procédés, ateliers, ...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
Graisse usagée	15 02 02*	Y6	5,456	5,774	Divers : procédés, ateliers, ...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
Filtres à huiles	16 01 07*	--	18,064	15,895	Divers : procédés, ateliers, ...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
DASRI	18 01 03*	--	0,032	0,0486	Centre médical	Handicap Conseil	PROMED	PRE et DC2
Déchets non dangereux en mélange : papier, carton, plastique, ...	20 03 01	--	1129,51	1332, 72	Divers : toutes zones	EMC (STAR PACIFIQUE)	CSP	DC2
Déchets métalliques	17 04 07	--	1618,633	1883,3	Divers : toutes zones	EMC et NOVELLA	EMC et NOVELLA	VAL
Déchets domestiques	20 03 01	--	447,360	507,6	Base-vie	NGU MWA	CSP	DC2
Boues de station d'épuration	19 08 05	--	46,58	0	Stations d'épuration de la base-vie	EMC	CSP	DC2
Bacs à graisse	19 08 09	--	20	0	Activité NEWREST	YATCHEE VIDANGE	CSP	DC2
Déchets industriels spéciaux : briques réfractaires, gâteau de soufre, croutes d'autoclaves, terres et boues souillées par hydrocarbures, croûtes de gypse	16 11 03*, 16 11 06, 06 03 13*, 16 03 04	--	--	10884,09	Unités opérationnelles (maintenance, production, incidents)	EMC (STAR PACIFIQUE)	VALE NC	RI

Gravats, béton	17 01 01	--	100	90	Construction/démolition	Divers prestataires	VALE NC	VI
Déchets règlementés par le code de l'environnement (filiales TRECODEC)								
Batteries	16 06 01*	A1160	16,884	18,151	VL, PL, engins	EMC	ETV	VAL
Piles et accumulateurs	16 06 01*, 16 06 03*	--	0	0,898	Bureaux administratifs	EMC	CSP	VAL
Huiles usagées	13 02 05*	--	395,450	369,61	Divers : procédés, ateliers, ...	AD Vidange/TRECODEC	SLN	IE
	13 01 10*							
Pneumatique (VL/PL)	16 01 03	--	10,060	989,98	Divers : toutes zones	STAR PACIFIQUE	CSP	DC2
Déchets d'équipement électrique et électronique (DEEE)	16 02 13*	Y22, Y31	12,296	27,8445	Service Informatique, gros électroménager, luminaires, télécommunication	EMC	SOCADIS, EMC, CSP	VAL

(1) :

PC : Traitement physico-chimique pour destruction
VAL : Valorisation
PRE : Prétraitement
IE : Incinération avec récupération d'énergie
DC2 : Mise en décharge de classe 2
VI : Valorisation interne
RI : Recyclage interne

3.4.3 Analyse des résultats

Après analyse du tableau de synthèse des déchets traités sur le site de VNC, on peut notamment constater les faits suivants :

- Une augmentation d'~16% de déchets métalliques traités entre 2018 et 2019 qui peut s'expliquer par les efforts de nettoyage des conteneurs situés sur la zone d'entreposage Nord ;
- Une baisse du volume d'huiles usagées évacuées en 2019 pour incinération, notamment liée aux contraintes de fonctionnement des fours de la SLN ;
- Un volume important de déchets industriels spéciaux traités en 2019 pour élimination dans le process industriel. Cela s'explique principalement par les volumes de déchets de gâteau de soufre traités : ~400 tonnes/mois en moyenne.
- Aucune évacuation de graisse alimentaire provenant des bacs à graisse n'a été effectuée en 2019, mais celles-ci sont stockées dans une cuve tampon. Les boues des stations d'épuration n'ont également pas été évacuées mais sont toutefois stockées dans des lits de séchage dédiés ;
- Enfin, il convient de noter la hausse considérable de pneumatiques traités en 2019 (~990 tonnes), qui fait partie des déchets à filière réglementée en province Sud. Cela s'explique par l'évacuation du stock historique de pneus de type génie civil vers la plateforme gérée par Trecodec.

Vale Nouvelle-Calédonie poursuit les démarches de valorisation des déchets en continuant la recherche de filières adaptées.

4 INCIDENCES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

Les stations de suivi des eaux de surface sont représentées sur la Figure 31 ci-dessous.

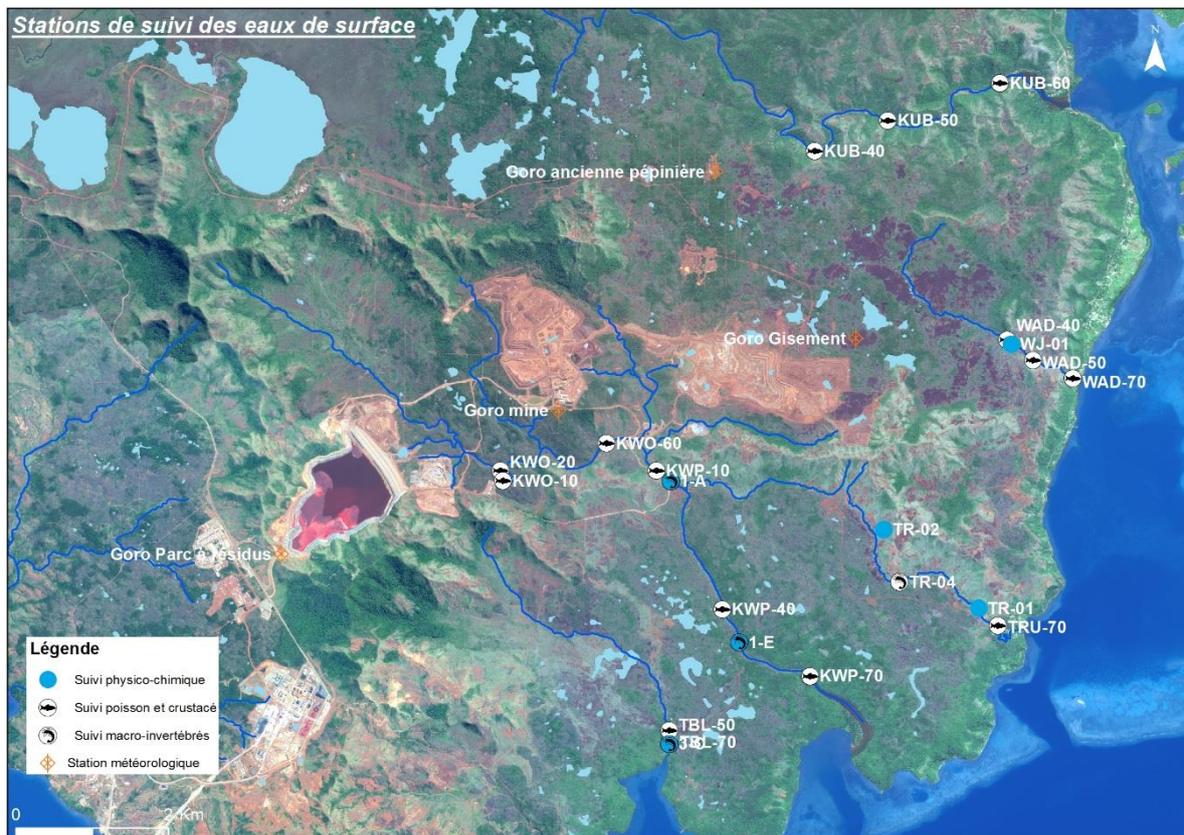


Figure 31 : Localisation des stations de suivi des eaux de surface

4.1 Pluviométrie

➤ cf. Article D2.1 des prescriptions techniques de l'AEM

4.1.1 Présentation des stations météorologiques

Les enregistrements pluviométriques de Vale Nouvelle-Calédonie sont réalisés sur quatre stations automatiques installées en fin d'année 2010 et opérées par Météo France.

Ces stations sont implantées aux zones suivantes :

- à l'ancienne pépinière, partie nord du gisement de Goro ;
- aux bureaux de la Mine MIA ;
- à proximité du col de l'antenne, côté parc à résidus.
- à l'usine Pilote, en Baie de Prony

Les précipitations sont enregistrées sous forme de cumul par intervalles de six minutes, selon les standards de Météo France. Les tableaux ci-dessous montrent les cumuls max en fonction des durées d'observations.

4.1.2 Présentation des données

Durant l'année 2019, on distingue un évènement pluviométrique majeur :

- période du 14 et 21 février 2019 dépressions tropicale modérée nommée OMA.

Une évaluation des périodes de retour a été réalisée. Les cumuls pluviométriques permettant l'évaluation des durées de retour sont obtenus sur la base de cumul glissant suivant la période d'observation.

L'évaluation de la période de retour a été réalisée à partir des enregistrements effectués aux emplacements des trois stations historiques et sur la base des courbes IDF établies par Vale Nouvelle-Calédonie et par la DAVAR (suivant les stations).

Les courbes IDF Vale Nouvelle-Calédonie établies en 2006 ont peu de représentativité statistique car établies sur 9 ans seulement. Elles présentent néanmoins l'avantage d'avoir été établies avec les enregistrements des stations d'observation actuelles. Etant donnée la faible profondeur des données, elles ont tendance à fortement surévaluer la période de retour des pluies peu fréquentes.

Les courbes IDF établies par la DAVAR en 2011 pour la station d'observation du Col de l'antenne sont plus robustes car elles sont basées sur les données acquises entre 1996 et 2010 (soit 15 ans de données). Toutefois, la transposition de ces courbes aux autres stations météorologique pose un problème car il a été mis en évidence un gradient pluviométrique est/ouest fortement marqué. En effet, les précipitations enregistrées par la station Ancienne Pépinière (SMAA) sont beaucoup plus abondantes que pour la station du Col de l'antenne.

Par conséquent, dès 2013, pour la station de l'Ancienne Pépinière, des courbes IDF ont été établies pour la période d'observation de 1997 à 2013 (soit 17 ans d'observation). Ces courbes seront utilisées spécifiquement pour cette station.

4.1.3 Caractéristiques des principaux évènements pluvieux

En 2019, un seul évènement pluvieux notable a eu lieu sur le site de Goro, à l'occasion du passage de la dépression tropicale forte OMA entre le 14 et le 21 février 2019.

4.1.3.1 Evènement pluvieux du 14 au 21 février 2019

La dépression tropicale OMA n'a pas entraîné de précipitations exceptionnelles sur la mine de GORO. Alors qu'elle passait au plus près des côtes de Nouvelle Calédonie entre le 16 et le 19 février 2019, nous pouvons noter un cumul de 56 mm le 16/02/2019 à 19:00 avec un pic d'intensité de 13mm/h le dimanche 16/02/2019 à 15h.

Le front humide qui s'est déchargé sur le nord de la côte Est s'est lentement décalé vers le sud. Il a concerné la commune de Yaté à partir du mercredi 20/02.

Cette prévision avait été annoncée aux équipes dès le 18/02 à 9h00. Nos équipes étaient donc préparées à recevoir des cumuls de précipitation importants.

La dépression s'éloignant vers l'ouest, le front pluvieux qui progressait depuis le nord-est vers le sud-est s'est désagrégé persistant sous la forme d'épaisses nappes de brouillard nocturne qui ont fortement perturbé les opérations minières.

Des enregistrements pluviométriques ont été réalisés sur les stations suivantes :

- A l'ancienne pépinière, partie nord du gisement de Goro,
- A l'Usine Pilote, baie du Prony,
- A proximité du col de l'antenne, côté parc à résidus.

Les stations Mine et Gisement sont hors service.



Figure 32 : Localisation des stations automatiques d'enregistrements pluviométriques

Le maximum pluviométrique sur 24h, soit 56,5 mm, est enregistré à la station de l'Ancienne Pépinière. Le maximum pluviométrique sur 1h, soit 14,8 mm, est également enregistré au niveau de cette station.

Tableau 28 : Intensités pluviométriques sur les 3 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 14 au 21 février 2019

Max pluviométrique - OMA (14 - 21 Fev 2019)	30 min	1H	2H	3H	6H	12H	24H	48H
GORO_USINE	5.2	7.6	9.5	10.5	14.3	18.0	25.1	45.5
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	8.0	14.8	18.0	20.5	37.2	44.0	56.5	72.0
GORO_RESIDUS	6.5	11.5	15.1	16.7	26.3	30.3	45.1	78.4

L'évaluation de la période de retour a été réalisée à partir des enregistrements effectués aux emplacements des trois stations historiques et sur la base des IDF établies par Vale Nouvelle-Calédonie et par la DAVAR.

Les périodes de retour sont inférieures à 1 an pour toutes les durées d'intégration suivant les deux IDF.

Tableau 29 : Période de retour pour la station GORO_RESIDUS

Kwe Ouest : Goro_Residus			
Durée d'observation	Cumul max (mm)	Durée de retour Vale (année)	Durée de retour DAVAR (année)
6min	2.0		0.0
30min	6.5	0.0	
1h	11.5	0.1	0.1
2h	15.1	0.1	0.1
3h	16.7	0.1	
6h	26.3	0.1	0.1
12h	30.3	0.1	
24h	45.1	0.2	0.1

Tableau 30 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE

Mine Ancienne Pépinière: Goro Ancienne_Pepiniere			
Durée d'observation	Cumul max (mm)	Durée de retour Vale (année)	Durée de retour DAVAR (année)
6min	2.3		0.0
30min	8.0	0.0	
1h	14.8	0.1	0.1
2h	18.0	0.1	0.1
3h	20.5	0.1	
6h	37.2	0.2	0.1
12h	44.0	0.1	
24h	56.5	0.1	0.2

Tableau 31 : Période de retour pour la station GORO_USINE

Usine : Goro_Usine			
Durée d'observation	Cumul max (mm)	Durée de retour Vale (année)	Durée de retour DAVAR (année)
6min	1.90		0.1
30min	5.2	0.1	
1h	7.6	0.1	0.0
2h	9.5	0.2	0.1
3h	10.5	0.2	
6h	14.3	0.1	0.1
12h	18.0	0.1	
24h	25.1	0.1	0.1

4.1.4 Analyse statistique portant sur la pluie annuelle

Cette analyse porte sur la station Ancienne Pépinière qui dispose d'une chronique de données qui s'étend sur 23 ans (1997-2019).

Avec une lame d'eau cumulée de 1 889 mm, l'année 2019 présente un déficit pluviométrique de l'ordre de -42% par rapport à la moyenne calculée sur une période de référence de 20 ans (3 299 mm entre 1997-et 2016).

Il s'agit de la deuxième année la moins pluvieuse sur 22 années d'observations (en excluant 2010 qui présente des lacunes importantes de données).

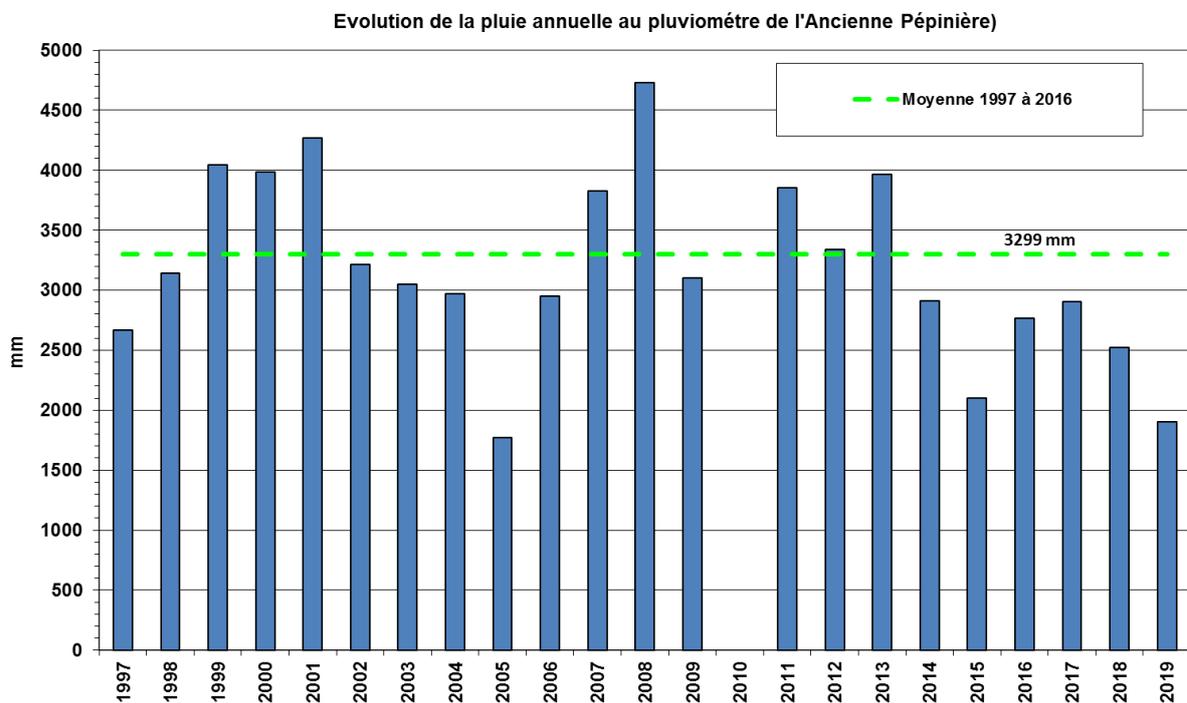


Figure 33 : Evolution de la pluie annuelle au pluviomètre de l'ancienne pépinière entre 1997 et 2019

4.1.5 Analyse statistique portant sur la pluie mensuelle

Cette analyse porte également sur la station Ancienne Pépinière qui dispose d'une chronique de données mesurées sur la période 1997-2019 et de données reconstituées sur la période 1951-1997 (Reconstitution à l'aide des cumuls mensuels disponibles à la station Yaté Usine (Météo-France)).

L'année 2019 est marquée par :

- Des cumuls pluviométriques significativement inférieurs à la normale, au mois d'avril excepté,
- Des déficits pluviométriques très importants, supérieurs à -50%, 6 mois sur 12,
- Des déficits pluviométriques supérieurs aux minima observés sur la période 1951-2009 au cours des mois d'octobre et de novembre.

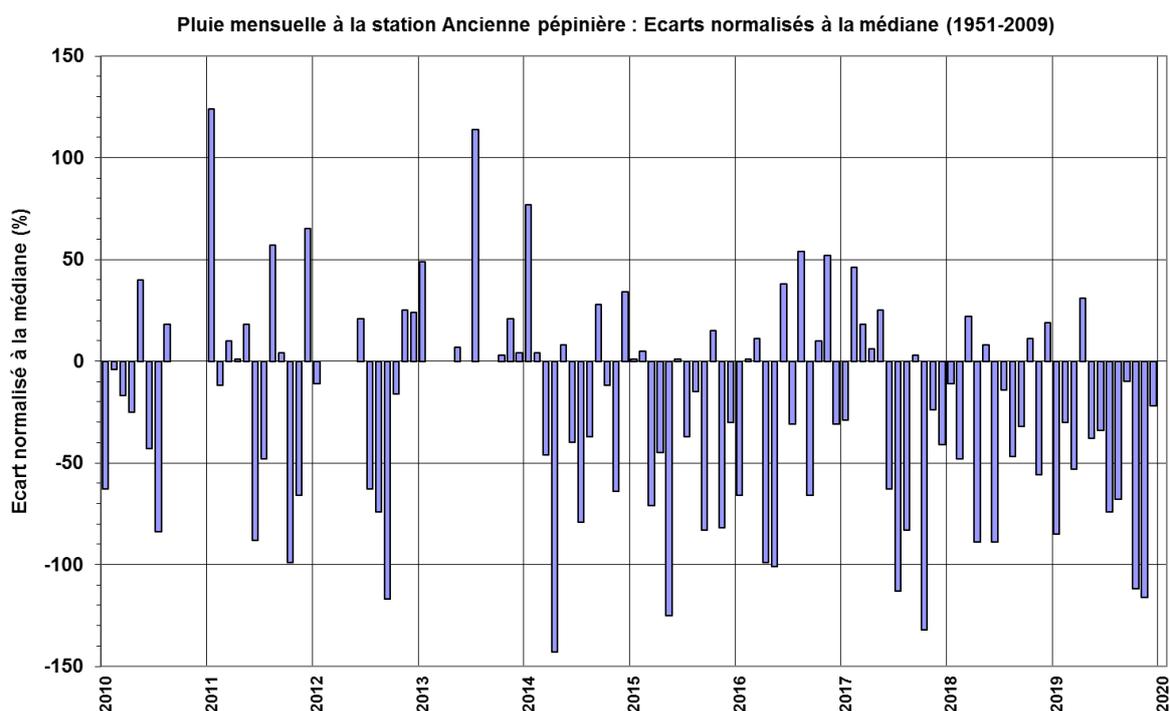


Figure 34 : Pluie mensuelle à la station Ancienne Pépinière : Ecart à la médiane 1951-2009

4.1.6 Analyse statistique portant sur la pluie journalière

Cette analyse porte également sur la station Ancienne Pépinière. Une pluie de coupure de 10 mm a été choisie pour mener une analyse de la distribution des pluies journalières intra-annuelles. Cette distribution est présentée dans le Tableau 30.

Tableau 32 : Effectifs des précipitations journalières observées de 2012 à 2019

Classe de pluie (mm)	Effectifs des précipitations journalières relevées par année et par classe de pluie							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0-10	295	298	304	303	308	306	299	319
10-20	30	26	25	34	25	24	34	21
20-30	7	12	15	8	10	8	13	14
30-40	12	9	4	11	4	11	8	3
40-50	4	2	4	4	6	3	4	3
50-60	6	3	2	0	4	3	1	2
60-70	0	3	2	0	2	2	1	0
70-80	2	1	1	2	0	2	1	0
80-90	1	2	3	0	2	1	0	0
90-100	4	2	1	0	1	0	1	0
100-150	4	2	2	2	3	2	2	2
150-200	0	2	2	1	0	1	0	1
200-250	1	0	0	0	0	2	1	0
250-300	0	0	0	0	0	0	0	0
300-350	0	2	0	0	1	0	0	0
350-400	0	0	0	0	0	0	0	0
400-450	0	1	0	0	0	0	0	0
450-500	0	0	0	0	0	0	0	0

L'année 2019 est caractérisée par (Tableau 33) :

- Des pluies efficaces encore plus faibles que celles relevées durant la succession de cinq années de déficit pluviométrique, démarrée en 2014 (2014-2018),
- Des épisodes de pluies significativement moins fréquents qu'au cours de cette même succession d'années sèches à très sèches,
- Une diminution significative du nombre d'épisodes de pluie favorables à la recharge des eaux souterraines (Pluie comprise entre 10 et 50 mm) qui est de l'ordre de -20% par rapport à la moyenne de la période de sécheresse 2014-2018,
- Un faible nombre de pluies pouvant engendrer des épisodes de crue notables (Pluie supérieure à 100 mm) par rapport à la période 2014-2018.

Tableau 33: Caractéristiques des cycles pluviométriques de 2012 à 2019

Année	Pluie efficace annuelle (mm)	Nb de jour sans pluie efficace	Nb de jours avec pluie >10 mm	Nb moyen de jours entre 2 pluies > 10 mm	Nb maximum de jours entre 2 pluies > 10 mm
2012	2880	228	71	5.2	44
2013	3624	249	67	5.3	26
2014	2559	230	61	6.1	49
2015	1924	232	71	5.8	29
2016	2392	240	58	6.5	36
2017	2520	247	59	6	78
2018	2125	223	66	5.7	33
2019	1591	242	46	7.9	61

4.1.7 Synthèse sur les précipitations

La période de sécheresse pluviométrique, démarrée en 2014, se poursuit en 2019 avec des déficits en pluie encore plus marqués que les années précédentes, notamment 2017.

Le nombre d'épisodes de pluie efficace, favorables à la recharge des eaux souterraines est en nette baisse par rapport aux cinq dernières années,

Les pluies pouvant engendrer des épisodes notables de crue sont également moins fréquentes.

En cumul annuel, l'année 2019 est classée 2ième année la plus sèche des 22 dernières années.

4.2 Gestion des eaux

4.2.1 Présentation des ouvrages de gestion des eaux

Les ouvrages de gestion des eaux actifs en début et fin d'année 2019 sont présentés sur les cartes de localisation des bassins de sédimentation fournies dans le Volet A.

4.2.2 Principales interventions sur les ouvrages de gestion des eaux

➤ cf. Article D2.1 des prescriptions techniques de l'AEM

Deux bassins ont débordé au cours de la dépression OMA :

- Le BS2 surverse le 16, 17, 18, 19, 20, 21,22 car ce bassin présente un volume trop faible par rapport à la surface qu'il draine (Date de l'époque de la construction de la MIA) ;
- Le BSO surverse le 16, 17, 18, 19, 20, 21,22 car ce bassin draine également les conduites de sous verse du bassin BSC. Le 25/04/2018 pour le CR10 BS3

4.2.3 Suivi des ouvrages lors des événements pluvieux majeurs

4.2.3.1 Comportement des ouvrages

Le tableau ci-dessous est la synthèse de l'inspection effectuée sur tous les bassins situés dans le périmètre de l'exploitation minière. Aucune dégradation particulière n'a eu lieu lors du passage d'OMA. Il est à noter un apport important de sédiments dans le bassin BS4.

Tableau 34 : Synthèse des inspections des bassins de sédimentation- Secteur mine

Bassins	Nouvelles zones d'érosions		Eboulements		Résurgences	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
BS1		X		X		X
BS2		X		X		X
BS3		X		X		X
BS4		X		X		X
BS5		X		X		X
BS6		X		X		X
BS7		X		X		X
BS8		X		X		X
BSC		X		X		X
BSO		X		X		X
VSEM BS1		X		X		X
VSEM BS2		X		X		X
BS11		X		X		X
BS13		X		X		X
BS14		X		X		X
BS15		X		X		X

BS16		X		X		X
------	--	---	--	---	--	---



Vue du BS1



Déversoir du BS1



Vue du BS2



Déversoir du BS2



Vue du BS3



Déversoir du BS3



Vue du BS4



Déversoir du BS4



Vue du BS5



Déversoir du BS5



Vue du BS6



Déversoir du BS6



Vue du BS7



Déversoir du BS7



Vue du BS8



Vue du BS11



Déversoir du BS11



Vue du BS13



Vue du BS14



Vue du BS15



Vue du BS16



Déversoir du BS16



Vue du BSC



Déversoir du BSC



Vue du BSO



Déversoir du BSO



Vue du VSEM BS1



Déversoir du VSEM BS1



Vue du VSEM BS2



Déversoir du VSEM BS2

Figure 35 : photographies des bassins de sédimentation suite au passage de la dépression OMA

4.2.3.1.1 Résultats du suivi des MES

➤ cf. Article D2.1 des prescriptions techniques de l'AEM

À la suite de cet événement pluvieux, un échantillonnage a été effectué au niveau du déversoir des bassins qui sont passés en surverse. Les échantillons ont ensuite été envoyés au laboratoire VNC pour une analyse de la teneur en MES (Matières En Suspension).

Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau suivant :

Bassin	Date	Heure	MES _mg/L
BS7	23/04/2019	09:05	5
BS11	23/04/2019	09:10	<5
BSC	23/04/2019	09:15	<5
BSO	23/04/2019	09:25	<5
BS4	23/04/2019	09:50	<5
BS3	23/04/2019	10:05	<5
BS2	23/04/2019	10:25	9
BS1	23/04/2019	10:30	5
BS6	23/04/2019	10:40	7
BS14	23/04/2019	12:00	<5
BS13	23/04/2019	12:55	<5
Bassin	Date	Heure	MES _mg/L
BS1	29/04/2019	09:10	<5
BS2	29/04/2019	09:15	<5
BS6	29/04/2019	09:20	<5
BS3	29/04/2019	09:25	<5
BSO	29/04/2019	09:45	<5

Bassin	Date	Heure	MES _mg/L
BS1	30/04/2019	09:40	<5
BS2	30/04/2019	09:45	8
BS3	30/04/2019	09:55	<5
BSO	30/04/2019	10:15	<5

4.3 Evolution des figures d'érosion

➤ cf. Article D2.4 des prescriptions techniques de l'AEM

Un état des lieux initial des zones d'arrachement et d'érosion remarquables dans l'emprise du périmètre de l'exploitation minière a été transmis au service Mines et Carrières de la DIMENC par courrier référencé G-DG-EN-C-20170928-205 du 28 septembre 2017.

La méthodologie retenue pour sélectionner les figures d'érosion remarquables s'appuie sur des analyses réalisées avec un SIG couplées à des données recueillies sur le terrain. La première étape a consisté à présélectionner des zones de recherche préférentielle via l'étude des caractéristiques géographiques (ex : pente, surface). La deuxième étape a été de se rendre sur le terrain sur chaque zone de recherche présélectionnée pour photographier les figures d'érosion et déterminer leur accessibilité en vue de la mise en place du suivi annuel.

Le croisement des zones de recherche présélectionnées par analyse SIG aux données recueillies sur le terrain a permis d'identifier six figures d'érosion (Cf. Figure 42). Les critères retenus pour retenir les figures d'érosion sont l'accessibilité, la pente moyenne et la valeur d'indice potentiel d'érosion.

Une seconde étape de terrain a été effectuée pour positionner les 3 points de photo pour chaque figure d'érosion. Deux points de repère ont été posés pour chaque photo. L'un indiquant la position du photographe l'autre indiquant l'axe de la photo.

Les zones d'arrachement et d'érosion remarquables sélectionnées sur l'emprise du site minier de Goro seront surveillées par VNC notamment après la survenue d'un événement pluvieux intense. L'état du lit des creeks, des berges et de la végétation rivulaire situés en aval immédiat des figures d'érosion retenues seront inspectés annuellement (suivi photographique).

Pour l'année 2019, deux campagnes de suivi ont été effectuées. Une campagne a été effectuée à la suite de l'événement pluvieux du 21 Avril 2019 et une campagne pour le suivi annuel en Novembre 2019.

L'ensemble des fiches de suivi classées par campagnes sont disponibles en Annexe 11 du présent rapport.

Le suivi visuel sur le terrain et l'interprétation des photos montre une stabilité globale des figures d'érosion. La comparaison des images satellites 2017, 2018 et 2019 ne permet pas de détecter des changements dans l'emprise au sol des figures d'érosion. L'interprétation des photos prise sur le terrain confirme le maintien stable des formes et des lignes caractéristiques.



Figure 36 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur le BSKN

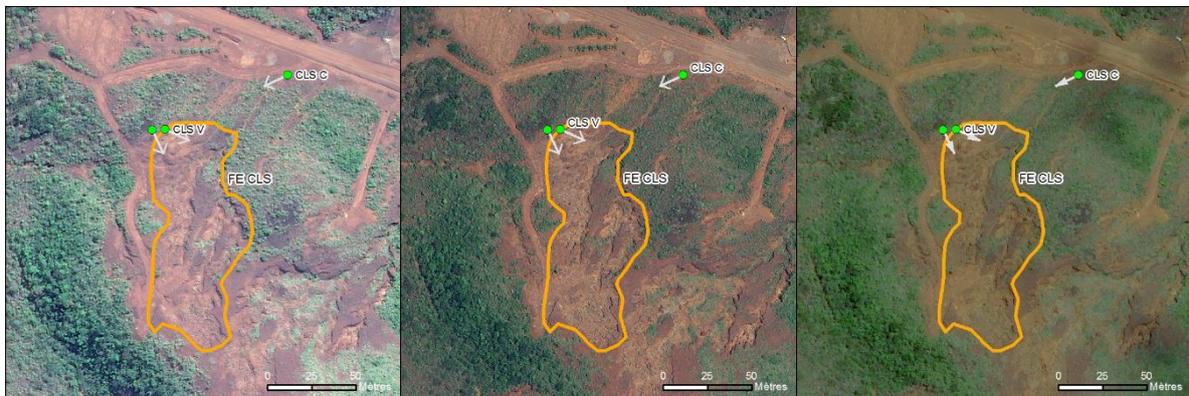


Figure 37 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la Carrière Limonite Sud

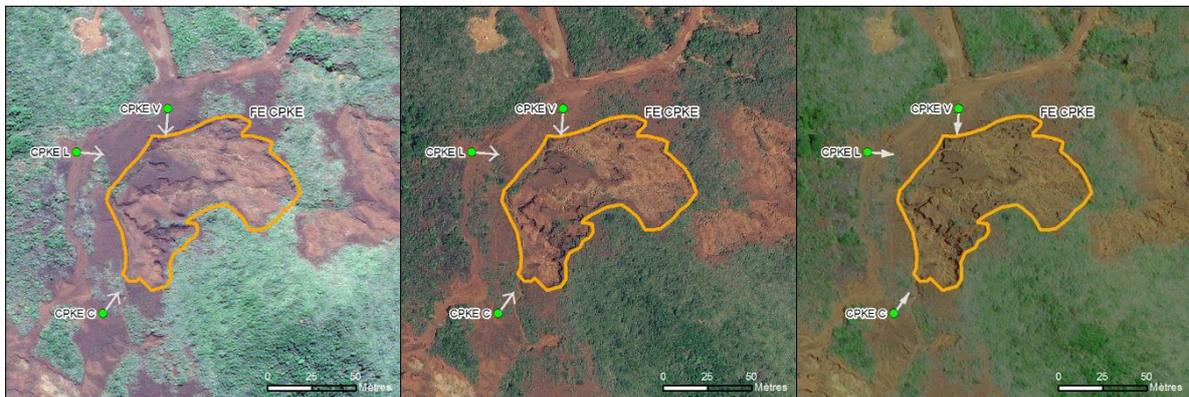


Figure 38 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la figure d'érosion CPKE

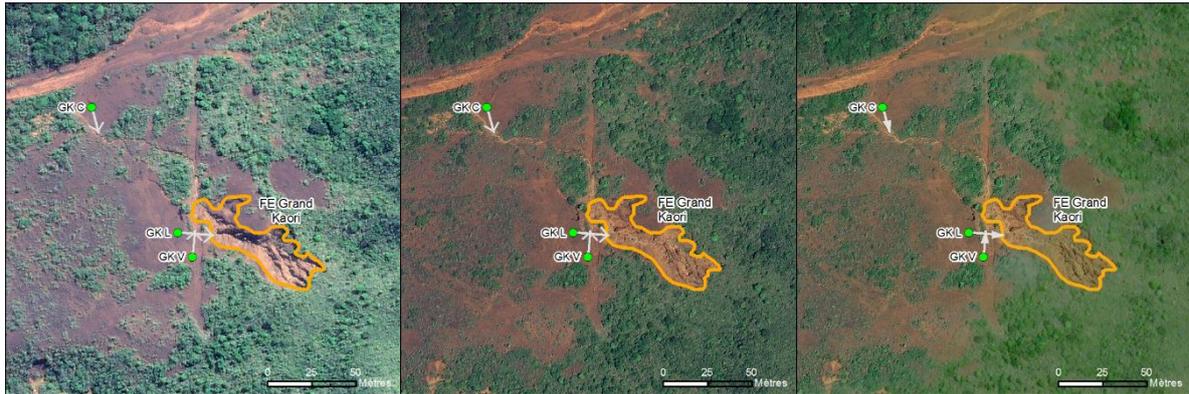


Figure 39 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Grand kaori



Figure 40 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Kwé Ouest



Figure 41 : Photos satellites datant de 2017 (Gauche), 2018 (centre) et 2019 (Droite) centrées sur la Verse à Stérile Kwé Est

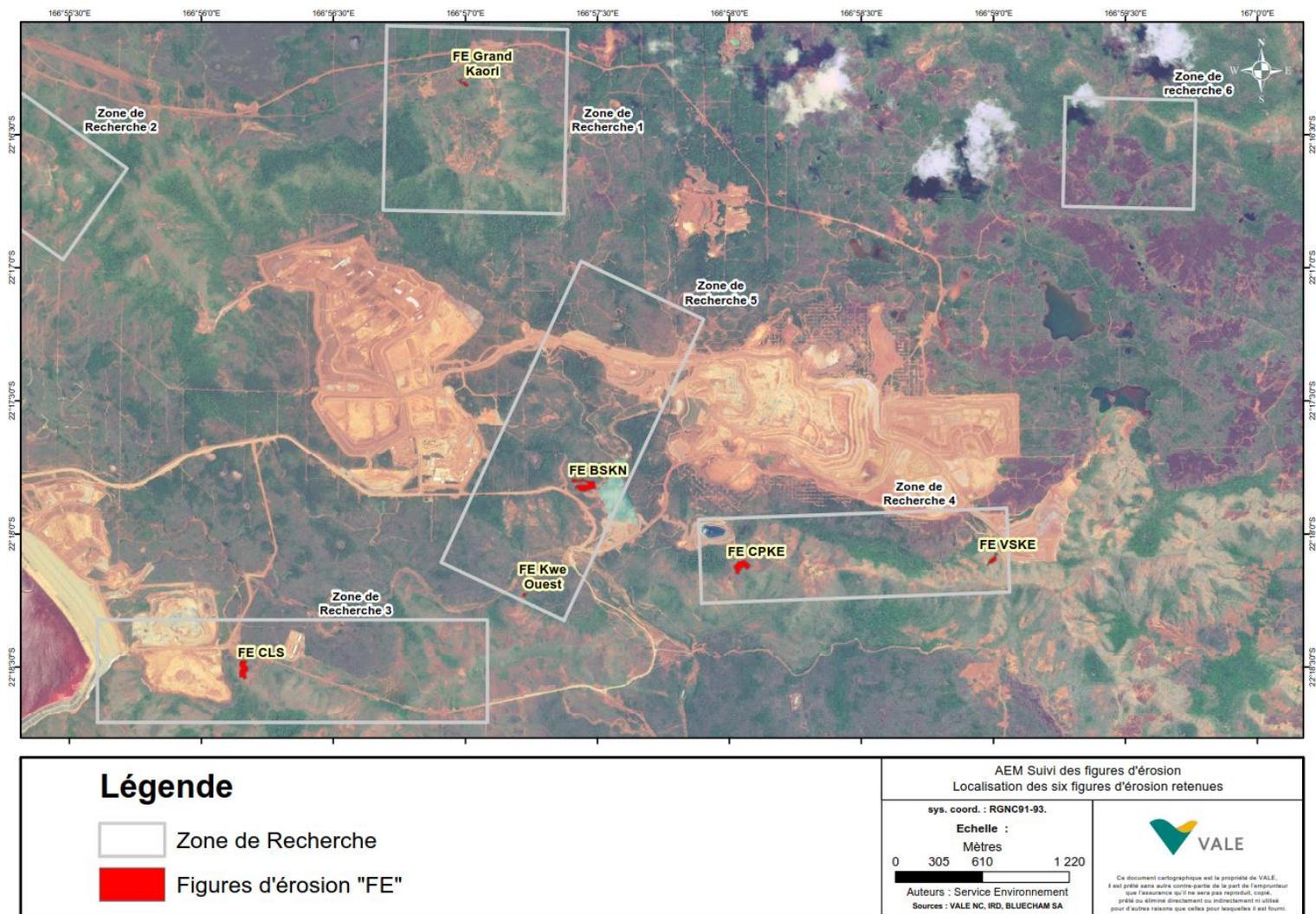


Figure 42 : Localisation des figures d'érosion remarquables sélectionnées pour suivi

4.4 Suivi des débits de la Kwé Principale et des creeks alentours

➤ cf. Article D5.1 des prescriptions techniques de l'AEM

4.4.1.1 Présentation des stations

Dans le cadre de l'article D5.1 des prescriptions techniques de l'autorisation d'exploitation minière, un suivi des débits des creeks est prescrit au niveau de six stations dans et en périphérie du périmètre minier (par jaugeages et suivi limnimétrique).

Le tableau suivant présente les stations et décrit les suivis associés à chaque station.

Tableau 35 : Description du suivi des débits prescrit dans l'AEM (6 stations)

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence*	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
TR-01 (radier)	Truu	Jaugeages	M	503174	208768
		Suivi limnimétrique	continu		
1-A (KAL)	Kwé Principale	Jaugeages	M	499142	210447
		Suivi limnimétrique	continu		
3-C	Trou Bleu	Jaugeages	M	499124	206972
		Suivi limnimétrique	continu		
Kuébini (non débuté)	Kuébiny	Jaugeages	M	503247	215603
		Suivi limnimétrique	continu		
WJ-01	Wajana	Jaugeages	M	503581	212268
		Suivi limnimétrique	continu		
CCS-01	Creek de la crête Sud	Jaugeages	M	499348	210409
		Suivi limnimétrique	continu		

4.4.1.2 Présentation des données disponibles

A l'heure actuelle, les données de suivi des débits ne sont pas validées. Une estimation des impacts sur les débits des rivières sera présentée ultérieurement. Nous prévoyons que les effets de l'activité minière sur les rivières sont faibles dans la mesure où les incidences hydrogéologiques sont faibles.

4.5 Suivi hydro-sédimentaire à la station KAL

- cf. Article D2.1 des prescriptions techniques de l'AEM et Article D5.1 des prescriptions techniques de l'AEM

La station KAL est localisée au débouché de la rivière Kwé dans le bassin de Port Boisé, en aval de l'ensemble des aménagements miniers et industriels implantés dans le bassin versant de la Kwé. La superficie du bassin contrôlé par la station est de 33 km².

4.5.1.1 Présentation des données disponibles

De même, les données de suivi des débits n'étant pas validées, nous fournirons une modélisation du transport sédimentaire à la station KAL ultérieurement.

4.6 Suivi physico-chimique des eaux de surface

- cf. Article D5.1 des prescriptions techniques de l'AEM

4.6.1 Présentation des stations

Dans le cadre des prescriptions de l'autorisation d'exploitation minière, un suivi de la qualité physico-chimique des eaux superficielles est prescrit au niveau de cinq stations. Des mesures physico-chimiques in situ (température, conductivité, pH, oxygène dissous) et des analyses chimiques complètes en laboratoire sont à réaliser au niveau de ces stations.

Le tableau suivant présente les stations et décrit les suivis associés à chaque station.

Tableau 36 : Description du suivi de la physico-chimie prescrit dans l'AEM (5 stations)

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence*	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
TR-02 (source)	Truu	Analyses chimiques complètes laboratoire	S	501907	209787
		Analyses in situ (température, pH, conductivité, oxygène dissous)	M	501907	209787
1-A (KAL)	Kwé Principale	Analyses chimiques complètes laboratoire	M	499142	210447
		Analyses in situ (température, pH, conductivité, oxygène dissous)	M	499142	210447
3-C	Trou Bleu	Analyses chimiques complètes laboratoire	M	499124	206972

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence*	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
		Analyses in situ (température, pH, conductivité, oxygène dissous)	M	499124	206972
Kuébini (non débuté)	Kuébini	Analyses in situ (température, pH, conductivité, oxygène dissous)	M	503247	215603
WJ-01	Wajana	Analyses in situ (température, pH, conductivité, oxygène dissous)	M	503581	212268

A l'heure actuelle, le suivi au niveau du bassin versant de la Kuebini n'a pu être réalisé pour les mêmes raisons que celles présentées au paragraphe §4.4.1.2.

4.6.2 Présentation des résultats

Les paramètres suivants ont été recherchés au cours de l'année 2019 : Ph, température, sulfates, manganèse, chlorures, nitrates, chrome et chrome VI, magnésium, nickel, potassium, sodium, aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, calcium, cuivre, étain, fer, ammoniac, nitrites, plomb, zinc, demande chimique en oxygène, hydrocarbures totaux et titre alcalimétrique.

Les prescriptions de l'AEM demandent le suivi des paramètres mercure et ammonium à fréquence mensuelle au niveau de la station 1-A (Kué aval), 3-C (Trou Bleu) et semestrielle à la source de la Truu. Le suivi de ces paramètres a débuté au mois de mars 2018. Le suivi de l'oxygène dissous a débuté en octobre 2017 dans les différentes stations de suivi physico-chimiques de l'AEM. Les résultats pour ces paramètres seront présentés dans ce bilan.

4.6.2.1 Résultats à la station Kwé Principale, 1-A (KAL)

En 2019, la limite de quantification du laboratoire interne n'a jamais été atteinte à 1-A pour les paramètres suivants : **aluminium, calcium, cadmium, cobalt, cuivre, manganèse, zinc, phosphates, hydrocarbures totaux et mercure.**

La limite de quantification a été rarement atteinte à 1-A pour les paramètres suivants : en inférieurs à la limite de détection pour les paramètres suivants : **fer, plomb, titre alcalimétrique, arsenic, ammoniac.** Les concentrations mesurées pour ces paramètres sont faibles et équivalentes à la limite de quantification du laboratoire pour l'arsenic. Ces valeurs ne sont pas indicatrices d'évolution particulière dans le milieu naturel.

Les éléments pour lesquels des variations sont observées ou qui doivent être suivis avec une attention particulière du fait des activités exercées sur le bassin versant de la Kwé sont présentés dans les graphiques suivants.

4.6.2.1.1 Mesures de PH

La Figure 43 présente les mesures de pH obtenues dans la rivière de la Kwé principale.

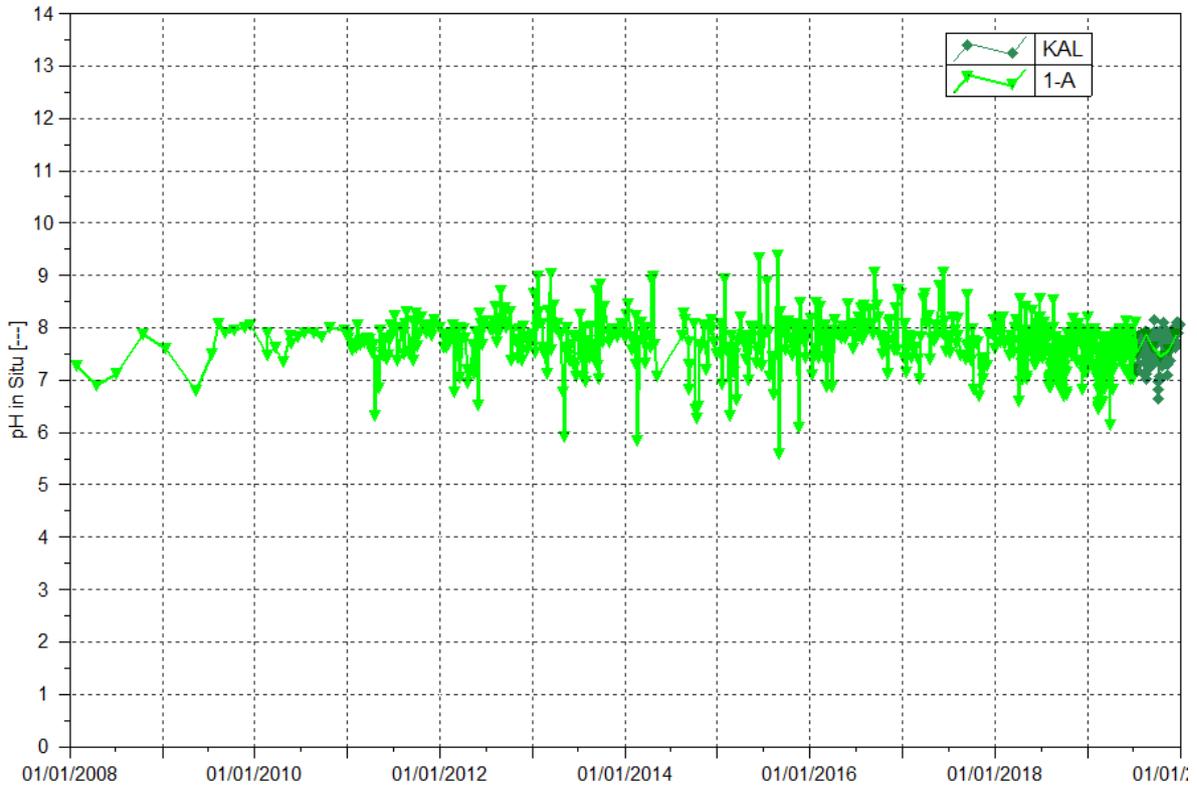


Figure 43 : Données de pH des stations KAL et 1-A entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020

Statistiques pH	KAL	1-A
Nombre de valeurs	117	138
Moyenne	7.63	7.48
Maximum	8.15	8.12
Minimum	6.65	6.13
Moyenne 2008-2018	--	7.77

Les valeurs sont comprises entre 6,13 et 8,15 en 2019.

4.6.2.1.2 Mesures de conductivité

La Figure 44 présente les mesures de conductivité obtenues dans la rivière de la Kwé principale.

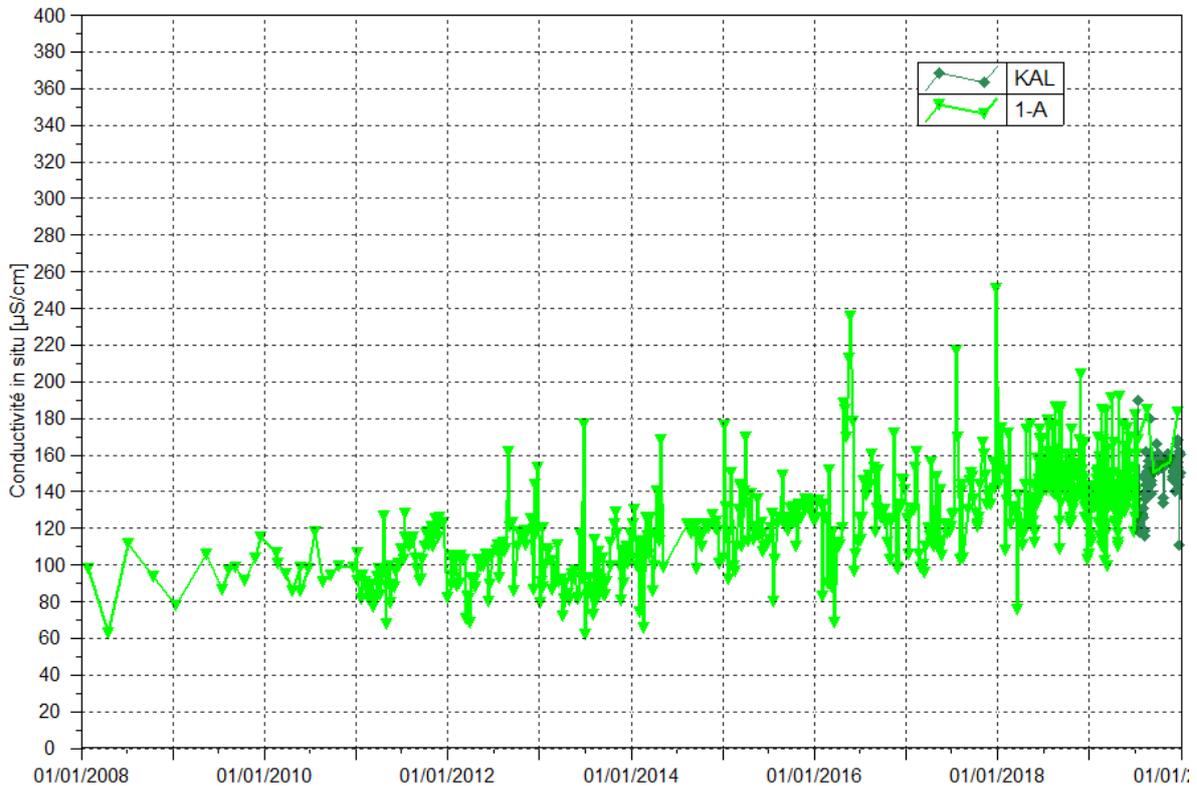


Figure 44 : Données de conductivité des stations KAL et 1-A du 1er janvier 2008 au 1er janvier 2020

Statistiques conductivité	KAL	1-A
Nombre de valeurs	118	138
Moyenne	148.51	141.03
Maximum	190	192
Minimum	111	99.4
Moyenne 2008-2018	-	117.33

Les mesures de conductivité en 2019 à la station KAL sont comprises entre 111 et 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En moyenne, les relevées de 2019 sont stables alors qu'une hausse était observée entre 2008 et 2018.

4.6.2.1.3 Mesures de température

La Figure 45 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle dans la Kwé principale.

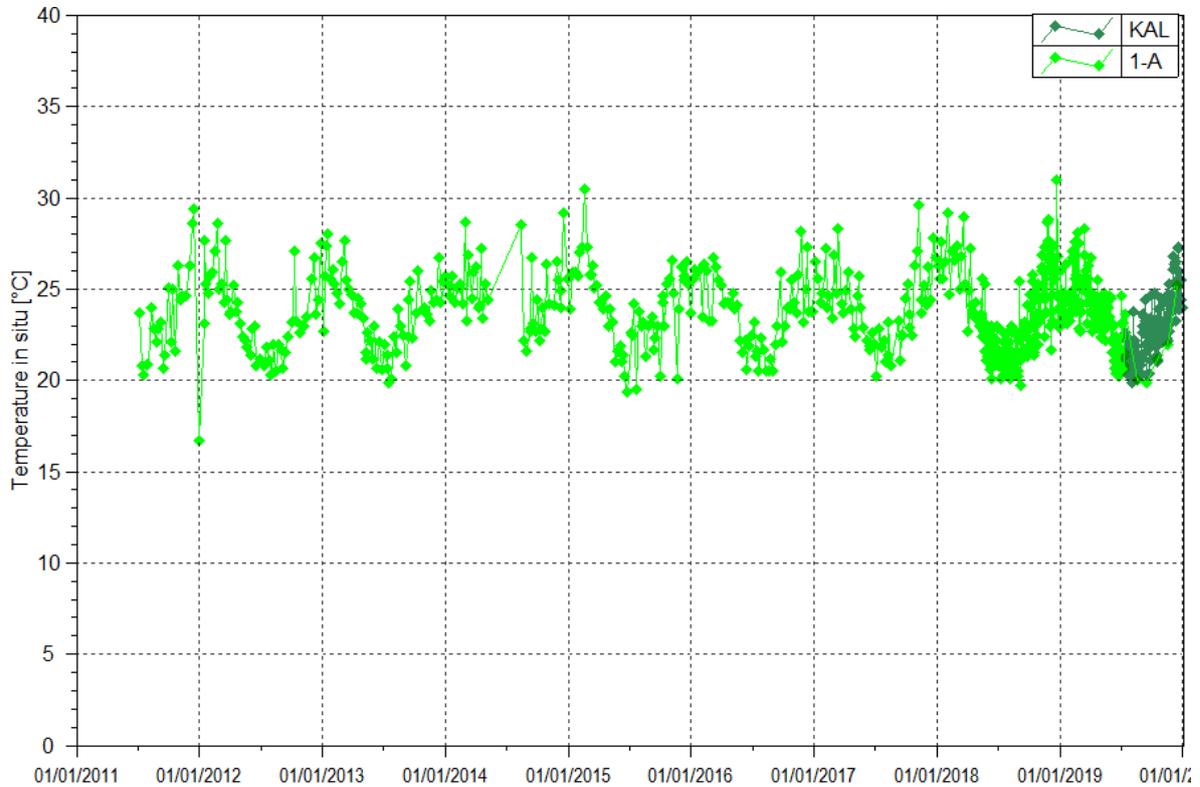


Figure 45 : Données de température de la station 1-A du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2020

Statistiques Température	KAL	1-A
Nombre de valeurs	116	138
Moyenne	22.77	23.78
Maximum	27.3	28.3
Minimum	19.9	19.9

Les relevés de température de 2019 montrent des évolutions similaires basées sur des fluctuations saisonnières.

4.6.2.1.4 Concentrations en sulfates

La Figure 46 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

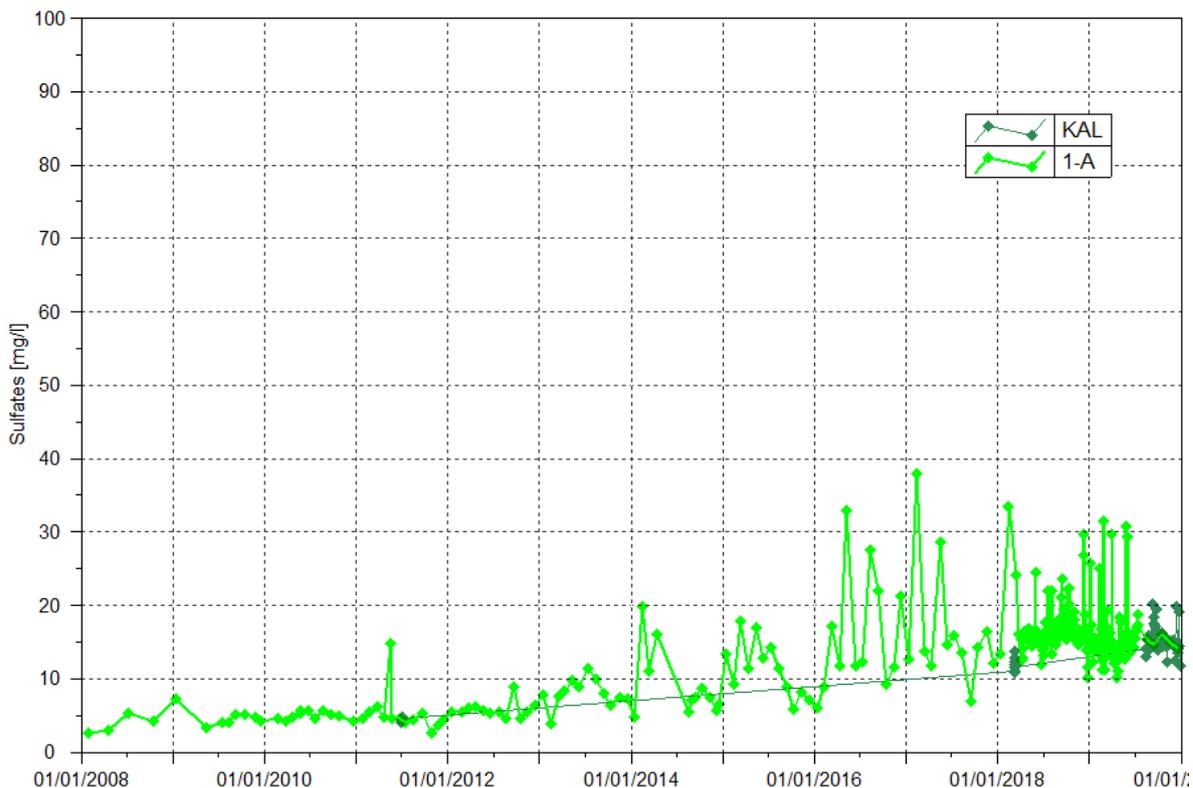


Figure 46 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques Sulfates	KAL	1-A
Nombre de valeurs	47	64
Moyenne	15.96	16.17
Maximum	36.3	31.5
Minimum	11.7	10.2
Moyenne 2008-2018	-	10.65

Les teneurs mesurées au cours du 1^{er} semestre 2019 restent variables montrent une stabilité des concentrations en sulfates alors qu'une hausse légère et constante des sulfates était observée depuis 2013 dans la Kwé principale. Au cours du second semestre, les teneurs mesurées sont plus faibles

4.6.2.1.5 Concentrations en manganèse

La Figure 47 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

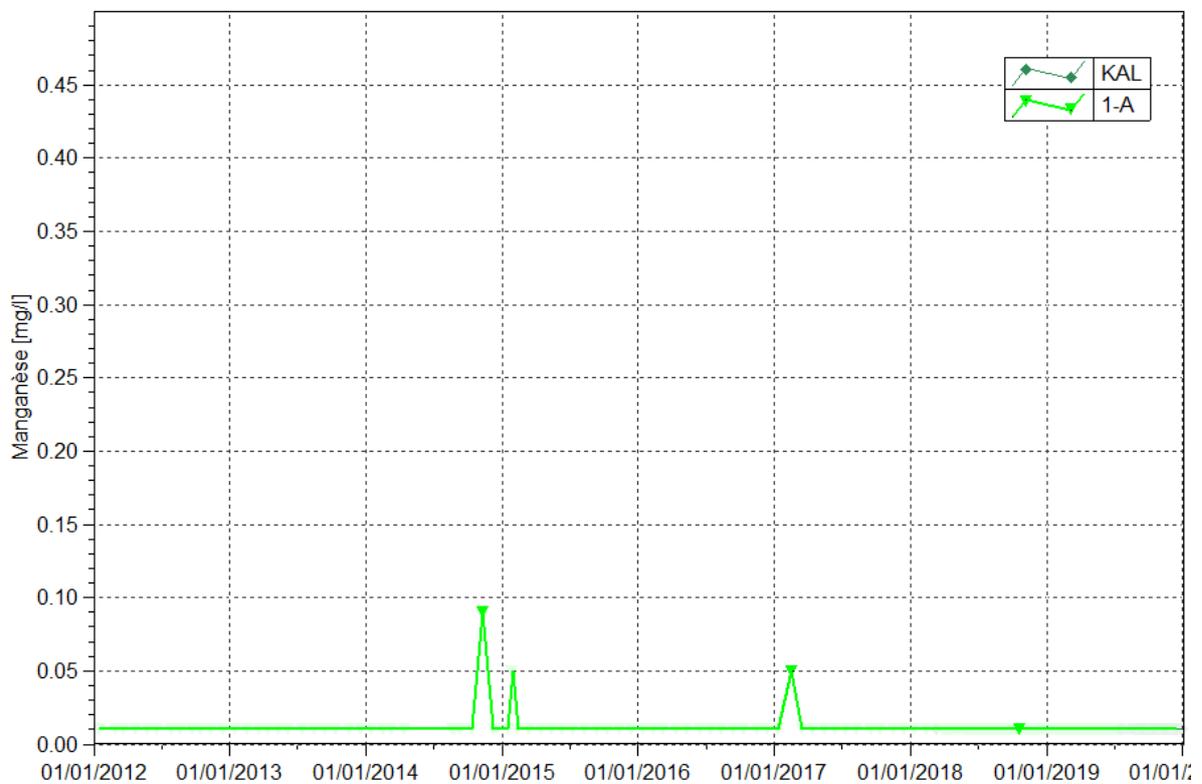


Figure 47 : Concentrations en manganèse de la station 1-A entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

En 2019, le manganèse n'est pas détecté dans la rivière de la Kwé principale.

4.6.2.1.6 Concentrations en chlorures

La Figure 48 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

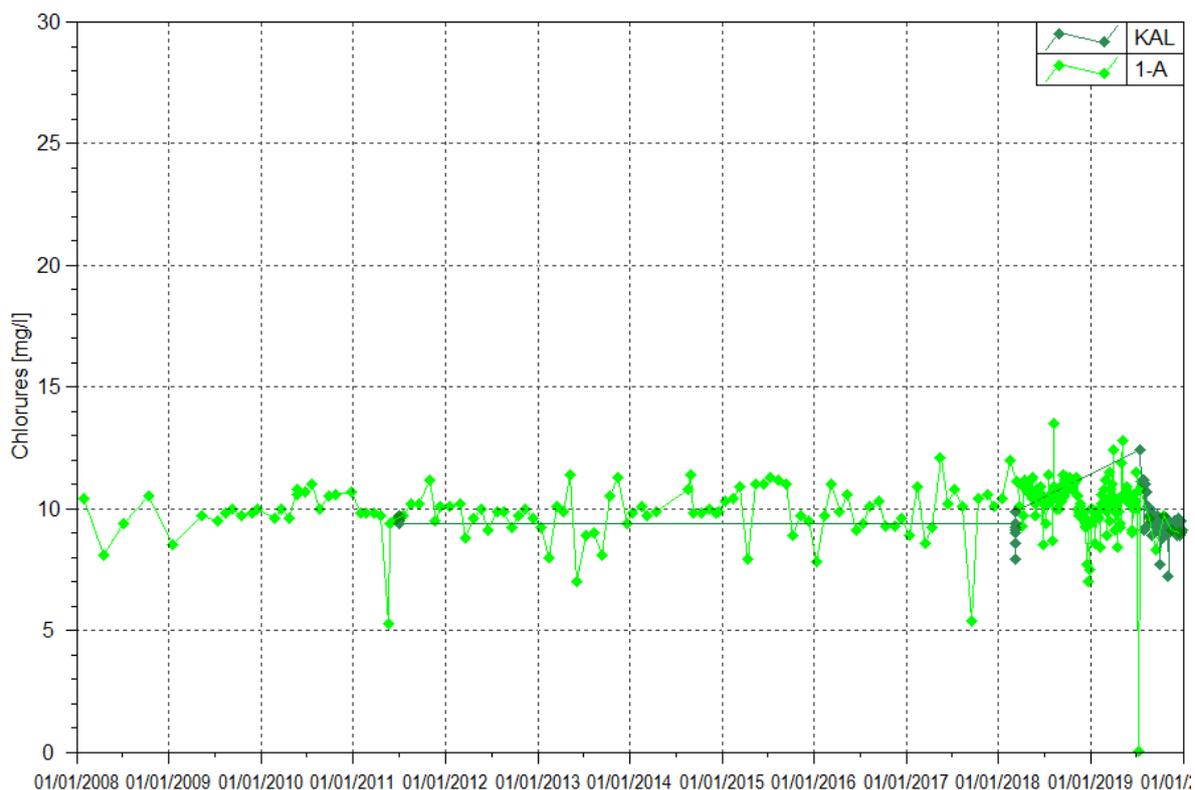


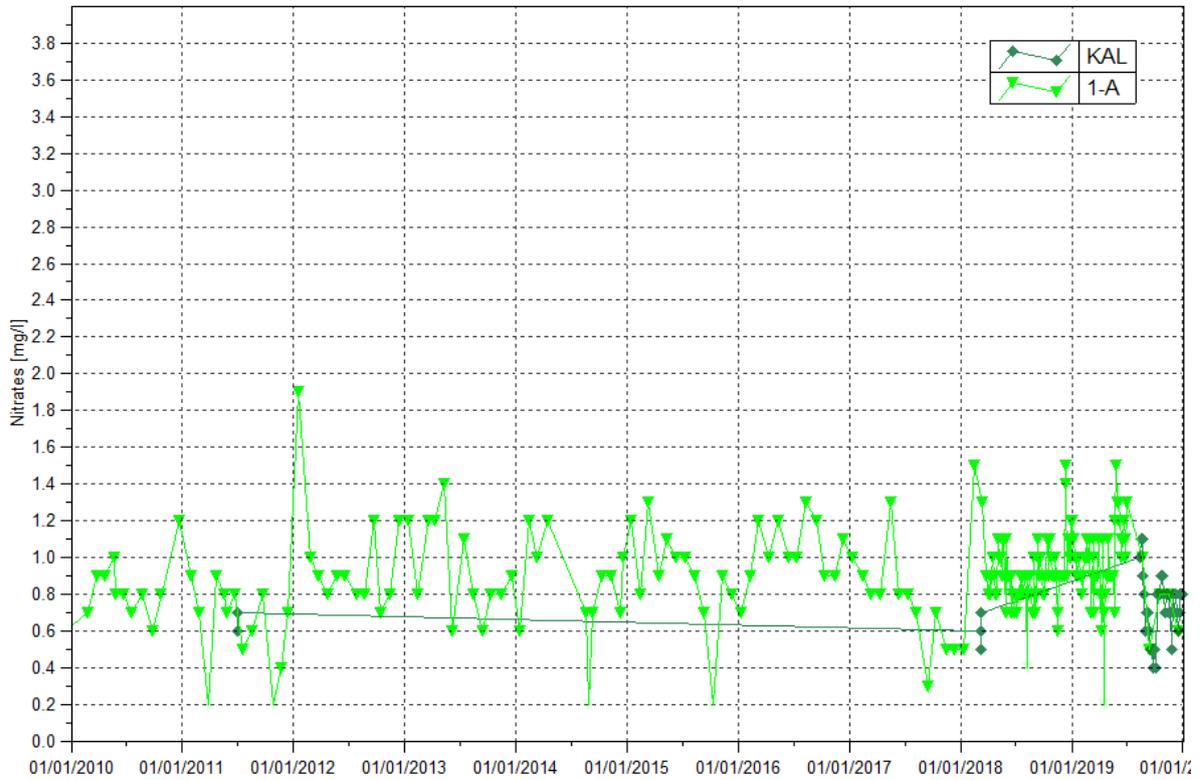
Figure 48 : Concentrations en chlorures de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Statistiques	KAL	1-A
Nombre de valeurs	8	1
Moyenne	10.97	-
Maximum	12.4	10.8
Minimum	9.1	-
Moyenne 2008-2018		9.94

Comme constaté pour les sulfates, les résultats en chlorures du 1^{er} semestre 2019 sont similaires à 2018. Au 2nd semestre, les concentrations sont plus faibles au niveau de la Kwé principale indiquent une évolution similaire depuis 2008.

4.6.2.1.7 Concentrations en nitrates

La



présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle de la Kwé Principale.

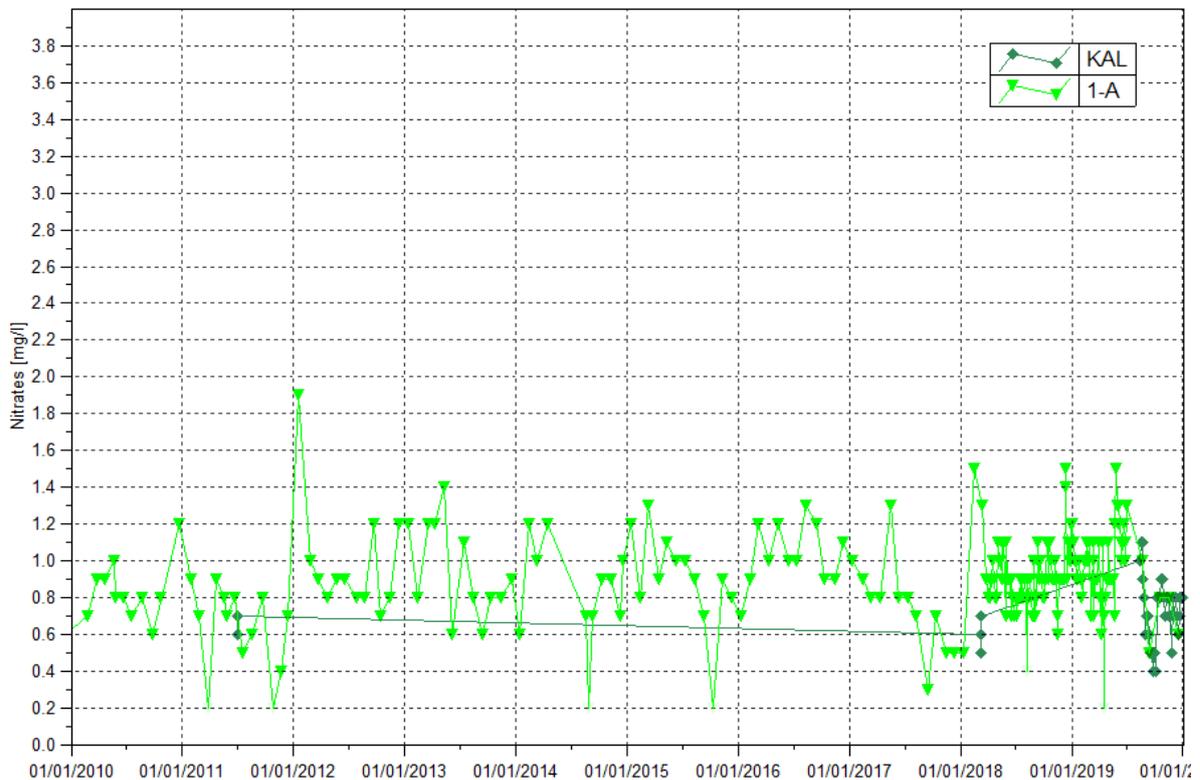


Figure 49 : Concentrations en nitrates de la station 1-A entre le 1er janvier 2008 et le 1er janvier 2020

Statistiques	KAL	1-A
Nombre de valeurs	41	60
Moyenne	0.73	1.2
Maximum	1.1	14.8
Minimum	0.4	1.2
Moyenne 2008-2018	-	0.85

Les teneurs en nitrates relevées au 1er semestre 2019 sont comparables à 2018. Au 2nd semestre, les teneurs relevées sont plus faibles.

4.6.2.1.8 Concentrations en chrome et chrome VI

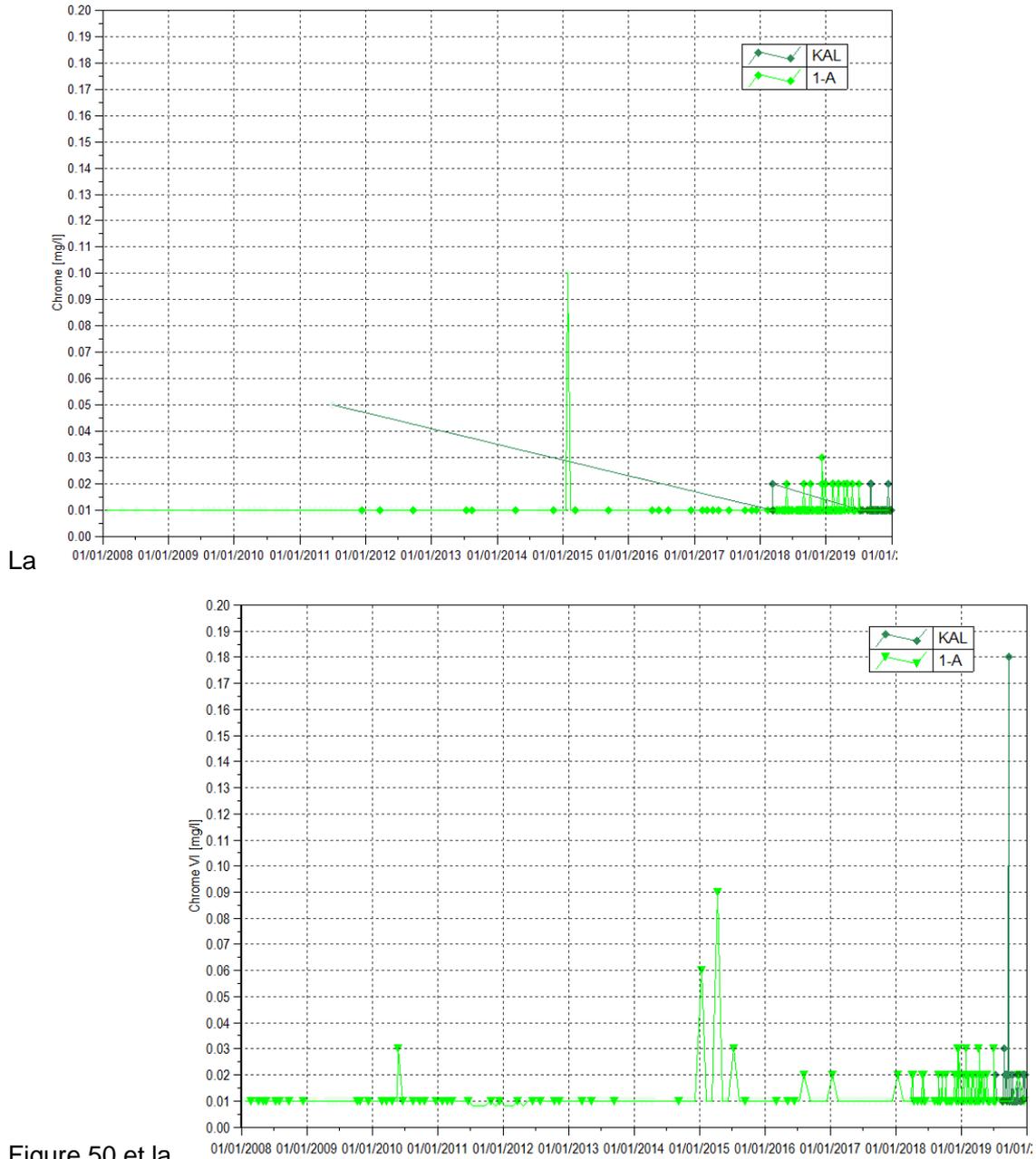


Figure 50 et la

Figure 51 présentent les concentrations en chromes et chrome VI obtenues à une fréquence mensuelle dans la rivière Kwé principale.

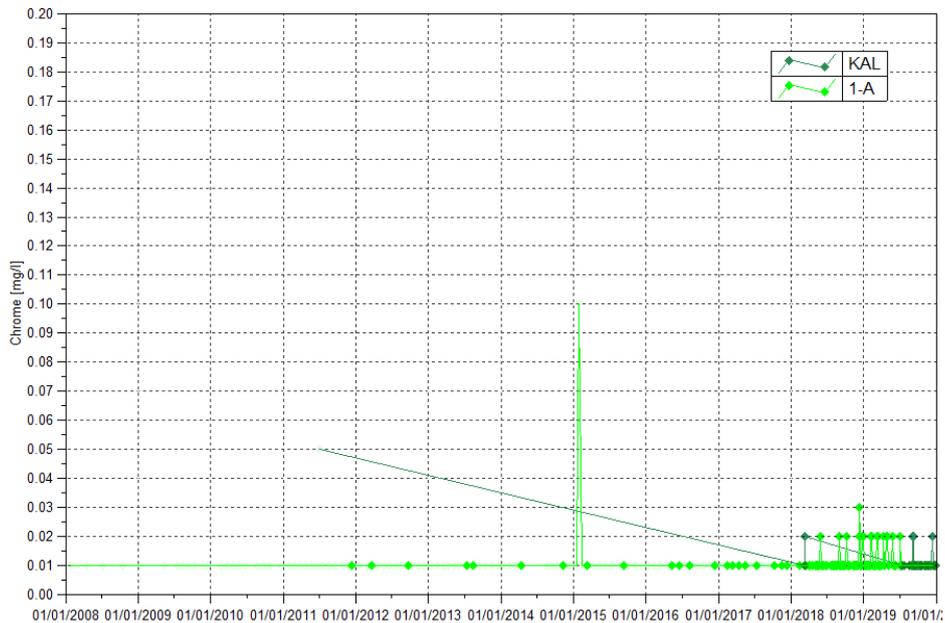


Figure 50 : Concentrations en chrome à la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020

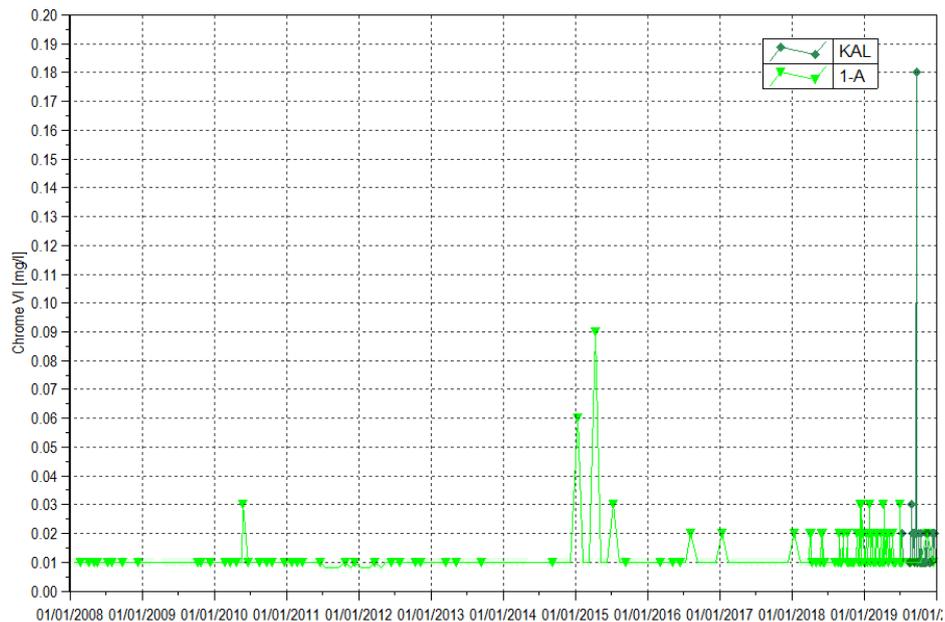


Figure 51 : Concentrations en chrome VI à la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020

Les concentrations en chrome de 2019 sont comparables aux teneurs relevées en 2018.

Les mesures en chromes VI de 2019 sont légèrement supérieures à 2018. Les concentrations sont comprises entre 0,01 et 0,02 mg/L en 2018. En 2019, elles sont comprises en majorité entre 0,01 et 0,03 mg/L. Une forte concentration est mesurée le 23 septembre 2019 à la station KAL.

4.6.2.1.9 Concentrations en magnésium

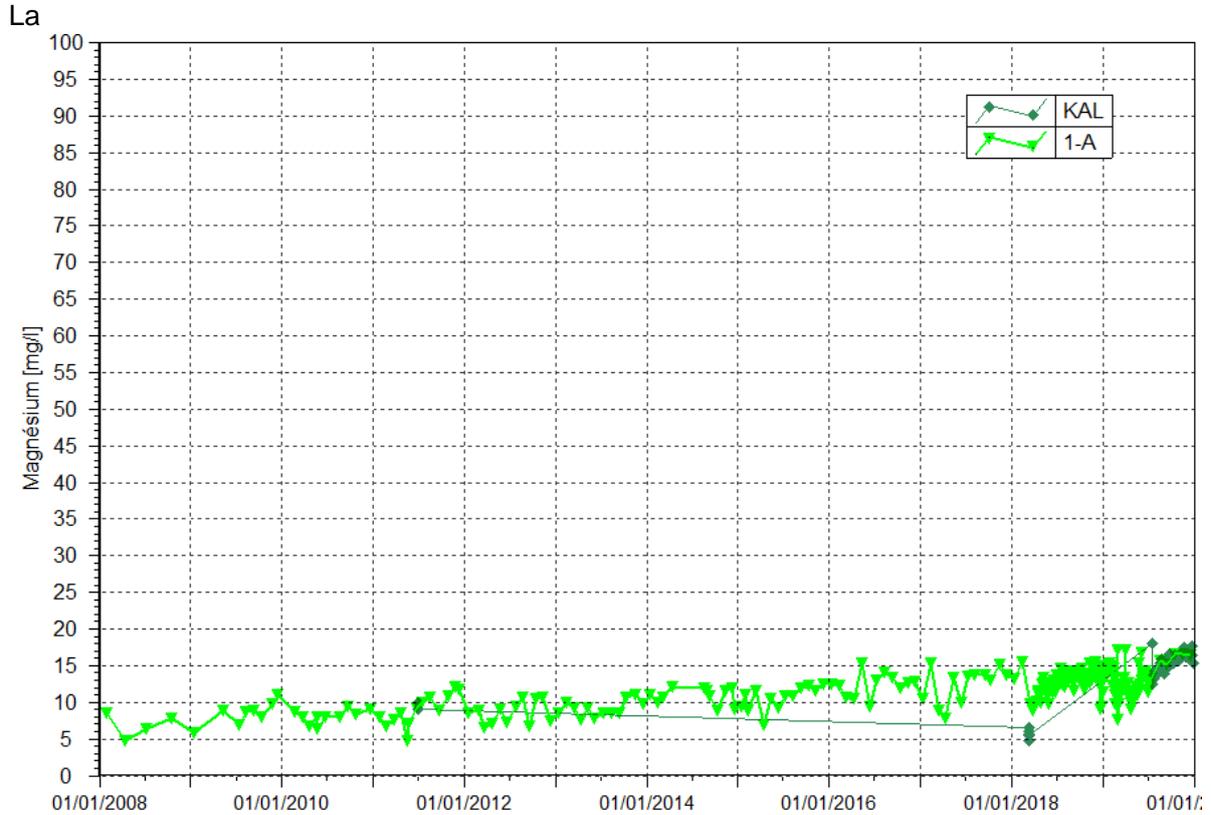


Figure 52 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle de la Kwé principale.

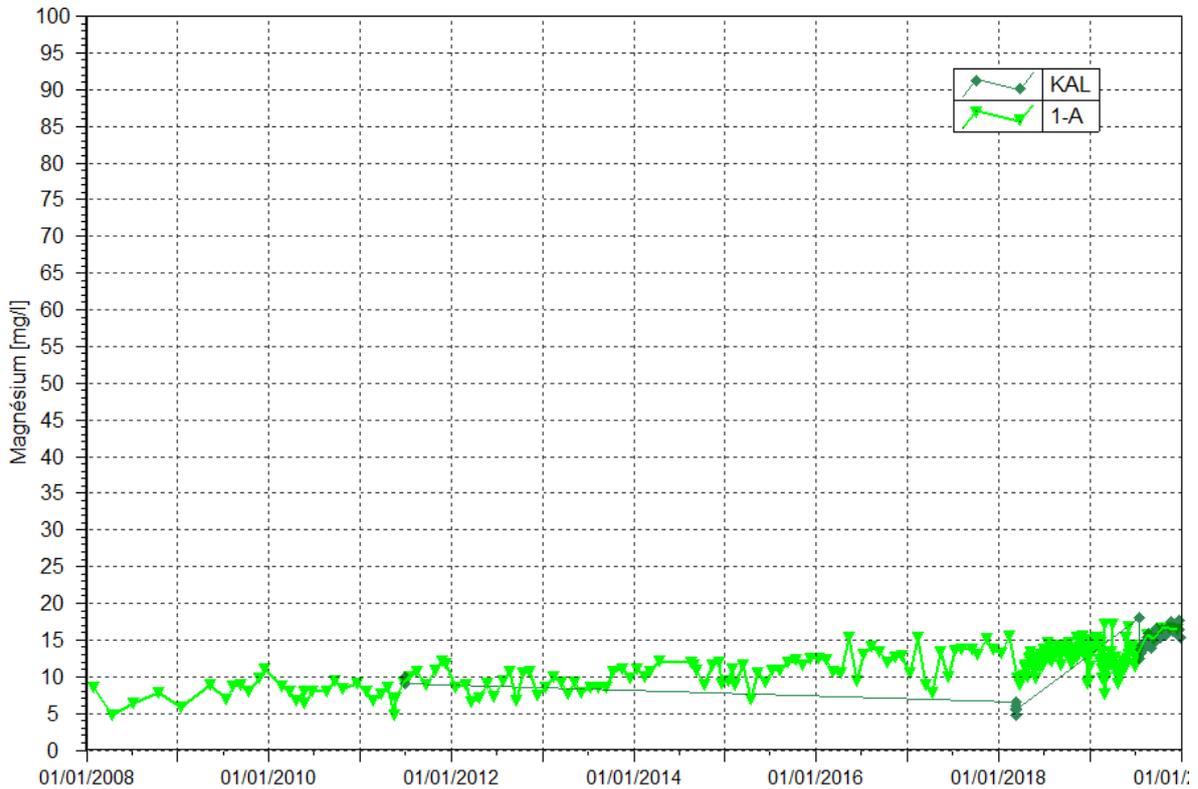


Figure 52 : Concentrations en magnésium de la station 1-A entre le 1er janvier 2008 et 1er janvier 2020

Statistiques Magnésium	KAL	1-A
Nombre de valeurs	49	62
Moyenne	15.06	13.15
Maximum	18.1	17.2
Minimum	12.4	7.7
Moyenne 2008- 2018	-	9.99

La hausse légère qui a débuté depuis 2008 se poursuit lentement en 2019 dans la Kwe Principale.

4.6.2.1.10 Concentrations en nickel

La Figure 53 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

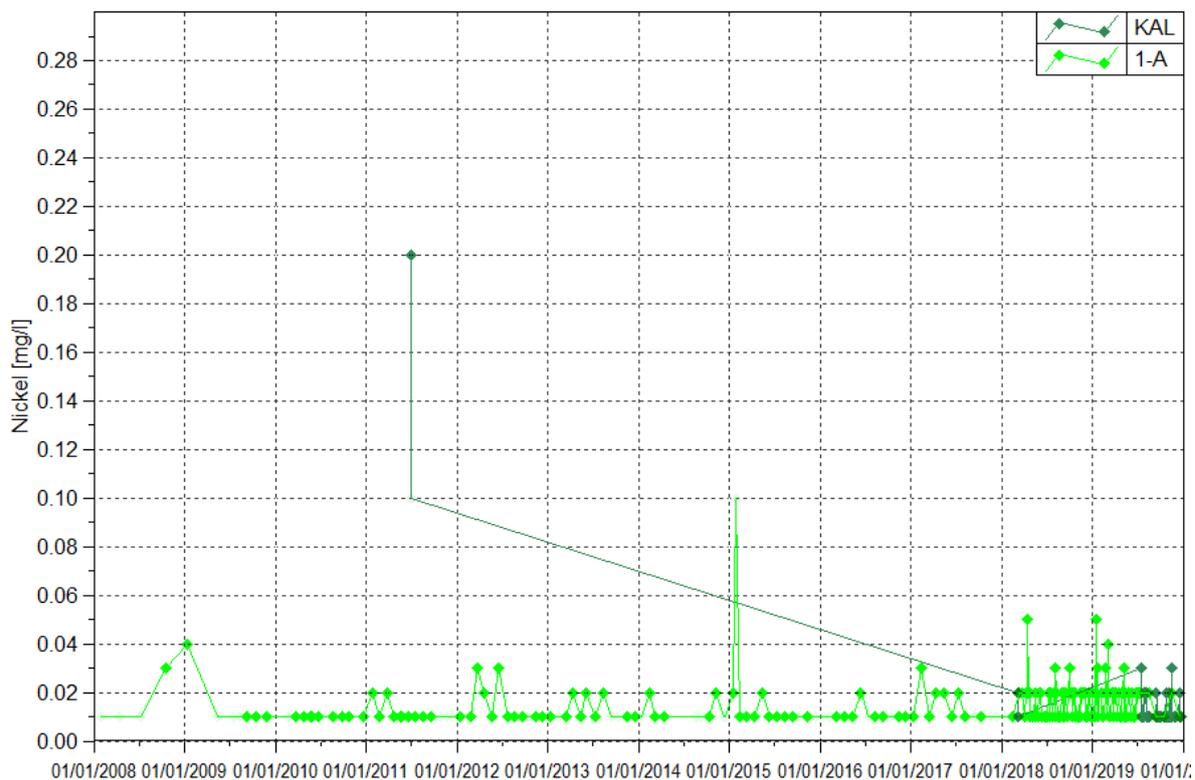


Figure 53 : Concentrations en nickel de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Nickel : 1-A
Nombre de valeurs	91
Moyenne	0.013
Maximum	0.05
Minimum	<0.01
Moyenne 2008-2018	0.01

Les teneurs en nickel sont stables en 2019.

4.6.2.1.11 Concentrations en potassium et sodium

La Figure 54 et la Figure 55 présentent les concentrations en potassium et sodium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

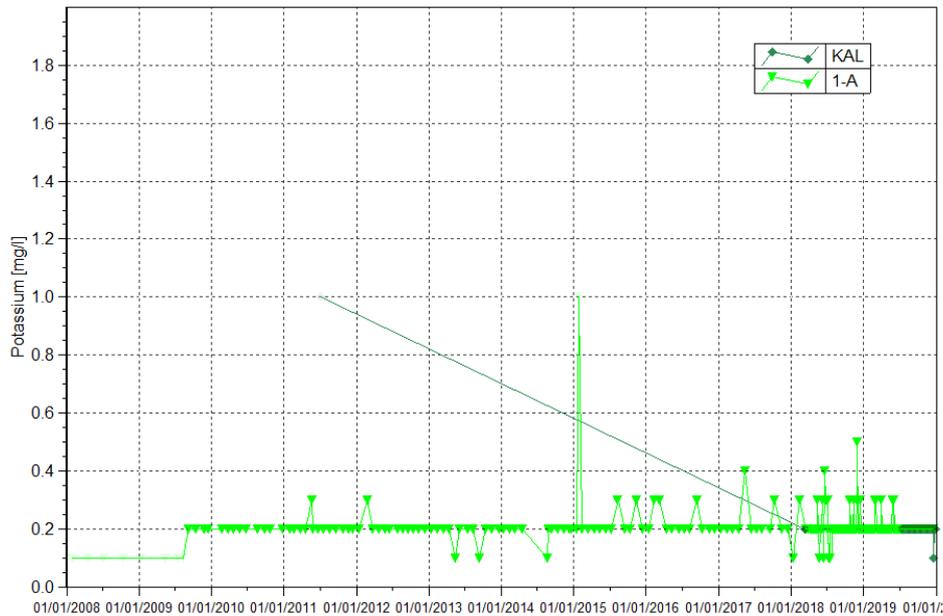


Figure 54 : Concentrations en potassium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020

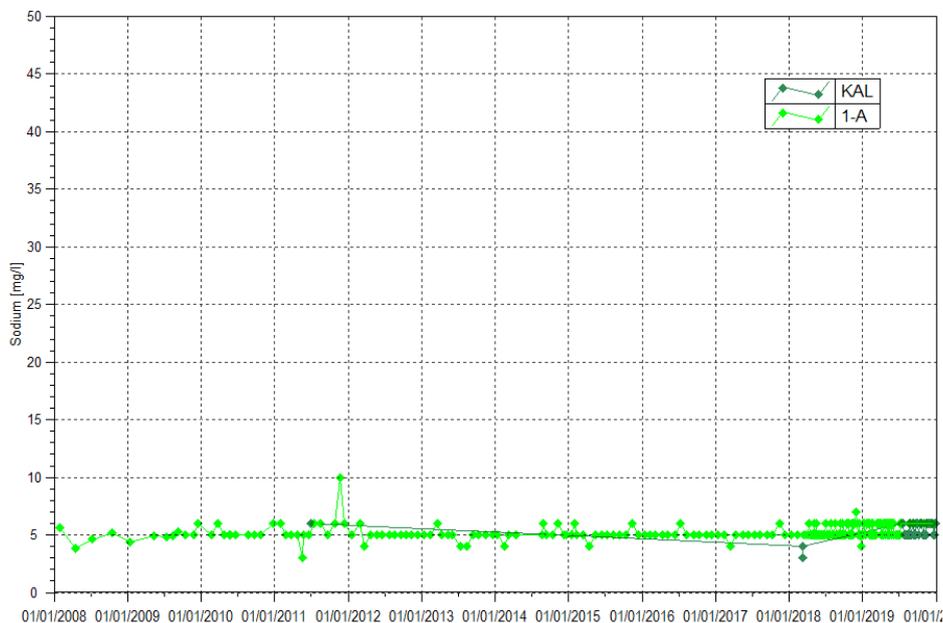


Figure 55 : Concentrations en sodium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020

En 2019, les concentrations en potassium et sodium n'indiquent pas d'évolution particulière

4.6.2.2 Résultats à la station Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence

En 2019, les résultats de suivi dans la rivière Trou Bleu démontrent que la limite de quantification du laboratoire interne n'a jamais été atteinte voir rarement pour les paramètres suivants : **aluminium, arsenic, cadmium, calcium, cobalt, chrome, cuivre, fer, manganèse, zinc, titre alcalimétrique, ammoniac, phosphates, hydrocarbures totaux, mercure et matières en suspension.**

Les paramètres suivants ont été détecté ponctuellement en 2019 : **chrome VI et plomb.** Les concentrations mesurées pour ces paramètres sont faibles et équivalentes à la limite de quantification pour le plomb (0,01 mg/L) et à 0,02 mg/L pour le chrome VI. Ces valeurs ne sont pas indicatrices d'évolution particulière dans le milieu naturel.

Les éléments pour lesquels des variations sont observées ou qui doivent être suivis avec une attention particulière du fait des activités liées à l'exploitation minière sont présentés dans les graphiques suivants.

4.6.2.2.1 Mesures de pH

La Figure 56 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle à 3-C

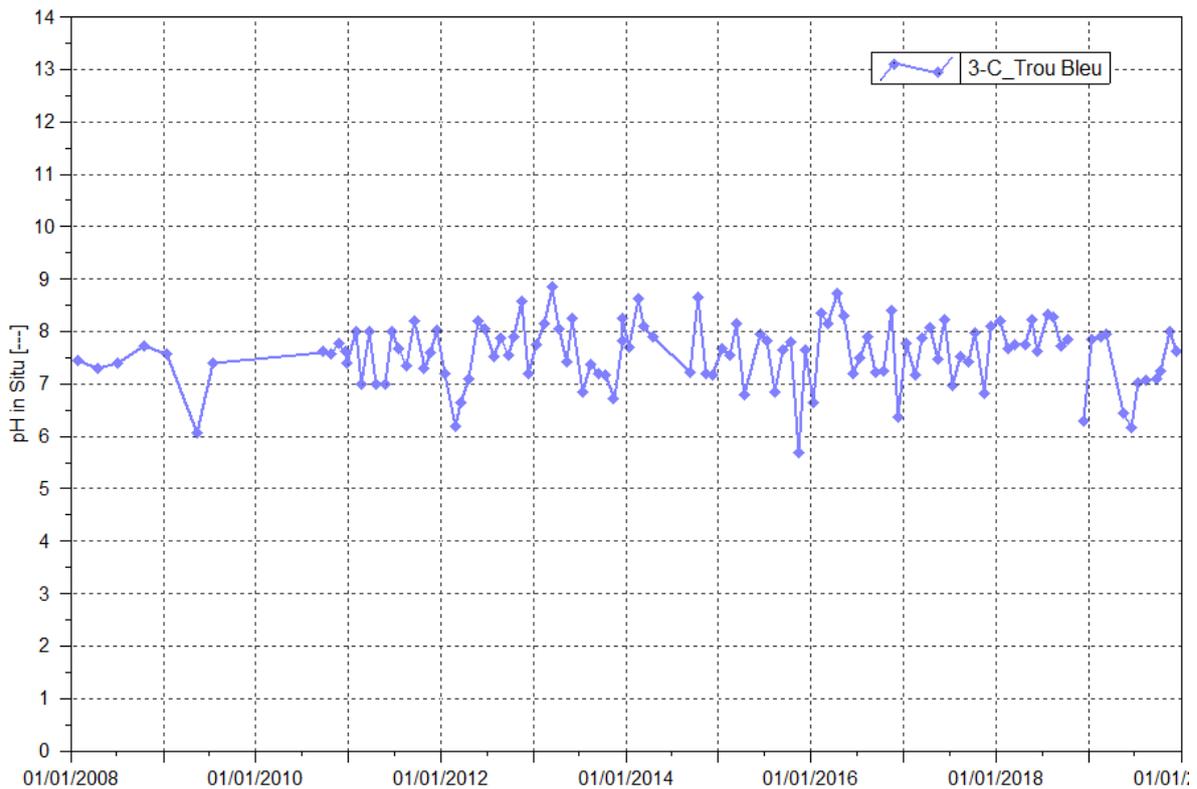


Figure 56 : Données de pH de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Statistiques	pH : 3-C
Nombre de valeurs	11
Moyenne	7.3
Maximum	8
Minimum	6.1
Moyenne 2008-2018	7,57

En 2019, le pH oscille entre 7.3 et 8.

4.6.2.2 Mesures de conductivité

La Figure 57 présente les mesures de conductivité faites à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

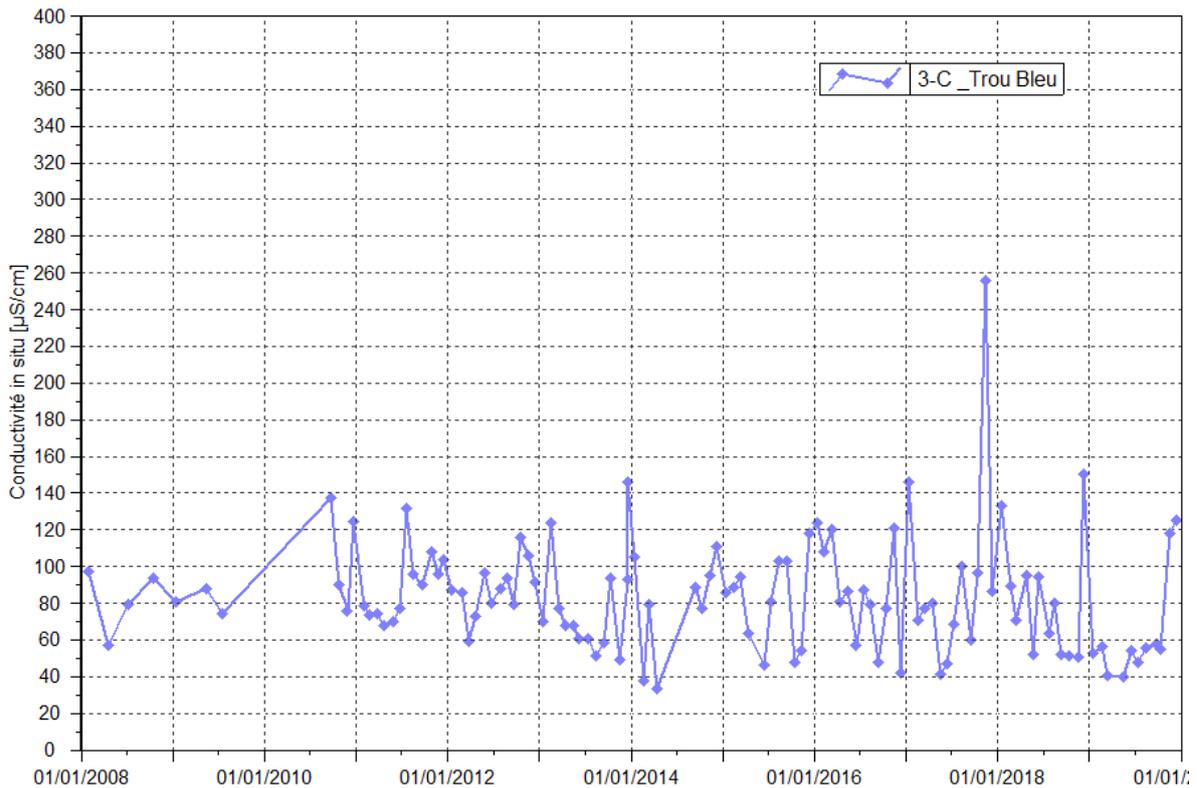


Figure 57 : Données de conductivité de la station 3-C du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Conductivité : 3-C
Nombre de valeurs	11
Moyenne	63.8
Maximum	125
Minimum	39.9
Moyenne 2008-2018	85,93

En 2019, la conductivité est comprise entre 39,9 et 125 µS/cm. Les conductivités élevées en novembre et décembre sont les résultats du faible niveau du cours d'eau engendrant une minéralisation de la rivière Trou Bleu.

4.6.2.2.3 Mesures de température

La Figure 58 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

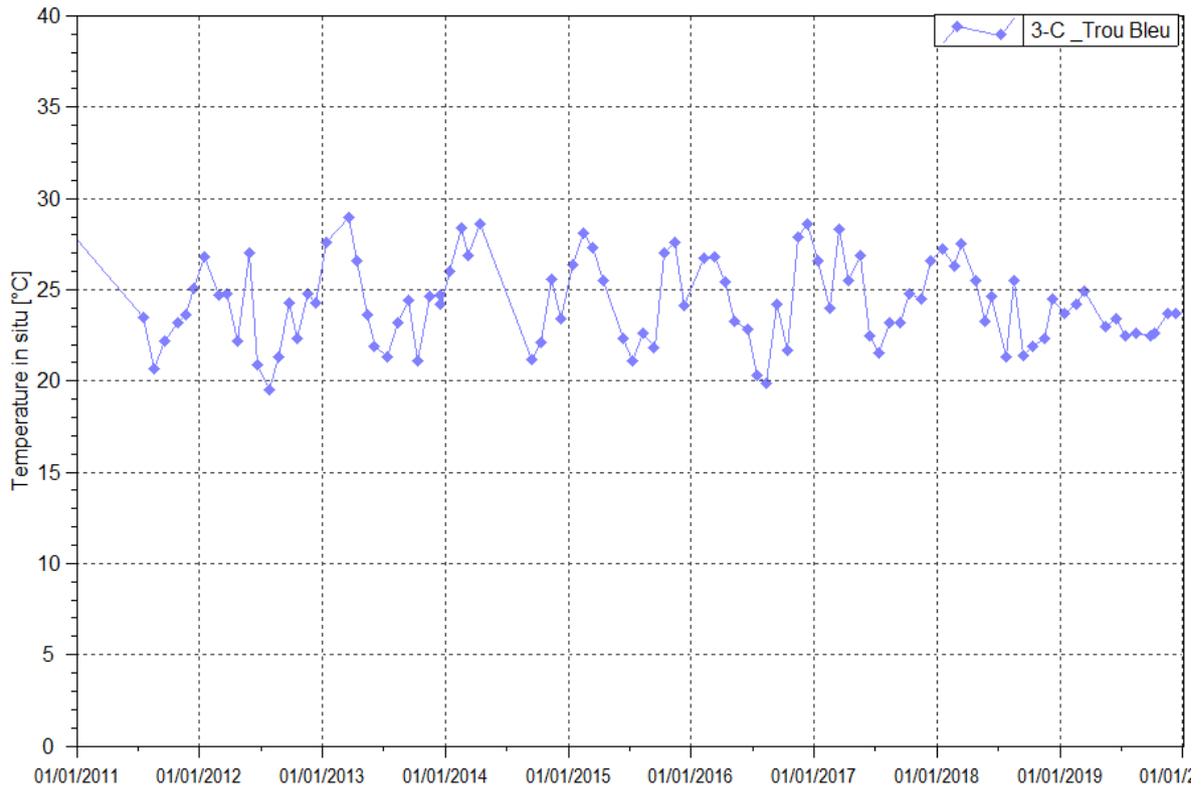


Figure 58 : Données de température de la station 3-C du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Température : 3-C
Nombre de valeurs	11
Moyenne	23.3
Maximum	24.9
Minimum	22.5

4.6.2.2.4 Concentrations en sulfates

La Figure 59 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

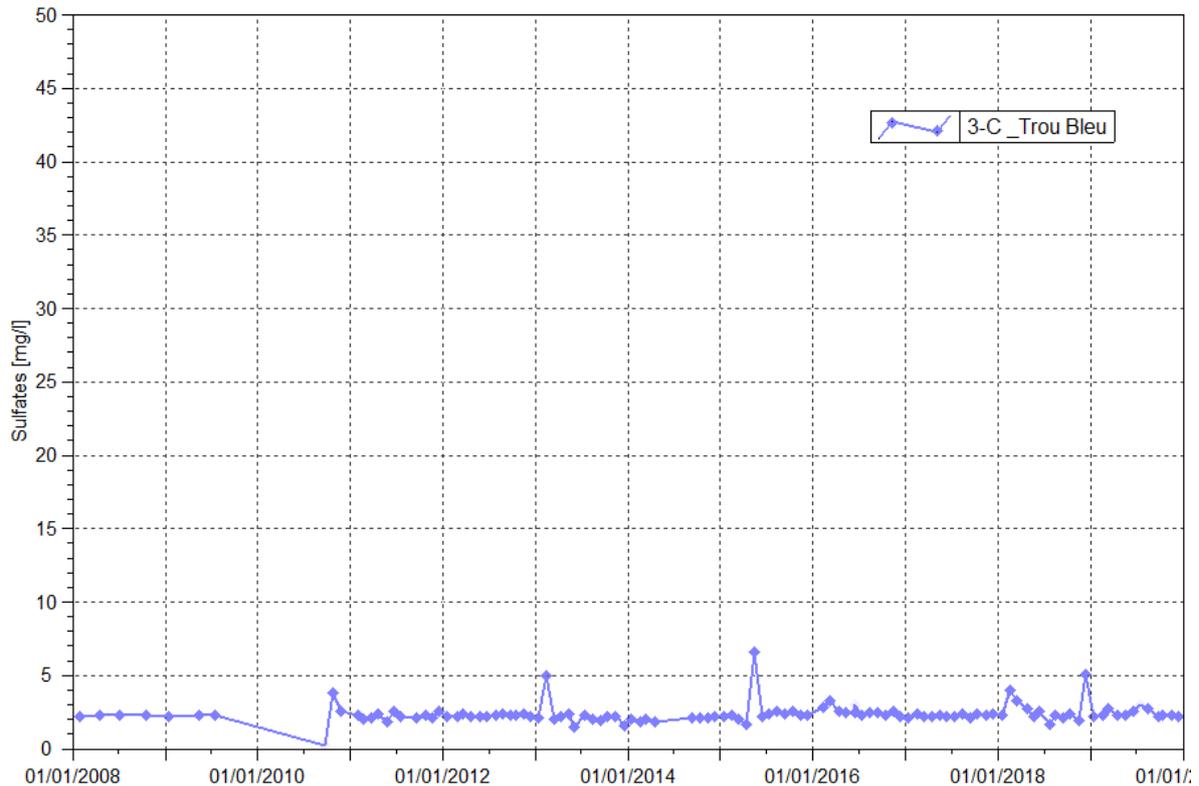


Figure 59 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Sulfates : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	2,3
Maximum	2.7
Minimum	<LD
Moyenne 2008-2018	2,33

Depuis 2008, les concentrations en sulfates sont toujours inférieures à 10 mg/L.

4.6.2.2.5 Concentrations en manganèse

La Figure 60 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

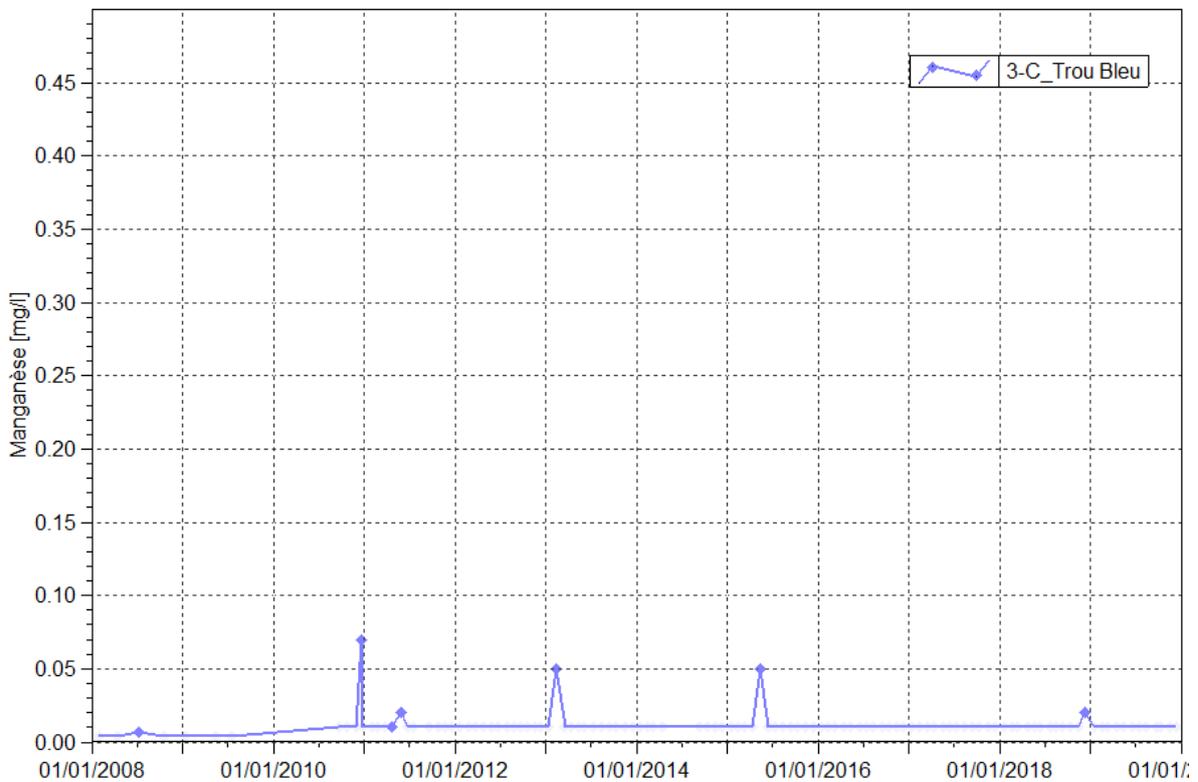


Figure 60 : Concentrations en manganèse de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Le manganèse n'est pas détecté en 2019 au niveau de la rivière Trou Bleu.

4.6.2.2.6 Concentrations en chlorures

La Figure 61 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

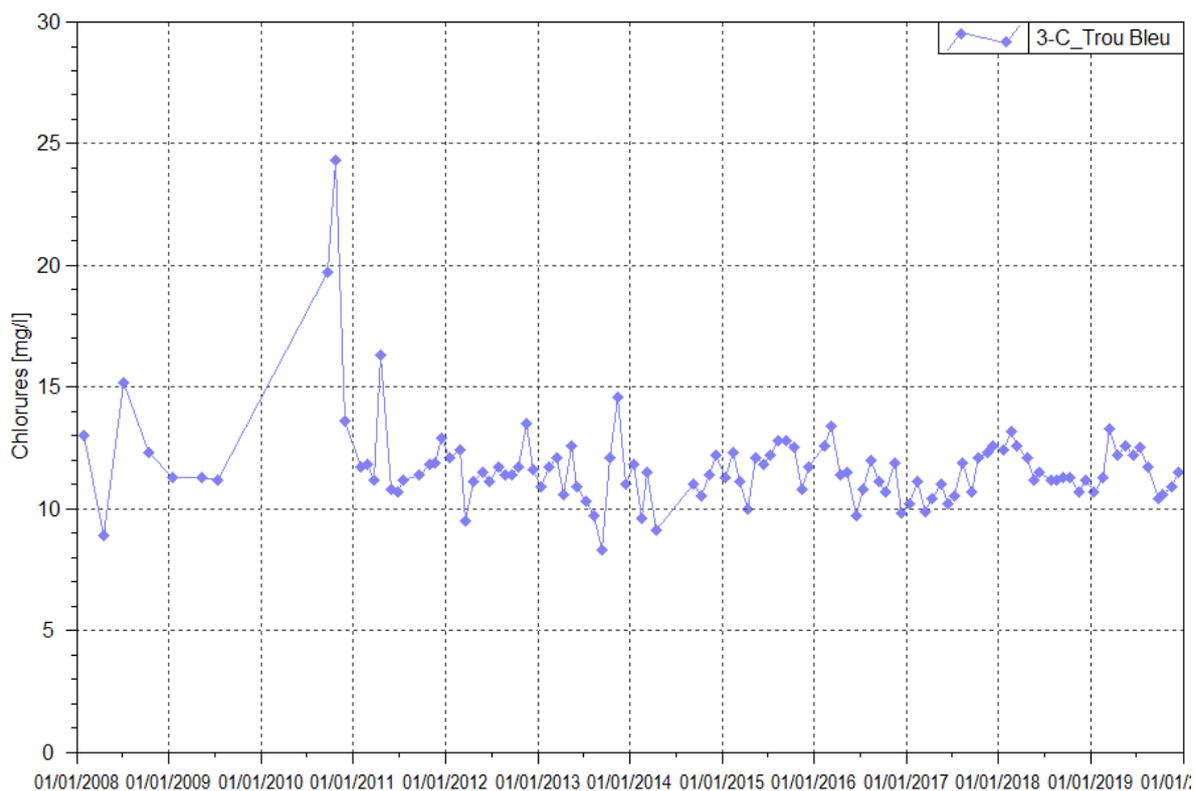


Figure 61 : Concentrations en chlorures de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Chlorures : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	11,6
Maximum	13,3
Minimum	10,4
Moyenne 2008-2018	11,73

Les résultats de suivi de 2019 ne montrent pas d'évolution particulière en comparaison avec les années précédentes.

4.6.2.2.7 Concentrations en nitrates

La

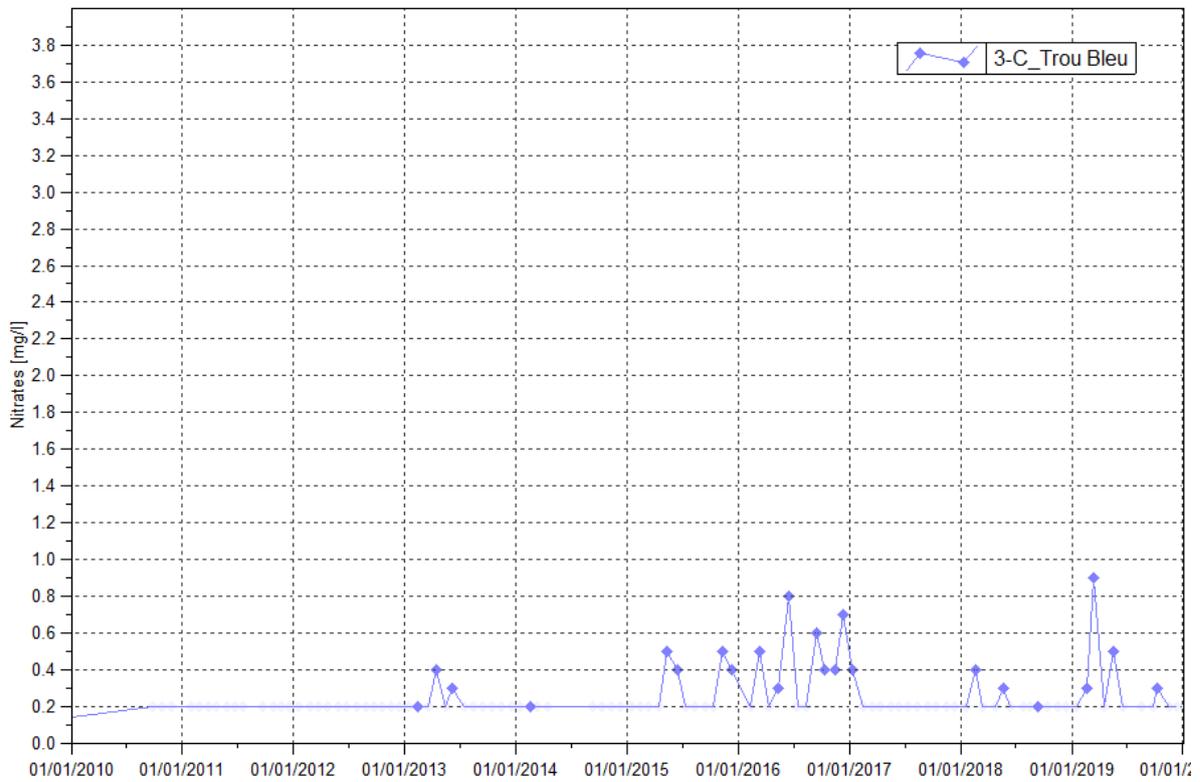


Figure 62 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

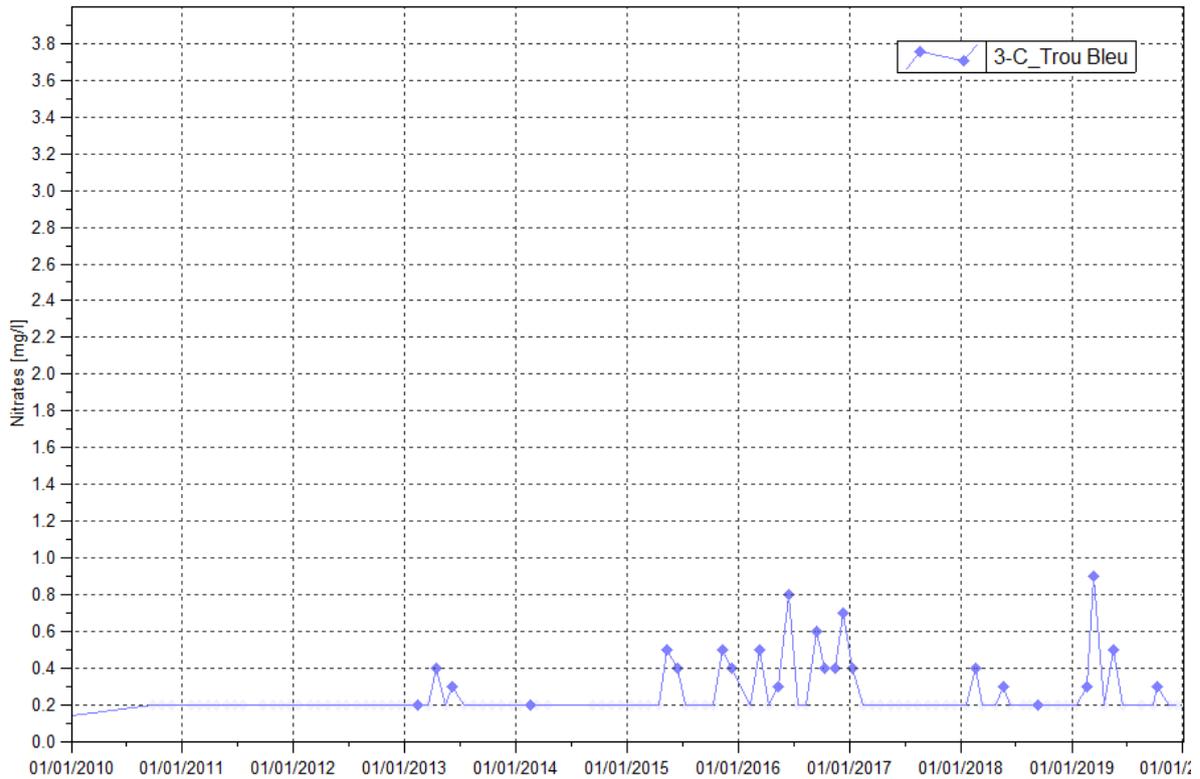


Figure 62 : Concentrations en nitrates de la station 3-C entre le 1er janvier 2008 et 1er janvier 2020

En 2019, ce paramètre est quantifié faiblement à quatre reprises dans la rivière Trou Bleu. Les concentrations sont comprises entre 0,3 et 0,9 mg/L.

4.6.2.2.8 Concentrations en magnésium

La Figure 63 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

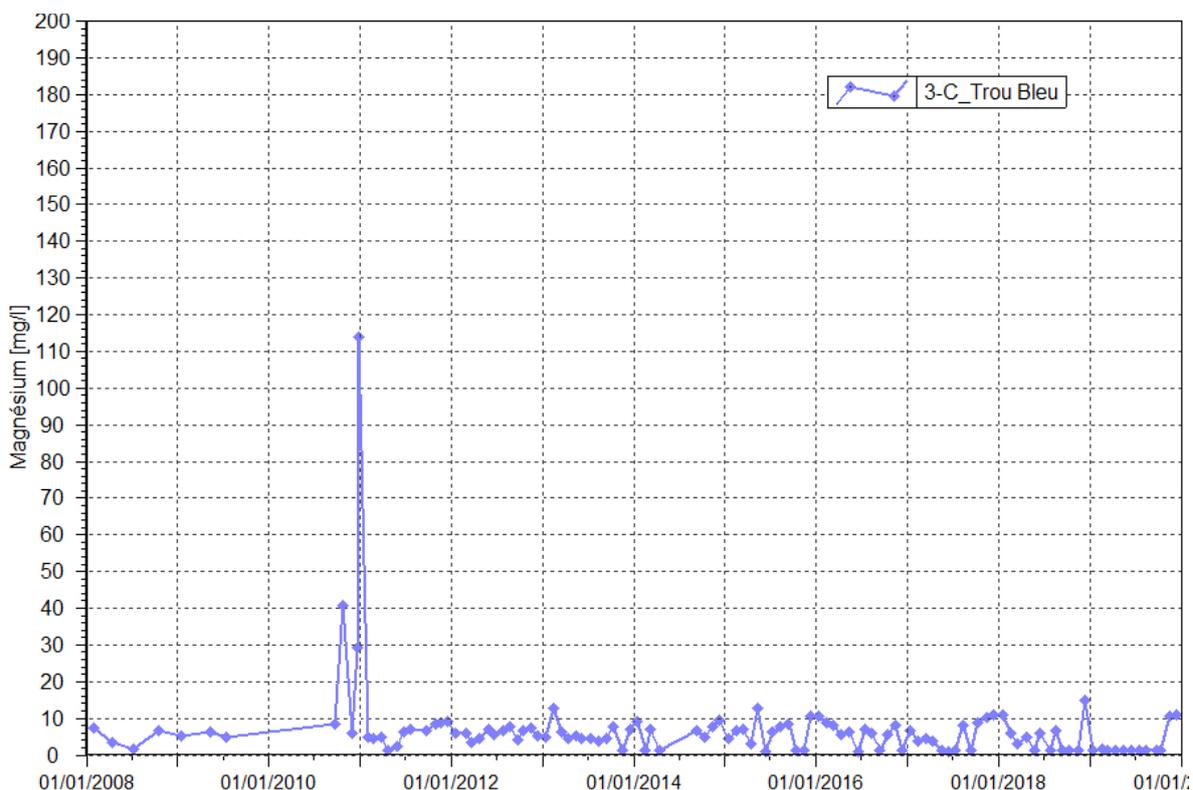


Figure 63 : Concentrations en magnésium de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Magnésium : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	2.98
Maximum	11.1
Minimum	1.1
Moyenne 2008-2018	5.52

En 2019, les teneurs en magnésium indiquent des concentrations faibles et stables. Elles augmentent légèrement en fin de semestre 2019

4.6.2.2.9 Concentrations en nickel

La Figure 64 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

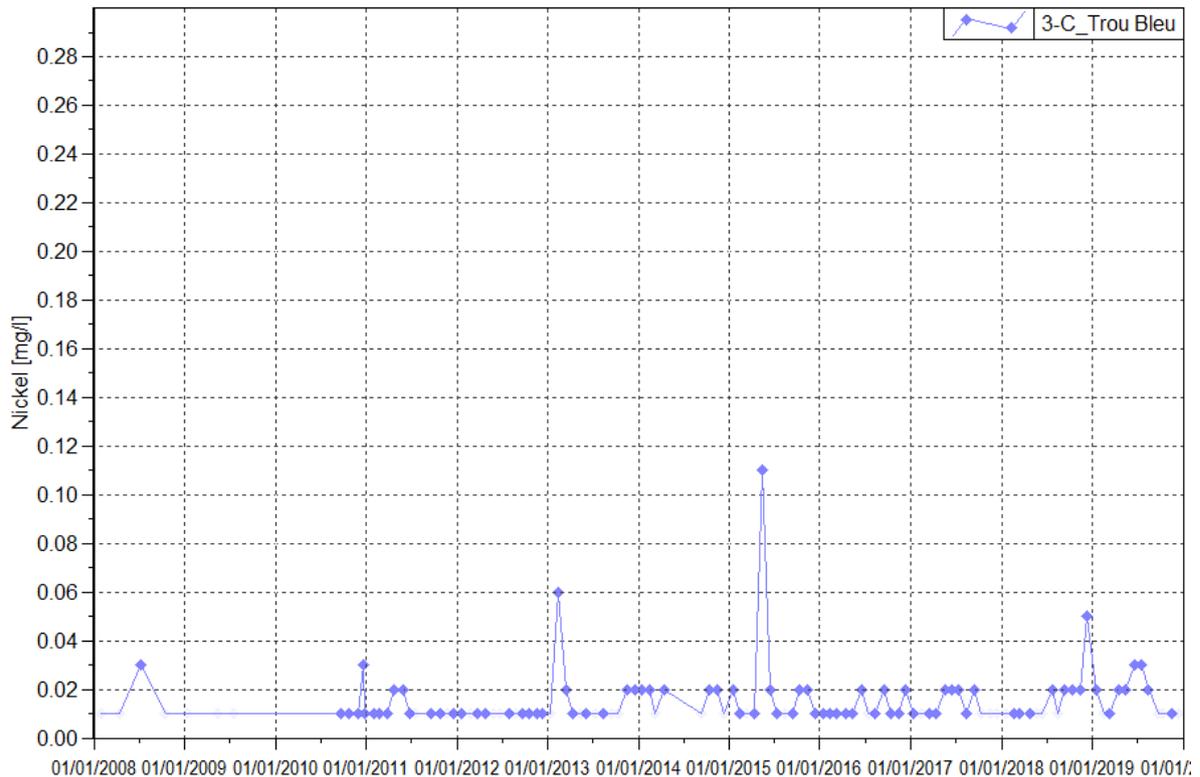
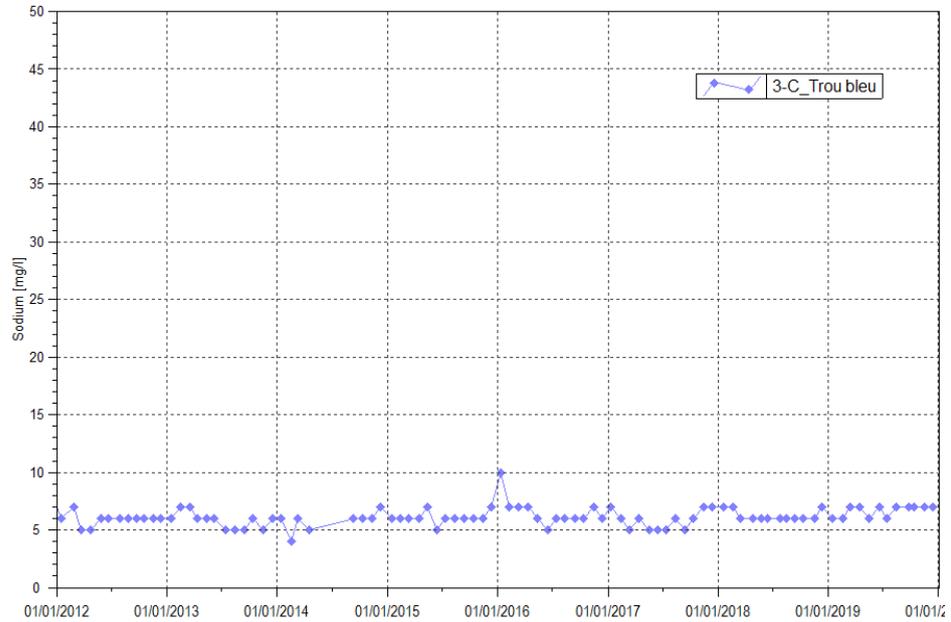


Figure 64 : Concentrations en nickel à la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

Statistiques	Nickel : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	0.02
Maximum	0.03
Minimum	<LD
Moyenne 2008-2018	0.011

En 2019, les teneurs maximales de 0.03 mg/L sont relevées lors de contrôles des mois de juin et juillet.

4.6.2.2.10 Concentrations en potassium et sodium



La Figure 65 et la

Figure 66 présentent les concentrations en potassium et sodium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

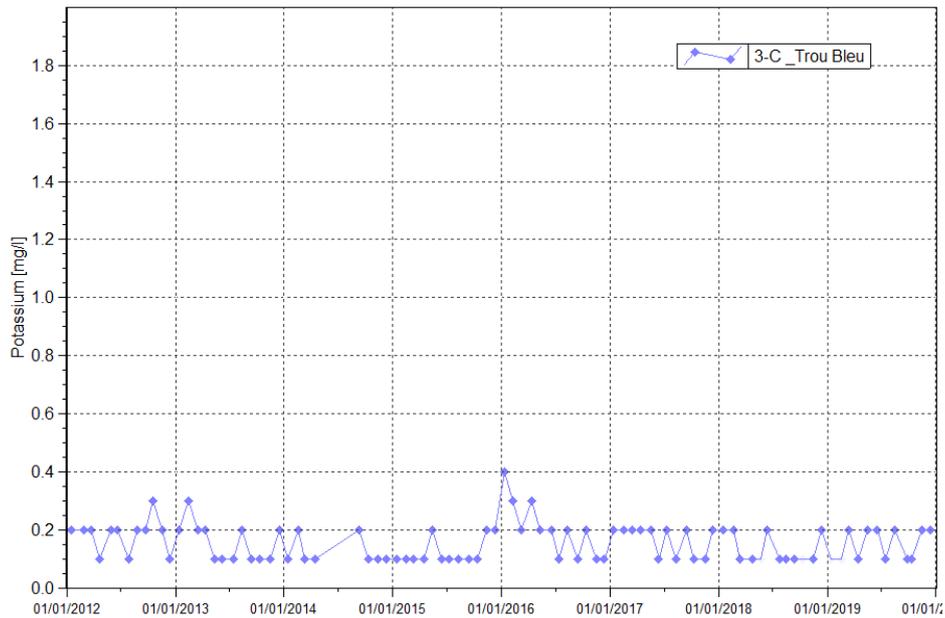


Figure 65 : Concentrations en potassium à la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2020

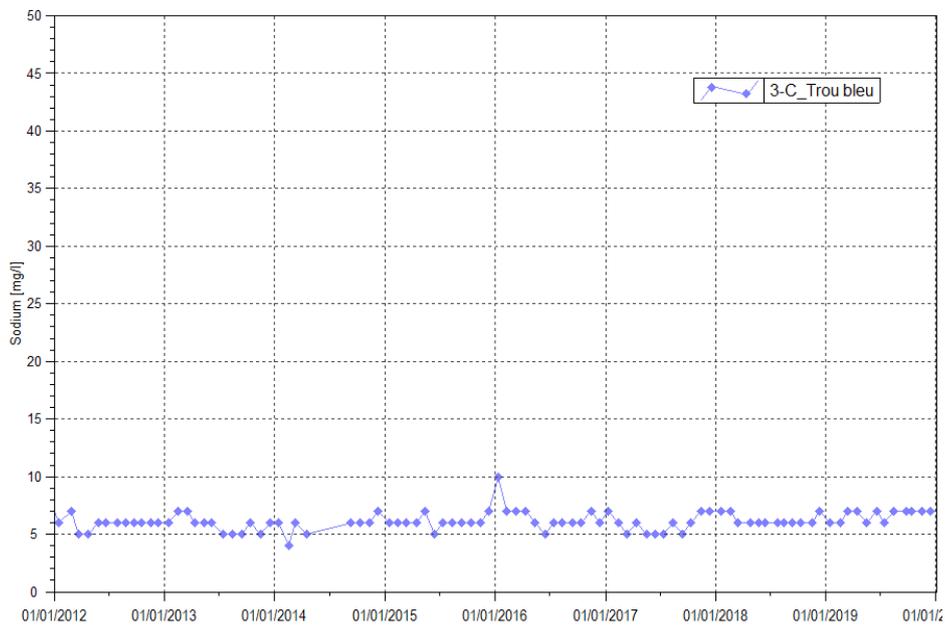


Figure 66 : Concentrations en sodium à la station 3- C entre le 1er janvier 2008 et le 1er janvier 2020

Concernant les concentrations en potassium et sodium, les résultats de suivi de 2019 ne montrent aucune évolution particulière.

4.6.2.3 Rivière Truu (TR-01 et TR-02)

Deux stations de suivis situées dans le bassin versant de la Truu sont localisées comme suit :

- TR01 : dans la rivière Truu, en aval de TR02, au niveau du radier de la rivière Truu,
- TR02 : source de la rivière de Truu.

En 2019, la limite de quantification du laboratoire interne n'a jamais été atteinte voir rarement sur l'ensemble des stations de la Truu pour les paramètres suivants : **aluminium, cadmium, cobalt, cuivre, fer, plomb, ammoniac, manganèse, zinc, titre alcalimétrique, phosphates, hydrocarbures totaux, mercure et matières en suspensions.**

Les paramètres suivants ont été détecté ponctuellement en 2019 : **calcium et arsenic.** Les concentrations mesurées pour ces paramètres sont faibles. Elles sont équivalentes à la limite de quantification pour le calcium (1mg/L) et 0.03 mg/L pour l'arsenic. Ces valeurs ne sont pas indicatrices d'évolution particulière dans le milieu naturel.

Les éléments pour lesquels des variations sont observées ou qui doivent être suivis avec une attention particulière du fait des activités exercées sur le bassin versant de la Kwé sont présentés dans les graphiques suivants.

4.6.2.3.1 Mesure de pH

La Figure 67 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.



Figure 67 : Mesures de pH pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2020

Les résultats de suivi en 2019 du bassin versant de la rivière Truu ne montrent pas d'évolution particulière. Les mesures de pH oscillent entre 7,05 et 8,1.

4.6.2.3.2 Mesure de conductivité

La Figure 68 présente les mesures de conductivités obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.



Figure 68 : Mesures de conductivités pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2020

Station TR-02 : Les mesures de conductivité au niveau de la source TR-02 sont comprises entre 96,1 et 142 µS/cm en 2019.

Station TR-01 : en 2019, les mesures de conductivité varient entre 98,1 et 142 µS/cm.

4.6.2.3 Mesures de température

La Figure 69 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

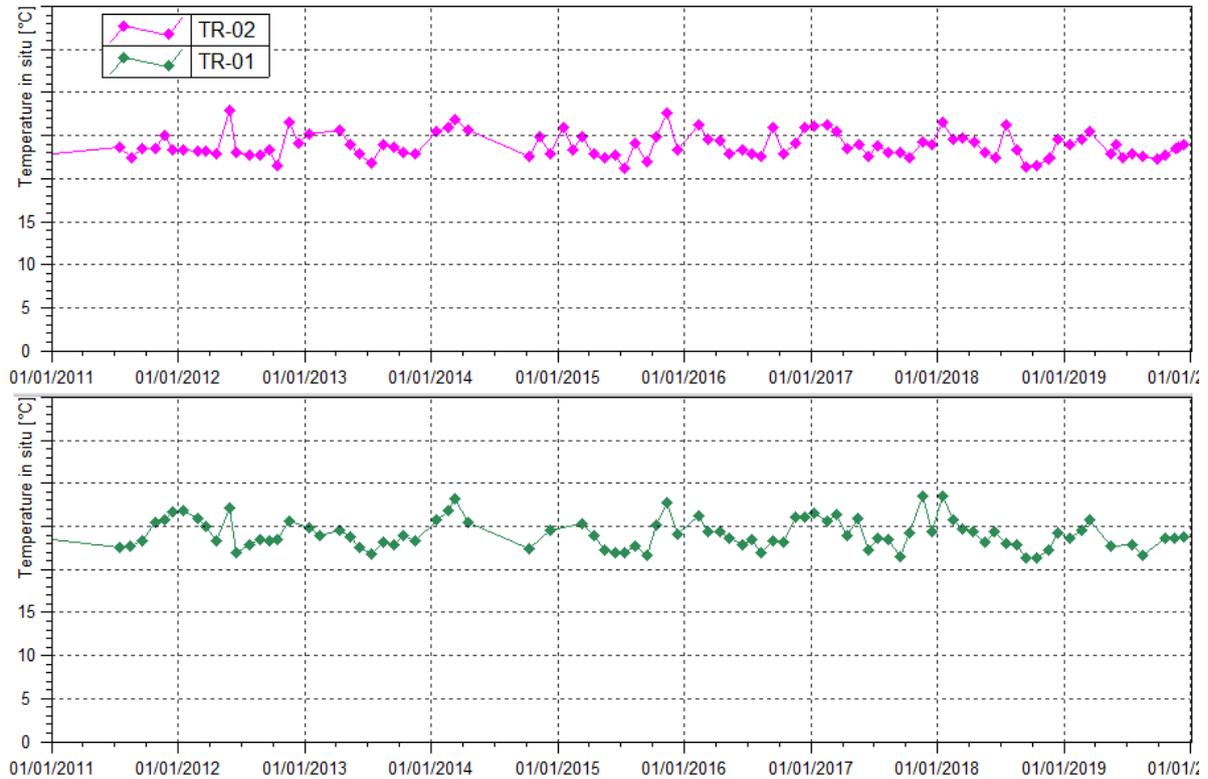


Figure 69 : Mesures de température pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01 : les relevés de température sont variables depuis 2011. Les variations sont basées sur des fluctuations saisonnières.

4.6.2.3.4 Concentrations en sulfates

La Figure 70 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

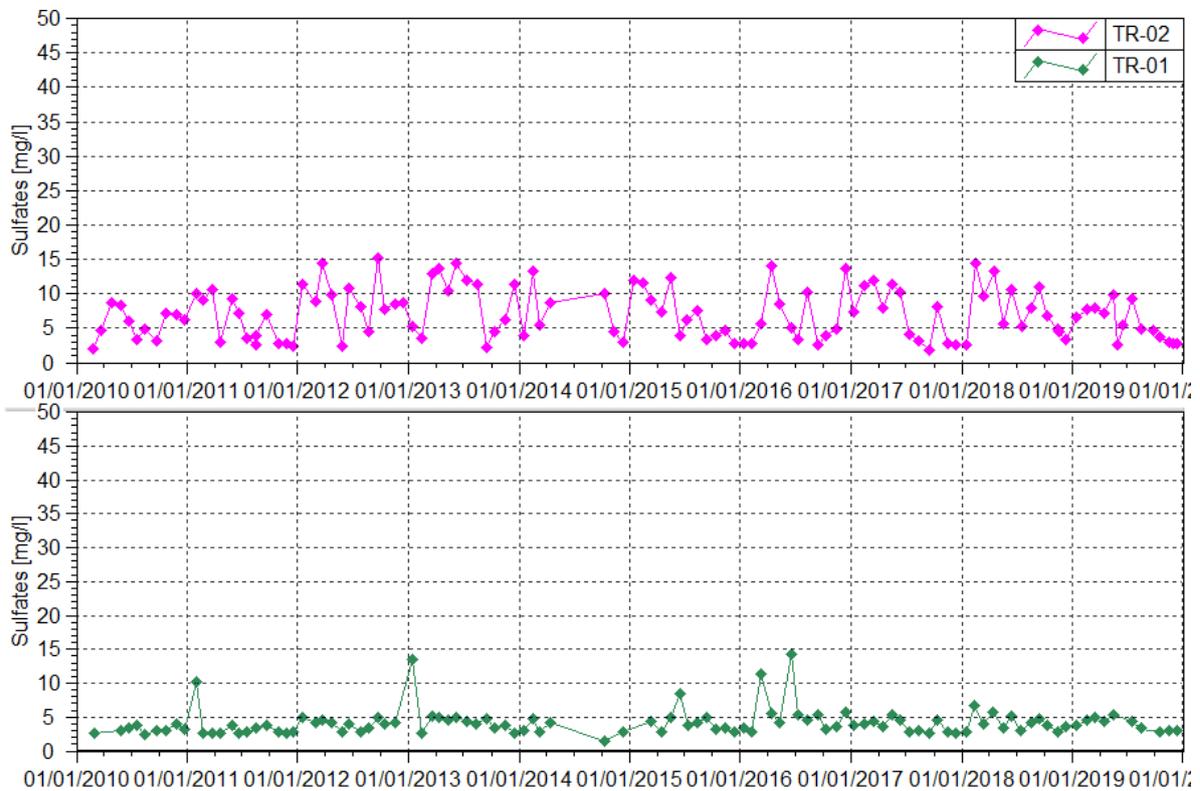


Figure 70 : Concentrations en sulfates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01 : en 2019, les teneurs en sulfates au niveau de la rivière Truu évoluent similairement aux années précédentes. Les teneurs oscillent entre 2,6 et 9,8 mg/L à la source TR-02 et entre 2,9 et 5,3 mg/L à la station TR-01.

4.6.2.3.5 Concentrations en magnésium

La Figure 71 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

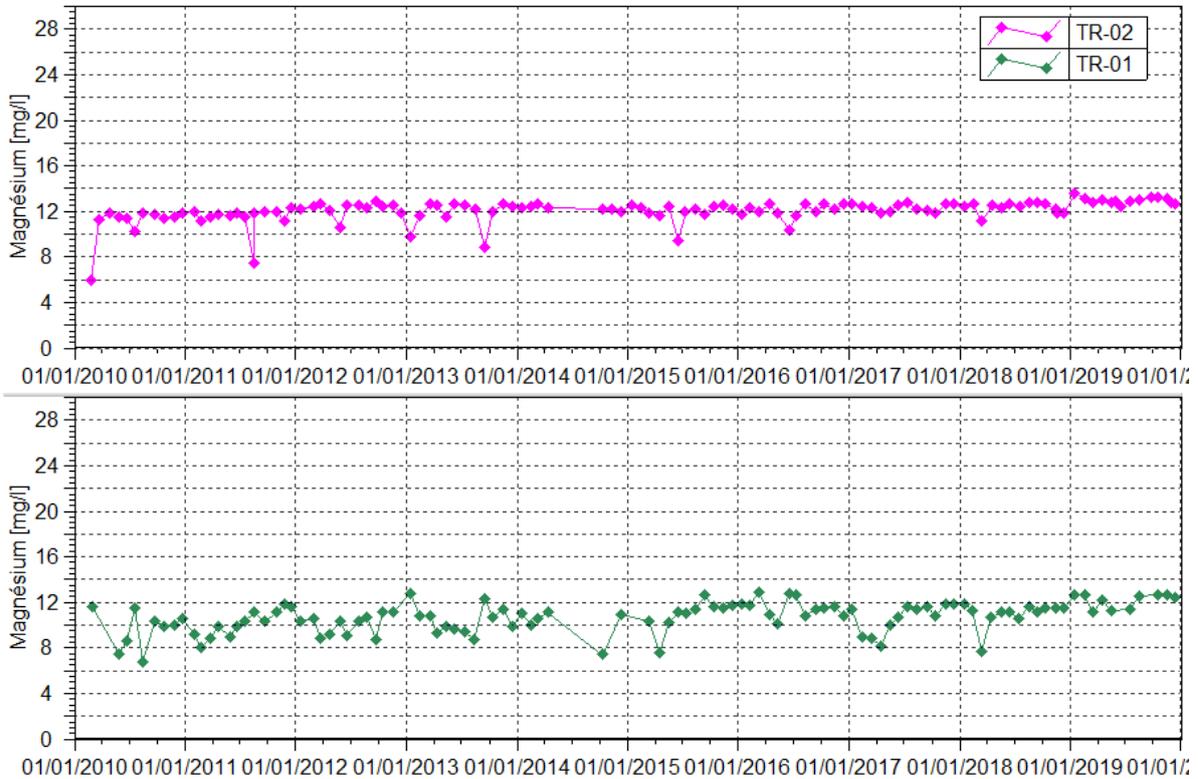


Figure 71 : Concentrations en magnésium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01 : les teneurs en magnésium relevées en 2019 sont similaires aux années précédentes.

4.6.2.3.6 Concentrations en nickel

La Figure 72 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

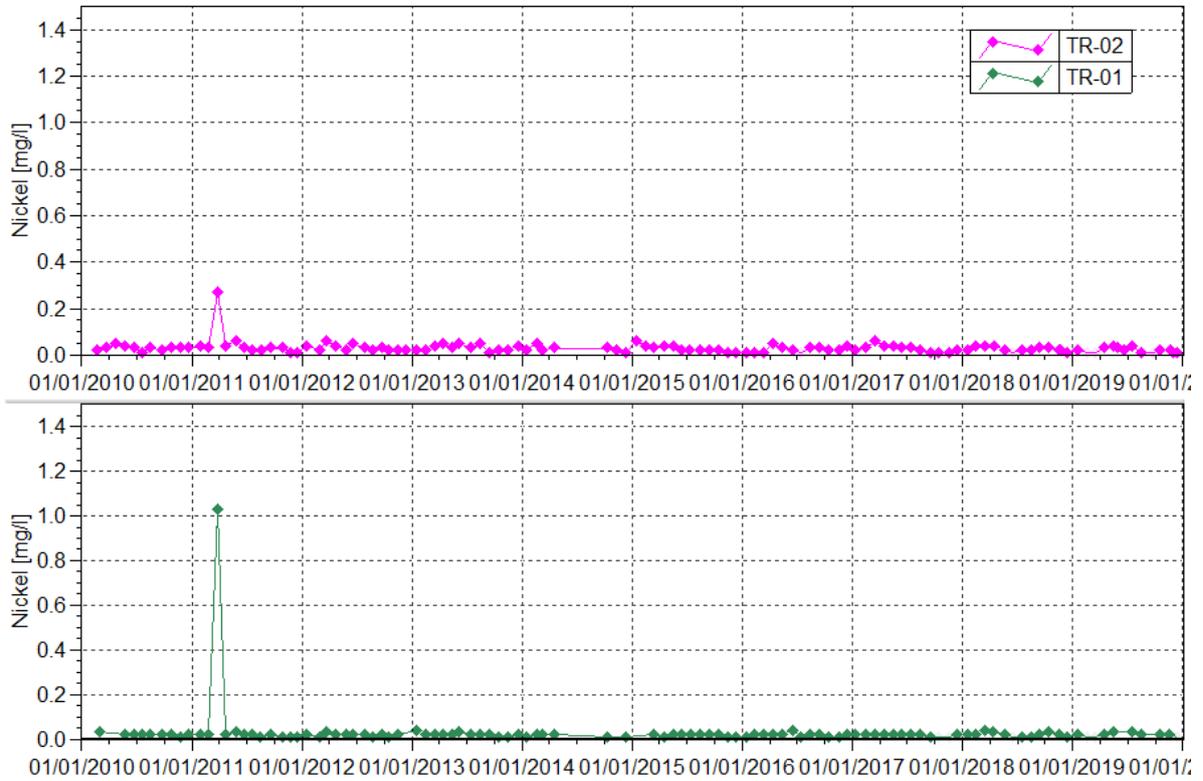


Figure 72 : Concentrations en nickel pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Station TR-02 et TR-01 : les concentrations en nickel dans la rivière de la Truu sont stables depuis 2012.

4.6.2.3.7 Concentrations en chlorures

La Figure 73 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

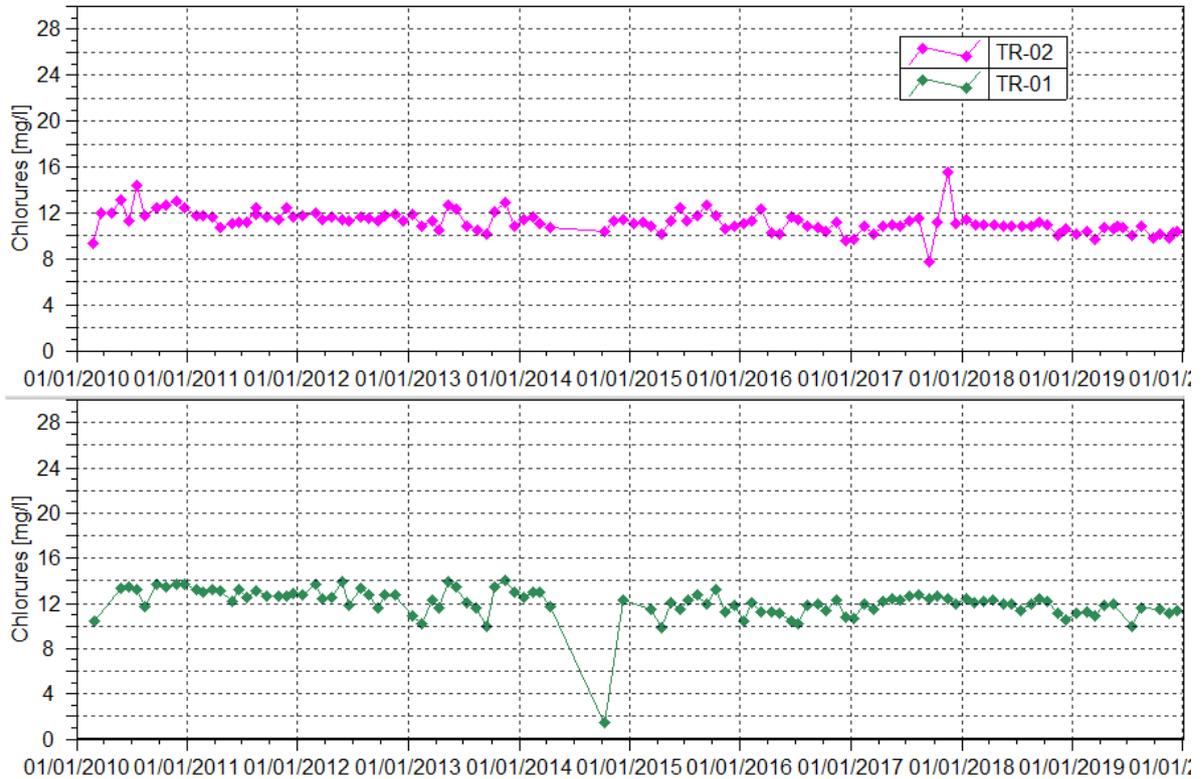


Figure 73 : Concentrations en chlorures pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01: les concentrations en chlorures sont stables au niveau des ces stations en 2019.

4.6.2.3.8 Concentrations en nitrates

La Figure 74 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

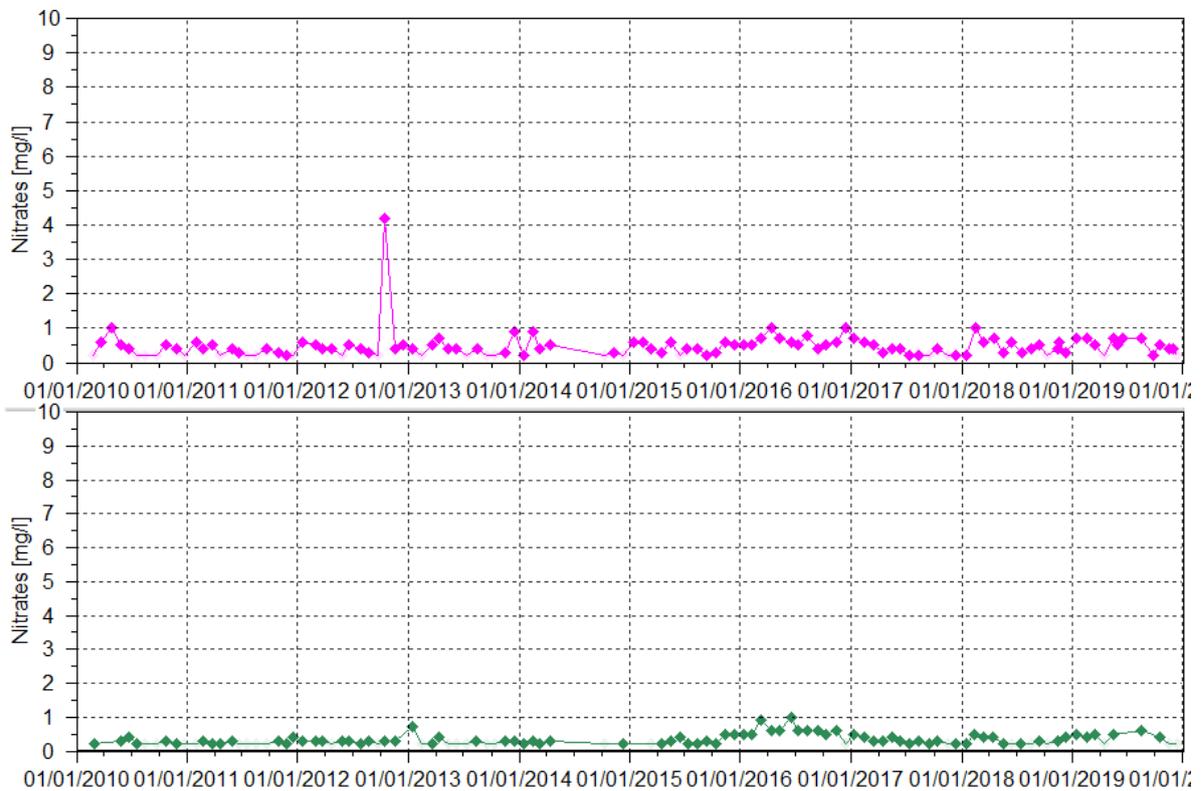


Figure 74 : Concentrations en nitrates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01 : les teneurs mesurées en 2019 correspondent aux normales mesurées depuis 2015. A partir de 2015, nous enregistrons des teneurs légèrement supérieures aux valeurs mesurées entre 2010 et 2014. Cependant ces valeurs restent faibles et ne sont pas indicatrices de pollution dans la rivière de la Truu.

4.6.2.3.9 Concentrations en chrome et chrome VI

La Figure 75 et la Figure 76 présentent les concentrations en chrome et chrome VI obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

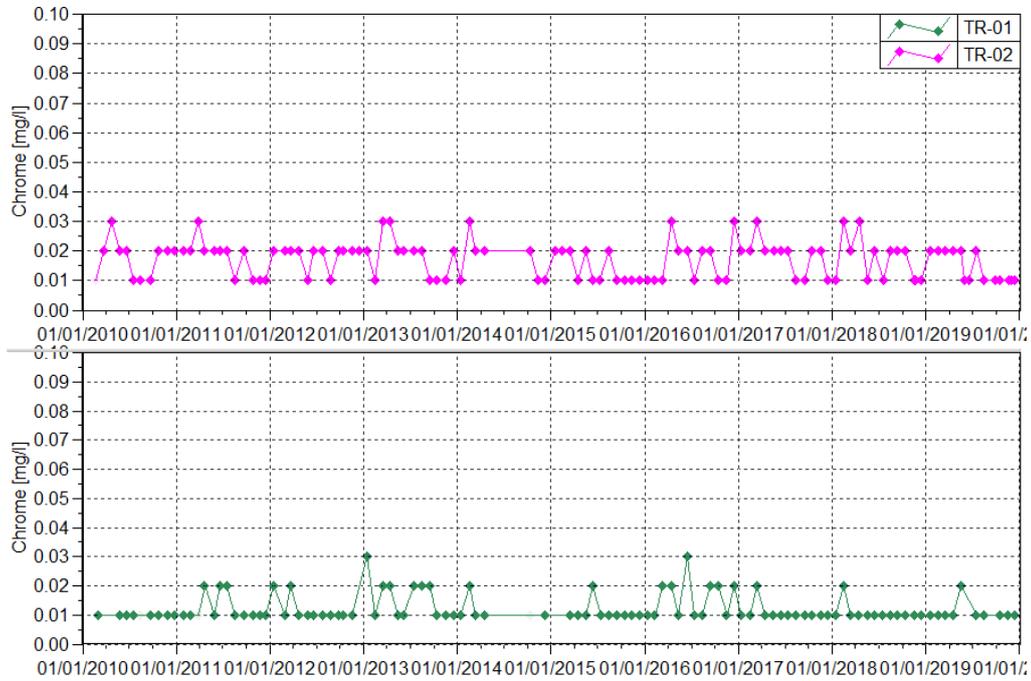


Figure 75 : Concentrations en chrome pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

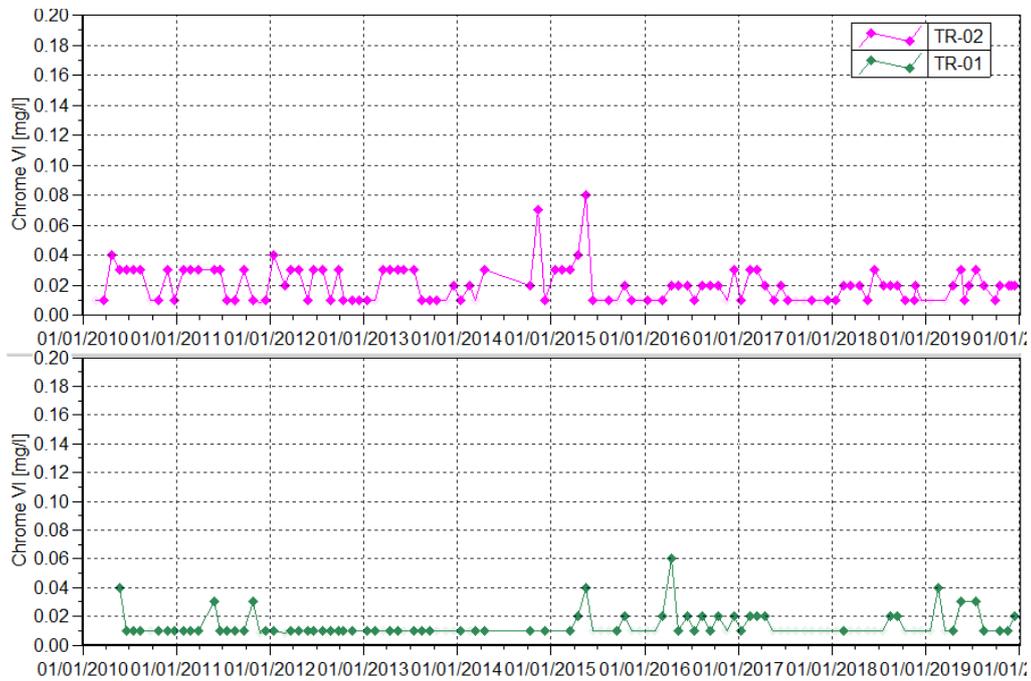


Figure 76 : Concentrations en chrome VI pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01 : aucune évolution particulière n'est constatée pour ces paramètres dans la rivière TRUU en 2019.

4.6.2.3.10 Concentrations en sodium et potassium

La Figure 77 et la Figure 78 présentent les concentrations en sodium et potassium obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

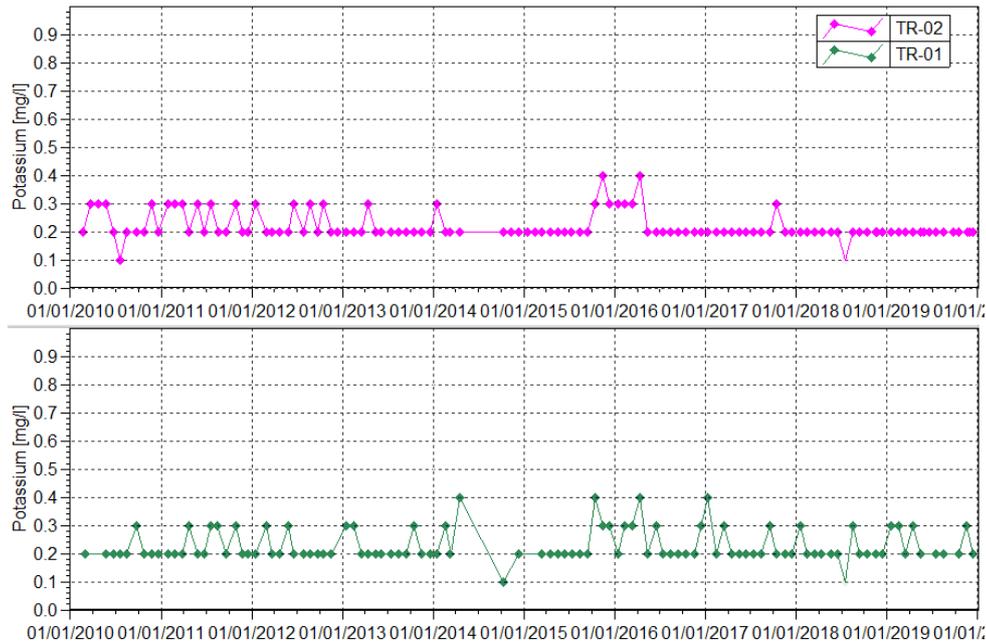


Figure 77 : Concentrations en potassium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

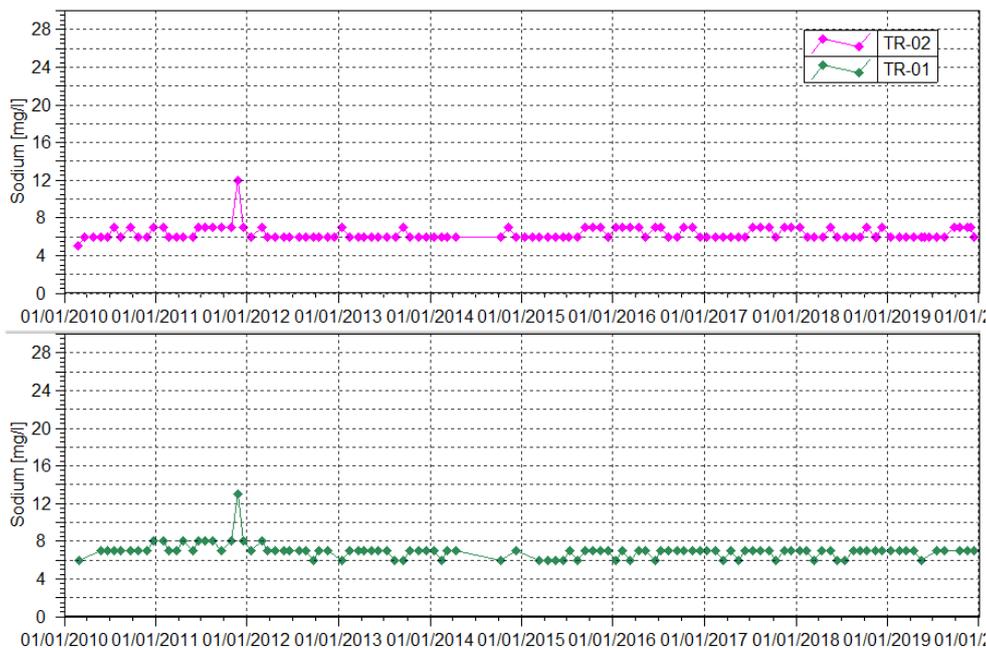


Figure 78 : Concentrations en sodium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Stations TR-02 et TR-01 : les teneurs en sodium et potassium évoluent normalement en 2019 au niveau de la source de la Truu et du radier de la rivière Truu.

4.6.2.4 Rivière Wajana (WJ-01)

Dans le cadre des prescriptions de l'autorisation d'exploitation minière, une station de suivi est prescrite dans le bassin versant de la rivière Wajana. Cette station nommée WJ-01 est située au niveau du radier de la rivière. Des mesures physico-chimiques in situ (température, conductivité, pH, oxygène dissous) et de débit sont effectués sur cette station à fréquence mensuelle.

Le suivi de ces paramètres physico-chimiques est présenté dans les graphiques suivants. Les mesures d'oxygène dissous au niveau de cette station ont débuté en octobre 2017. Les résultats seront présentés lors du prochain bilan.

4.6.2.4.1 Mesures de pH

La Figure 79 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

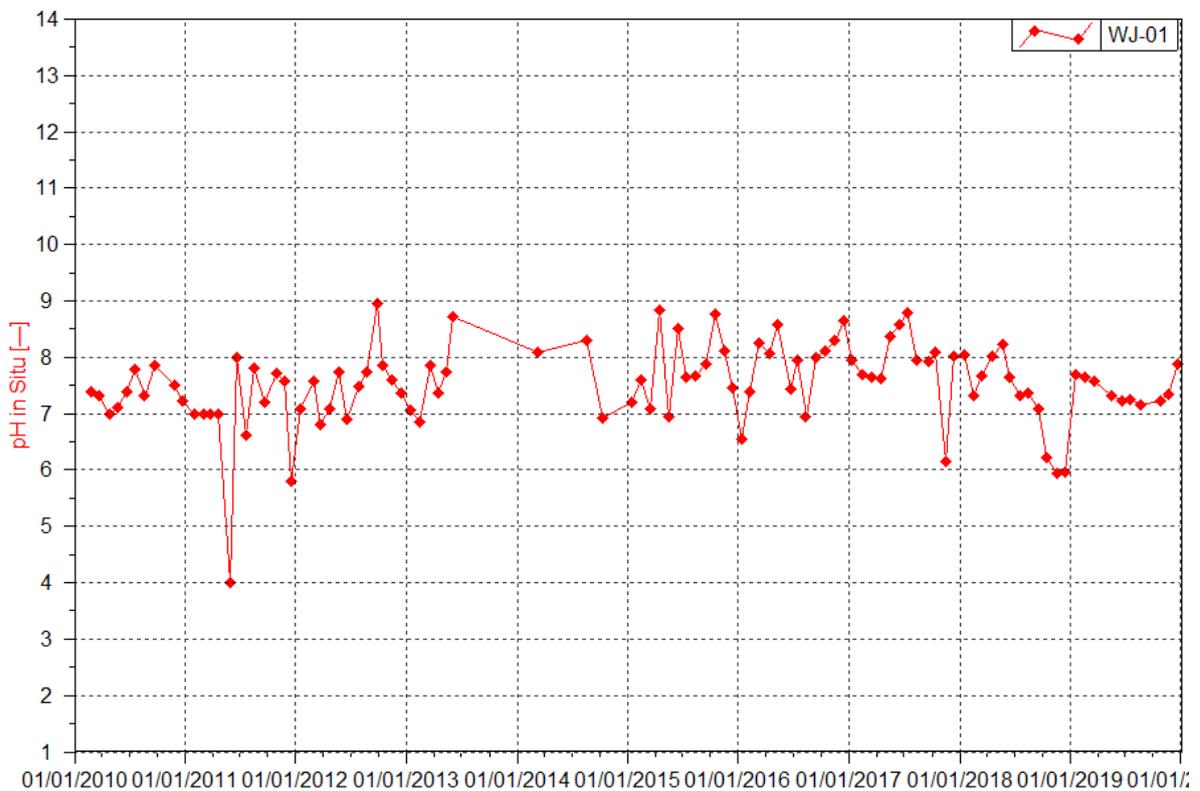


Figure 79 : Mesures de pH pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

En 2019, les mesures de pH au niveau de cette station sont plus stabilisées que les années précédentes. Le pH est compris entre 7,52 et 8,33.

4.6.2.4.2 Mesures de conductivité

La Figure 80 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

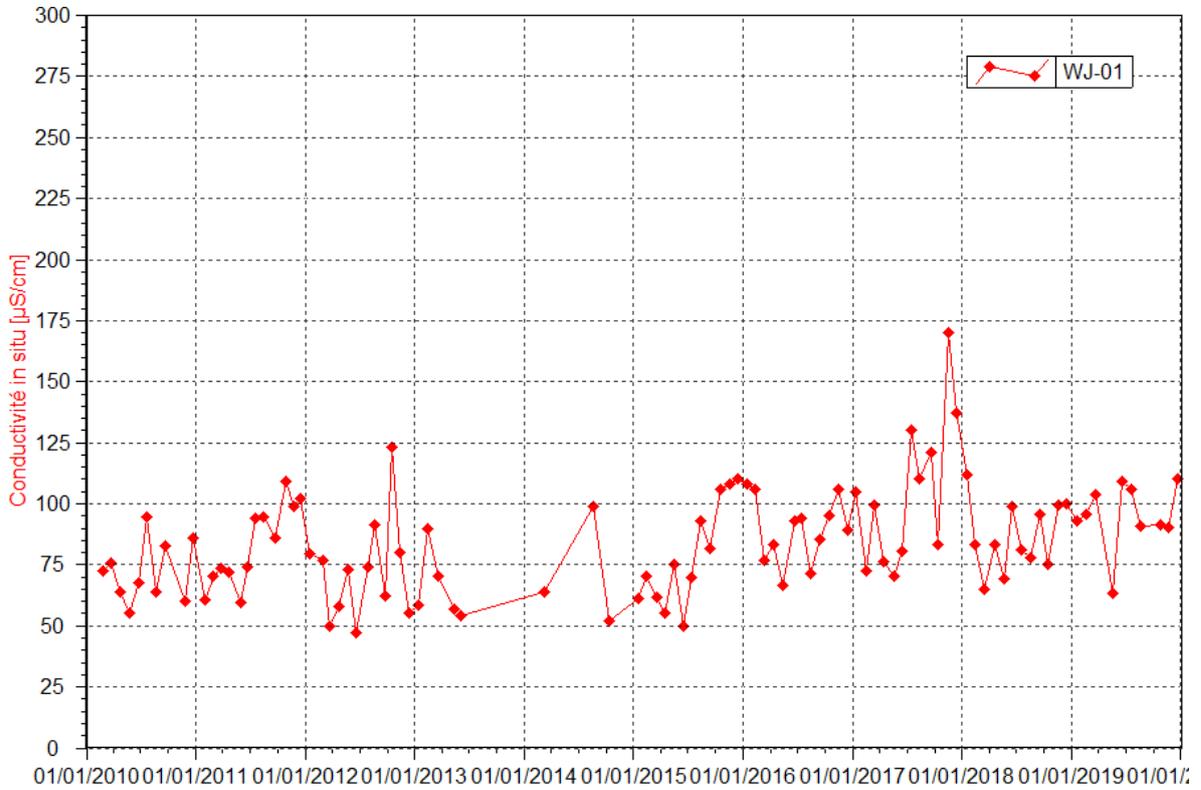


Figure 80 : Mesures de conductivité pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

En 2019, les mesures de conductivité sont en légère hausse par rapport à 2018. En 2019, on mesurait en moyenne une conductivité de 86,79 µS/cm. En 2020, la conductivité moyenne est de 95,33 µS/cm.

4.6.2.4.3 Mesures de température et oxygène dissous

La Figure 81 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle et la figure présente les mesures d'oxygène dissous à fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

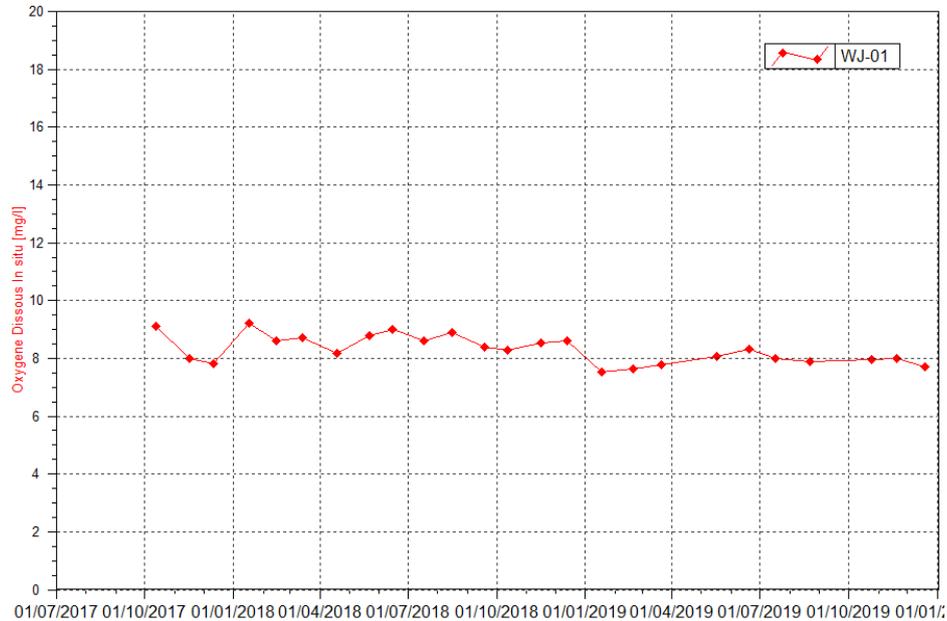


Figure 81 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

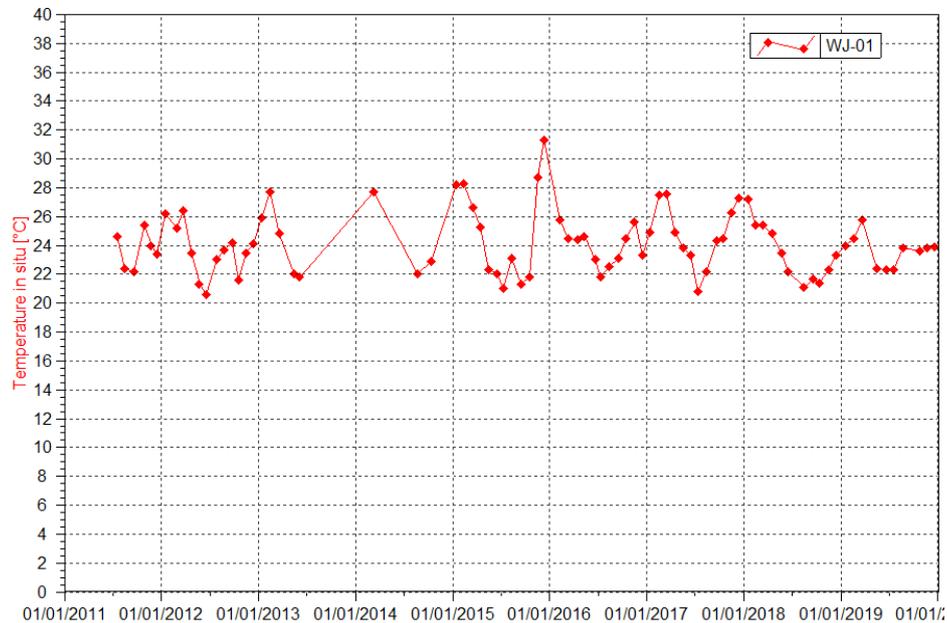


Figure 82 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1er janvier 2020

Les relevées de température sont variables suivant les saisons depuis le début des suivis. En 2019, la température varie entre 22,3 et 25,8 °C.

En 2019, les teneurs en oxygène dissous sont comprises entre 7,52 et 8,33 mg/L.

4.6.3 Interprétation des résultats

4.6.3.1 Kwé principale, 1-A (KAL)

L'augmentation légère en conductivité et sulfates qui a débuté en 2013 se poursuit en 2019. Les variations de concentrations en sulfates dans la Kwé Principale observées sont les résultats des variations de concentrations en sulfates en amont, et notamment du bras de la Kwe Ouest qui est sous influence du parc à résidus de la Kwe Ouest et de l'UPM-CIM.

L'augmentation légère en conductivité qui a débuté en 2014 se poursuit en 2018 et se stabilise en 2019. Concernant les anions majeurs (sulfates, chlorures et nitrates), les teneurs sont plus élevées au 1^{er} semestre et diminuent au 2nd semestre 2019. Cependant les teneurs moyennes de 2019 sont comparables à 2018. Pour les cations majeurs, seuls les résultats en magnésium indiquent une hausse des teneurs en 2019. Cette hausse a débuté en 2014. Pour les métaux, aucune évolution particulière n'est constatée en 2019. Les teneurs observées pour les différents paramètres restent faibles.

Les résultats du suivi physico-chimique de 2019 attestent d'une bonne qualité physico-chimique des eaux de la Kwé principale. Les résultats d'analyse de 2019 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 37 : Résultats d'analyse du suivi 2019 à la station 1-A (KAL), Kwé principale

	Resultats Analyses Kwe Principale 1-A (02/01/2019 au 12/07/2019 et KAL (12/07/2019 au 31/12/2019)	Total Analyses	Nb Analyses < LD	Moyenne	Min	Max	Limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11/01/2017)
Paramètres physico- chimiques	Calcium (mg/L)	111	111	-	<LD	-	-
	Magnesium (mg/L)	111	0	14.23	7.7	18.1	-
	Sodium (mg/L)	111	0	5.57	5	6	200
	Potassium (mg/L)	111	0	0.20	0.1	0.3	-
	Sulfates (mg/L)	111	0	16.08	10.2	36.3	150
	Chlorures (mg/L)	101	0	9.75	7.2	12.8	200
	pH	255	0	7.55	6.13	8.15	-
	Conductivité (µS/cm)	256	0	144.48	99.4	192	-
	Oxygène dissous (mg/L)	251	0	8.56	7.5	9.29	-
Température (°C)	254	0	23.32	19.9	28.3	-	
Paramètres indésirables	Nitrates (mg/L)	101	0	1.00	0.4	14.8	50
	Ammoniac (mg/L)	113	109	0.004	<LD	0.2	-
	Aluminium (mg/L)	111	111	ND	<LD	-	-
	Cuivre (mg/L)	111	111	ND	<LD	-	-
	Fer (mg/L)	111	110	-	<LD	0.1	-
	Zinc (mg/L)	111	111	ND	<LD	-	-
	Manganèse (mg/L)	111	111	ND	<LD	-	1
	Cobalt (mg/L)	111	111	ND	<LD	-	-
Hydrocarbures totaux (mg/Kg)	114	114	ND	<LD	-	-	
Substances toxiques	Nickel (mg/L)	111	24	0.1119	<LD	0.04	-
	Plomb (mg/L)	111	108	0.0004	<LD	0.02	0.05
	Cadmium (mg/L)	111	111	ND	-	-	0.005
	Arsenic (mg/L)	111	108	0.0005	<LD	0.02	0.1
	Mercuré (µg/L)	12	12	ND	-	-	0.001
	Chrome (mg/L)	111	28	0.0086	<LD	0.02	0.05
Chrome VI (mg/L)	110	36	0.0118	<LD	0.18	-	

limite de detection du laboratoire

Les analyses sont caractéristiques d'une eau faiblement minéralisée avec une conductivité moyenne de 144,4 µS/cm et un pH neutre à légèrement basique (compris entre 6,1 et 8,1), caractéristique d'une eau circulant au sein des massifs péridotiques.

A titre indicatif, les résultats d'analyse de 2019 pour l'ensemble des paramètres indiquent des valeurs mesurées très inférieures aux limites mentionnées dans la norme de qualité des eaux destinées à la consommation humaine de l'arrêté métropolitain du 11/01/2007.

4.6.3.2 Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence

Dans le bassin de référence de la rivière Trou Bleu, les résultats de suivi attestent d'une bonne qualité physico-chimique. Comme les précédentes années, des variations de la qualité physico-chimique sont enregistrées en fin d'année 2019. Ces variations sont le reflet d'une minéralisation du cours d'eau au cours de cette période. Cette minéralisation est le résultat du déficit hydrique au cours de cette période engendrant la baisse du niveau d'eau de la rivière Trou Bleu.

En 2019, les résultats de suivi indiquent une eau faiblement minéralisée avec une conductivité comprise entre 40 et 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH neutre à légèrement basique (compris entre 6,1 et 8). Ce profil est caractéristique de l'eau circulant au sein d'un massif péridotique. Les résultats d'analyse de 2019 pour cette station sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 38 : Résultats d'analyse du suivi 2019 à la station 3-C (Trou Bleu)

	Resultats Analyses 2019 3-C (Trou Bleu)	Total Analyses	Nb Analyses < LD	Moyenne	Min	Max	Arrêté du 11/01/2017 concernant les limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine
Paramètres physico- chimiques	Calcium (mg/L)	11	11	ND	-	-	-
	Magnesium (mg/L)	11	0	2.98	1.1	11.1	-
	Sodium (mg/L)	11	0	6.63	6	7	200
	Potassium (mg/L)	11	2	0.13	<LD	0.2	-
	Sulfates (mg/L)	11	0	2.16	<LD	2.7	150
	Chlorures (mg/L)	10	0	11.52	10.4	13.3	200
	pH	11	0	7.30	6.17	8	-
	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	11	0	63.80	39.9	125	-
	Oxygène dissous (mg/L)	11	0	7.71	6.97	8.72	-
Température (°C)	11	0	23.34	22.5	24.9	-	
Paramètres indésirables	Nitrates (mg/L)	10	6	0.20	<LD	0.9	50
	Ammoniac (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
	Aluminium (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
	Cuivre (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
	Fer (mg/L)	12	11	ND	-	-	0.3
	Zinc (mg/L)	12	12	ND	-	-	3
	Manganèse (mg/L)	12	11	ND	-	-	1
	Cobalt (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
Hydrocarbures totaux (mg/Kg)	12	12	ND	-	-	-	
Substances toxiques	Nickel (mg/L)	11	4	0.012	<LD	1	-
	Plomb (mg/L)	11	10	-	<LD	0.01	0.05
	Cadmium (mg/L)	11	11	ND	-	-	0.005
	Arsenic (mg/L)	11	11	ND	-	-	0.1
	Mercure ($\mu\text{g}/\text{L}$)	11	11	ND	-	-	0.001
	Chrome (mg/L)	11	11	ND	-	-	0.05
Chrome VI (mg/L)	12	11	-	<LD	0.02	-	

ND: Non Déterminé, LD = Limite de detection du laboratoire

A titre indicatif, les résultats d'analyse de 2019 pour l'ensemble des paramètres indiquent des valeurs mesurées très inférieures aux limites mentionnées dans la norme de qualité des eaux destinées à la consommation humaine de l'arrêté métropolitain du 11/01/2007.

4.6.3.3 Rivière Truu (TR-01 et TR-02)

Aucune évolution particulière n'est à constater lors de ce bilan annuel. Les résultats attestent d'une bonne qualité physico-chimique de la rivière Truu.

Les résultats d'analyses 2019 pour la rivière Truu sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 39 : Résultats d'analyse du suivi 2019 aux stations TR-02 et TR-01 (Truu)

	Resultats Analyses 2019 TR-02 et TR-01 (Truu)	Total Analyses	Nb Analyses < LD	Moyenne	Min	Max	Arrêté du 11/01/2017 concernant les limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine
Paramètres physico- chimiques	Calcium (mg/L)	23	22	ND	<LD	0.03	-
	Magnesium (mg/L)	23	0	13.33	11.1	29.4	-
	Sodium (mg/L)	23	0	6.69	6	9	200
	Potassium (mg/L)	23	0	0.21	0.2	0.3	-
	Sulfates (mg/L)	23	0	4.80	2.6	9.8	250
	Chlorures (mg/L)	21	0	10.80	9.7	12	200
	pH	22	0	7.73	7.05	8.1	-
	Conductivité (µs/cm)	22	0	123.70	96.1	142	-
	Oxygène dissous (mg/L)	22	0	8.33	7.61	8.88	-
Température (°C)	22	0	23.49	21.7	25.8	-	
Paramètres indésirables	Nitrates (mg/L)	21	4	0.42	<LD	0.8	50
	Ammoniac (mg/L)	2	2	ND	-	-	-
	Aluminium (mg/L)	23	23	ND	-	-	-
	Cuivre (mg/L)	23	23	ND	-	-	-
	Fer (mg/L)	23	23	ND	-	-	-
	Zinc (mg/L)	11	11	ND	-	-	-
	Manganèse (mg/L)	23	23	ND	-	-	1
	Cobalt (mg/L)	23	23	-	<LD	0.05	-
Hydrocarbures totaux (mg/Kg)	2	2	ND	-	-	-	
Substances toxiques	Nickel (mg/L)	23	7	0.015	<LD	0.04	-
	Plomb (mg/L)	23	23	ND	<LD	-	0.05
	Cadmium (mg/L)	23	23	ND	<LD	-	0.005
	Arsenic (mg/L)	23	22	ND	<LD	0.03	0.1
	Mercuré (µg/L)	2	2	ND	<LD	-	0.001
	Chrome (mg/L)	23	22	ND	<LD	0.02	0.05
Chrome VI (mg/L)	24	22	0.0175	<LD	0.03	-	

ND: Non Déterminé, LD = Limite de détection du laboratoire

A titre indicatif, les résultats d'analyse de 2019 pour l'ensemble des paramètres indiquent des valeurs mesurées très inférieures aux limites mentionnées dans la norme de qualité des eaux destinées à la consommation humaine de l'arrêté métropolitain du 11/01/2007

4.6.3.4 Rivière Wajana (WJ-01)

Les résultats du suivi physico-chimique attestent d'une bonne qualité physico-chimique des eaux de la rivière Wajana en 2019.

4.7 Suivi biologique des eaux de surface

4.7.1 Indices biotiques en périphérie de l'exploitation minière

➤ cf. Article D5.2.1 des prescriptions techniques de l'AEM

4.7.1.1 Présentation des stations

Dans le cadre des prescriptions de l'autorisation d'exploitation minière, un suivi des indices IBNC et IBS est prescrit au niveau de quatre stations.

Les stations concernées par ce suivi sont présentées dans le Tableau 40 et la Figure 31.

Tableau 40 : Présentation des stations de suivi des IBNC et IBS

Lieux	Station	Bassin Versant	Fréquence	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
Kué aval	1-A	KP	Annuelle	499142	210447
Kué embouchure	1-E	KP	Annuelle	500042	208315
Trou Bleu	3-C	TB	Annuelle	499124	206972
Truu	TR-04	Truu	Annuelle	502143	209111

4.7.1.2 Présentation des données

Le suivi des macro-invertébrés requiert une méthodologie d'échantillonnage spécifique pour calculer des indices permettant de qualifier la qualité des eaux superficielles. Deux indices ont été élaborés : l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie, ou IBNC, et l'Indice Bio-Sédimentaire, ou IBS.

La méthode de détermination de l'IBNC a été mise en place dans le cadre d'une thèse : « Caractéristiques physico-chimiques et biologiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie, proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macro-invertébrés benthiques » soutenue par Nathalie Mary en 1999. Cette thèse décrit également la méthode d'échantillonnage à mettre en place pour recourir au suivi des IBNC. Cet indice permet de qualifier la qualité d'un milieu face à des altérations de type organique. L'IBS permet de qualifier la qualité d'un milieu face à des altérations sédimentaires.

Un guide méthodologique et technique a été édité en avril 2012 par la DAVAR, il réunit les méthodes d'échantillonnage et de calcul des deux indices. Une mise à jour de ce guide a été éditée en 2015, les changements majeurs portent sur principalement sur l'échantillonnage (ex : méthodologie, substrats, nombre d'échantillon, périodicité), l'application d'un score pour chaque espèce, la révision de la liste des espèces. Cette dernière méthode mise à jour est actuellement appliquée aux réseaux de suivi de la macro faune benthique des cours d'eau.

Afin d'évaluer la qualité des cours d'eau, d'autres indices et métriques sont présentés :

- l'abondance totale ou nombre d'individus observés ;
- la richesse taxonomique (nombre d'espèce) ;
- la densité faunistique ;

- l'indice de diversité de Shannon (relation entre le nombre d'espèce et la régularité de leur distribution de fréquence) ;
- l'indice d'équitabilité de Pielou (permet d'appréhender l'équilibre ou domination d'un peuplement) ;
- et l'indice ET (Ephéméroptères et Trichoptères, groupe contenant de nombreux taxons polluo-sensibles).

Le suivi des macro-invertébrés de 2019 a été réalisé en période d'étiage en octobre 2019, comme préconisé par le guide méthodologique et technique des Indices biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice Biosédimentaire (IBS) version révisée de 2015. Toutes les stations de ce réseau étaient en eau et un échantillonnage a été réalisé. Les résultats sont présentés en Figure 83 et Figure 84.

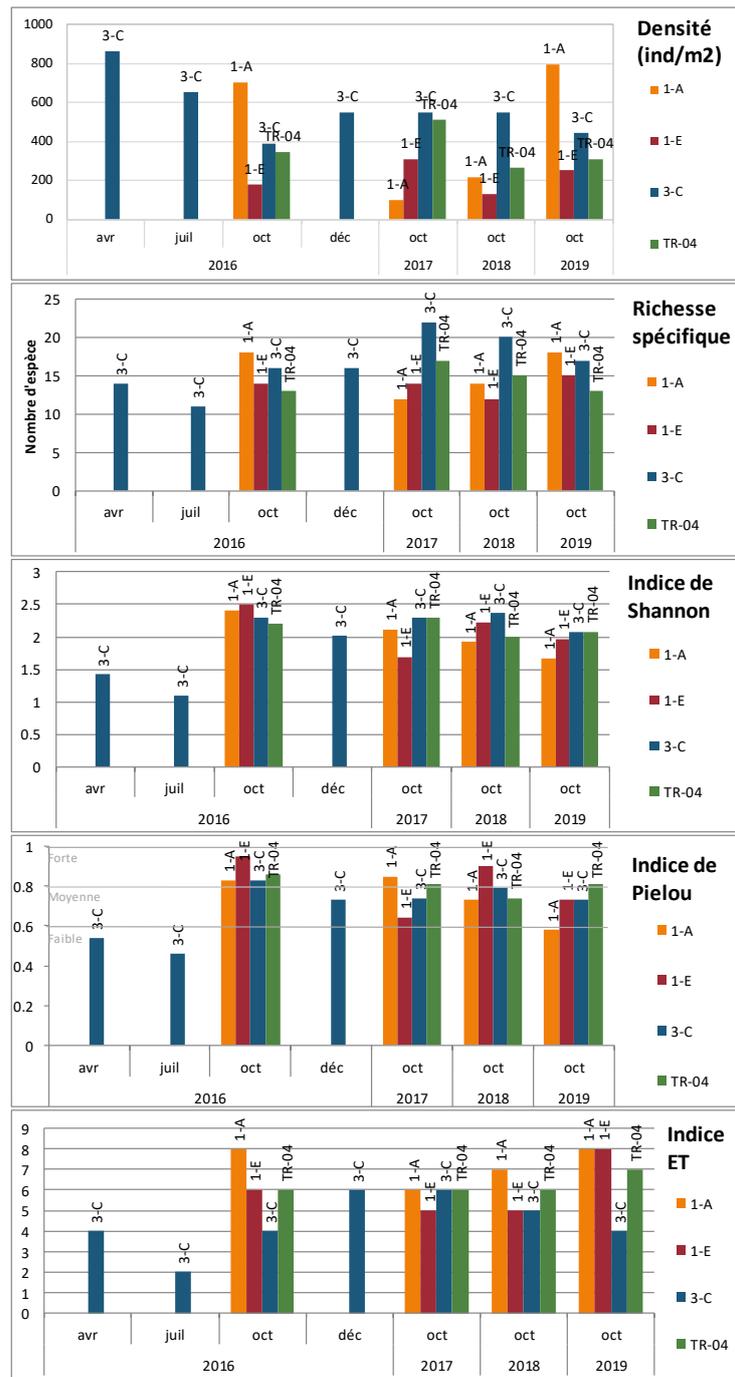


Figure 83 : Résultats des métriques des suivis macro-invertébrés

Pour le bassin versant de la Kwé (stations 1-A et 1-E), une augmentation des densités est observée en 2019 et dans une plus grande mesure pour la station 1-A. Les richesses taxonomiques sont également en augmentation mais restent faibles, 18 pour 1-A et 15 pour 1-E. Les résultats des indices de Shannon sont compris entre 1,67 et 1,97 en 2019. Ils sont en régression par rapport à 2018. L'indice ET est en nette progression avec un résultat de 8 pour les deux stations. Ces résultats sont le signe d'une moyenne diversification des populations de macro-invertébrés.

Pour le Trou Bleu et la Truu, globalement les résultats des métriques sont en régression. Les densités peuvent être classées de moyennes. Les richesses taxonomiques sont en sensible

diminution depuis 2017. Les résultats des indices de Shannon indiquent une diversité moyenne des peuplements pour les stations présentées. Les résultats d'équitabilité obtenus à partir de l'indice de Pielou indiquent une équitabilité moyenne pour 3-C et forte pour TR-04. Les indices ET obtenus sont faibles pour 3-C, équivalents à quatre taxons. Ces résultats indiquent que ces taxons polluo-sensibles sont peu présents au niveau de ces cours d'eau et donc que l'écosystème subit une perturbation. En revanche, une augmentation de l'indice ET est observée pour TR-04. Ces résultats sont en contraste avec les observations visuelles du lit de ces cours d'eau, le Trou Bleu paraît propre et présente peu de colmatage contrairement à la Truu où un léger colmatage est observé sur quelques substrats.

La Figure 84 présente les résultats des IBNC et IBS des quatre stations de suivi.

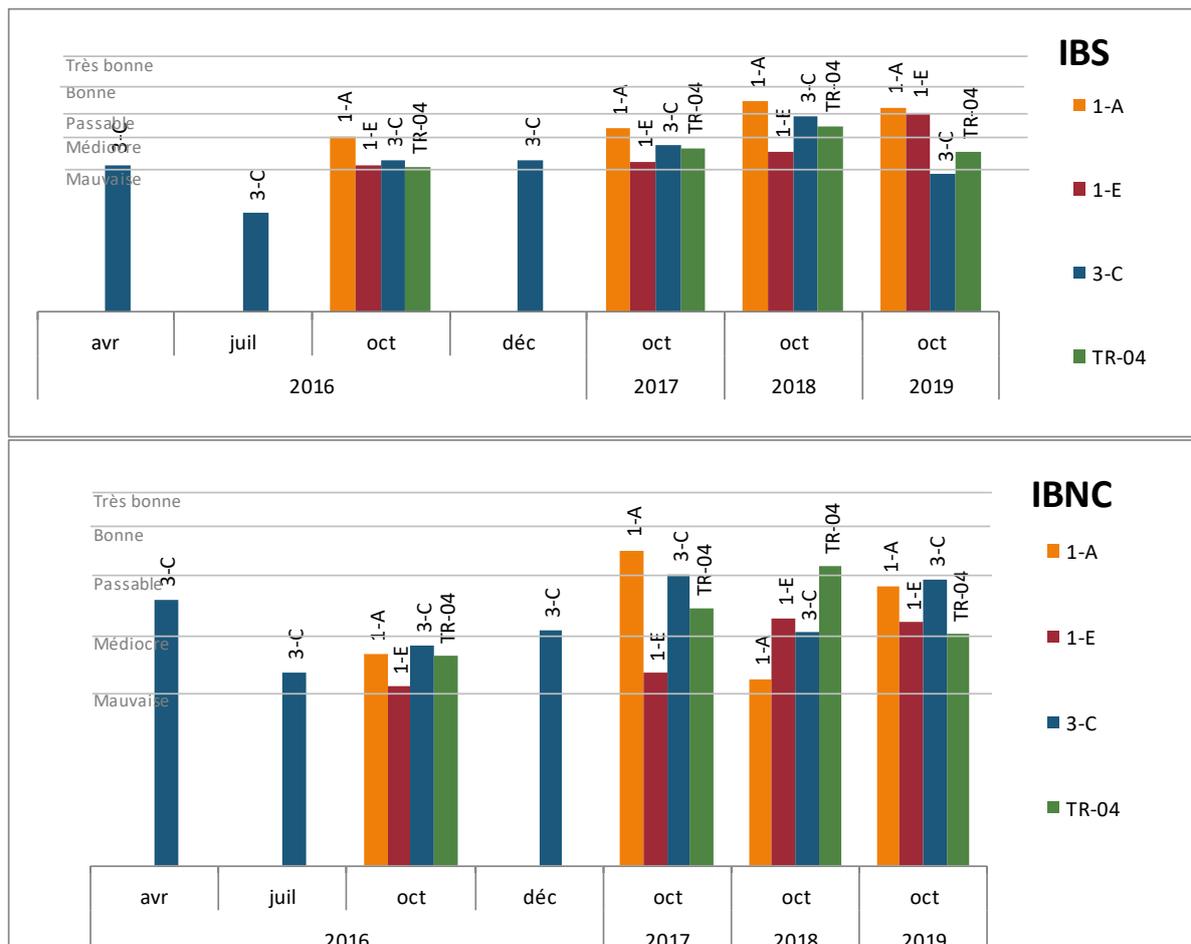


Figure 84 : Résultats IBNC et IBS

En 2019, les qualités d'IBNC obtenues sont :

- Passable pour la station 1-A ;
- Passable pour la station 1-E ;
- Passable pour la station 3-C ;
- Passable pour la station TR-04.

Une amélioration des qualités écologiques est notée pour 1-A et 3-C.

En 2019, les qualités d'IBS obtenues sont :

- Bonne pour la station 1-A ;
- Passable, en limite de classe, pour la station 1-E ;
- Mauvaise pour la station 3-C ;
- Médiocre pour la station TR-04.

Ces résultats sont en augmentation et stables pour 1-A et 1-E et sont en forte régression pour 3-C et TR-04.

4.7.1.3 Analyse

Pour les stations de la Kwé, les dégradations des métriques notées les années précédentes ne sont pas relevées, la tendance globale est à la stabilisation. Cette stabilisation des résultats est certainement favorisée par une maîtrise des activités génératrices de sédiments. Les stations de la Kwé sont essentiellement soumises à des pollutions de type mécanique (ex : transport sédimentaire, dépôt, colmatage du lit) ce qui est montré par des populations de faible densité, moyennement diversifiées et des résultats IBS passables à bons.

La station 3-C présente deux objectifs de suivi, un comme mesure compensatoire car le cours d'eau était considéré comme préservé et un autre comme station de « référence » pour la Kwé. Globalement depuis le début des suivis réalisés au niveau du Trou Bleu les indices et métriques obtenus sont faibles et stables. Toutefois, une régression des résultats est constatée notamment concernant l'IBS.

Les indices de la Truu présentent des résultats moyens pour les densités et richesses taxonomiques. Le milieu présente des populations moyennement diversifiées mais homogènes. L'IBNC présente une classe de qualité médiocre face à une perturbation de type organique. Concernant l'IBS la qualité est passable.

4.7.2 Suivi de la faune ichthyenne et carcinologique en périphérie de l'exploitation minière

➤ cf. Article D5.2.2 des prescriptions techniques de l'AEM

4.7.2.1 Présentation des stations

Les lieux d'échantillonnage pour le suivi de la faune ichthyenne (poissons) et carcinologique (crevettes) sont présentés dans le Tableau 41 et la Figure 31.

Tableau 41 : Localisation des points de suivi réglementaires pour le suivi de la faune ichthyologique

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence	Raison d'être	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
KO4-50-P	Kwé Ouest 4	Suivi poisson	Annuelle	Arrêté n°1239-2017/ARR/DIMENC	495881	211217
KO5-20-P	Kwé Ouest 5	Suivi poisson	Annuelle	Arrêté n°1172-2013/ARR/DENV	496780	212096

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence	Raison d'être	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
KWO-10	Kwé Ouest	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	496420	210841
KWO-20	Kwé Ouest	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	496905	210583
KWO-60	Kwé Ouest	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	498302	210945
KWP-10	Kwé Principale	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	498955	210586
KWP-40	Kwé Principale	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	499819	208753
KWP-70	Kwé Principale	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	500972	207869
KUB-40	Kuébini	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	501028	214810
KUB-50	Kuébini	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	501992	215213
KUB-60	Kuébini	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	503464	215706
TBL-50	Trou Bleu	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	499121	207148
TBL-70	Trou Bleu	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	499129	206996
TRU-70	Truu	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	503433	208537
WAD-40	Wadjana	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	503558	212314
WAD-50	Wadjana	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	503899	212046
WAD-70	Wadjana	Suivi poisson	Annuelle	AEM n°2698-2016/ARR/DIMENC	504417	211802

4.7.2.2 Présentation des données pour la faune ichthyenne

Conformément aux prescriptions réglementaires, des suivis par pêche électrique ont été réalisés entre le 9 juillet et le 8 août 2019 pour les bassins versants de la rivière de la Kwé, Kuebini, Truu, Trou bleu et Wadjana. Le suivi par pêche électrique pour le bassin versant de la rivière Trou Bleu est effectué tous les deux ans.

Les résultats globaux des suivis portant sur la faune ichthyenne sont présentés dans les paragraphes suivants.

4.7.2.2.1 Kwé

Le Tableau 42 présente une synthèse des mesures in situ au moment des pêches dans le bassin versant de la Kwé.

Tableau 42 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la Kwé

Rivière	Kwé								
Code Station	KO4-50-P	KO5-20-P	KWO-60	KWO-20	KWO-10	KWP-70	KWP-40	KWP-10	
Date	12/07/2019	12/07/2019	26/07/2019	24/07/2019	24/07/2019	01/08/2019	08/08/2019	26/07/2019	
Heure	12h40	15h00	15h	14h00	11h00	12h15	12h30	10h45	
Température surface (°C)	19,7	23,75	20,9	19,21	18,27	19,02	22,19	18,5	
Conductivité (µS/cm)	65	107	144	118	119	113	136	137	
pH	7,56	8,56	8,48	8,34	8,2	8,56	8,56	8,56	
Turbidité (NTU)	35	53,1	0	7,7	2,1	2,2	3,7	3	
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	9,62	4,7	8,85	5,53	8,85	5,87	8,72	9,12
	Saturation (%O2)	105,4	55,6	106,3	101,2	101,8	69	106,9	104,9
Redox (mV)	506	592	334	329	343	352	315	310	

Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne.

Les espèces inventoriées en juillet-août 2019 dans le bassin versant de la Kwé sont présentées dans le Tableau 43. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densité de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 43 : Liste des espèces inventoriées en juin 2019 pour les huit stations de suivi du bassin versant de la Kwé

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla marmorata</i>	2	3.08	1.75	4	6.15
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	1.54	0.87		
	<i>Anguilla sp</i>	1	154	0.87		
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	9	13.85	7.87	9	13.85
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	12	18.46	10.49	18	27.69
	<i>Glossogobius cf.celebius</i>	1	1.54	0.87		
	<i>Glossogobius illimis</i>	1	1.54	0.87		
	<i>Smilosicyopus chloe</i>	4	6.15	3.5		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia marginata</i>	1	1.54	0.87	13	20
	<i>Kuhlia munda</i>	2	3.08	1.75		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	10	15.38	8.74		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	6	9.23	5.24	19	29.23
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	11	16.92	9.61		
	<i>Cestraeus sp.</i>	2	3.08	1.75		
Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti*</i>	2	3.08	1.75	2	3.08

Au total, 6 familles ont été observées pendant la campagne de juillet-août 2019. Les mulets (*Mugilidae*), gobies (*Gobiidae*) sont les plus représentées (30% et 28% d'abondance respectives). Les *Kuhliidae* représentent un peuplement secondaire (20% d'abondance). Les autres familles sont marginales (>10% des résultats). En 2019, l'espèce *Protogobius attiti* (2 individus) a été observée. Cette espèce n'a pas été capturée depuis 2016. Cette espèce fréquente les rivières claires et bien oxygénées sur péridotite avec substrats de graviers et de blocs.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à août 2019 sont présentés dans la Figure 85.

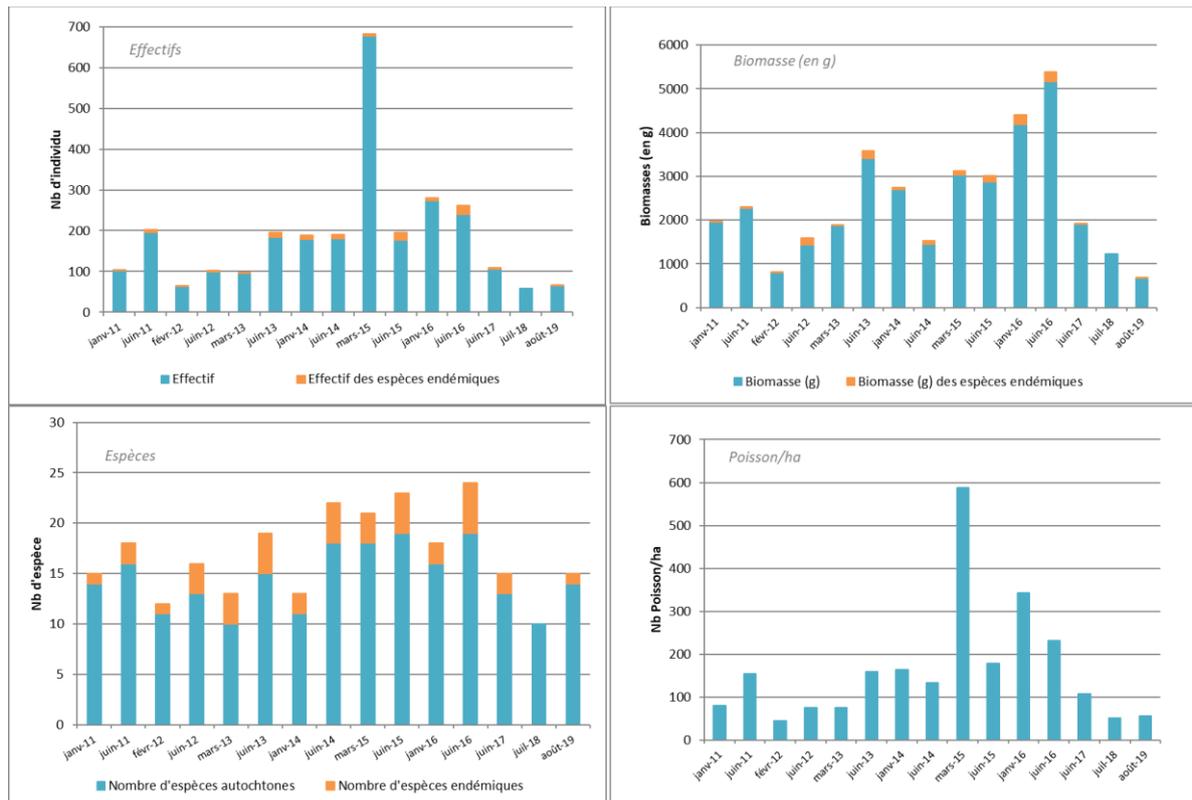


Figure 85: Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kwé entre janvier 2011 et juillet 2019

Au total, 65 poissons, pour 14 espèces autochtones et 1 endémique, ont été pêchés sur les 8 stations de suivi du bassin versant de la Kwé. La densité de peuplement est de 56,8 poissons/ha.

La densité obtenue pour cette campagne est plus faible que la moyenne de toutes les campagnes confondues depuis 2011 (163 poissons/ha).

Il est important de noter que pour la campagne de mars 2015, une quantité très importante (>500 individus) de poissons prêts (*Atherinomorus lacunosus*) a été pêchée, augmentant artificiellement l'abondance sur le bassin versant. Sans cette espèce marine, la densité de mars 2015 serait de 114 poisson/ha. Cette espèce a également été pêchée en abondance en janvier 2016 (68 ind). Sans cette espèce marine, la densité de janvier 2016 serait de 258 poisson/ha. Ainsi sans cette espèce marine, on peut considérer que la densité moyenne pour la Kwé principale est de 125 poisson/ha. La densité observée pour cette campagne est encore plus faible en comparaison des autres campagnes. Ce constat est le même pour les mesures de biomasse

4.7.2.2.2 Kuebini

Le Tableau 44 présente une synthèse des mesures in situ au moment des pêches.

Tableau 44 : Caractéristiques physico-chimiques de la station de suivi du bassin versant de la Kuebini

Rivière	Kuébini	
Code Station	KUB-60	
Date	31/07/2019	
Heure	11h15	
Température surface (°C)	17,96	
Conductivité (µS/cm)	90	
pH	8,29	
Turbidité (NTU)	10,4	
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	3,47
	Saturation (%O2)	38,3
Redox (mV)	359	

Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne.

Les espèces inventoriées juillet-août 2019 dans le bassin versant de Kuebini sont présentées dans le Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne de juillet-août 2019.

Les espèces qui ont été inventoriées en juillet-août 2019 dans le bassin versant de la Wajana sont présentées dans le Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour cette station au moment de la campagne de juillet-août 2019.

Les espèces qui ont été inventoriées en juillet et août 2019 dans la rivière Truu sont présentées dans le Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne.

Les espèces inventoriées en juillet-août 2019 dans la rivière Trou Bleu sont présentées dans le Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densité de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 49. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 47. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons.

Tableau 45 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour la station de suivi du bassin versant de la Kuebini

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
Anguillidae	<i>Anguilla sp.</i>	1	2.78	5.43	1	2.78
Eleotridae	<i>Eleotris sp</i>	21	58.33	114.13	29	80.56
	<i>Hypseleotris guentheri</i>	3	8.33	16.3		
	<i>Ophieleotris aporos</i>	2	5.56	10.87		
	<i>Ophieleotris nov. sp.</i>	3	8.33	16.3		
Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	2	5.56	10.87	2	5.56
Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>	4	11.11	21.74	4	11.11

Au total, 4 familles ont été observées pendant la campagne de juillet-août 2019. Les lochons (Eleotridae) sont majoritairement représentés (81%). Les Kuhliidae sont représentés à 11%. Les gobies (Gobiidae), les Mugilidae et les Anguillidae représentent un peuplement marginal (< 10% d'abondance).

Les résultats des suivis réalisés depuis février 2012 à août 2019 sont présentés dans la Figure 86.

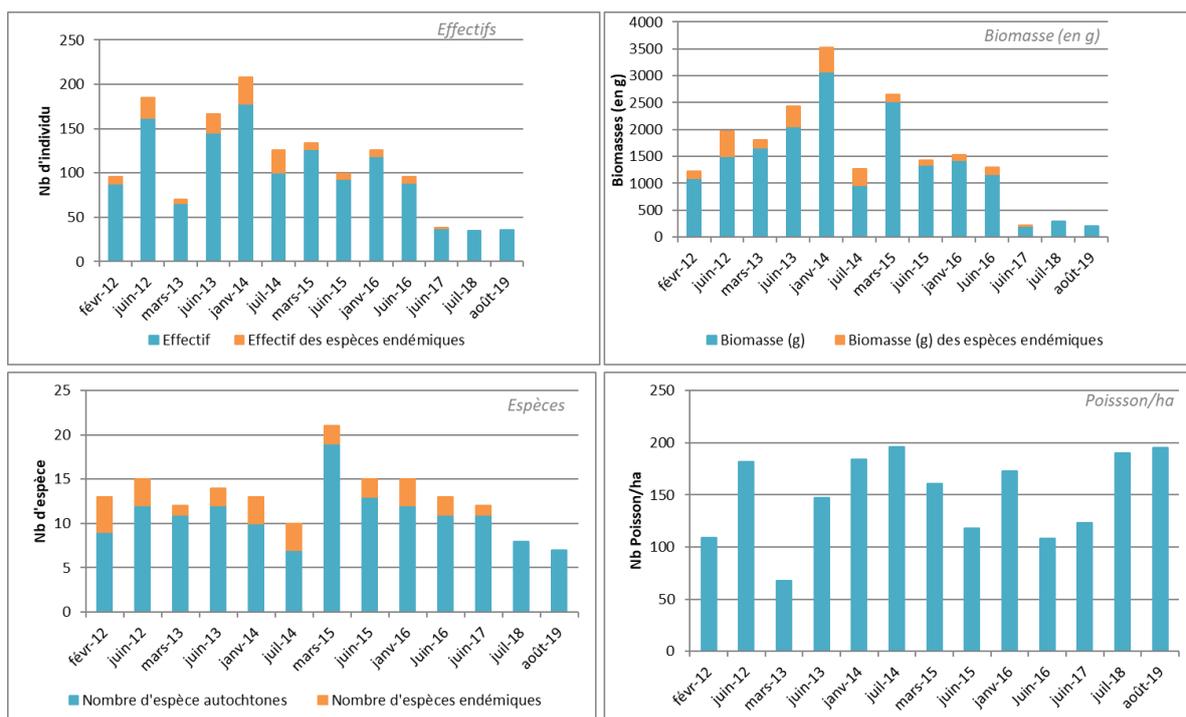


Figure 86 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juillet 2019

Au total, 36 poissons pour 7 espèces autochtones ont été pêchés sur la station de suivi du bassin versant de la Kuébini. La densité du peuplement est de 195,65 poissons/ha.

Depuis 2017, il n'a pas été possible de se rendre sur les stations KUB-40 et KUB-50, l'accès n'est pas sécuritaire pour le personnel transportant du matériel lourd.

La station KUB-60 se situe au niveau d'une zone profonde (>1m minimum) où il n'est pas possible de réaliser un échantillonnage. Comme en 2018, la pêche s'est effectuée en amont du radier,

dans une zone peu profonde. Le transect d'échantillonnage n'a pas été modifié par rapport à 2018 mais la surface échantillonnée est réduite par rapport aux campagnes réalisées avant 2018.

Même si la biomasse mesurée en 2019 est la plus faible que la moyenne des campagnes confondues (2,6 kg/ha), les effectifs et la densité restent comparables à 2018.

4.7.2.2.3 Wajana

Le Tableau 46 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la Wajana au moment des pêches.

Tableau 46 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana

Rivière		Wadjana		
Code Station		WAD-50	WAD-40	WAD-70
Date		09/07/2019	09/07/2019	30/07/2019
Heure		11h20	14h00	15h00
Température surface (°C)		21,04	21,97	19,59
Conductivité (µS/cm)		105	76	102
pH		7,18	8,98/9,10	8,46
Turbidité (NTU)		25	16,6	3,1
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	5,84	5,84	3,48
	Saturation (%O2)	65	66,9	41,1
Redox (mV)		544	442	357

Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne de juillet-août 2019.

Les espèces qui ont été inventoriées en juillet-août 2019 dans le bassin versant de la Wajana sont présentées dans le Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour cette station au moment de la campagne de juillet-août 2019.

Les espèces qui ont été inventoriées en juillet et août 2019 dans la rivière Truu sont présentées dans le Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne.

Les espèces inventoriées en juillet-août 2019 dans la rivière Trou Bleu sont présentées dans le Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densité de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 49. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 47 : Liste des espèces inventoriées en juin 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la Wajana

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla marmorata</i>	3	3.03	0.17	4	4.04
	<i>Anguilla megastoma</i>	1	1.01	0.06		
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	25	25.25	1.38	25	25.25
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	12	12.12	0.66	13	13.13
	<i>Sicyopterus sarasini*</i>	1	1.01	0.06		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia munda</i>	21	21.21	1.16	51	51.52
	<i>Kuhlia rupestris</i>	30	30.3	1.65		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	4	4.04	0.22	6	6.06
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	2	2.02	0.11		

Au total, 5 familles ont été observées dans la rivière Wajana lors de la campagne de juillet-août 2019. Les carpes (Kuhliidae) sont les plus représentées (>50% d'abondance au total). Les carpes (Kuhliidae) sont les plus représentées (>50% d'abondance au total). Les Eleotridae et les Gobiidae représentent plus de 35% du peuplement. Les deux autres familles sont moins représentées (10%).

Les résultats des suivis réalisés depuis juin 2010 à août 2019 sont présentés dans la Figure 87.

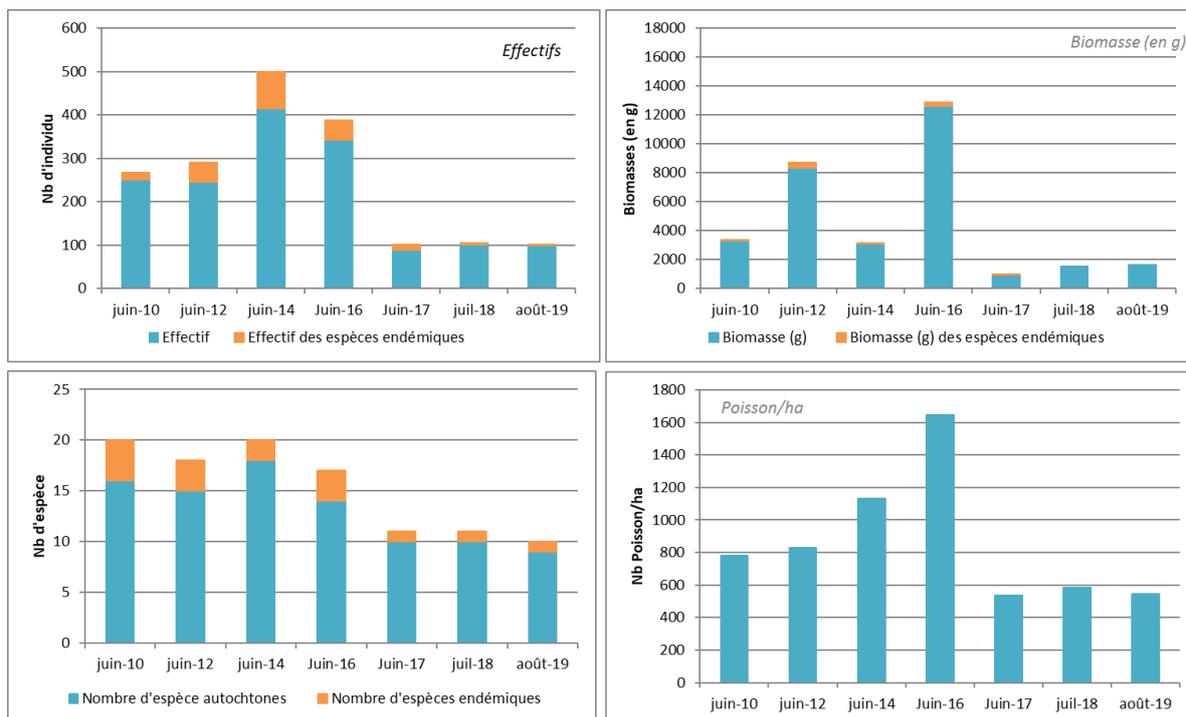


Figure 87 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juillet 2019

Au total, 99 poissons pour 9 espèces ont été pêchés sur les stations de suivi du bassin versant de la Wajana. Une espèce endémique a été recensée (*Sicyopterus sarasini*). La densité du peuplement est de 545 poissons/ha.

La densité pour cette campagne est plus faible que la moyenne des campagnes (863 poissons/ha). La biomasse de 2019 est cohérente par rapport aux années précédentes, excepté la campagne de 2016 qui est exceptionnelle pour ce suivi.

4.7.2.2.4 *Truu*

Le Tableau 48 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur la station au moment des pêches de juin 2017.

Tableau 48 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu

Rivière		Truu
Code Station		TRU-70
Date		20/11/2019
Heure		10h30
Température surface (°C)		23,82
Conductivité (µS/cm)		744
pH		7,1
Turbidité (NTU)		5
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	5,6
	Saturation (%O2)	66,5
Redox (mV)		588

Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour cette station au moment de la campagne de juillet-août 2019.

Les espèces qui ont été inventoriées en juillet et août 2019 dans la rivière Truu sont présentées dans le Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne.

Les espèces inventoriées en juillet-août 2019 dans la rivière Trou Bleu sont présentées dans le Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densité de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 49 : Liste des espèces inventoriées en juin 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	0.88	19.46	3	2.63
	<i>Anguilla sp.</i>	2	1.75	38.91		
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	1	0.88	19.46	1	0.88
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris acanthopoma</i>	1	0.88	19.46	8	7.02
	<i>Eleotris fusca</i>	1	0.88	19.46		
	<i>Eleotris sp</i>	5	4.39	97.28		
	<i>Ophiocara porocephala</i>	1	0.88	19.46		
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	1	0.88	19.46	5	4.39
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	1	0.88	19.46		
	<i>Stenogobius yateiensis</i>	3	2.63	58.37		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia marginata</i>	6	5.26	116.73	63	55.26
	<i>Kuhlia munda</i>	26	22.81	505.84		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	31	27.19	603.11		
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	2	1.75	38.91	3	2.63
	<i>Lutjanus russelli</i>	1	0.88	19.46		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus plicatilis</i>	17	14.91	330.74	29	25.44
	<i>Mugil cephalus</i>	12	10.53	233.46		
Ophichthyidae	<i>Lamnostoma kampeni</i>	2	1.75	38.91	2	1.75

Au total, 8 familles ont été observées pendant la campagne de 2019. Les carpes (Kuhliidae) et les mulets (Mugilidae) représentent plus de 85% d'abondance au total. Les autres familles représentent un peuplement secondaire (>15% d'abondance).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juillet 2019 sont présentés dans la Figure 88.

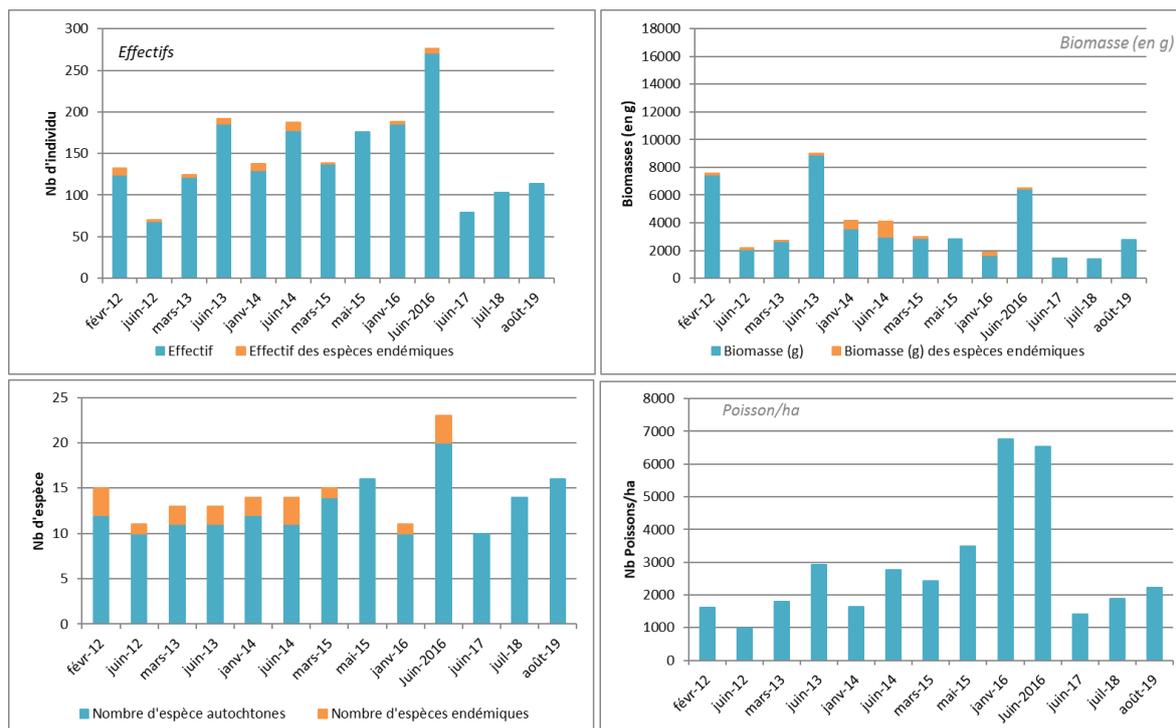


Figure 88 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et août 2019

Au total, 114 poissons pour 16 espèces ont été pêchés sur la station de suivi du bassin versant de la Truu. Aucune espèce endémique n'a été recensée. La densité de peuplement est de 2 217,9 poissons/ha. Trois espèces marines ont été pêchées : une carangue et deux espèces de lutjans.

Depuis 2017, on constate une augmentation de la densité et de la biomasse. L'année 2016 fut une année exceptionnelle sur cette station avec une augmentation de la densité. Le constat est le même avec la biomasse.

4.7.2.2.5 Trou bleu

Le Tableau 50 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur les stations du bassin de la rivière Trou Bleu au moment des pêches de 2018.

Tableau 50 : Synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la rivière Trou Bleu de 2019

Rivière	Trou Bleu	
Code Station	TBL-70	TBL-50
Date	29/07/2019	29/07/2019
Heure	11h30	15h30
Température surface (°C)	18,01	19,61
Conductivité (µS/cm)	86	87
pH	8,2	8,44
Turbidité (NTU)	1,6	2,7
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	8,35
	Saturation (%O2)	93,8
Redox (mV)	357	350

Dans l'ensemble ces valeurs de mesures physico-chimiques apparaissent cohérentes et ne montrent pas d'anomalies particulières pour ces stations au moment de la campagne.

Les espèces inventoriées en juillet-août 2019 dans la rivière Trou Bleu sont présentées dans le Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densité de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 51 : Liste des espèces inventoriées en juin-juillet 2019 dans la rivière Trou Bleu

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	3	3.03	0.3	3	3.03
Electridae	<i>Eleotris melanosoma</i>	1	1.01	0.1	13	13.13
	<i>Eleotris sp</i>	10	10.1	1.01		
	<i>Hypseleotris guentheri</i>	1	1.01	0.1		
	<i>Ophieleotris aporos</i>	1	1.01	0.1		
Gobiidae	<i>Awaous guamensis</i>	1	1.01	0.1	5	5.05
	<i>Psammogobius biocellatus</i>	1	1.01	0.1		
	<i>Redigobius bikolanus</i>	1	1.01	0.1		
	<i>Redigobius chrysoma</i>	1	1.01	0.1		
	<i>Sicyopterus sarasini*</i>	1	1.01	0.1		
Kuhliidae	<i>Kuhlia munda</i>	25	25.25	2.52	34	34.34
	<i>Kuhlia rupestris</i>	9	9.09	0.91		
Mugilidae	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	18	18.18	1.81	39	39.39
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	21	21.21	2.12		
Rhacichthyidae	<i>Protogobius attiti*</i>	4	4.04	0.4	4	4.04
Pomacentridae	<i>Chysiptera biocellata</i>	1	1.01	0.1	1	1.01

Au total, 7 familles ont été observées pendant la campagne de juillet-août 2019. Les mulets (Mugilidae) sont les plus représentés (39% d'abondance). Les Kuhliidae et les Eleotridae représentent plus de 45 % du peuplement. Les quatre autres familles sont moins représentées (>5%). Les Pomacentridae sont marins

Les résultats des suivis réalisés depuis juin 2010 à août 2019 sont présentés dans la Figure 89.

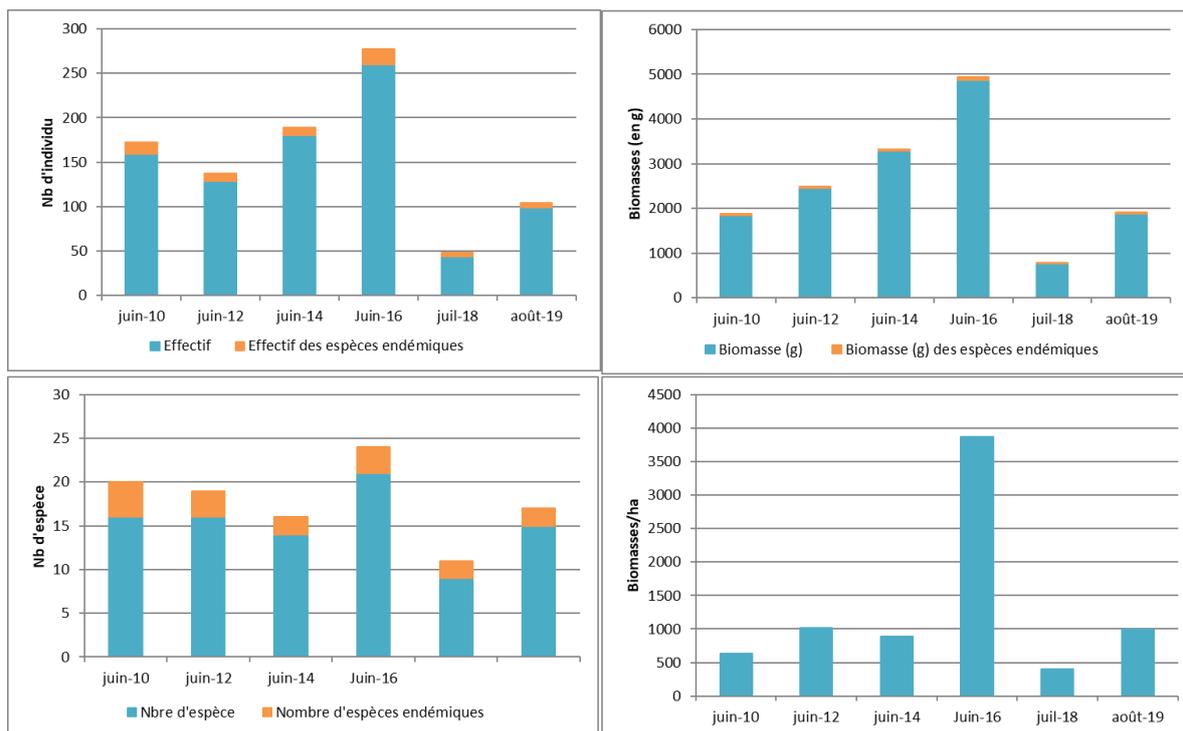


Figure 89 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Trou Bleu entre juin 2010 et août 2019 (effectif, espèces, biomasses et densités)

Au total, 99 poissons pour 15 espèces ont été pêchés sur la station du bassin versant de la Trou Bleu. Deux espèces endémiques ont été recensées (*Protogobius attiti* et *Sicyopterus sarasin*). La densité du peuplement est de 997 poissons/ha.

Un total de 1,8 kg de poissons a été pêché pendant le suivi 2019 soit 19 kg/ha.

La densité pour cette campagne est plus faible que la moyenne des campagnes (1 200 poissons/ha) mais reste cohérente aux densités des campagnes précédentes. Pour rappel, 2016 fut une année exceptionnelle. La biomasse de 2019 est comparable aux années précédentes excepté pour la campagne de 2016 qui est exceptionnelle pour ce suivi.

4.7.2.3 Présentation des données pour la faune carcinologique

Conformément aux prescriptions réglementaires, des suivis par pêche électrique ont été réalisés du 9 juillet et 8 août 2019 pour les bassins versants de la rivière de la Kwé, Kuebini, Truu, Trou Bleu et Wadjana. Le suivi par pêche électrique pour le bassin versant de la rivière Trou Bleu est effectué tous les deux ans. Ce bilan annuel traitera ce suivi.

Les résultats globaux des suivis portant sur la faune carcinologique sont présentés dans les paragraphes suivants.

4.7.2.3.1 Kwé

Le Tableau 52 ci-dessous résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juillet - août 2019, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 52 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la Kwé

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Atyidae	<i>Paratya bouvieri*</i>	124	14.39	108.38	124	14.39
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	726	84.22	634.53	734	85.15
	<i>Macrobrachium lar</i>	8	0.93	6.99		
Hymenosomatidae	<i>Odiomaris pilosus*</i>	4	0.46	3.5	4	0.46

Au total, 862 crustacés pour 3 espèces de crevettes et 1 espèce de crabes ont été pêchés sur le bassin versant. Deux espèces endémiques (*Paratya bouvieri* et *odiomaris pilosus*) ont été recensées pour 2 espèces autochtones.

Les Palaemonidae dominent le peuplement avec 85% d'abondance. Les familles des crevettes Atyidae (14%) et crabes Hymenosomatidae (moins de 1%) sont moins représentées.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à août 2019 sont présentés dans la Figure 90.

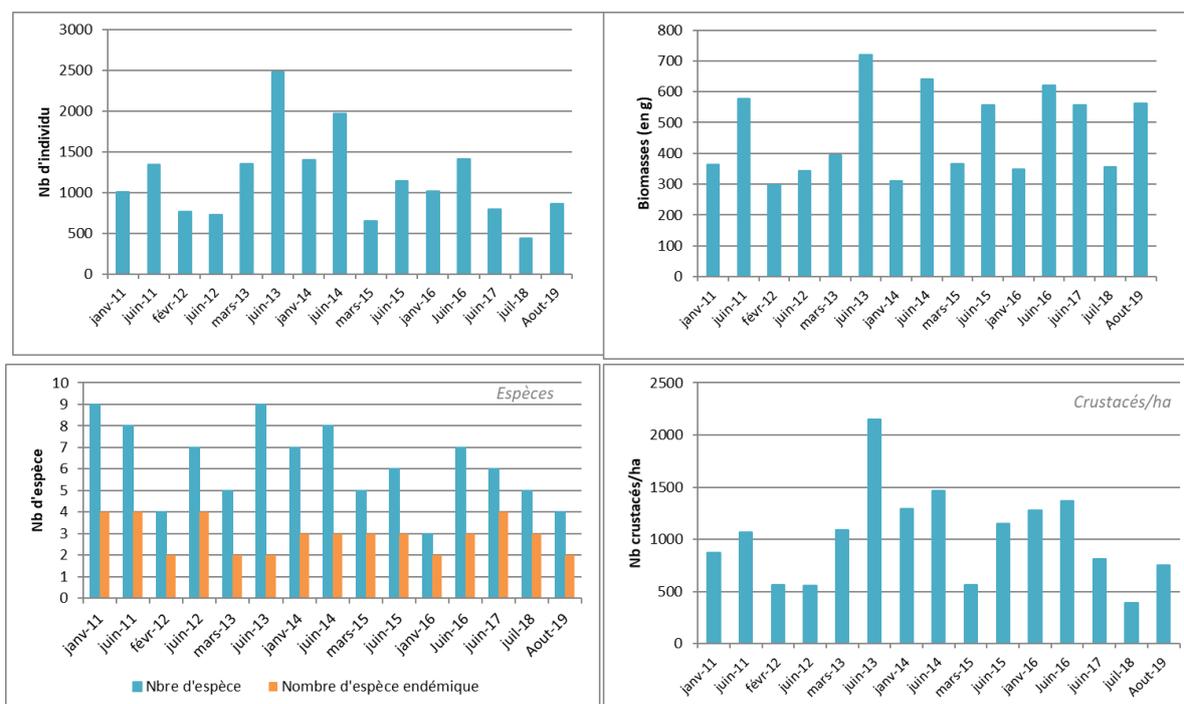


Figure 90 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kwe entre janvier 2011 et août 2019 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3.2 Kuebini

Le Tableau 53 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juillet-août 2019, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 53 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour le suivi de la rivière Kuebini

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Palaemonidae	<i>Macrobrachium caledonicum</i> *	9	24.32	48.91	37	100
	<i>Macrobrachium lar</i>	28	75.68	152.17		

Au total, 37 crustacés pour 2 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station. Une espèce endémique (*Macrobrachium caledonicum*) a été recensée pour 1 espèce autochtone.

Comme en 2018, la famille des Palaemonidae domine le peuplement avec 100% d'abondance.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à août 2019 sont présentés dans la Figure 91.

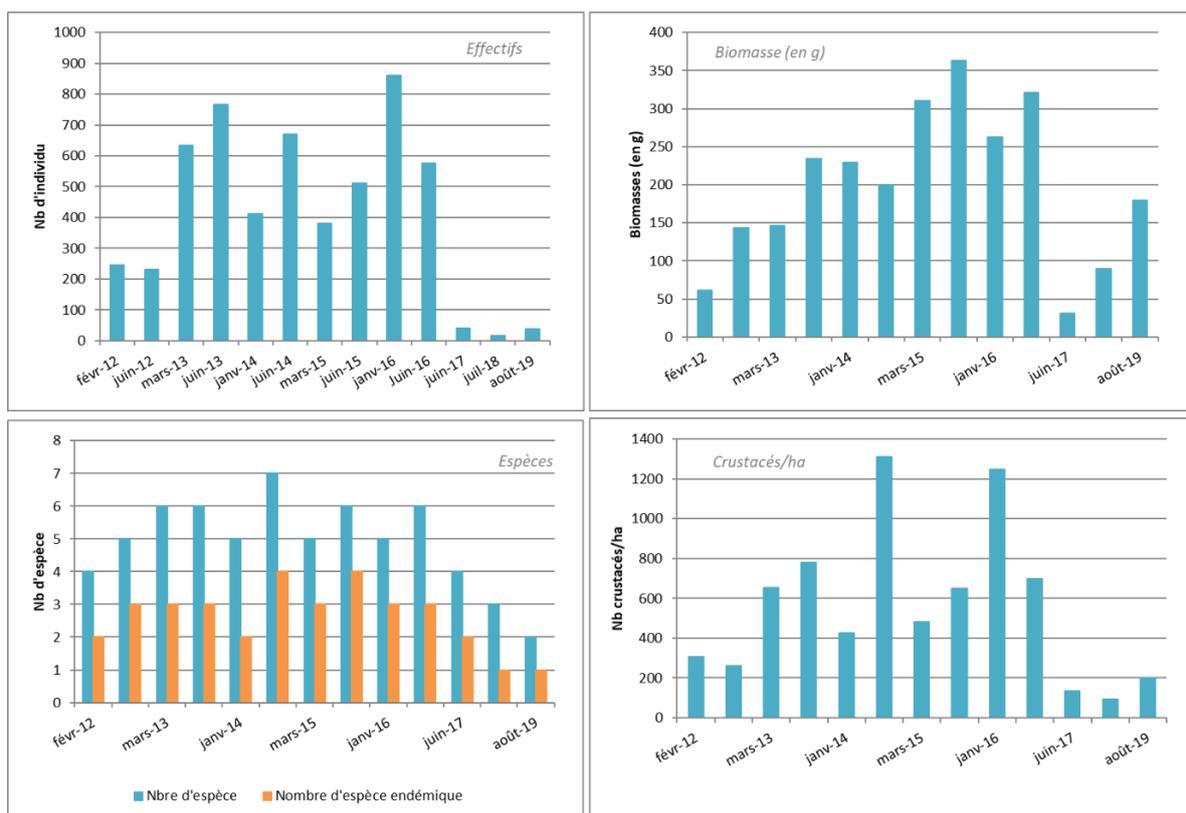


Figure 91 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et août 2019 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3 Wajana

Le Tableau 54 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juillet-août 2019, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 54 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Atyidae	<i>Paratya bouvieri*</i>	455	63.64	2506.2	455	63.64
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	259	36.22	1426.6	260	36.36
	<i>Macrobrachium lar</i>	1	0.14	5.51		

Au total, 715 crustacés pour 3 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station de suivi de la rivière Wajana dont une espèce endémique (*Paratya bouvieri*).

Les Atyidae et les Palaemonidae codominent le peuplement sur la rivière Wajana.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2010 à août 2019 sont présentés dans la Figure 92.

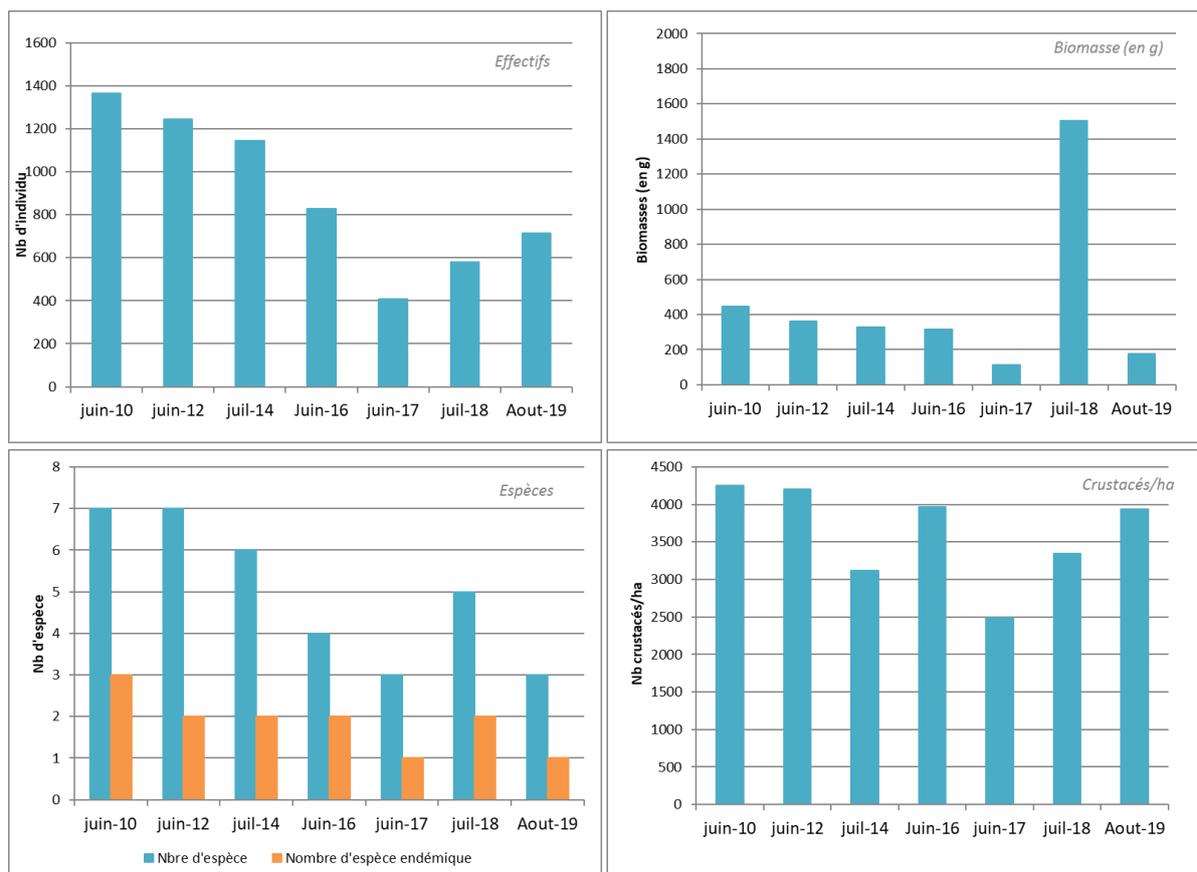


Figure 92 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et août 2019 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3.4 Truu

Le Tableau 55 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juillet-août 2019, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 55 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour le suivi de la rivière Truu

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	6	50	116.73	12	100
	<i>Macrobrachium lar</i>	4	33.33	77.82		
	<i>Macrobrachium sp</i>	2	16.67	38.91		

Au total, 12 crustacés pour 3 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station de suivi de la rivière Truu et l'ensemble appartenant à une seule famille. L'espèce *Macrobrachium aemulum* domine les effectifs avec presque 50% d'abondance relative. *Macrobrachium lar* représente 33 % de l'abondance totale et *Macrobrachium caledonicum* 17%.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2010 à août 2019 sont présentés dans la Figure 93.

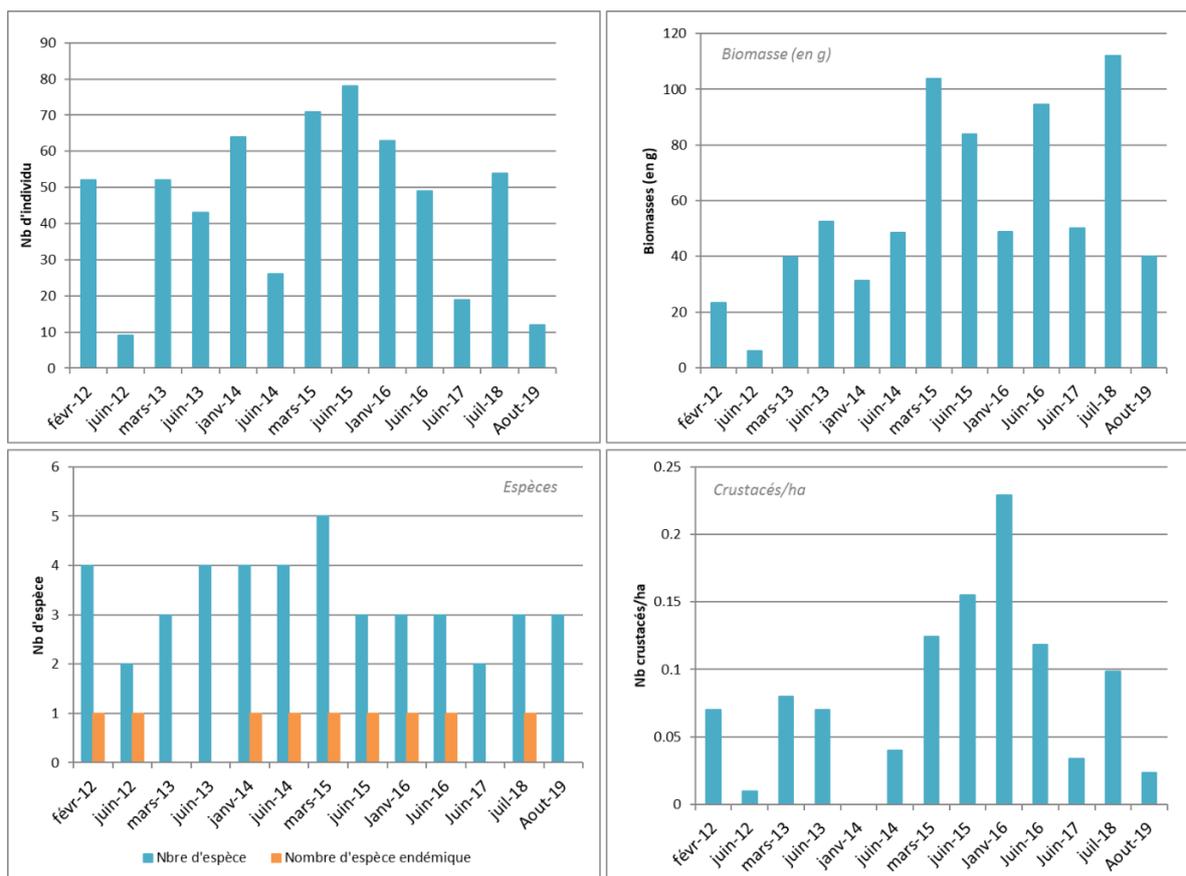


Figure 93 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3.5 Trou Bleu

Le Tableau 56 ci-dessous résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juillet – août 2019, les effectifs, abondances et densités, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 56 : Liste des espèces inventoriées en juillet-août 2019 pour les stations de suivi de la rivière Truu

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Atyidae	<i>Atyopsis spinipes</i>	1	0.66	0.1	18	11.92
	<i>Cardina sp.</i>	1	0.66	0.1		
	<i>Paratya bouvieri*</i>	16	10.6	1.61		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	118	78.15	11.89	131	86.75
	<i>Macrobrachium australe</i>	7	4.64	0.71		
	<i>Macrobrachium caledonicum*</i>	1	0.66	0.1		
	<i>Macrobrachium grandimanus</i>	4	2.65	0.4		
	<i>Macrobrachium lar</i>	1	0.66	0.1		
Hymenosomatidae	<i>Odiomaris pilosus*</i>	2	1.32	0.2	2	1.32

Au total, 151 crustacés pour 8 espèces de crevettes et 1 espèce de crabe ont été pêchés sur la station de suivi de la rivière Truu Bleu. Trois espèces endémiques (*Macrobrachium caledonicum*, *Odiomaris pilosus* et *Paratya bouvieri*) ont été pêchées.

La famille des Palaemonidae domine le peuplement avec plus de 86% d'abondance.

Les résultats des suivis réalisés depuis février 2012 à août 2019 sont présentés dans la Figure 94.

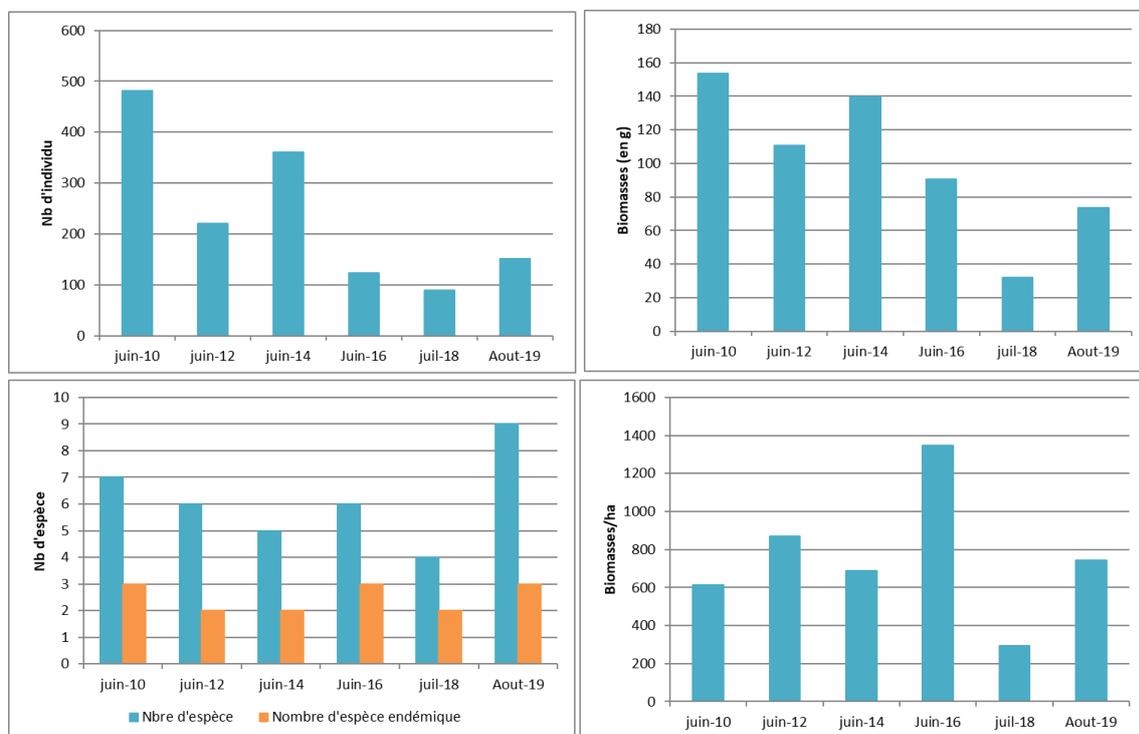


Figure 94 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la Truu entre février 2012 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.4 Analyse et interprétation des données de faune ichthyenne et carcinologique

4.7.2.4.1 Kwé

Concernant les espèces endémiques, il a été observé en 2019 le *Protogobius attiti* (2 individus). Cette espèce n'avait pas été capturée depuis 2016. Elle est classée « en danger » dans la liste IUCN. La population de cette espèce rare et sensible est à surveiller. Cette espèce fréquente les rivières claires et bien oxygénées sur péridotite avec substrat et de blocs.

Le genre *Paratya* dont les espèces sont toutes endémiques au territoire est représenté sur la Kwé par l'espèce *Paratya bouvieri*. Ce genre est faiblement représenté sur le bassin versant (<15%) mais domine la faune carcinologique sur les stations KO4-50.

Pendant cette campagne de juillet-août 2019 sur les 8 stations du bassin versant de la Kwé, 13 espèces de poissons ont été observées pour 65 individus pêchés et 4 espèces de crustacés pour 862 individus pêchés. Trois espèces endémiques (*Protogobius attiti*, *Paratya bouvieri*, *Odiomaris pilosus*) ont été pêchés.

Les résultats obtenus pour les poissons sont comparables à 2018 et donc faibles par rapport aux années précédentes. D'après les différents résultats de la campagne de juillet-août 2019, l'état écologique de la Kwé peut être qualifié vis-à-vis des communautés ichthyologiques de « moyen ». Les impacts passés et actuels sur le bassin versant (altération sédimentaire essentiellement) sont en grandes parties responsables de l'état écologique du cours d'eau. Néanmoins, aucune tendance significative des communautés piscicoles n'est perçue sur l'ensemble des branches étudiées (Kwé principale, Kwe Ouest, Kwé Ouest 4) alors que les pressions anthropiques sur le bassin versant, par expansion du site minier, s'intensifient au cours des années.

4.7.2.4.2 Kuébini

Concernant les espèces endémiques, un petit nombre de crevettes endémiques a été pêché : 9 *macrobrachium caledonicum*.

Pour cette année de suivi avec une campagne de pêche tronquée, il est difficile d'établir un bilan. Ce cours d'eau apparaît peu impacté par les activités anthropiques passées et actuelles. La station aval KUB-60 peut être définie dans l'ensemble comme une station ayant une faune ichthyologique faiblement riche et peu diversifiée. Ces résultats sont à prendre avec précaution car l'échantillonnage pour cette station n'est pas représentatif avec des zones trop profondes. Ainsi l'effort de pêche est considérablement réduit sur KUB-60, ne permettant de capturer qu'un faible effectif des populations réellement présentes à ce niveau.

4.7.2.4.3 Wajana

Comme chaque année depuis 2010, l'espèce endémique et protégée *Sicyopterus sarasini* est présente sur la station WAD-70. Cette espèce emblématique du territoire est classée « en danger », dans la liste IUCN. La station WAD-70, au pied de la cascade de Goro, semble réunir des conditions environnementales favorables à cette espèce.

Sur les stations amont et notamment WAD-40, la crevette endémique *Paratya bouvieri* est trouvée en quantité et domine le peuplement carcinologique du bassin versant avec 63% d'abondance.

Pour rappel le projet minier n'a pas d'affluence directe sur le bassin versant de la Wajana. D'après l'ensemble des descripteurs biologiques (effectifs, densités, biodiversité et biomasses), aucune

réelle tendance du milieu n'émane des données relevées depuis le début des suivis. L'état écologique de ce bassin versant peut-être qualifier de moyen. Cet état est lié en partie à la présence de ruptures, naturelle et non-naturelle, à la continuité écologique du cours d'eau (cascade de Goro, suivi du captage juste en amont) qui cantonnent la très grande majorité des espèces au niveau de la station de l'embouchure.

4.7.2.4.4 Truu

Peu d'espèces endémiques ont été identifiées dans la rivière de la Truu. Depuis 2012, 6 individus de l'espèce *Microphis cruentus* ont été pêchés et en 2016 deux *Sicyopterus sarasini*.

La faune ichtyologique apparait « moyennement » diversifiée (13 espèces d'eau douce). Les communautés de poissons sont dominées d'une part par des espèces communes et tolérantes aux pressions anthropiques, comme les carpes et les lochons, et d'autres part, par des espèces rares et sensibles comme les mulets noirs.

Les observations de terrain montrent toujours une altération sédimentaire importante sur cette zone du cours d'eau. Les propriétaires installés depuis plus de 50 ans affirment que cette altération sédimentaire a été fortement accentuée depuis les travaux réalisés sur la route au niveau du radier situé 400 m en amont de la station. Ces derniers influenceraient les communautés de poissons par la disparition progressive de gros individus. L'envasement est toujours constaté en aval du radier de la Truu engendrant une baisse du niveau d'eau.

De plus ce cours d'eau est également impacté par la présence de plusieurs habitations sur sa partie basse (ex : rejets domestiques, modifications des berges).

En tenant compte des différents résultats obtenus et des différents impacts anthropiques présents sur le bassin versant, la rivière Truu peut être évaluée concrètement dans un état écologique « moyen ».

4.7.2.4.5 Trou Bleu

Comme chaque année depuis 2010, les espèces endémiques et protégées *Protogobius attiti* et *Sicyopterus sarasini* sont présentes sur ce bassin versant. Ces deux espèces emblématiques du territoire sont classées « en danger » dans la liste IUCN. Les populations de ces espèces rares et sensibles sont à surveiller à l'avenir dans l'évolution de l'état écologique (dégradation ou amélioration) de ce milieu riche et préservé.

En plus le crabe endémique *Odiomaris pilosus* et la crevette endémique *Paratya bouvieri* sont présents sur le bassin versant.

D'après l'ensemble des descripteurs biologiques (effectifs, densités, biodiversité et biomasses), aucune évolution particulière n'est constatée dans le milieu. On peut également noter que cette année, les métriques sont meilleures qu'en 2018, mais reste dans la moyenne des campagnes précédentes. Les espèces fréquentes à ce creek ont été pêchées. Aucun impact majeur ne semble perturber ce cours d'eau vis-à-vis des populations ichtyologiques.

4.7.3 Suivi de la faune aquatique des lacs et dolines

➤ cf. Article D5.2.3 des prescriptions techniques de l'AEM

Le plan de suivi de la faune aquatiques des Lacs et Dolines fait actuellement l'objet d'un processus de validation par les autorités. Il sera mis en place une fois le plan de suivi validé.

4.8 Suivi des effluents

➤ cf. Article D5.3 des prescriptions techniques de l'AEM

Une analyse annuelle des effluents en sortie des séparateurs hydrocarbures doit être réalisée. Ces analyses sont présentées au Tableau 57 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures. La conformité est évaluée relativement aux valeurs limites de rejets prescrites dans l'arrêté n° 1467-2008/PS du 9 octobre 2008 autorisant la société GORO NICKEL SAS à l'exploitation d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt sise "Baie Nord" - commune du Mont-Dore, et d'une usine de préparation du minerai et d'un centre de maintenance de la mine sis "Kwé Nord" - commune de Yaté.

Tableau 57 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures

Date de prélèvement	Numéro	Zone	MES	pH	HT	DCO	Conformité du rejet
29/01/2019	13	SAS dalle de lavage VL	44	8.1	<10	13	NON-CONFORME
31/05/2019	34	P 02 (maintenance générale)	290	7.2	<0.5	<10	NON-CONFORME
12/06/2019	6	Dalle des Terres Souillées	<5	6.8	<10	21	CONFORME
12/06/2019	13	SAS dalle de lavage VL	52	7.3	<10	23	NON-CONFORME
20/06/2019	35	P 02 (maintenance générale)	62	7	15.5	48	NON-CONFORME
20/06/2019	34	P 02 (maintenance générale)	41	7	<0.5	218	NON-CONFORME
09/09/2019	11	P 05	19	7.7	<10	20	CONFORME
12/09/2019	13	SAS dalle de lavage VL	440	7.5	<10	26	NON-CONFORME

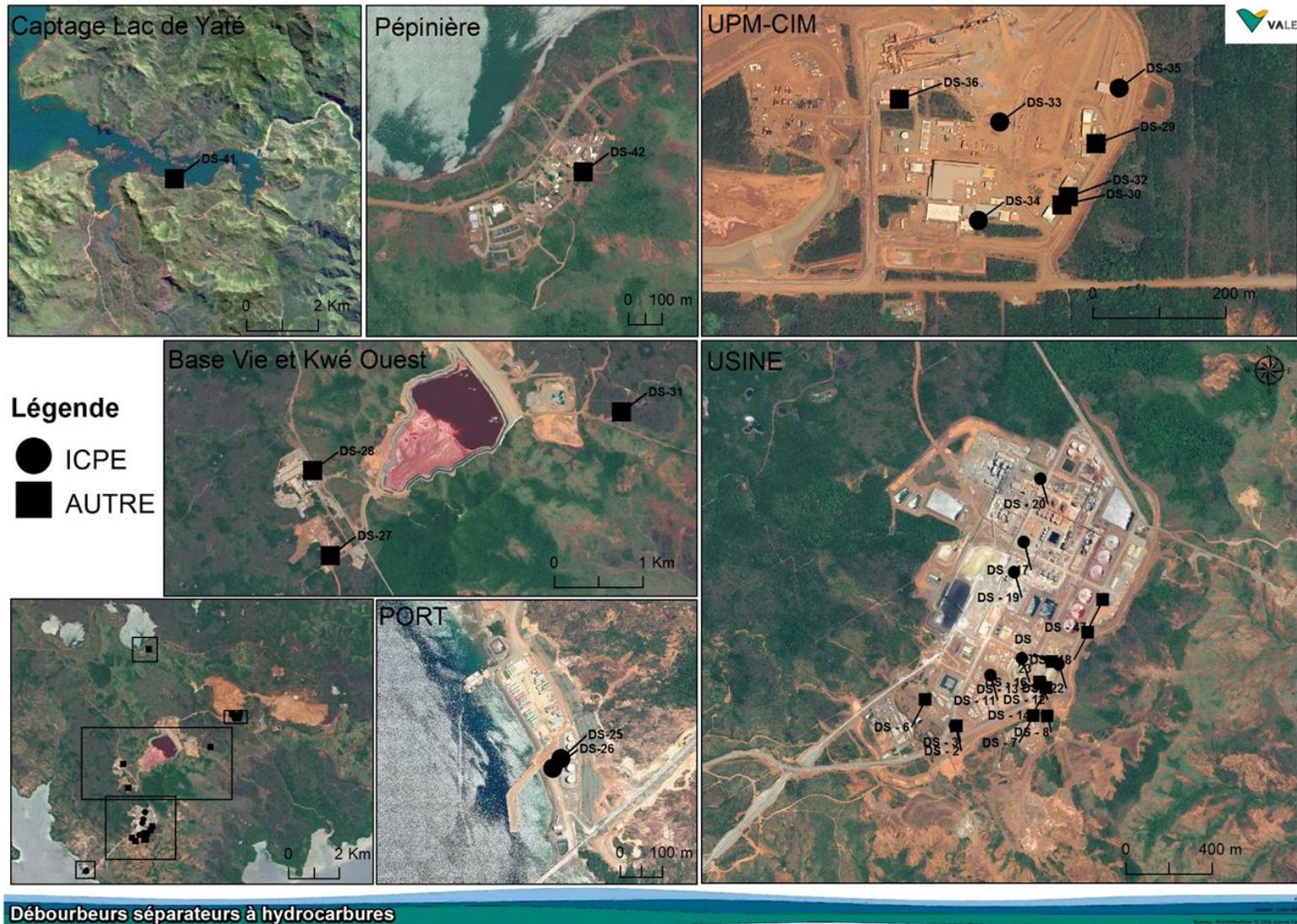


Figure 95: localisation des débourbeurs – séparateurs

Les séparateurs à hydrocarbures sont des systèmes dont le fonctionnement ne dépend pas uniquement de la pluviosité mais également des activités ou installations raccordées à ce type de traitement. Selon l'arrêté n°1467-2008/PS, les campagnes de suivi des rejets n'ont pas de fréquence établie, la périodicité de l'autosurveillance indiquée est « non-permanente ». Les rejets sont analysés lors des inspections réalisées tous les deux mois, toutefois il n'a pas toujours été possible de le faire à cette fréquence en raison de l'absence de rejet au moment des inspections.

Les résultats du suivi des rejets des séparateurs à hydrocarbures présents sur le site industriel et minier révèlent des non-conformités (cf. Tableau 58).

Tableau 58 : Conformité réglementaire du suivi des rejets des séparateurs à hydrocarbures (2019)

	MES mg/l	pH	HT mg/l	DCO mg/l	Total des analyses	Conformités des rejets
Nombre de conformités	2	8	7	7	24	2
Nombre de non-conformités	6	0	1	1	8	6
% de conformités	25	100	88	88	75	25
% de non-conformités	75	0	13	13	25	75

En 2019, 8 suivis ont été réalisés au niveau des rejets des séparateurs à hydrocarbures (DS-6, DS-11, DS-13, DS-34 et DS-35) ; 25% de ces suivis sont conformes (cf. Tableau 58). Concernant les analyses, les paramètres MES, pH, hydrocarbures et DCO sont analysés, 75% des analyses réalisées sont conformes. Les MES, avec 25% de conformités, est le paramètre qui présente le plus de résultats non-conformes.

En complément des suivis par échantillonnage, des inspections visuelles sont effectuées régulièrement dans l'objectif de déterminer si le séparateur à hydrocarbures est correctement entretenu et si une vidange complète du système est à prévoir. Les inspections sont adaptées en fonction du type de séparateur (Séparateur à hydrocarbure en acier ou débourbeur séparateur en béton ou plastique). Elles portent sur l'aspect du rejet et l'état de l'équipement ; son étanchéité, la présence d'hydrocarbures et/ou de boues, les éléments à changer. La Figure 96 présente un bilan de conformité des points inspectés en 2018 et 2019.

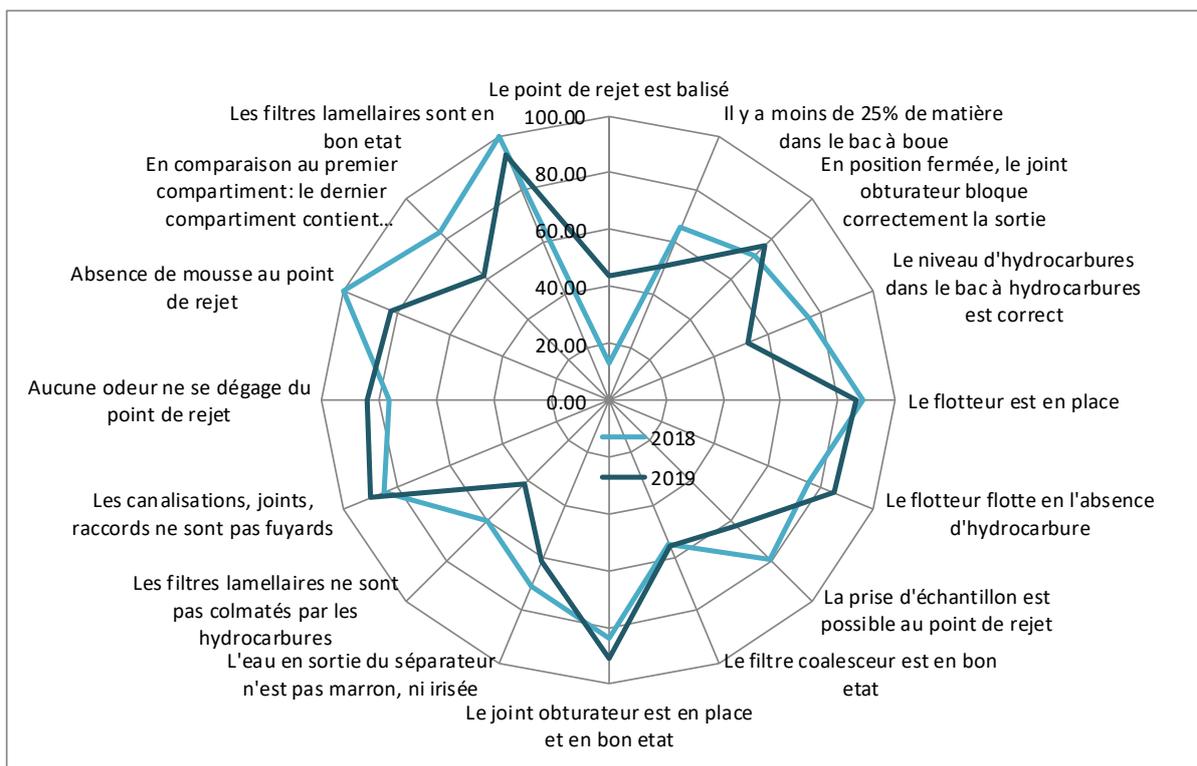


Figure 96: Conformité des points d'inspection en 2018 et 2019

En 2019, 78 inspections de séparateurs à hydrocarbures ont été menées, 68,08% des points inspectés sont conformes. En 2018, 35 inspections avaient été réalisées, le taux de conformité était de 71,2%.

En 2019, les non-conformités relevées portent majoritairement sur un manque de balisage du point de rejet, une prise d'échantillon impossible au point de rejet, un niveau d'hydrocarbure incorrect et un remplissage du bac à boue supérieur à 25%.

En plus de ces suivis et des inspections, un planning bimensuel d'écumage des séparateurs hydrocarbure est mis en place.

4.9 Compensation et remédiation du passif – déplacement du captage de la Wajana et réfection de sa piste d'accès

➤ cf. Articles E2 et F1 des prescriptions techniques de l'AEM

VNC a proposé au service Mines et Carrières de la DIMENC un plan d'action pour :

- la réfection de la piste d'accès du futur captage de la Wajana dans le but de diminuer les apports terrigènes et améliorer la qualité de l'eau de la rivière Wajana (remédiation du passif) : phase 1
- le déplacement du captage de la Wajana alimentant la tribu de Goro (compensation) : phase 2,

- la construction d'un seuil en aval du futur point de captage pour suivre les impacts de l'exploitation minière sur la Wajana : phase 3.

Ce plan d'action a fait l'objet des courriers référencés G-DG-EN-C-20170607-128 (du 6 juillet 2017) et G-DG-EN-C-20170928-205 (du 28 septembre 2017). Il prévoit une reconnaissance de terrain identifiant les figures d'érosion et dégradations le long de la piste d'accès et permettant de dresser des préconisations relatives à la remise en état des ouvrages de GDE existants et la construction de nouveaux ouvrages (ex : cassis, enrochements, collecteurs / ralentisseurs). Puis un avant-projet détaillé sera établi pour chacune des trois phases décrites ci-dessus. Il est prévu de créer une conduite d'adduction entre la prise d'eau projetée et le raccordement actuel du réseau AEP de la commune, qui serait connectée sur la conduite forcée de la centrale hydroélectrique Enercal. Une étude hydrologique sera également conduite dans le but de déterminer les gammes de débits du cours d'eau puis une étude hydraulique permettra de définir la forme de seuil et sa section optimale.

La reconnaissance de terrain est prévue de débuter en octobre 2019, l'avant-projet détaillé en novembre 2019 et la réalisation des travaux est prévue de septembre à novembre 2020.

5 INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

5.1 Plan d'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrogéologique de la Plaine des Lacs 2019-2025

➤ *cf. Article D4 des prescriptions techniques de l'AEM*

L'étude d'impact hydrogéologique réalisée dans le cadre de la DAEM a conclu que :

- Le développement de l'exploitation minière entre 2012 et 2031 ne devrait avoir aucune incidence sur le fonctionnement hydrogéologique et hydrologique de la partie est de la plaine des lacs notamment la partie inscrite à la convention RAMSAR.
- Des études complémentaires sont nécessaires pour évaluer les impacts hydrogéologiques potentiels à partir de 2031.

Ce dernier point constitue le cadre du plan d'amélioration de la connaissance hydrogéologique et hydrologique dans le secteur de la plaine des lacs.

Ce dernier point constitue le cadre du plan d'amélioration de la connaissance hydrogéologique et hydrologique dans le secteur de la plaine des lacs. Ce programme vise à mettre en place un ensemble d'investigations et d'études nécessaires pour permettre d'étendre les deux modèles mathématiques hydrogéologiques existants dans le secteur de la plaine des lacs.

La mise en œuvre du plan d'amélioration des connaissances est prévue de commencer en 2019 pour une durée de 5 ans. Compte tenu du retard pris dans le développement de la fosse minière ces dernières années, nous souhaitons développer ce plan sur 7 ans au lieu de 5 pour étaler les coûts. L'idée est de décaler de deux ans la réalisation des piézomètres mais la construction des stations limnimétriques est maintenue en 2021 et l'essai par traçage en 2020.

En effet, en obtenant les résultats deux ans avant 2030 cela nous laisse le temps de représenter une séquence minière intégrant les nouvelles contraintes liées aux résultats de ce plan.

Les limites de développement de la fosse minière au-delà de 2025 seront affinées au cours des 3 prochaines années pour prendre en compte les modifications apportées au projet dans le cadre de la réorientation de la stratégie minière et industrielle de VNC. Des ajustements sur le calendrier pourront être proposés en conséquence.

Le plan a bien débuté en 2019 avec la préparation d'un essai par traçage avec injection de chlorure de sodium dans le Trou du Tahitien. Cet essai sera réalisé en août 2020 (début le 4 août 2020).

Le planning prévisionnel est présenté dans le Tableau 59.

Tableau 59 : nouveau planning proposé pour le plan d'amélioration des connaissances hydrogéologiques

Thème	Intitulé	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1 - Extension du réseau de suivi piézométrique	Préparation de la campagne et transmission de la DTM pour la construction												
	Construction de 16 plateformes piézométriques (soit 32 piézomètres : 16 PEC et 16 PEL) + rafraîchissement et/ou création de piste d'accès												
2- Extension du réseau de suivi des niveaux de lacs	Construction de 2 stations limnimétriques (Lac en Long et Lac en Y) et ré-équipement Trou du Tahitien												
3- Achat matériel de mesure	Sondes piézométriques et limnimétriques etc.												
4- Acquisition de données environnementales	Fonctionnement réseau acquisition de données environnementales (Piézométrie, débit de rivière, niveau de lac, hydrochimie)												
5-Entretien réseau	Petit entretien stations de mesure (dont ré-installation de sondes)												
	Entretien pistes d'accès												
	Mise à jour base de données globale Hydras3												
6 - Etude hydrogéologique détaillée secteur Plaine des lacs	Préparation de la campagne et réalisation d'1 essai par tracage Le Trou												
	Chocs hydrauliques												
	Ingénierie hydrogéologie et hydrologie												
7 - modèles mathématiques	Mise à jour des 2 modèles mathématiques hydrogéologique de l'AEM												

5.2 Suivi hydrogéologique : Données disponibles et résultats obtenus

5.2.1 Présentation du réseau d'acquisition de données

Le suivi des eaux souterraines est réalisé sur 14 piézomètres dont 6 sont implantés dans l'aquitard latéritique et 8 dans l'aquifère principal.

Ce suivi est destiné à évaluer l'étendue de la zone d'influence des aménagements miniers sur les écoulements d'eaux souterraines et ainsi s'assurer que l'impact réel reste dans la limite de l'impact modélisé dans le cadre de l'étude hydrogéologique du dossier de demande d'autorisation d'exploitation.

En complément, deux stations limnimétriques permettent de mesurer les niveaux d'eau dans le lac Robert et dans le lac Xere Wapo pour suivre leur assèchement, tel que prévu dans l'étude d'impact hydrogéologique.

Tableau 60 : Stations de suivi réglementaire des eaux souterraines

Station	Lieux	Coordonnées RGNC		Mesure du niveau de nappe	Suivi limnimétrique
		X	Y		
11EX0449	PF1 Nord Est Gisement	499460	214826	Continue	
11EX0473	PF1 Nord Est Gisement	499458	214828	Continue	
11EX0463	PF2 Nord Est Gisement	500487	214438	Continue	
11EX0471	PF2 Nord Est Gisement	500489	214437	Continue	
10EX0238	PF3 Nord Est Gisement	501460	213632	Continue	
10EX0239	PF3 Nord Est Gisement	501460	213628	Continue	
09GH0001	PF4 Wajana	502144	213177	Continue	
09GH0003	PF5 Wajana	502624	212567	Continue	
10EX0332	PF6 Lac Xere Wapo	501590	212917	Continue	
10EX0371	PF6 Lac Xere Wapo	501591	212915	Continue	
11EX0422	PF7 Lac Robert	501992	212014	Continue	
11EX0438	PF7 Lac Robert	501995	212017	Continue	
09EX0035	PF8 Aval KO5	497905	211259	Continue	
09EX0036	PF8 Aval KO5	497905	211262	Continue	
Lac Robert	Lac Robert	499182	210420		Continu
Lac Xere Wapo	Lac Xere Wapo	499129	207012		Continu

5.2.2 Présentation des données disponibles

Les données disponibles en 2019 sur les stations de suivi sont présentées de la Figure 97 à la Figure 104.

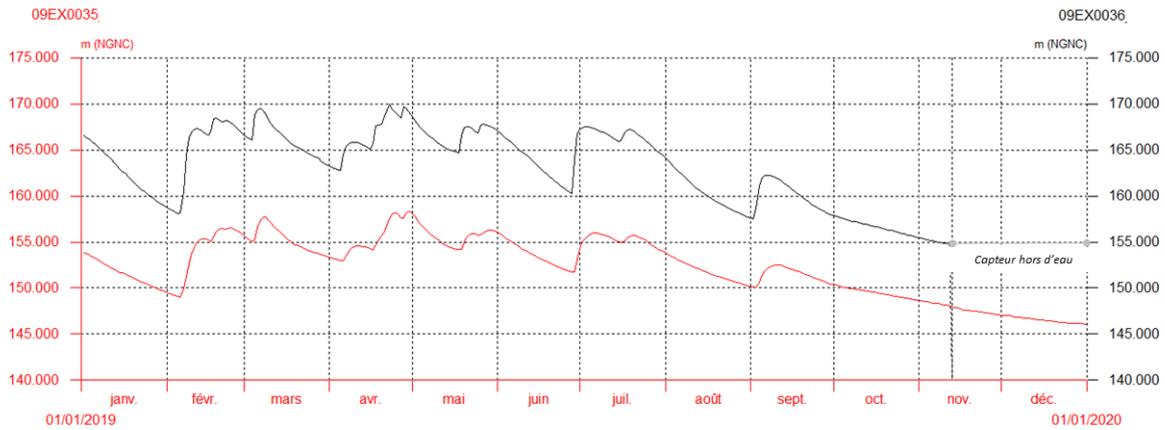


Figure 97 : Données piézométriques disponibles sur 09EX0035 et 09EX0036

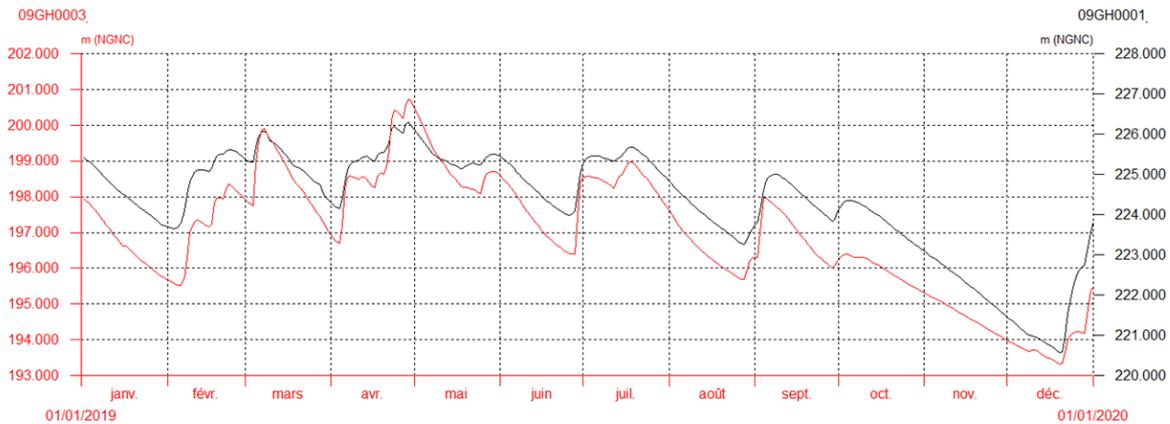


Figure 98 : Données piézométriques disponibles sur 09GH0001 et 09GH0003

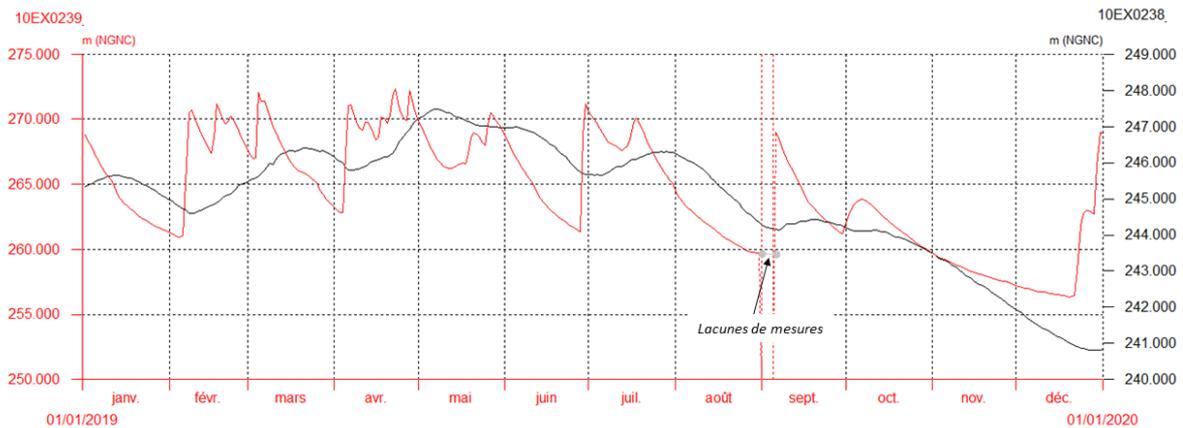


Figure 99 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0238 et 10EX0239

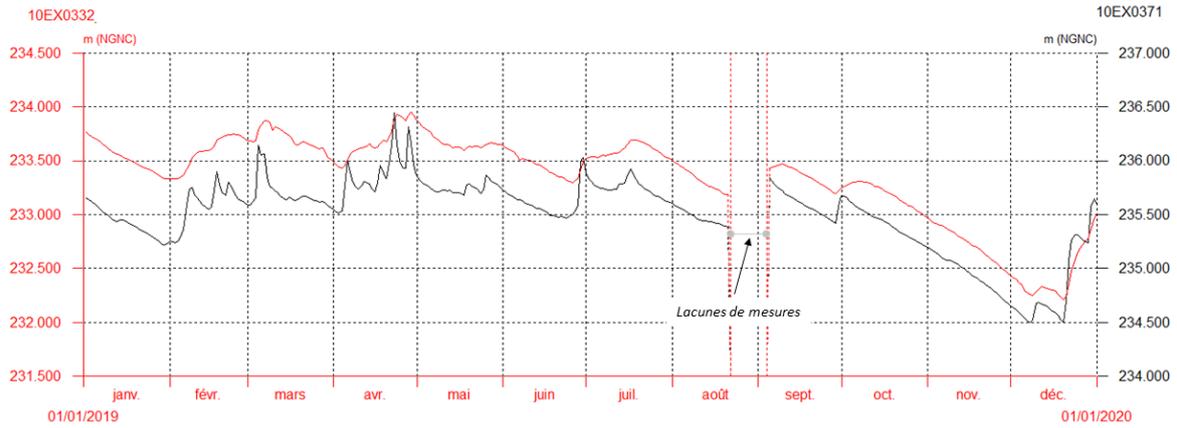


Figure 100 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0371 et 10EX0332

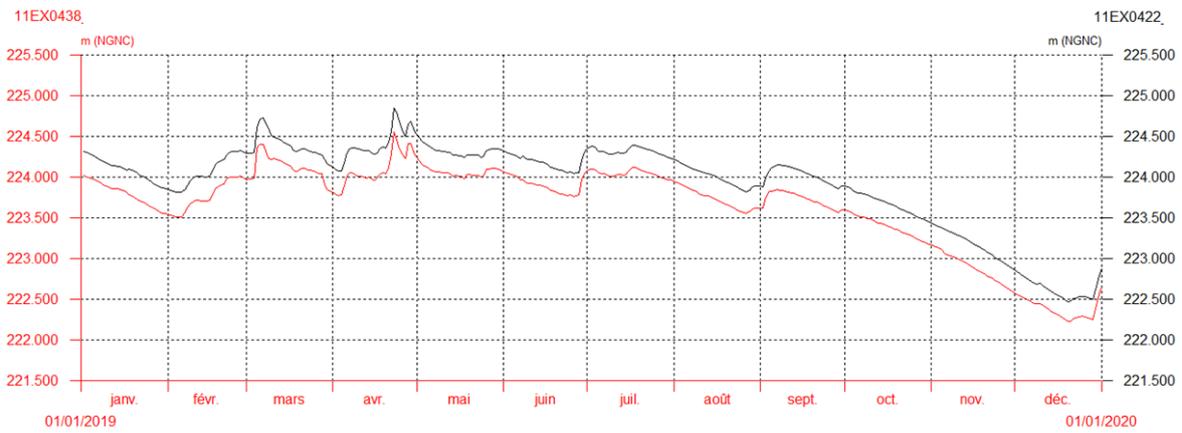


Figure 101 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0422 et 11EX0438

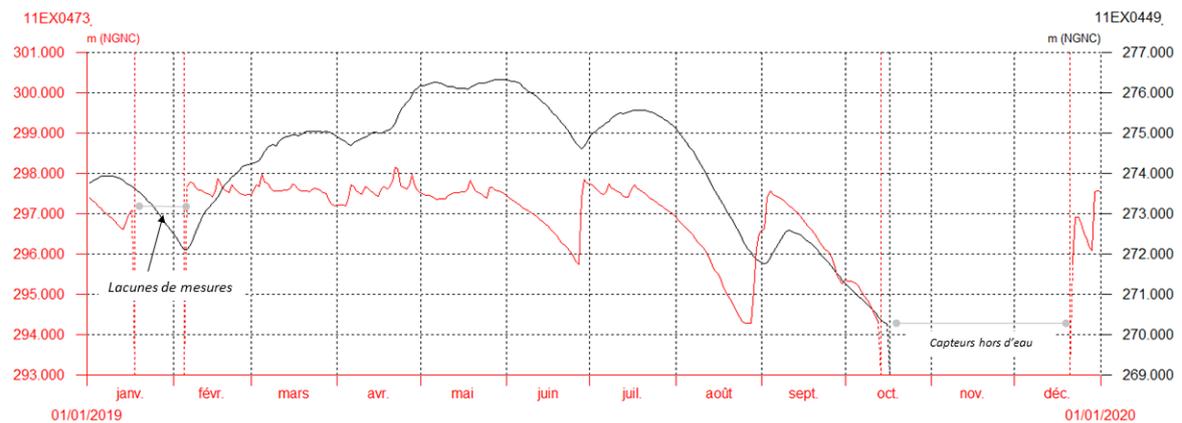


Figure 102 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0449 et 11EX0473

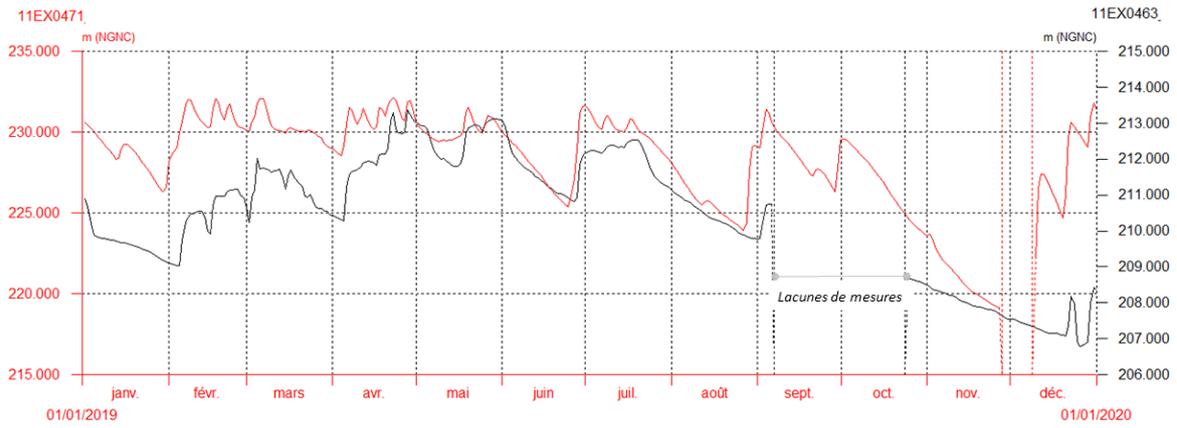


Figure 103 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0463 et 11EX0471

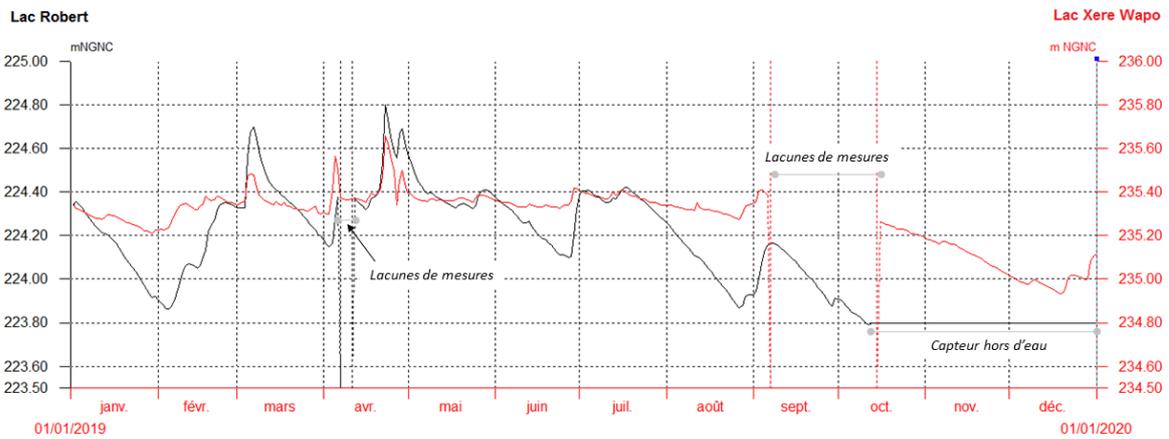


Figure 104 : Données limnimétriques disponibles sur le lac Xere Wapo et le lac Robert

5.2.3 Analyse des impacts de la fosse minière sur les niveaux piézométriques

➤ Article D4 des prescriptions techniques de l'AEM

La méthodologie utilisée en 2018 pour quantifier l'influence hydrogéologique de la fosse minière est reconduite. Pour rappel, cela consiste à :

- Simuler des niveaux piézométriques sur le réseau de suivi réglementaire en condition de pré développement de la fosse minière (Condition « naturelle »),
- Simuler des niveaux piézométriques sur le réseau de suivi réglementaire en condition de développement réel de la fosse minière constaté en décembre de l'année considérée (Condition « fosse »),
- Comparer les niveaux piézométriques observés et les niveaux simulés en condition « naturelle » et en condition « fosse ». L'objectif de la comparaison est d'évaluer quelle condition simulée se rapproche le plus des observations.

Les simulations ont été effectuées avec le modèle MODFLOW qui avait été développé entre 2012 et 2014 dans le cadre du dossier de DAEM. La période de simulation va de janvier 2019 à décembre 2019.

Les pluies utilisées en entrée du modèle sont celles réellement observées durant cette période. Afin de simplifier l'analyse, la géométrie de la fosse atteinte en décembre 2019 a été utilisée sur l'ensemble de l'année 2019.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Pour les piézomètres du réseau de suivi réglementaire, il n'y a pas de différence significative entre les niveaux simulés en condition « naturelle » et ceux en condition « fosse »),
- Par rapport à fin décembre 2018, la zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines évolue très peu (Figure 105), en cohérence avec le faible niveau d'approfondissement de la fosse entre 2019 et 2018 (Figure 106),
- Fin décembre 2019, cette zone d'influence n'a pas encore atteint les piézomètres du suivi réglementaire, notamment les ouvrages localisés à proximité des lacs Xere Wapo et Robert (Piézomètres les plus proches de la fosse),

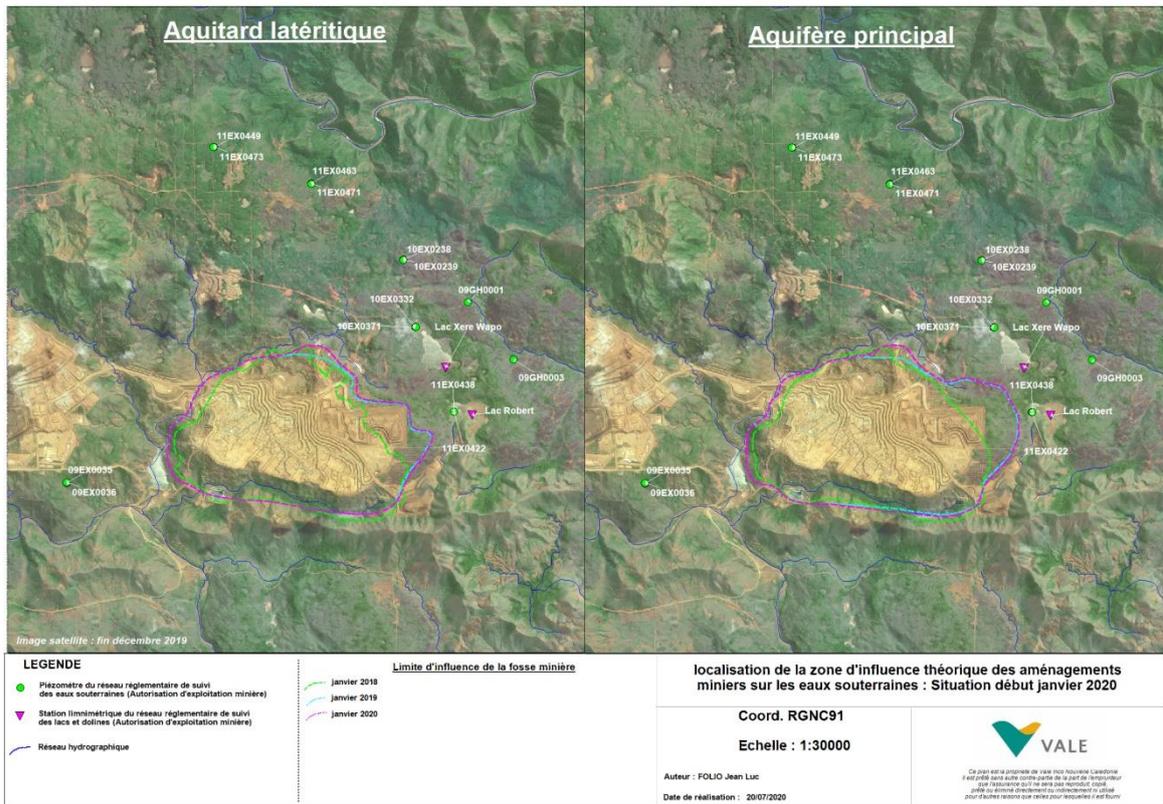


Figure 105: Localisation de la zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines : Situation début janvier 2020

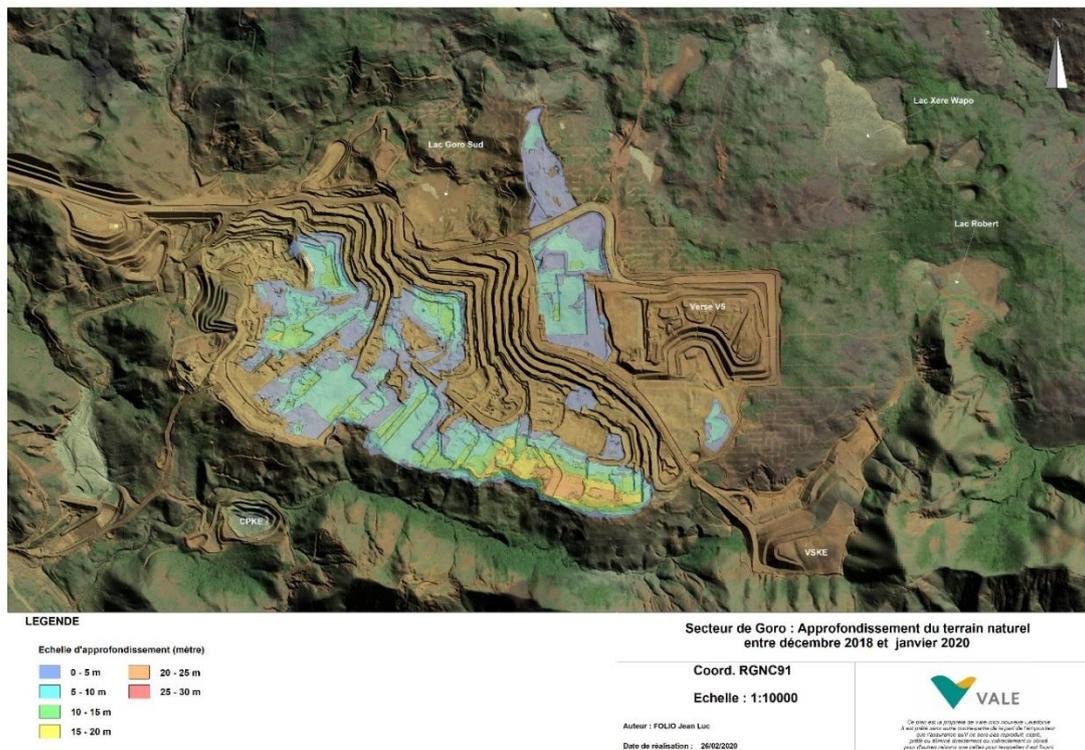


Figure 106 : approfondissement du terrain naturel entre décembre 2018 et janvier 2020 au droit de la fosse minière

5.2.4 Analyse des impacts de la fosse minière sur le niveau d'eau des lacs

Sur la base de l'analyse menée sur les niveaux piézométriques, il est conclu que les aménagements miniers n'ont pas encore d'effet indirect sur le niveau d'eau mesurés dans les lacs Robert et Xere Wapo.

5.3 Actualisation du modèle hydrogéologique

➤ Article D4 des prescriptions techniques de l'AEM

Une comparaison entre les niveaux piézométriques simulés et observés sur les piézomètres réglementaires est proposée de la Figure 107 à la Figure 118.

A l'image de ce qui a été observé en 2018, cette analyse montre que :

- Pour les piézomètres proches des lacs Xere Wapo et Robert, la correspondance entre les niveaux simulés et observés est bonne (11EX0438, 11EX0422, 10EX0332, 10EX0371, 09GH0003),
- Pour les autres piézomètres situés plus au Nord du plateau de Goro, les amplitudes piézométriques simulées apparaissent soit trop faibles (10EX0238 et 10EX0239,) soit trop fortes (11EX0463, 11EX0471) par rapport aux observations. Néanmoins, la tendance d'évolution est reproduite correctement,
- Le comportement des nappes d'eau souterraine, notamment celui de l'aquifère profond, est toujours mal reproduit en limite Nord du plateau de Goro, à l'interface avec la plaine des lacs (11EX0449, 11EX0473),

Par ailleurs, une dérive semble émerger sur le piézomètre 09GH0001 avec une augmentation progressive de l'écart entre niveaux simulés et observés. Du point de vue de l'évaluation des impacts, cette dérive est conservatrice puisque les niveaux simulés baissent progressivement par rapport aux observations. Une reprise du calage de ce point sera néanmoins intégrée au travail de révision complète du modèle hydrogéologique qui sera réalisé lorsque les résultats du plan d'amélioration de la connaissance hydrogéologique de la plaine des lacs seront disponibles.

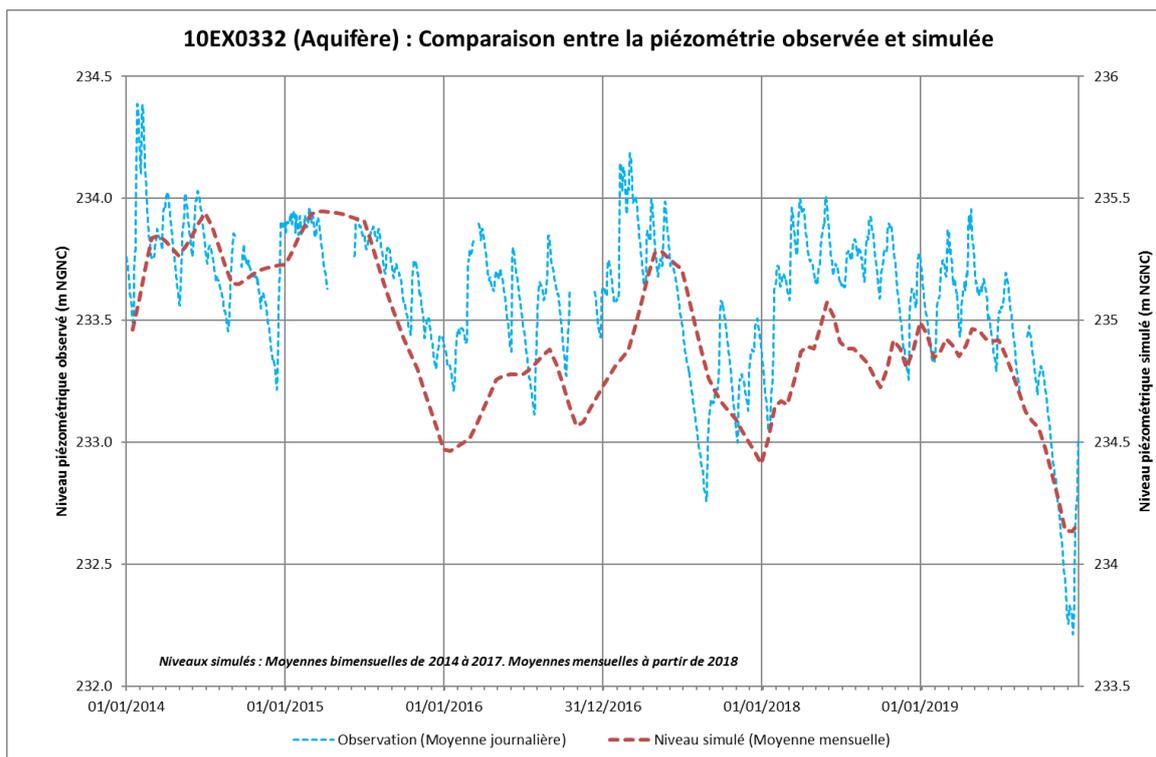


Figure 107 : 10EX0332 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

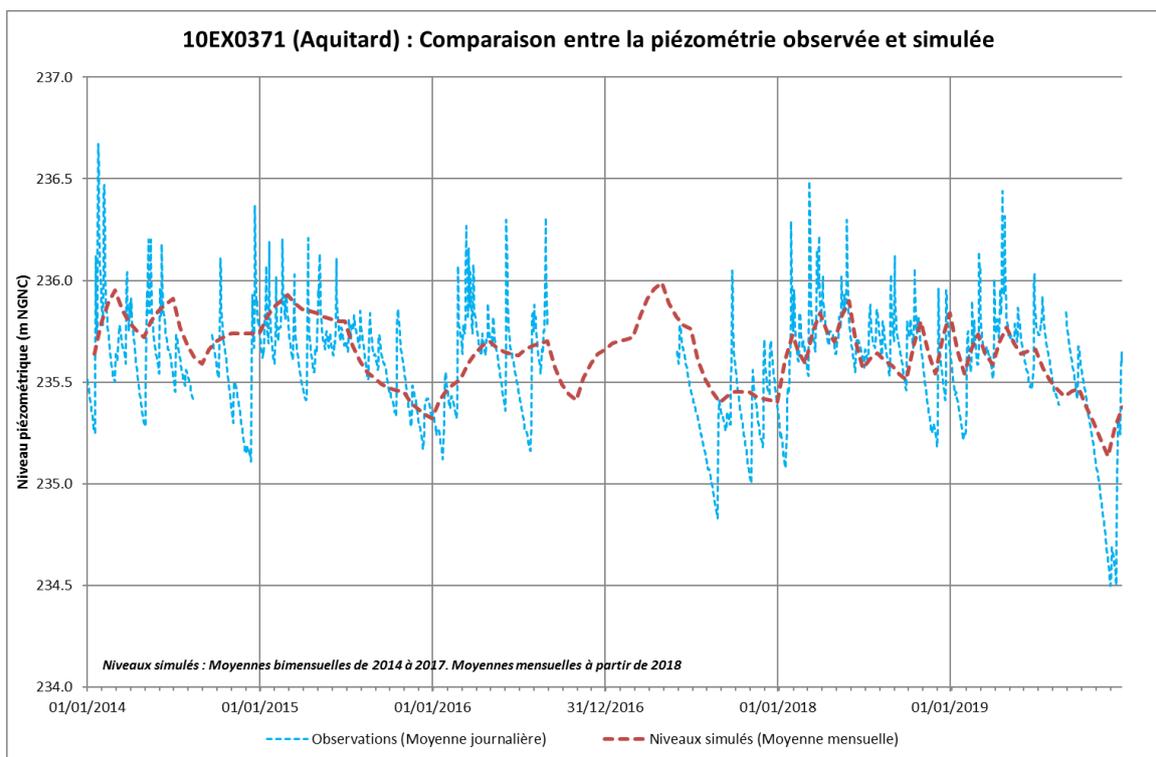


Figure 108 : 10EX0371 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

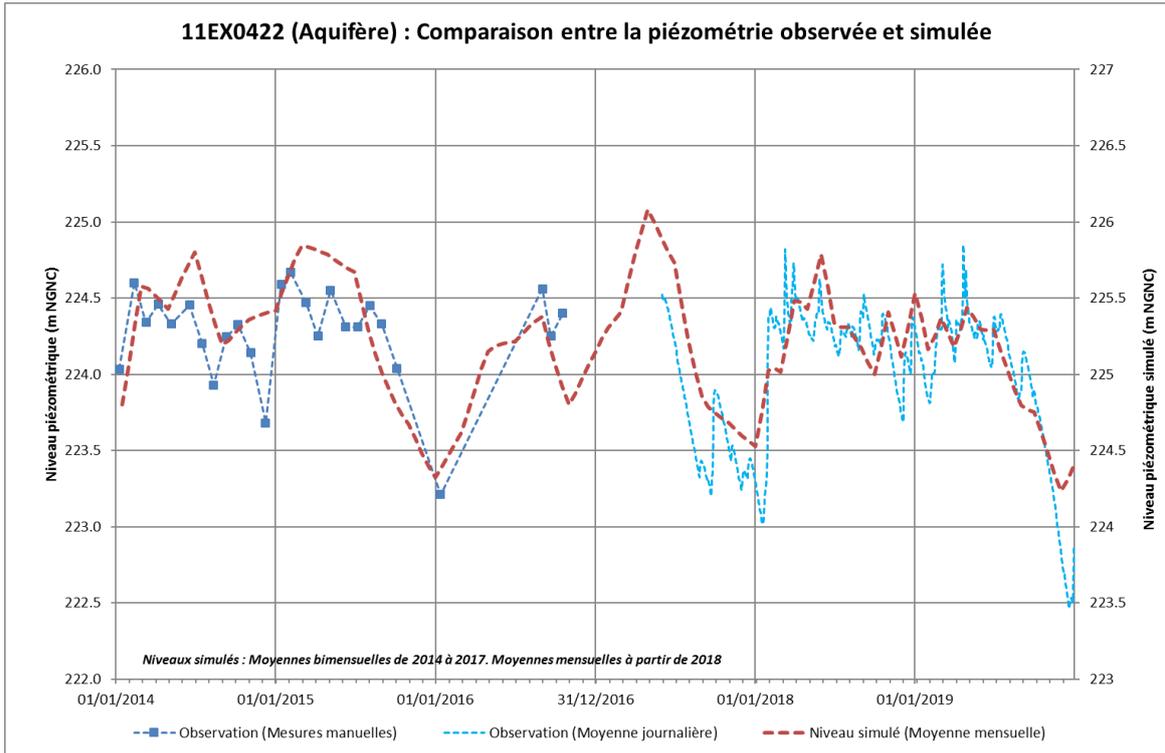


Figure 109 : 11EX0422 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

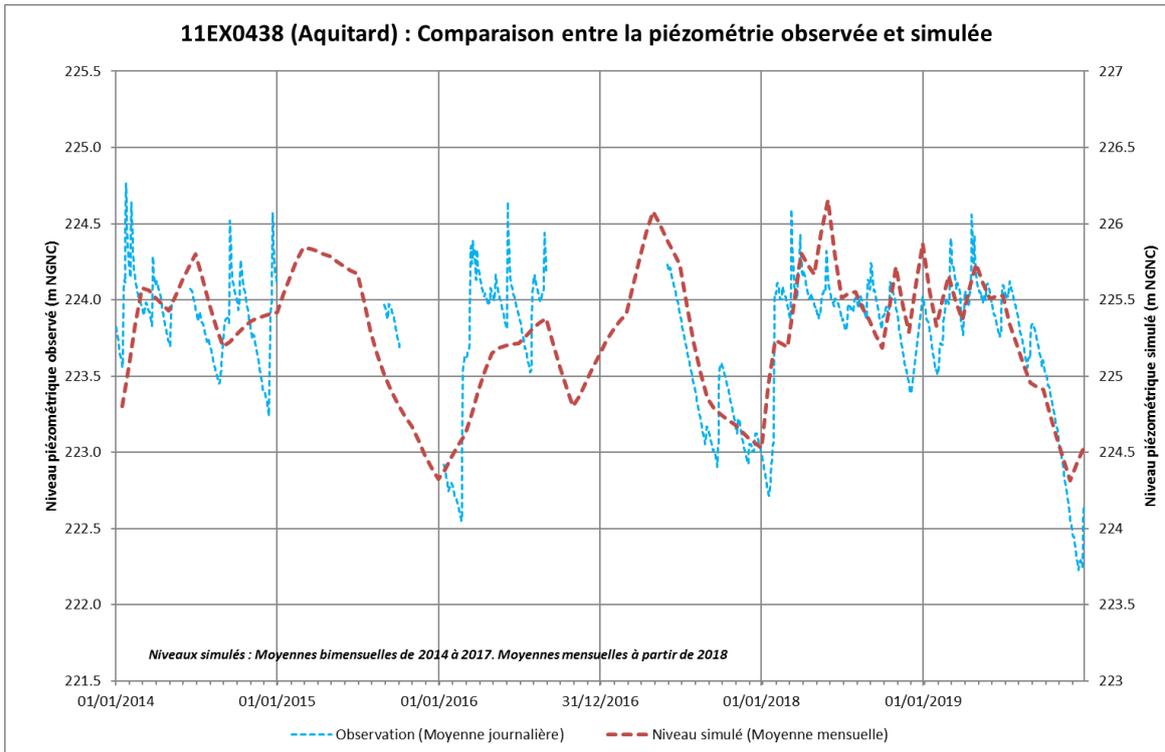


Figure 110 : 11EX0438 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

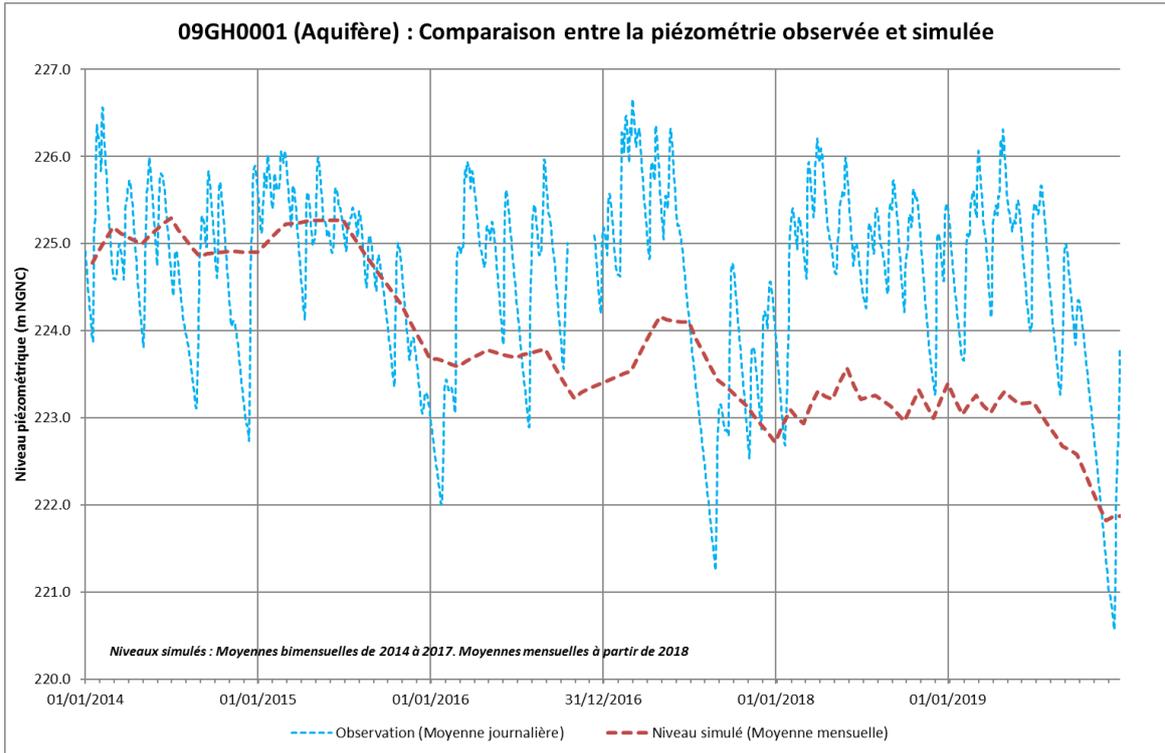


Figure 111 : 09GH0001 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

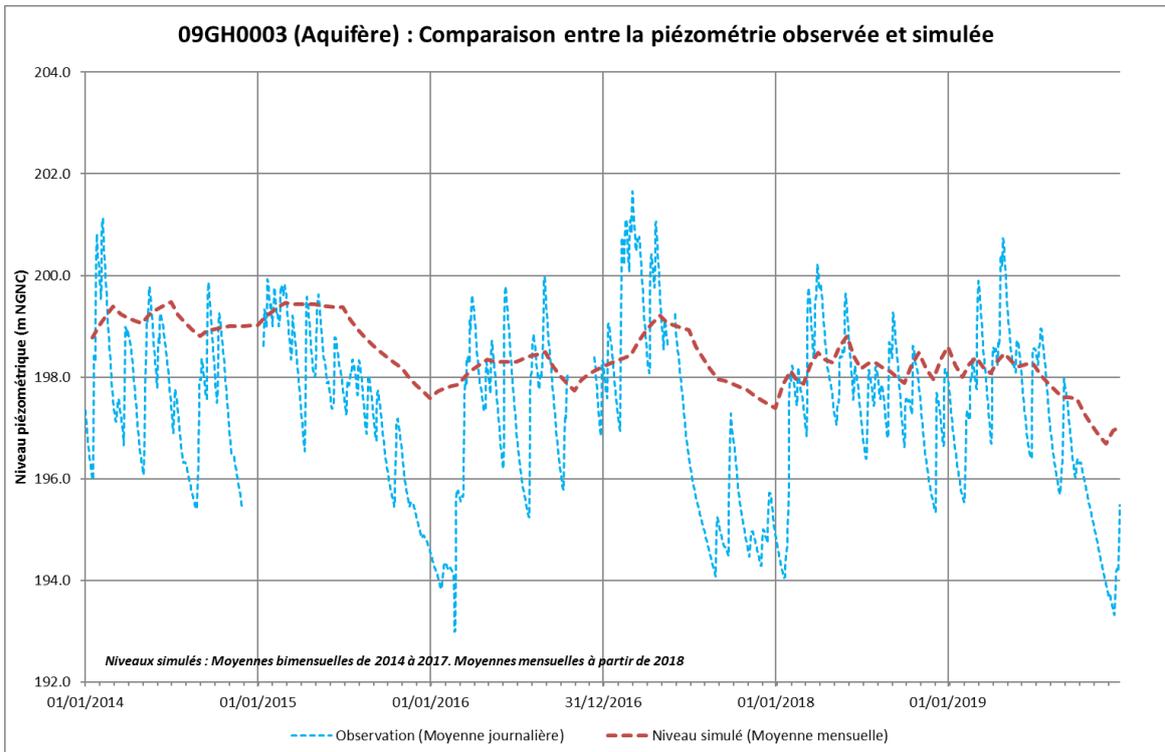


Figure 112 : 09GH0003 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

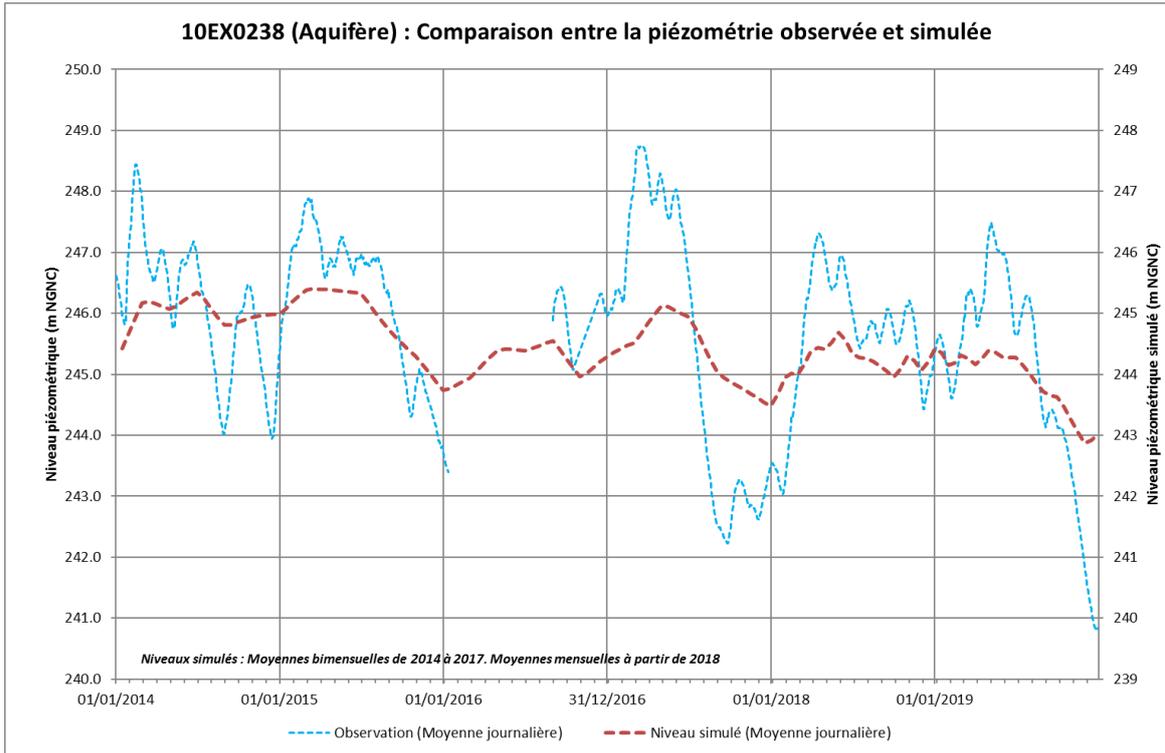


Figure 113 : 10EX0238 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

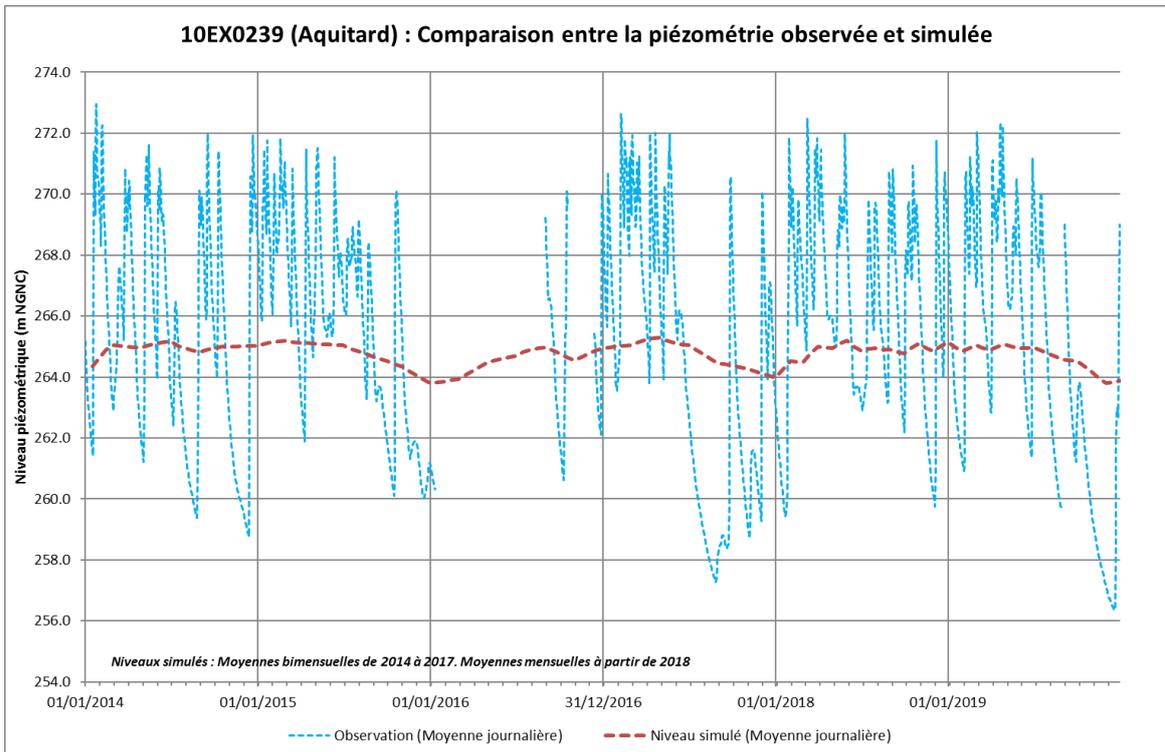


Figure 114 : 10EX0239 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

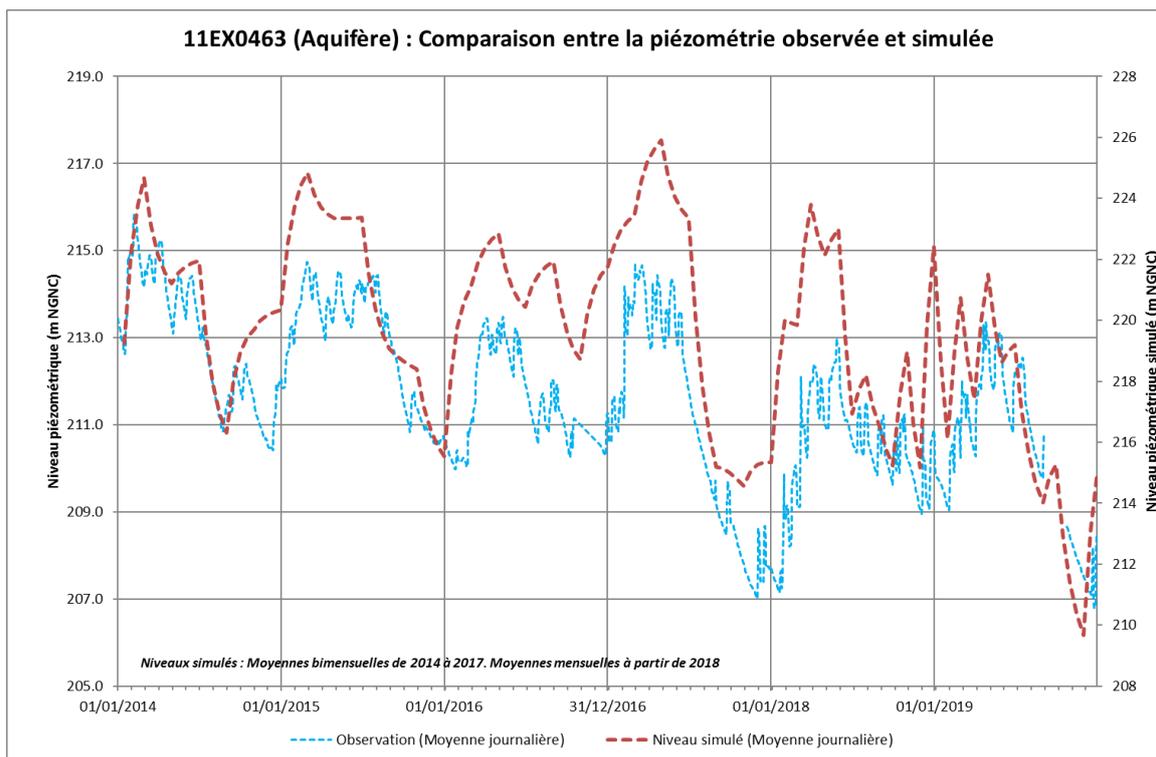


Figure 115 : 11EX0463 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

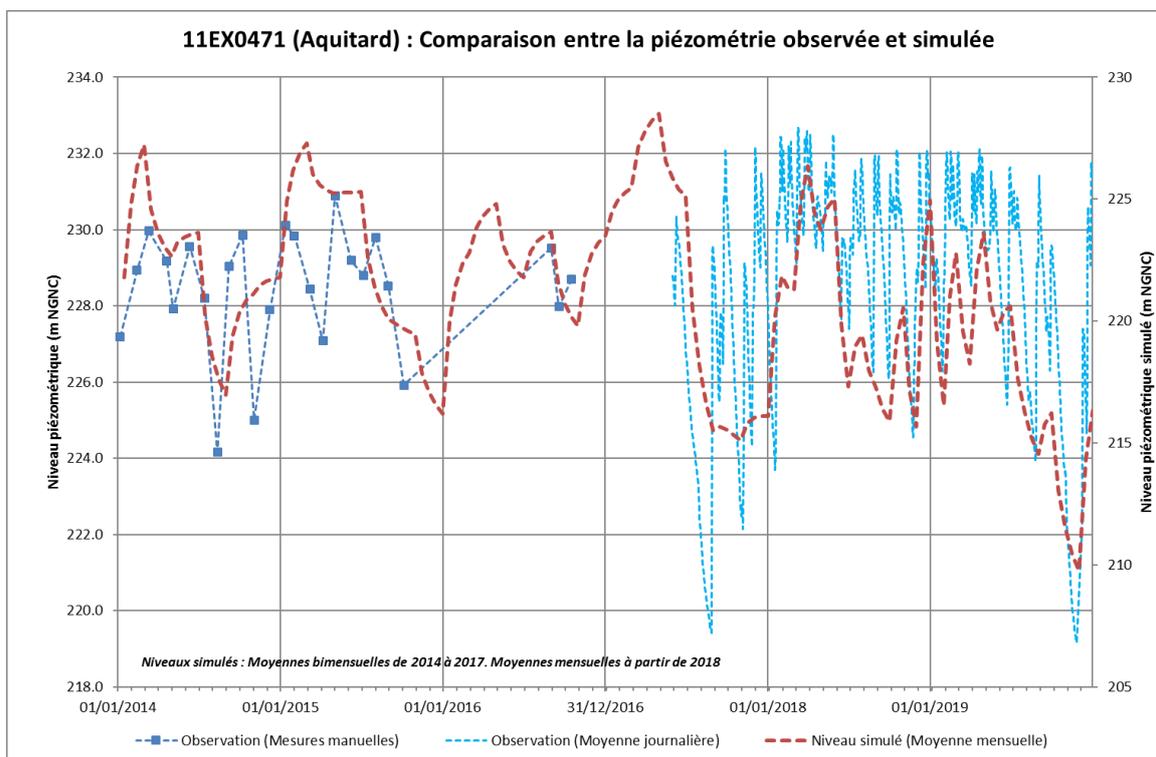


Figure 116 : 11EX0471 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

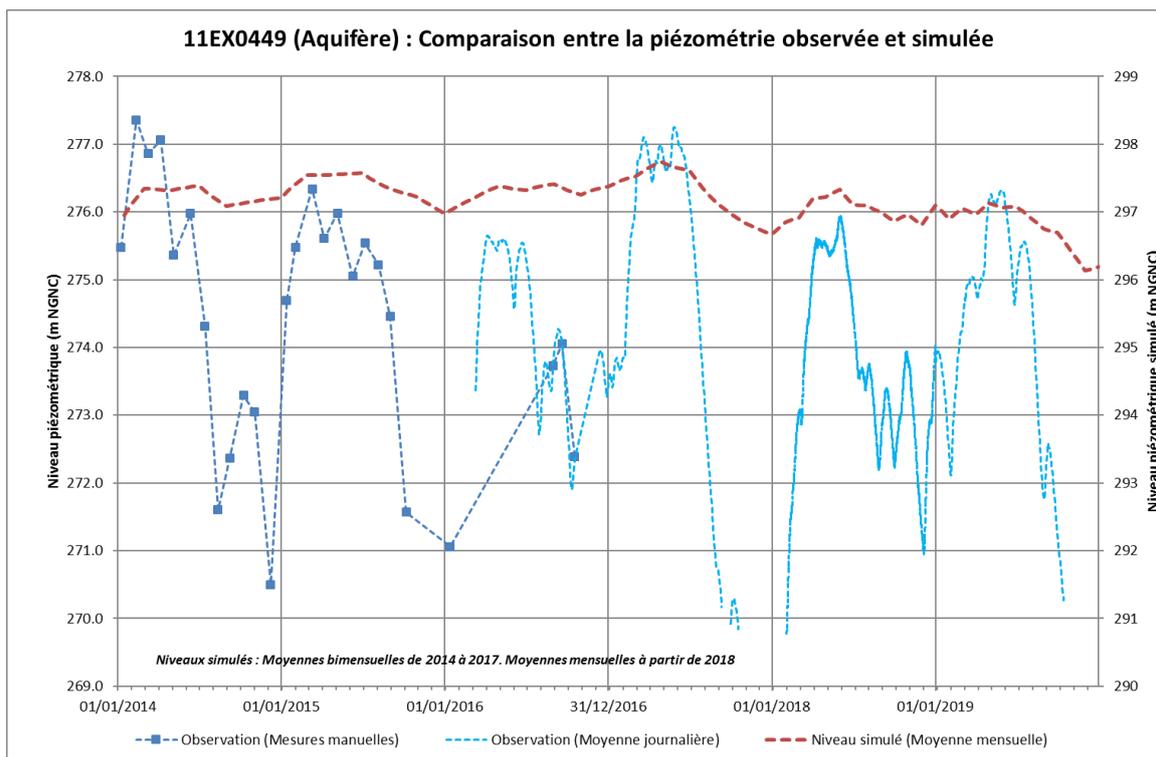


Figure 117 : 11EX0449 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

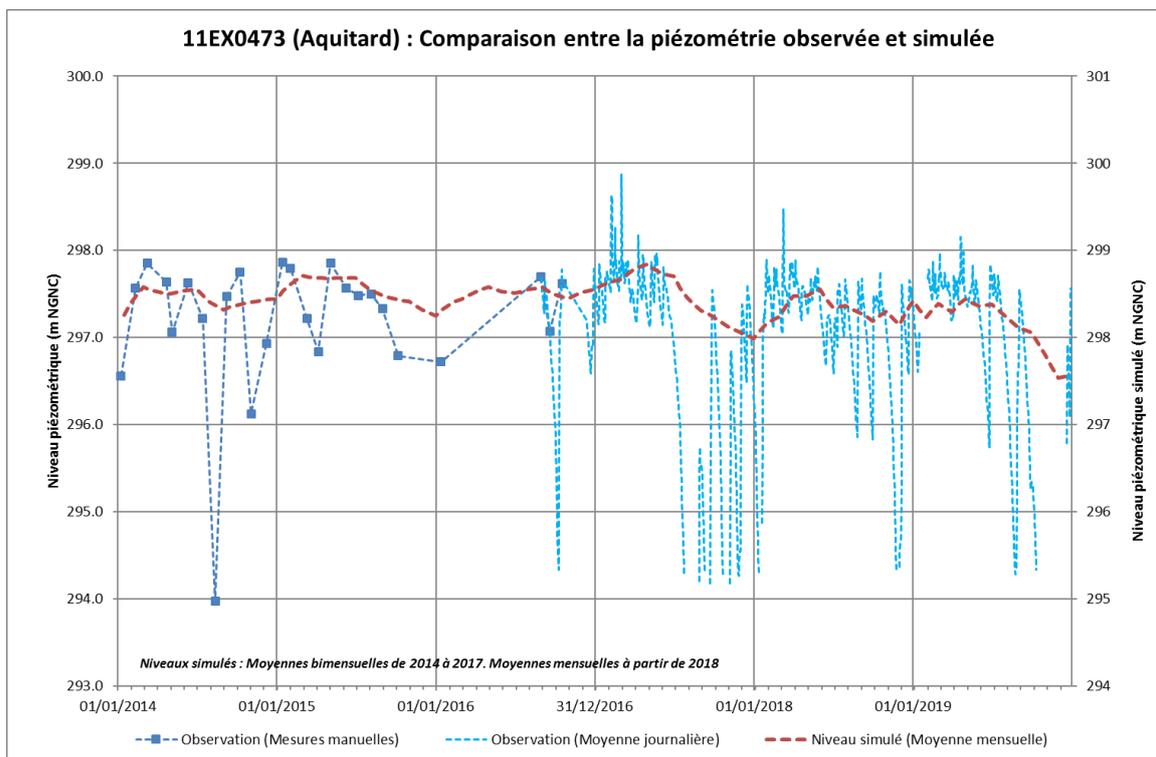


Figure 118 : 11EX0473 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

6 SUIVI DU MILIEU MARIN

➤ cf. Article D6 des prescriptions techniques de l'AEM

La surveillance du milieu marin dans la zone d'influence globale du complexe VNC et des zones témoins est effectuée sur la base de quatre groupes d'indicateurs physico-chimiques et biologiques, donnant des indications ponctuelles ou intégrées.

- Indicateurs physico-chimiques de la qualité de l'eau de mer de la colonne d'eau ;
- Indicateurs physico-chimiques des matières en suspension (MES) et des sédiments :
 - Flux de MES en circulation ;
 - Géochimie des sédiments ;
 - Taux de sédimentation ;
- Bioindicateurs de l'état des peuplements récifaux et des populations associées ;
- Suivi de l'herbier de phanérogames de la baie Kwé.

Le plan de suivi de l'état du milieu marin a été élaboré en collaboration avec les autorités de tutelles et leurs conseillers scientifiques (DIMENC et DENV) à partir des études océanographiques existantes, des données de suivi de zones témoins, des états initiaux, des études d'impacts et de l'analyse des pressions exercées sur le milieu marin par l'ensemble des activités de VNC.

Ce chapitre est consacré à l'incidence des activités minières sur la baie de Kué (Arrêté n°2698-2016 du 30 septembre 2016). Il ne concerne donc qu'une partie du plan de surveillance global des activités de VNC dont les bilans sont réalisés puis transmis tous les semestres à la DIMENC.

6.1 Plan de suivi de la baie Kwé

6.1.1 Stations suivies

Les bassins versants sous l'influence des activités minières (et par lesquels s'exerce une pression sur le milieu marin) débouchent dans la baie Kwé. Elle n'est pas sous l'influence de l'usine ou du port.

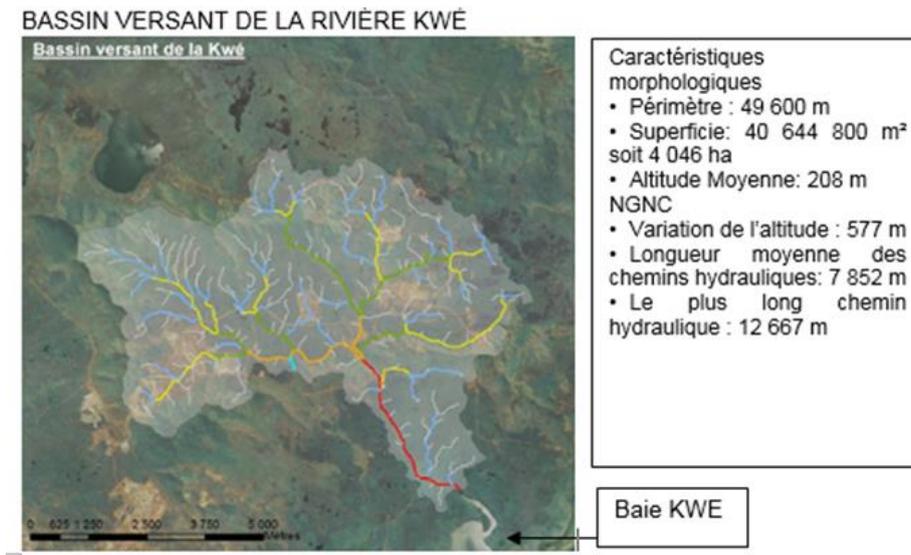


Figure 119 : Caractéristiques morphologiques du bassin versant de la rivière Kwé qui influence le milieu marin au niveau de la baie Kwé

La baie de Port Boisé située à l'ouest de la baie Kwé n'est pas sous influence minière mais elle présente des caractéristiques proches dans une hydro-région marine similaire à celle de la baie Kwé. Celle-ci est suivie comme zone témoin et nous présentons donc les stations de suivi dans cette baie, en plus des suivis en baie Kwé (Méthodologie de suivi BACI : Before / After & Control / Impact).

6.1.1.1 Localisation des points de prélèvement règlementaire de l'eau de mer et des sédiments

Les coordonnées géographiques des points de prélèvement sont indiquées dans le tableau suivant, ainsi que la profondeur du lagon. Les prélèvements d'eau sont effectués à trois profondeurs : en surface, à mi profondeur et au fond.

Trois échantillons d'eau sont prélevés pour chaque point, à chaque mission. Les cartes de la Figure 120 présentent les positionnements de ces points.

Tableau 61 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie Kwé et dans la baie témoin de Port boisé (Référentiel WGS-84)

Localisation	Station	Longitude E	Latitude S	Profondeur (en m)	Nombre de prélèvements
Baie Kwé	St06	166° 59,112	22° 20,830	20	3
Baie de Port Boisé	St03	166° 58,010	22° 21,190	29	3

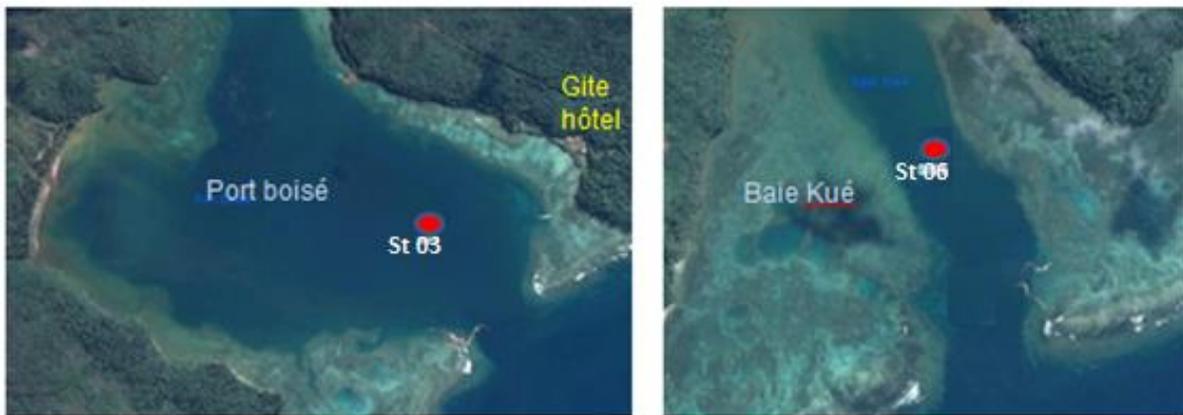


Figure 121 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie témoin de Port boisé (St 03) et en baie Kwé (St 06)

6.1.1.2 Stations de surveillance de la santé des écosystèmes : suivi des peuplements récifaux, de invertébrés et des poissons

Cette surveillance est effectuée sur la station « sentinelle fixe » ST08–PUKA. Le tableau 62 et la Figure 122 montrent son point d'implantation.

La station ST08 est implantée dans la zone d'influence des eaux sortantes de la baie Kwé.

Les modélisations ont montré que le panache issu de la rivière Kwé, notamment lors des crues, s'oriente préférentiellement vers la zone d'estuaire nord-ouest de la baie Kwé, puis vers la face ouest de la baie et la pointe Puka. De plus les eaux de la baie de Port Boisé (et notamment celles qui subissent l'influence des effluents en provenance de l'hôtel à marée sortante), peuvent atteindre cette station qui supporte l'ensemble des pressions possibles. Cette station supporte aussi les effets mécaniques de la houle lors des cyclones tropicaux et les effets chimiques des influences terrigènes pluviales.

C'est une station « sentinelle » judicieusement choisie et qui subit de nombreuses pressions, dont celle des panaches issus de la baie Kwé.

Tableau 63 : Localisation de la station ST08 de suivi des écosystèmes coralliens (RGNC 91)

Localisation	Station	Longitude	Latitude	Profondeur
Récif Pointe Puka	ST08	166°58.566	22°21.243	12m

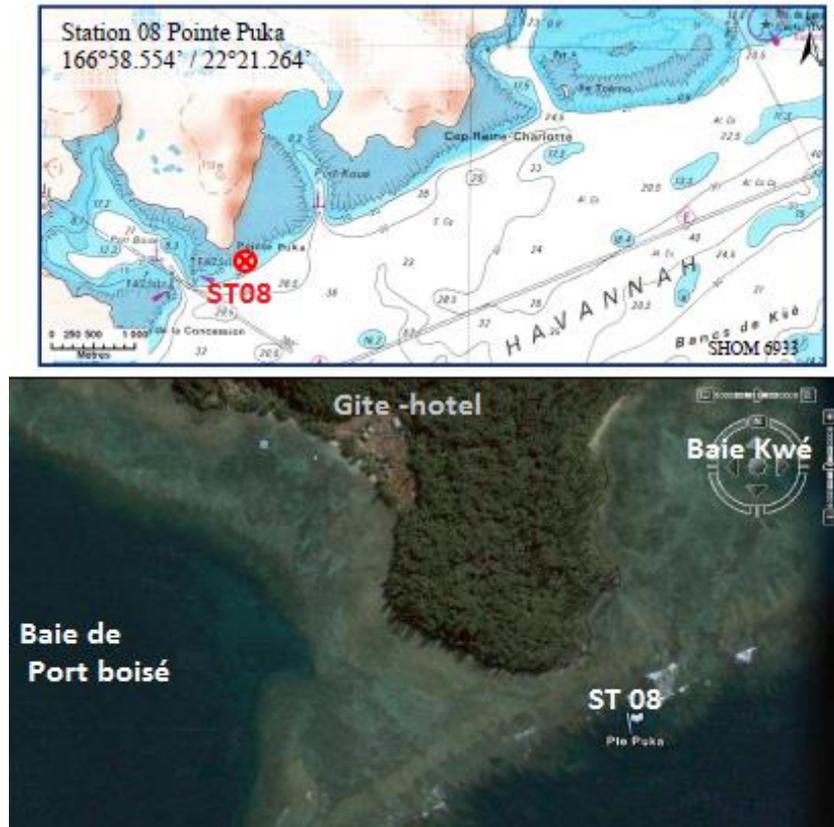


Figure 122 : Localisation de la station ST 08 de suivi des écosystèmes coralliens en zone affectée par les panaches issus de la Baie Kwé

Une station fixe sous-marine est habituellement constituée de trois *transects* fixes délimités sur le fond par des piquets implantés et entretenus à chaque visite (Figure 124). Elle est comparable à « un jardin » sous-marin fixe bien délimité qui est inspecté tous les six mois. La fidélisation des biologistes qui plongent plusieurs fois par an sur les stations permet de limiter les biais interprétatifs. P08 est suivie depuis 2007.

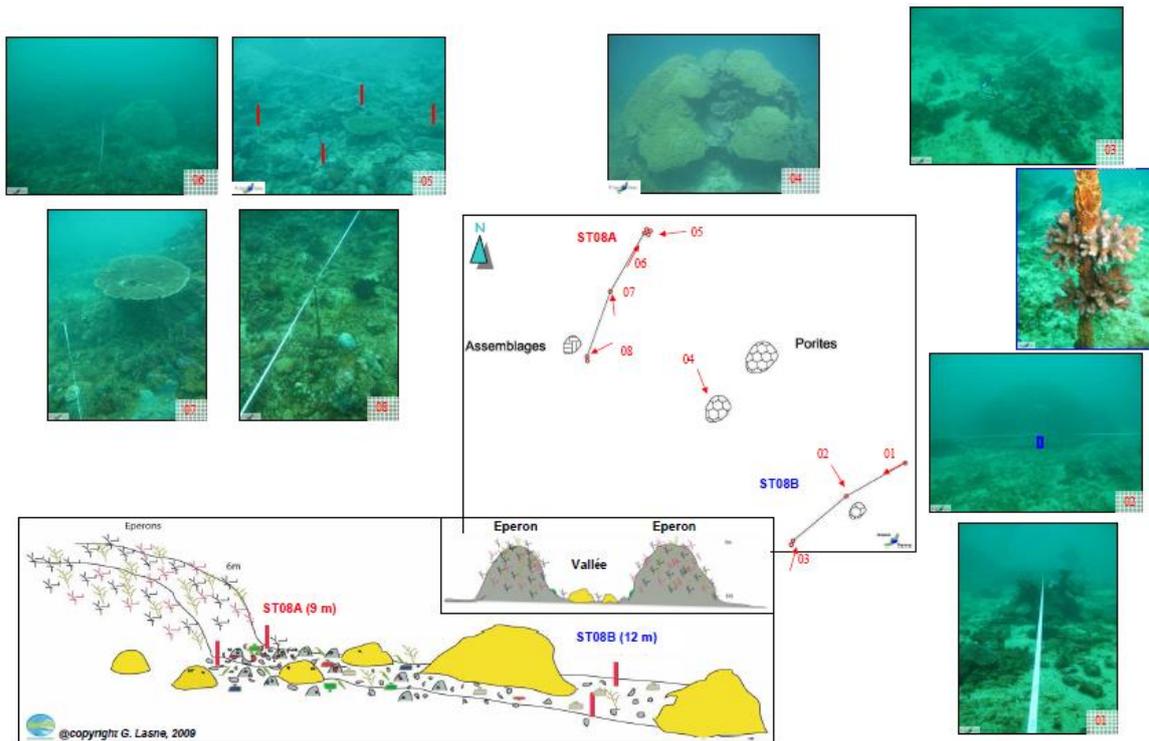


Figure 123 : Schéma structural de la station ST 08- PUKA

6.1.1.3 Surveillance de l'herbier de la baie Kwé

Le Tableau 64 indique les zones de surveillance de l'herbier de la baie Kwé.

Tableau 64 : Position des quadras de suivi de l'herbier, référentiel RGNC 91-93 LAMBERT

Station	Latitude S	Longitude E	Distance à la cote	Profondeur
Station 01 = HE 01 (Est)	501 835	206 345	62 m	0,5 m
Station 02 = HO 02 (Ouest)	500 885	205 902	220m	0,5 m
Station 03 = HE03 (Est)	501 800	206 274	145m	0,5 m
Station 04 = HO 04 (Ouest)	501 150	205 871	480	0,5 m

La Figure 124 présente la baie Kwé au niveau de l'implantation d'un herbier de part et d'autre de son chenal central ainsi que les quatre stations de surveillance de cet herbier.



Figure 124 : Quadras de suivi de l'herbier en baie Kwé

6.1.2 Indicateurs suivis et fréquence

6.1.2.1 Indicateurs biologiques des écosystèmes coralliens et des populations associées

Les indicateurs biologiques suivis sont les suivants :

- le substrat : 28 items du suivi continu du substrat (méthode LIT) ;
- les poissons : nombre, densité et biomasse sur liste restreinte imposée ;
- le macro-benthos : sur des couloirs de 100m².

Ces indicateurs sont suivis à fréquence semestrielle.

6.1.2.2 Indicateurs biologiques pour le suivi de l'herbier de la baie Kwé

Selon la méthodologie du guide de suivi du lagon calédonien (CNRT / ZoNeCo 2011), les indicateurs suivis sont les suivants :

- la composition spécifique (la biodiversité) ;
- le recouvrement du substrat en % ;
- la densité de chaque espèce inventoriée par m².

Le suivi est réalisé tous les 3 ans. Aucun suivi n'a été réalisé en 2019. Le prochain suivi sera effectué en 2020. Ce chapitre ne présente donc aucun résultat ni analyse sur cet indicateur.

6.1.2.3 Indicateurs physico-chimiques

Les paramètres suivis dans la colonne d'eau, les sédiments (suivi : taux de sédimentations et suivi : qualité des sédiments) et les flux particuliers sont identifiés dans le Tableau 65.

Les métaux indicateurs terrigènes sont : Co, Mn, Ni, Cr et Cr (VI) ; le Fe n'est pas corrélé.

La température, la salinité, la fluorescence (liée à la chlorophylle) et la turbidité sont observés en « continu » de la surface jusqu' au fond par immersion d'une sonde multiparamétrique.

Toute tendance qui pourrait évoluer vers un changement du milieu supérieur aux variations saisonnières (ou aux incertitudes méthodologiques) est notée et encadrée pour un suivi attentif de ce paramètre lors des missions suivantes. En cas de confirmation d'une modification significative du milieu la conclusion du rapport indiquerait bien ce fait.

6.2 Résultats des suivis de l'année 2019

Les suivis qualitatifs et quantitatifs qui concernent les trois stations réglementaires à suivre dans le cadre de l'arrêté d'autorisation d'exploitation minière sont les suivants :

- Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau de mer et des sédiments (flux de particules) ;
- Suivi de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.

6.2.1 Valeurs réglementaires et états de référence

Pour la surveillance du milieu marin il n'y a pas de dépassement de seuils réglementaires proprement dits, il ne s'agit pas d'émissions sujettes à des seuils² mais il s'agit de la surveillance de la santé des écosystèmes et de la qualité du milieu récepteur (eau et sédiments) par rapport à leur état de référence et par comparaison avec des zones témoins (**Méthode BACI**).

Les états initiaux (de référence) évalués avant le développement du projet Vale Nouvelle-Calédonie servent de référence. Les études des états initiaux du milieu marin ont débuté en 1994 et se sont renforcées dès 2000. Les états de référence doivent bien intégrer la variabilité saisonnière qui peut être importante sur certains paramètres. Les dépressions tropicales fortes et cyclone ont une influence majeure sur le lagon et tous ses paramètres. Une station météorologique a été installée sur le Récif Ioro afin de corréliser les données météorologiques avec les résultats des suivis.

Les bases de données (issues des missions de suivis antérieures) permettent une analyse des tendances évolutives.

Méthode de suivi BACI (Before / After & Control / Impact)

Pour cette raison la Baie de Port-Boisé (St03) est suivie en parallèle de la baie Kwé (St 06) et les conclusions quant à l'évolution de la baie Kwé ne peuvent pas se résumer à une comparaison Before/After, elles doivent aussi tenir compte de l'évolution temporelle de la Baie de Port-Boisée, son homologue.

² *Le guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie, élaboré en 2011 par ZONECO/CNRT présente des grilles de lecture ainsi que des références bibliographiques certains types d'indicateurs, il peut servir de guide, mais en aucun cas de références « seuils », avec toutes les recommandations interprétatives qu'il préconise, et à conditions de conserver exactement la même méthodologie de suivi que celle utilisée pour les grilles proposées par le guide.*

6.2.2 Conditions météorologiques

Les données météorologiques, notamment les précipitations, ont une influence directe sur la physico-chimie des eaux et sur la concentration en métaux dissous.

Entre le 19 et 21 février 2019, il faut noter le passage au nord-est de la Grande Terre de la dépression tropicale forte OMA de catégorie 2, générant des vents entre 48 et 64 nœuds et un cumul de précipitations de 147 mm sur les 24h à la station Goro-résidu (source : bilan météorologique du 21/04/2019 de Météo-France) – cf. Figure 125.

En revanche, la campagne 2019 en saison fraîche se caractérise par de très faibles précipitations atmosphériques – cf. Figure 126.

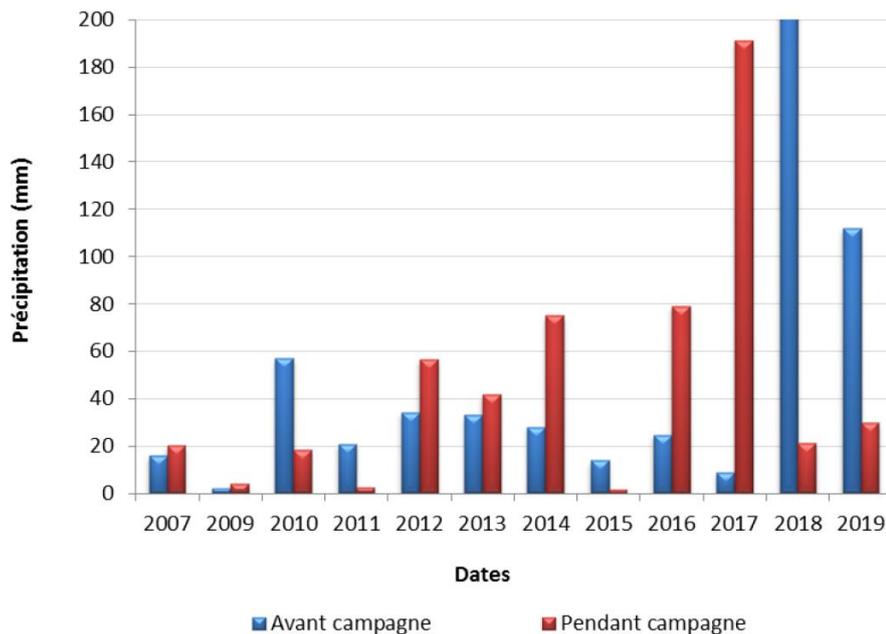


Figure 125 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2007 à 2019 en saison chaude ; données météorologiques enregistrées à la station de mesure de l'usine.

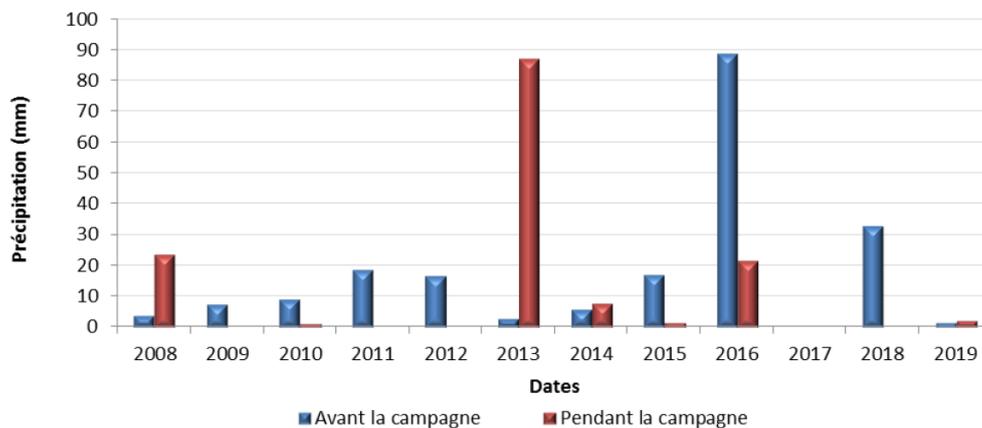


Figure 126 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2008 à 2019 en saison fraîche ; données météorologiques enregistrées à la station de mesure de l'usine.

6.2.3 Qualité physico chimique de l'eau de mer en baies Kwé et Port Boisé

Sur les stations St03 et St06, les prélèvements ont été effectués le 05 mars (S1) et le 20 août 2019 (S2).

6.2.3.1 Structure des masses d'eau

Les mesures de température, salinité, fluorescence et turbidité sont nécessaires pour déterminer la stratification verticale des masses d'eau et ont pour objectif de détecter toute modification importante des principales caractéristiques en lien ou non avec l'activité minière.

- **Température**

Au cours de la saison chaude, les profils des stations St03 et St06, considérées comme des stations des *Baies du canal*, montrent une diminution des températures dans les premiers mètres de la colonne d'eau. Cette diminution est matérialisée par une thermocline bien visible entre 5 et 7 m de profondeur où s'exerce l'influence des eaux douces des creeks.

Au cours de la saison fraîche, la température moyenne est relativement stable avec $22,23 \pm 0,08^\circ\text{C}$. Une thermocline est également visible à 5 m de profondeur.

- **Salinité**

En mars, on constate une importante dessalure en surface (0 à 5 m) attribuée à l'arrivée d'une grande quantité d'eau douce des creeks, due aux fortes pluies des jours précédant la campagne. Ces profils sont à relier aux enregistrements de température.

Lors de la campagne d'août, une couche d'eau légèrement dessalée est visible dans les 3 premiers mètres de la surface traduisant l'arrivée d'eau douce par les creeks de la baie de Port-Boisé et de la baie Kwé.

- **Fluorescence** (mesure de la chlorophylle totale)

En mars, on constate que le profil de la station St03 montre une couche entre 10 et 25 m, comprenant une intensité maximale de $1,11 \text{ mg/m}^3$ témoignant de potentiels apports phyto-planctoniques.

En août, le constat qui peut être fait est que l'intensité de la fluorescence aux deux stations est croissante avec la profondeur.

- **Turbidité**

En mars, le passage de la dépression tropicale OMA, environ deux semaines avant la campagne, a apporté de grandes quantités de précipitations créant des profils de salinité caractérisés par une forte dessalure des eaux de surface (5m).

En août, il est important de retenir qu'aucune couche turbide de profondeur n'est observée. Egalement, un phénomène d'halocline est visible dans la couche de surface aux deux stations, comme conséquence de la stratification des eaux.

6.2.3.2 Concentration en éléments majeurs, valeurs de pH, et MES

Lors de la campagne de mars, les concentrations de surface en Cl, Ca, K, Na, Mg sont légèrement inférieures à la moyenne globale. Les diminutions enregistrées par rapport aux précédentes campagnes sont probablement à mettre en relation avec les apports en eaux douces générées par la dépression OMA.

Le pH moyen ne diffère que très peu ($8,2 \pm 0,1$), et est proche de celui obtenu lors de la campagne précédente de Mars 2018.

Les concentrations en MES mettent en évidence les apports terrigènes dus aux mauvaises conditions météorologiques (fortes précipitations) des jours précédant la campagne. La distribution verticale en MES observée sur les deux stations est corrélée aux profils de turbidité.

Tableau 66 : Concentration en éléments majeurs, valeurs du pH et concentrations de MES lors de la campagne semestrielle de mars 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST06 et ST03

Station	Niveau	Éléments majeurs, pH et MES (mg/L)							
		Ca	K	Mg	Na	Cl	SO4	MES	pH
St03	S	432	443	11699	1473	17014	2735	0,734	8,1
	M	472	483	12680	1573	19792	2850	0,592	8,2
	F	506	521	13241	1676	19792	2805	1,169	8,2
St06	S	375	377	10466	1302	15972	2700	0,581	8,2
	M	504	534	13384	1702	19444	2770	0,547	8,1
	F	501	529	13347	1676	19444	2770	1,294	8,2

Tableau 67 : Comparaison des concentrations de MES entre la campagne de mars 2018 et mars 2019

Station	Niveau	MES (mg/L)	
		mars-18	mars-19
St03	S	0,522	0,734
	M	0,333	0,592
	F	1,282	1,169
St06	S	0,64	0,581
	M	0,453	0,547
	F	1,088	1,294

Lors de la campagne d'août, les résultats indiquent que les éléments majeurs et pH restent semblables aux précédentes campagnes et sont remarquablement homogènes sur les deux stations.

Les concentrations en MES sont relativement homogènes. C'était également le cas en 2018.

Tableau 68 : Concentration en éléments majeurs, valeurs du pH et concentrations de MES lors de la campagne semestrielle d'août 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST06 et ST03

Station	Niveau	Éléments majeurs et MES (mg/L)							
		Ca	K	Mg	Na	Cl	SO4	MES	pH
St03	S	436	540	1347	11509	19444	2400	0,31	8,1
	M	476	578	1468	12048	19444	2400	0,324	8,1
	F	440	549	1379	11611	18750	2400	0,096	8,1
St06	S	461	567	1423	11976	19444	2300	0,446	8,1
	M	472	581	1463	12250	19444	2450	0,27	8,1
	F	437	542	1349	11465	18750	2450	0,202	8,1

Tableau 69 : Comparaison des concentrations de MES entre la campagne d'août 2018 et août 2019

Station	Niveau	MES (mg/L)	
		août-18	août-19
St03	S	0,444	0,31
	M	0,402	0,324
	F	0,484	0,096
St06	S	0,495	0,446
	M	0,264	0,27
	F	0,33	0,202

6.2.3.3 Sels nutritifs

Les concentrations en sels nutritifs sur les deux stations concernées au cours de la campagne de suivi de mars 2019 sont présentées au Tableau 70.

Les résultats indiquent principalement :

Les résultats indiquent principalement :

- une concentration en nitrate et nitrite de 2,66 $\mu\text{mol/L}$ en surface de la station St06. Cette valeur est largement inférieure à 20 μmol , valeur de référence pour les milieux évoluant vers une probable eutrophisation, préconisée dans le guide CNRT/ZoNéCo de 2011.
- L'ammonium est plus concentré dans les eaux de surface.
- Les phosphates sont présents en profondeur à la station St03.
- Des concentrations particulièrement élevées à l'embouchure de la Kwé (20,3 $\mu\text{mol/L}$) et en surface de la colonne d'eau sur Port-Boisé.

Tableau 70 : Concentration des sels nutritifs lors de la campagne semestrielle de mars 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST03 et ST06

Station	Niveau	Sels nutritifs (µmol/L)			
		NO3 + NO2	NH4	PO4	SiO4
St03	S	0,412	0,497	<0,050	11,84
	M	0,15	0,196	<0,050	1,86
	F	0,42	0,286	0,08	1,94
St06	S	2,966	0,718	<0,050	20,33
	M	0,219	0,188	<0,050	1,99
	F	0,305	0,223	<0,050	1,63

Tableau 71 : Comparaison des concentrations en sels nutritifs entre la campagne de mars 2018 et mars 2019

Station	Niveau	Sels nutritifs (µmol/L)							
		NO3 + NO2		NH4		PO4		SiO4	
		mars-18	mars-19	mars-18	mars-19	mars-18	mars-19	mars-18	mars-19
St03	S	0,149	0,412	0,144	0,497	<0,05	0,052	10,69	11,84
	M	0,417	0,15	0,249	0,196	0,057	<0,050	1,28	1,86
	F	0,798	0,42	0,214	0,286	0,112	<0,050	1,48	1,94
St06	S	0,842	2,966	0,31	0,718	0,062	<0,050	9,8	20,33
	M	0,401	0,219	0,007	0,188	0,068	<0,050	1,47	1,99
	F	0,502	0,305	0,415	0,223	0,052	<0,050	1,53	1,63

Les concentrations en sels nutritifs sur les stations St03 et St06 au cours de la campagne de suivi d'août sont indiquées dans le Tableau 72.

On peut constater que :

- la présence de nitrate et de nitrite est variable dans la colonne d'eau ;
- les concentrations des sels nutritifs restent globalement dans le même ordre de grandeur que les précédents suivis à la même saison.

Tableau 72 : Concentration des sels nutritifs lors de la campagne semestrielle d'août 2019 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) – Stations : ST03 et ST06

Station	Niveau	Sels nutritifs (µmol/L)			
		NO3 + NO2	NH4	PO4	SiO4
St03	S	<0,050	0,431	<0,050	2,27
	M	0,399	0,123	<0,050	1,79
	F	0,059	0,307	<0,050	1,37
St06	S	0,209	0,132	<0,050	1,33
	M	<0,050	0,375	<0,050	1,13
	F	<0,050	0,042	<0,050	1,21

Tableau 73 : Comparaison des concentrations en sels nutritifs entre la campagne d'août 2018 et août 2019

Station	Niveau	Sels nutritifs (µmol/L)							
		NO3 + NO2		NH4		PO4		SiO4	
		août-18	août-19	août-18	août-19	août-18	août-19	août-18	août-19
St03	S	<0,050	<0,050	0,125	0,431	<0,050	<0,050	10,154	2,27
	M	<0,050	0,399	0,091	0,123	0,08	<0,050	1,654	1,79
	F	<0,050	0,059	0,062	0,307	<0,050	<0,050	1,012	1,37
St06	S	0,456	0,209	0,208	0,132	<0,050	<0,050	1,7	1,33
	M	0,519	<0,050	0,082	0,375	<0,050	<0,050	1,514	1,13
	F	0,116	<0,050	0,09	0,042	0,079	<0,050	1,581	1,21

6.2.3.4 Métaux dissous

Les valeurs des concentrations en métaux dissous issues de la campagne de mars sont présentées dans le Tableau 74.

Les concentrations en métaux dissous pour les deux stations présentent une relative variabilité inter-campagne, notamment au niveau des couches de surface.

Les concentrations en As ne présentent pas de distribution particulière du fait de son ubiquité dans l'environnement marin calédonien.

Tableau 74 : Concentration en métaux dissous (campagne de mars 2019) sur ST06 et ST03

Station	Niveau	Métaux dissous (µg/L)										
		As	Cd	CrVI	Cr Total	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
ST03	S	1,31	<0,025	2,02	2,68	0,217	<0,025	<0,059	0,34	2,014	0,133	<1,00
	M	2,08	<0,025	0,211	0,228	0,033	<0,025	<0,059	0,255	0,265	<0,100	<1,00
	F	1,86	<0,025	0,191	0,23	<0,027	<0,025	<0,059	0,252	0,195	<0,100	<1,00
ST06	S	1,64	<0,025	4,2	4,24	0,164	<0,025	<0,059	2,585	2,734	0,202	1,485
	M	1,88	<0,025	0,279	0,43	<0,027	<0,025	<0,059	0,31	0,26	0,125	<1,00
	F	2,09	<0,025	0,193	0,264	0,027	<0,025	<0,059	0,205	0,197	<0,100	<1,00

Tableau 75 : Comparaison des concentrations en arsenic entre la campagne de mars 2018 et mars 2019

Station	Niveau	As (µg/L)	
		mars-18	mars-19
St03	S	1,3	1,31
	M	1,5	2,08
	F	1,6	1,86
St06	S	1,3	1,64
	M	1,7	1,88
	F	1,7	2,09

D'un point de vue de la distribution verticale des concentrations de métaux dissous (cf. Figure 127):

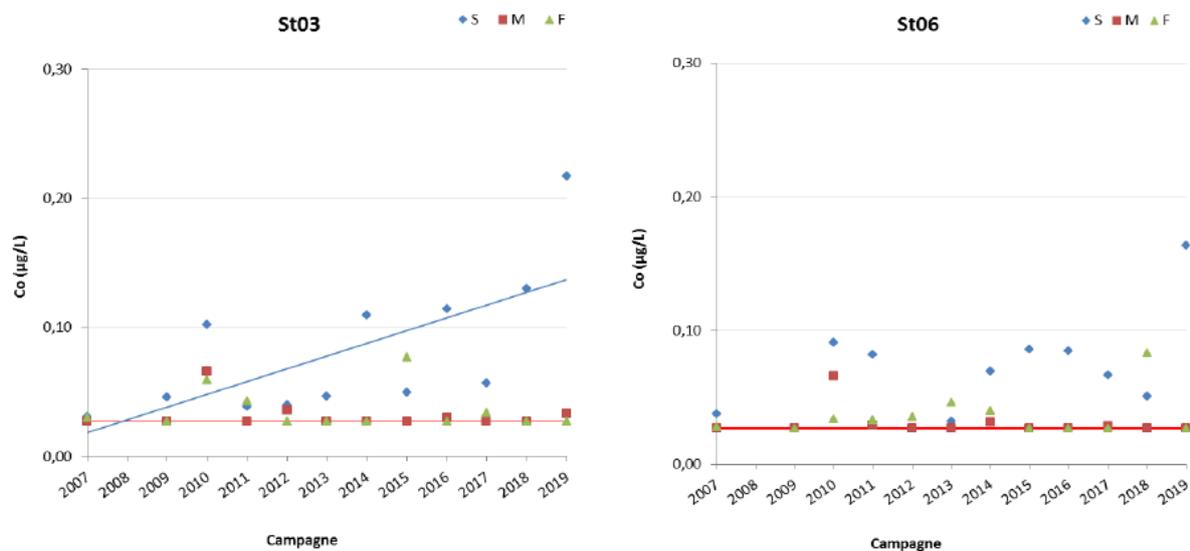
Aucune concentration de Cd n'a été mesurable lors de cette campagne, ce métal n'étant présent qu'à l'état d'ultra-traces dans les roches latéritiques du Sud calédonien, le fonds géochimique est infinitésimal.

Les concentrations en Co sont souvent supérieures aux valeurs de l'état de référence de 2007, notamment pour les eaux de surface.

On distingue une légère augmentation des concentrations en CrVI dans les eaux de surface avec des concentrations se distribuant de manière croissante aux stations St03 ($R^2=0,595$) et dans une moindre mesure St06 ($R^2=0,292$). Au niveau de ces deux stations, les concentrations de surface sont peu variables, à l'exception de deux concentrations maximales mesurées en 2019 de 2,02 µg/L et 4,20 µg/L, respectivement.

Les valeurs de Mn sont peu dispersées à St03 mais ne présentent aucune évolution temporelle. En revanche, à la station St06, les concentrations sont dispersées comme le traduit l'écart-type (St06-S= $0,627 \pm 0,431$ µg/L ; St06-M= $0,181 \pm 0,115$ µg/L). Les eaux de surface montrent une valeur exceptionnellement élevée = 2,59 µg/L. Une part de cette variabilité est toutefois liée au comportement intrinsèque du Mn qui dénote par sa propension à une rapide précipitation.

On constate deux valeurs fortes pour le Ni à St03-S (2,01 µg/L) et St06-S (2,73 µg/L). Les profils temporels pour le Ni sont semblables à ceux du Co, ces deux métaux d'origine terrigène ayant des comportements chimiques proches.



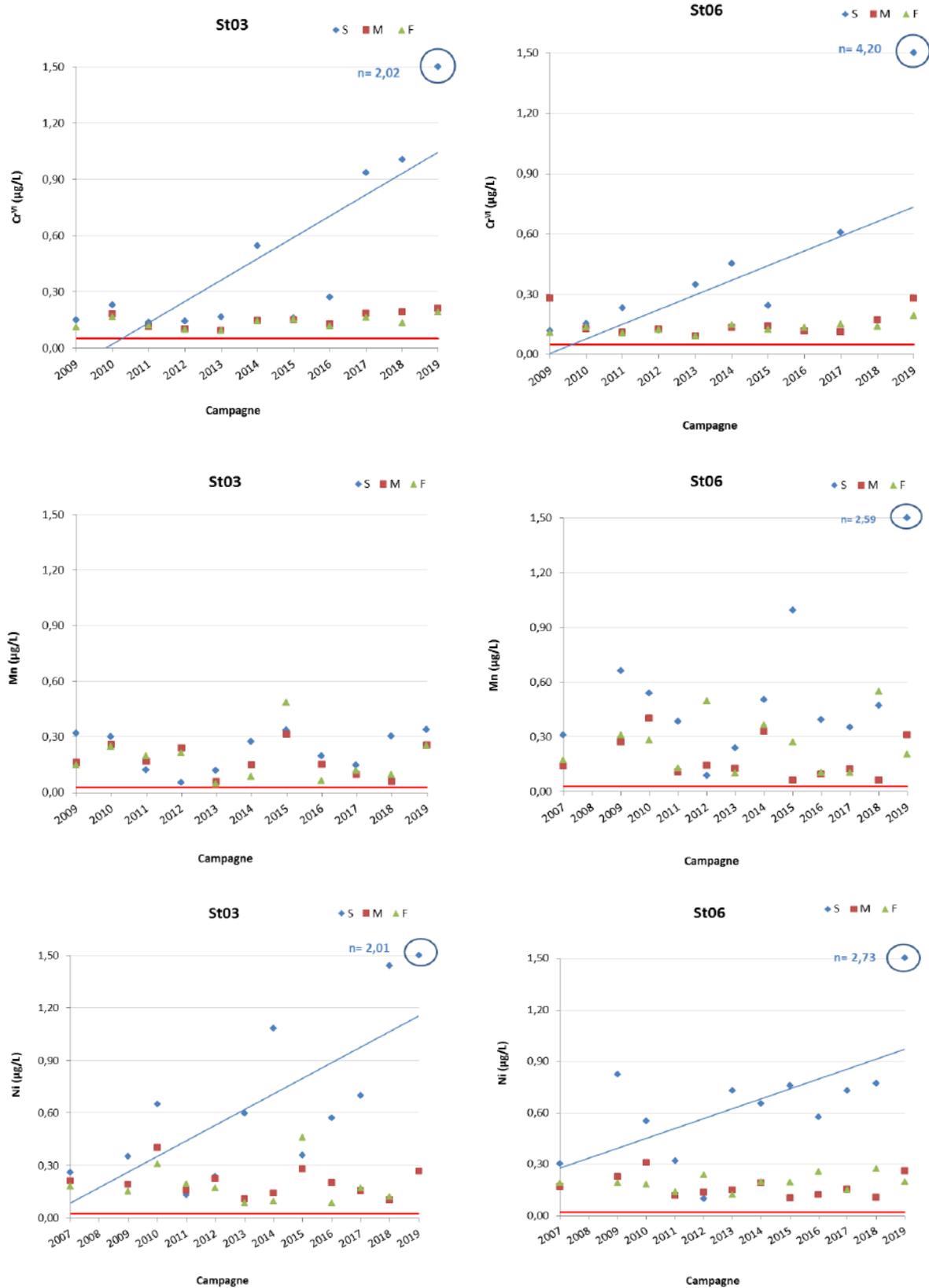


Figure 127 : Concentration en Co, CrVI, Mn, Ni dissous mesurées en sub-surface(S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux stations St03 et St06 lors des campagnes « saison chaude » (2007 à 2019). La ligne rouge représente la limite de quantification.

Les valeurs des concentrations en métaux dissous issues de la campagne d'août sont présentées dans le Tableau 76.

Tout comme pour la saison chaude, les concentrations des métaux dissous mesurées présentent une relative variabilité inter-campagne, notamment au niveau des couches de surface.

Tableau 76 : Concentration en métaux dissous (campagne d'août 2019) sur ST06 et ST03

Station	Niveau	Métaux dissous (µg/L)										
		As	Cd	CrVI	Cr Total	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
ST03	S	2,21	<0,025	0,163	0,195	<0,027	<0,025	<0,059	0,263	0,342	<0,100	<1,000
	M	2,04	<0,025	0,144	0,168	<0,027	<0,025	0,066	0,249	0,263	<0,100	<1,000
	F	2,05	<0,025	0,118	0,153	<0,027	<0,025	0,077	0,222	0,224	<0,100	<1,000
ST06	S	1,75	<0,025	0,114	0,155	<0,027	0,052	0,21	0,274	0,272	<0,100	<1,000
	M	1,89	<0,025	0,091	0,133	<0,027	<0,025	0,064	0,118	0,149	<0,100	<1,000
	F	1,86	<0,025	0,119	0,143	<0,027	<0,025	<0,059	0,102	0,126	<0,100	<1,000

Tableau 77 : Comparaison des concentrations en arsenic entre la campagne d'août 2018 et août 2019

Station	Niveau	As (µg/L)	
		août-18	août-19
St03	S	2,1	2,21
	M	1,3	2,04
	F	1,7	2,05
St06	S	1,6	1,75
	M	1,8	1,89
	F	2,1	1,86

D'un point de vue de la distribution verticale des concentrations de métaux dissous (cf. Figure 128) :

Les concentrations en Co varient essentiellement dans les eaux de surface : St03-S=0,087 ± 0,033 µg/L ; St06-S=0,090 ± 0,040 µg/L.

Pour le Mn, les concentrations varient fortement sur l'intégralité de la colonne d'eau (S=0,501 ± 0,383 µg/L ; M=0,173 ± 0,076 ; F=0,229 ± 0,142 µg/L), et plus particulièrement en 2011 et 2013. Cette variabilité se constate également en St03. Ces distributions sont liées au comportement intrinsèque du Mn qui est très fortement corrélé à la quantité de MES présente dans les eaux et aux réactions de précipitation/dissolution associées aux carbonates.

Les concentrations mesurées en As total sont relativement homogènes sur les deux stations et généralement sur toutes stations suivies. Cet élément est considéré comme ubiquiste.

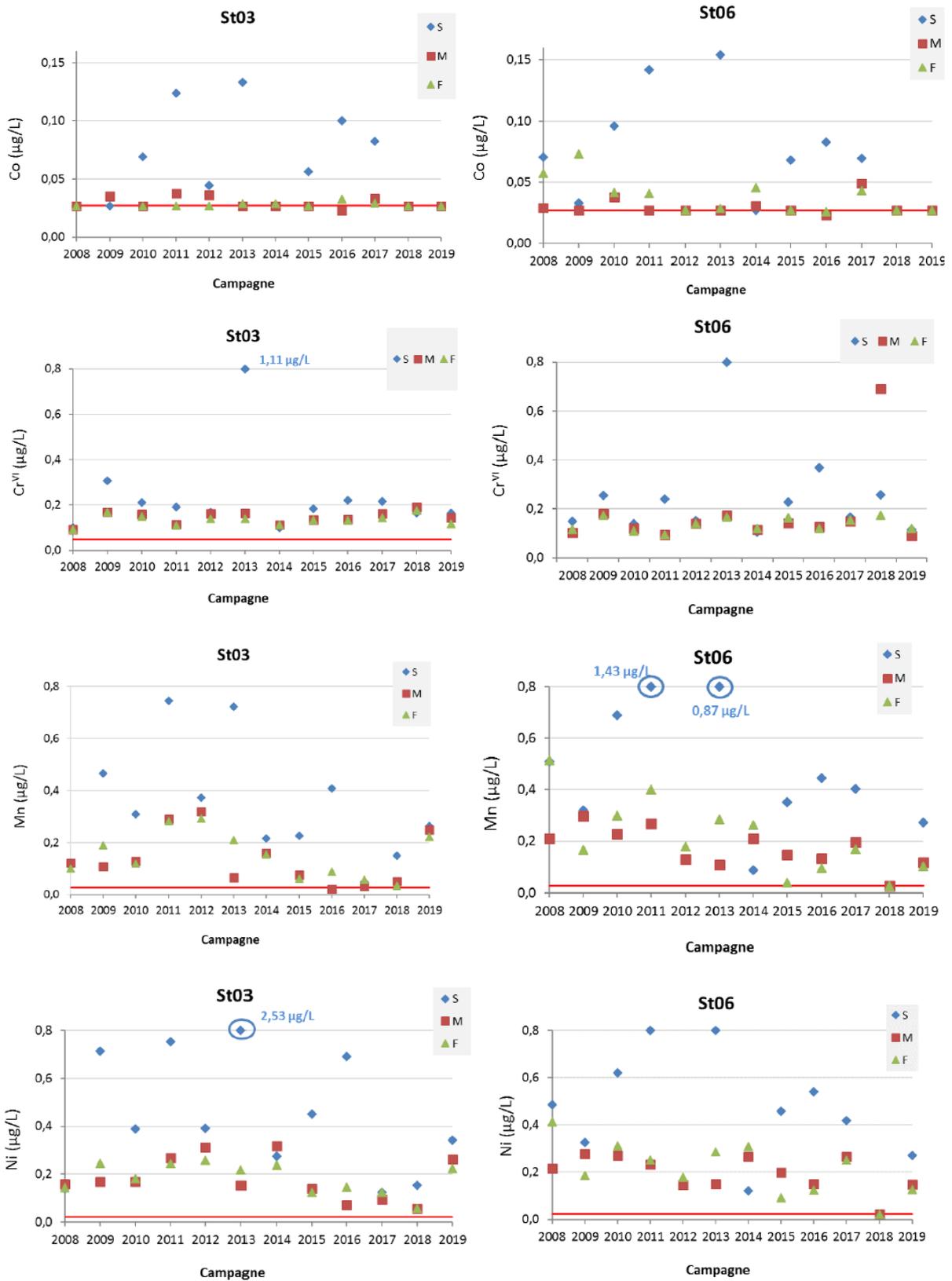


Figure 128 : Concentration en Co, CrVI, Mn, Ni dissous mesurées en sub-surface(S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux stations St03 et St06 lors des campagnes « saison fraîche » (2007 à 2019). La ligne rouge représente la limite de quantification.

6.2.4 Suivi des flux de matières en suspension

Le suivi des flux de MES consiste en un suivi temporel des densités de flux verticaux afin d'estimer les apports métalliques véhiculés par les particules fines au niveau de la baie Kwé. Des mouillages de lignes équipées de pièges à sédiments séquentiels (automatisation) sont utilisés.

En 2019, il y a eu deux campagnes. 12 échantillons ont été prélevés durant 48 jours (sur un pas de temps par godet de 96 heures).

- S1/2019 : Début de la collecte des particules : 15 mars / Fin : 01 mai.
- S2/2019 : Début : 31 juillet / Fin : 16 septembre.

6.2.4.1 Paramètres météorologiques

Les conditions météorologiques régnant dans la zone pendant la période d'immersion des pièges à particules pour les 2 campagnes sont fortement susceptibles d'influer la quantité et la nature de MES collectées.

6.2.4.1.1 Données météorologiques lors de la campagne en saison chaude

Les valeurs des paramètres météorologiques données par la station GORO sont présentées dans le Tableau 78.

Tableau 78 : Variables journalières des paramètres météorologiques (cumul de précipitations et moyenne de vitesse et direction de vents maximales instantanées) collectées par la station météorologique « GORO » - Saison chaude

Prélèvement	GORO					Prélèvement	GORO				
	Date	RR	FXI	DXI	Régime		Date	RR	FXI	DXI	Régime
1	15/03/2019	1,6	10,5	50	NE	7	08/04/2019	1,8	12,1	80	E
	16/03/2019	0,4	9,9	90	E		09/04/2019	5,0	14,0	140	SE
	17/03/2019	11,2	12,1	100	E		10/04/2019	2,2	9,4	110	ESE
	18/03/2019	3,2	10,0	100	E		11/04/2019	0,0	7,0	130	SE
2	19/03/2019	10,4	13,9	60	ENE	8	12/04/2019	2,0	11,9	120	ESE
	20/03/2019	0,0	12,3	90	E		13/04/2019	2,4	17,1	130	SE
	21/03/2019	1,4	12,9	100	E		14/04/2019	2,6	14,7	110	ESE
	22/03/2019	2,8	11,2	70	ENE		15/04/2019	20,0	16,2	130	SE
3	23/03/2019	0,0	11,4	110	ESE	9	16/04/2019	39,6	15,4	130	SE
	24/03/2019	1,0	13,0	70	ENE		17/04/2019	0,4	12,5	140	SE
	25/03/2019	0,0	13,0	90	E		18/04/2019	5,6	14,9	80	E
	26/03/2019	0,0	11,9	110	ESE		19/04/2019	36,1	16,5	80	E
4	27/03/2019	0,0	13,9	90	E	10	20/04/2019	22,6	19,7	90	E
	28/03/2019	0,0	12,3	110	ESE		21/04/2019	150,0	21,9	120	ESE
	29/03/2019	1,4	10,8	110	ESE		22/04/2019	6,0	-	-	-
	30/03/2019	0,0	11,5	90	E		23/04/2019	3,0	-	-	-
5	31/03/2019	0,0	9,7	120	ESE	11	24/04/2019	-	-	-	-
	01/04/2019	0,4	9,1	90	E		25/04/2019	-	-	-	-
	02/04/2019	8,5	10,3	140	SE		26/04/2019	-	-	-	-
	03/04/2019	10,1	7,8	110	E		27/04/2019	-	-	-	-
6	04/04/2019	23,2	7,0	130	SE	12	28/04/2019	3,0	-	-	-
	05/04/2019	0,4	13,3	110	ESE		29/04/2019	1,0	-	-	-
	06/04/2019	0,0	9,9	220	SO		30/04/2019	8,0	-	-	-
	07/04/2019	2,0	10,2	170	S		01/05/2019	-	-	-	-

- : données manquantes.

A noter que les relevés de vent et de pluviométrie n'ont pas pu être effectués sur du 24 avril au 01 mai suite à une panne de la station GORO.

La période du 15 mars au 01 mai compte 33 jours de pluie cumulant à 389,3 mm. La pluviométrie journalière maximale de 150 mm a été relevée le 21 avril. Cette période a donc été marquée par une pluviométrie importante.

Les directions du vent sont principalement de secteur E à S. Toutefois, quelques rotations dans le secteur NE et dans le secteur SO sont observées respectivement au début et à mi-parcours de la période de collecte.

6.2.4.1.2 Données météorologiques lors de la campagne en saison fraîche

Les valeurs des paramètres météorologiques données par la station GORO sont présentées dans le Tableau 79.

Tableau 79 : Variables journalières des paramètres météorologiques (cumul de précipitations et moyenne de vitesse et direction de vents maximales instantanées) collectées par la station météorologique « GORO » - Saison fraîche

Prélèvement	GORO					Prélèvement	GORO				
	Date	RR	FXI	DXI	Régime		Date	RR	FXI	DXI	Régime
1	27/07/2019	0,0	9,3	110	ESE	7	24/08/2019	0,0	14,7	220	SO
	28/07/2019	0,0	6,6	130	SE		25/08/2019	0,8	10,6	110	ESE
	29/07/2019	0,0	6,6	200	SSO		26/08/2019	4,8	11,5	100	E
	30/07/2019	0,4	6,7	100	E		27/08/2019	17,0	10,1	110	ESE
2	31/07/2019	1,8	9,5	190	S	8	28/08/2019	4,4	13,1	100	E
	01/08/2019	0,0	12,3	130	SE		29/08/2019	0,0	11,5	80	E
	02/08/2019	0,0	9,8	110	ESE		30/08/2019	2,8	13,4	70	ENE
	03/08/2019	0,0	11,2	130	SE		31/08/2019	3,4	17,0	60	ENE
3	04/08/2019	0,2	10,2	100	E	9	01/09/2019	9,9	15,1	40	NNE
	05/08/2019	0,0	12,7	120	ESE		02/09/2019	14,5	13,7	40	NNE
	06/08/2019	0,0	12,9	130	SE		03/09/2019	0,2	15,1	280	O
	07/08/2019	0,2	9,2	80	E		04/09/2019	0,6	14,7	210	SSO
4	08/08/2019	0,0	10,8	360	N	10	05/09/2019	0,0	13,6	220	SO
	09/08/2019	0,4	12,8	260	O		06/09/2019	0,0	7,7	200	SSO
	10/08/2019	3,2	7,9	200	SSO		07/09/2019	0,0	9,7	80	E
	11/08/2019	15,6	12,8	240	OSO		08/09/2019	0,0	9,5	140	SE
5	12/08/2019	0,0	9,9	260	O	11	09/09/2019	0,0	13,3	250	OSO
	13/08/2019	0,0	7,3	160	SSE		10/09/2019	0,0	17,0	260	O
	14/08/2019	0,0	9,9	120	ESE		11/09/2019	0,0	11,3	230	SO
	15/08/2019	1,2	10,8	130	SE		12/09/2019	1,4	11,1	100	E
6	16/08/2019	0,2	9,4	120,0	ESE	12	13/09/2019	0,0	8,7	160	SSE
	17/08/2019	0,0	8,6	90	E		14/09/2019	2,2	10,0	180	S
	18/08/2019	0,0	9,6	100	E		15/09/2019	0,0	9,0	200	SSO
	19/08/2019	0,0	7,5	190	S		16/09/2019	0,0	10,7	170	S

- : données manquantes.

La période du 31 juillet au 16 septembre 2019 compte 22 jours de pluies cumulant seulement 88,2 mm. La pluviométrie journalière maximale a été relevée le 27 août avec à peine 17 mm de pluie. Cette période est donc marquée par un temps exceptionnellement sec à l'image de la sécheresse que connaît tout le territoire.

Quant aux régimes de vents, les directions du vent mesurées sont restées principalement dans le secteur E à S. Toutefois, on dénombre 21 jours où les vents ont soufflé du nord ou de l'ouest.

6.2.4.2 Caractérisation des matières en suspension

Résultats de la campagne du premier semestre

- **Masses collectées de MES**

Avec une moyenne de $10,3 \pm 5,1$ g, les masses de MES collectées se distribuent entre 3,84 g (prélèvement 004) et 19,2 (prélèvement 010). Entre ces extrêmes, les quantités de MES piégées s'accroissent de manière quasi-constante. Pour les autres prélèvements, les masses de MES n'évoluent que peu.

Les pourcentages de fraction fine (<41 µm) ne varient que peu. Ainsi, avec une moyenne de 81 ± 3%, les MES piégées en St06-KW1 sont très majoritairement composés par de la fraction fine.

Entre les différentes campagnes conduites à St06-KW1, celle de mars-mai 2019 se singularise avec le pourcentage moyen de fraction fine parmi les plus forts.

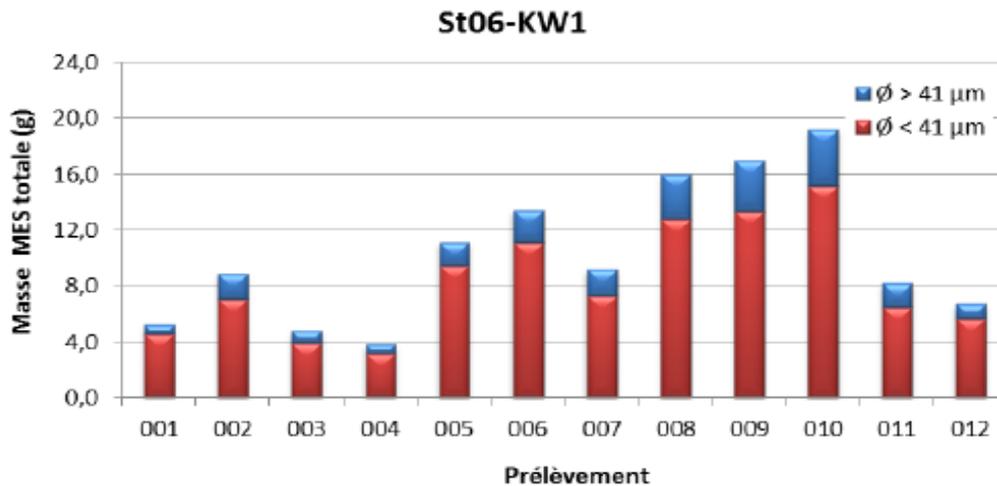


Figure 129 : Masse totale de MES piégées et composition en fraction fine (<41 µm) et fraction grossière (>41 µm) des 12 prélèvements du piège séquentiel à St06

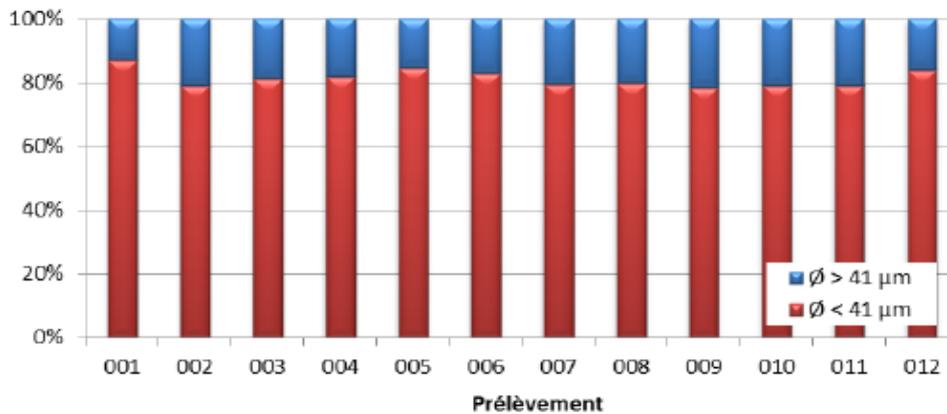


Figure 130 : Pourcentage massique en fractions fines (<41 µm) et fractions grossières (>41 µm) des 12 prélèvements du piège séquentiel à St06

Tableau 80 : Compilation des données moyennes \pm écart-types de la MES totale, des pourcentages massiques en fractions fines (<41 μ m) et des teneurs en carbonates dans la fraction fine lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St06

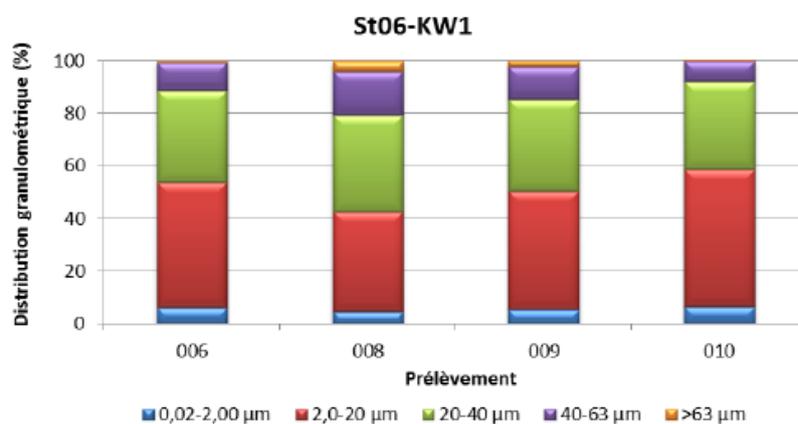
St06-KW1							
Campagne	MES totale (g)	% ϕ < 41 μ m	Carbonate (%)	Campagne	MES totale (g)	% ϕ < 41 μ m	Carbonate (%)
Oct. - Nov. 2006	1,46 \pm 0,74	ND	74 \pm 2	Janv. - Mars 2015	13,6 \pm 7,2	79 \pm 4	73 \pm 3
Mars - Avr. 2007	4,61 \pm 4,47	ND	76 \pm 3	Oct. - Nov. 2015	7,77 \pm 6,10	68 \pm 6	47 \pm 3
Juil. - Août 2011	5,07 \pm 4,86	ND	69 \pm 4	Juil. - Sept. 2016	5,74 \pm 4,58	80 \pm 2	60 \pm 6
Janv. - Mars 2012	7,89 \pm 6,64	75 \pm 3	84 \pm 5	Oct. - Nov. 2016	3,69 \pm 2,78	79 \pm 4	70 \pm 5
Sept. - Oct. 2012	5,28 \pm 2,62	70 \pm 4	67 \pm 3	Avr. - Mai 2017	9,06 \pm 8,06	75 \pm 3	71 \pm 4
Janv. - Févr. 2013	9,29 \pm 5,71	77 \pm 5	67 \pm 8	Sept. - Nov. 2017	4,08 \pm 4,61	83 \pm 2	71 \pm 6
Juil. - Août 2013	11,6 \pm 17,6	74 \pm 4	46 \pm 13	Mars - Avr. 2018	19,5 \pm 27,3	68 \pm 6	62 \pm 5
Janv. - Mars 2014	12,1 \pm 6,8	82 \pm 4	84 \pm 3	Mai - Juil. 2018	6,01 \pm 4,57	84 \pm 2	68 \pm 3
Sept - Oct. 2014	2,37 \pm 1,68	84 \pm 2	65 \pm 4	Mars - Mai 2019	10,3 \pm 5,1	81 \pm 3	58 \pm 2

ND : valeur non déterminée.

• Compositions granulométriques

La fraction fine (<41 μ m) des MES collectées en St06 est composée à la fois de particules dont le mode se situe dans la classe 2,0-2,0 μ m, à savoir, les silts fins (moyenne de 46 \pm 6% du volume total), et les silts moyens (20-40 μ m) (35 \pm 1% du volume total). La distribution des populations granulométriques montre une évolution dans le temps ; les particules grossières (>40 μ m) augmentent dans le prélèvement 008 au détriment des particules fines (<40 μ m).

Tableau 81 : Distribution granulométrique de la fraction fine (<41 μ m) des 4 prélèvements



• Compositions minéralogiques

La fraction fine (<41 μ m) de MES collectées en St06 est majoritairement composée de minéraux d'origine marine, avec notamment la présence prépondérante des carbonates (Calcite et Aragonite). Ces carbonates ont été décelés dans tous les prélèvements, notamment dans les MES du godet 008. Pour le godet 009, les proportions de minéraux d'origine terrigène (Serpentine, Talc, Amphibole, Quartz, Basanite, Sidérite, Halite et Gibbsite) augmentent sensiblement.

L'aragonite est un des constituants des coquilles d'invertébrés. Sa présence dénote de l'influence marine à cette station. Les proportions des minéraux d'origine latéritique varient donc inversement à la calcite et l'aragonite, ce qui souligne l'alternance des influences terrigènes et marines à cette station.

Tableau 82 : Compilation des données moyennes \pm écart-types de la distribution granulométrique dans la fraction fine (<41 μ m) des MES

St06-KW1					
Campagne	Distribution granulométrique (%)				
	0,02 à 2,00 μ m	2,0 à 20 μ m	20 à 40 μ m	40 à 63 μ m	>63 μ m
Juil. - Août 2011	8 \pm 4	32 \pm 3	24 \pm 3	15 \pm 2	21 \pm 3
Janv. - Mars 2012	8 \pm 5	50 \pm 5	27 \pm 6	11 \pm 3	4 \pm 0
Sept. - Oct. 2012	13 \pm 1	51 \pm 7	22 \pm 3	10 \pm 4	4 \pm 2
Janv. - Mars 2013	5 \pm 0	37 \pm 2	33 \pm 3	16 \pm 1	9 \pm 4
Juil. - Août 2013	13 \pm 3	53 \pm 12	22 \pm 2	8 \pm 6	3 \pm 6
Janv. - Mars 2014	26 \pm 3	56 \pm 2	15 \pm 2	3 \pm 1	0 \pm 0
Sept. - Oct. 2014	16 \pm 4	61 \pm 6	16 \pm 2	5 \pm 1	2 \pm 3
Janv. - Mars 2015	14 \pm 2	51 \pm 3	26 \pm 3	9 \pm 1	1 \pm 1
Oct. - Nov. 2015	11 \pm 5	44 \pm 7	26 \pm 3	12 \pm 4	8 \pm 6
Juil. - Sept. 2016	15 \pm 4	60 \pm 5	18 \pm 4	5 \pm 3	2 \pm 2
Oct. - Nov. 2016	8 \pm 1	51 \pm 3	30 \pm 3	9 \pm 2	2 \pm 2
Avr. - Mai 2017	4 \pm 1	37 \pm 2	29 \pm 2	14 \pm 1	16 \pm 1
Sept. - Nov. 2017	7 \pm 1	49 \pm 5	31 \pm 2	10 \pm 3	3 \pm 3
Mars - Avr. 2018	5 \pm 1	39 \pm 1	35 \pm 2	16 \pm 1	6 \pm 3
Mai - Juil. 2018	5 \pm 1	39 \pm 5	36 \pm 2	16 \pm 3	4 \pm 2
Mars - Mai 2019	6 \pm 1	46 \pm 6	35 \pm 1	12 \pm 4	2 \pm 2

Tableau 83 : Composition minéralogique de la fraction fine (<41 μ m) des 4 prélèvements

St06-KW1				
Prélèvement	% Calcite	% Aragonite	% Goethite	% Autres*
006	55	13	23	9
008	57	15	21	7
009	53	14	22	13
010	54	14	23	9

* : Serpentine, Talc, Amphibole, Quartz, Basanite, Sidérite, Halite et Gibbsite.

- **Teneurs en carbonates**

Entre les différentes campagnes conduites à St06, celle de mars-mai 2019 présente une teneur moyenne en carbonates bien inférieure à celles obtenues lors des premières campagnes d'octobre-novembre 2006 et mars-avril 2007. Elle reste toutefois plus élevée que celles des campagnes de juillet-août 2013 et octobre-novembre 2015.

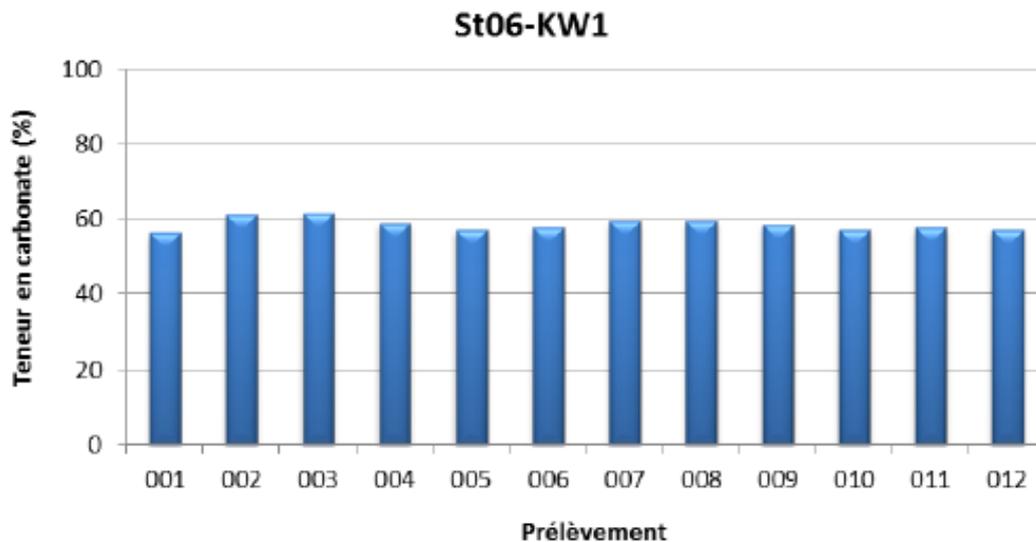


Figure 131 : Teneurs en carbonates contenues dans les fractions fines des 12 prélèvements

Résultats de la campagne du second semestre

Avec une moyenne de $3,57 \pm 2,31$ g, les masses de MES collectées se distribuent entre 0,458 g (prélèvement 003) et 7,42 g (prélèvement 012). Entre ces extrêmes, les quantités de MES piégées s'accroissent par palier.

Les pourcentages de fraction fine ($<41 \mu\text{m}$) quant à eux ne varient que peu. Ainsi, avec une moyenne de $85 \pm 2\%$, les MES piégées en St06 sont très majoritairement composées par de la fraction fine dont le diamètre est inférieur à $41 \mu\text{m}$.

Entre les différentes campagnes conduites à St06, celle de juillet-septembre 2019 se singularise avec le pourcentage moyen de fraction fine parmi les plus forts.

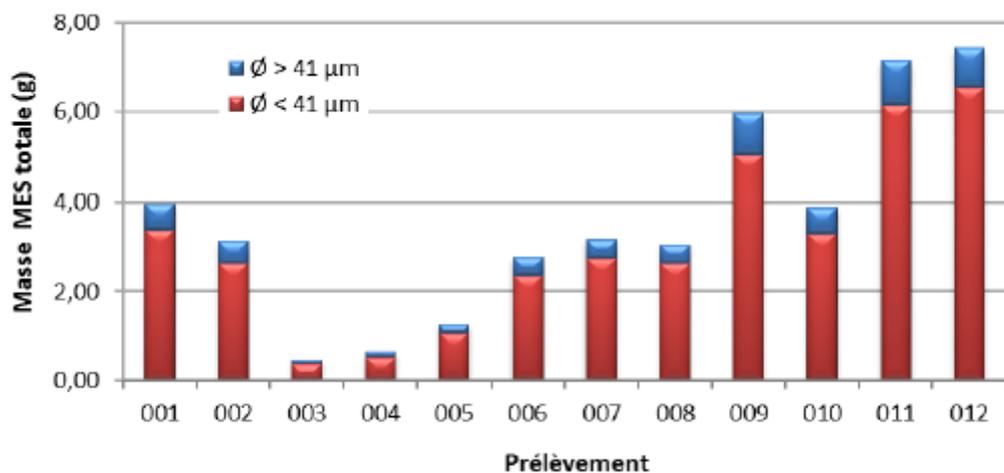


Figure 132 : Masse totale de MES piégées et composition en fraction fine ($<41 \mu\text{m}$) et fraction grossière ($>41 \mu\text{m}$) des 12 prélèvements

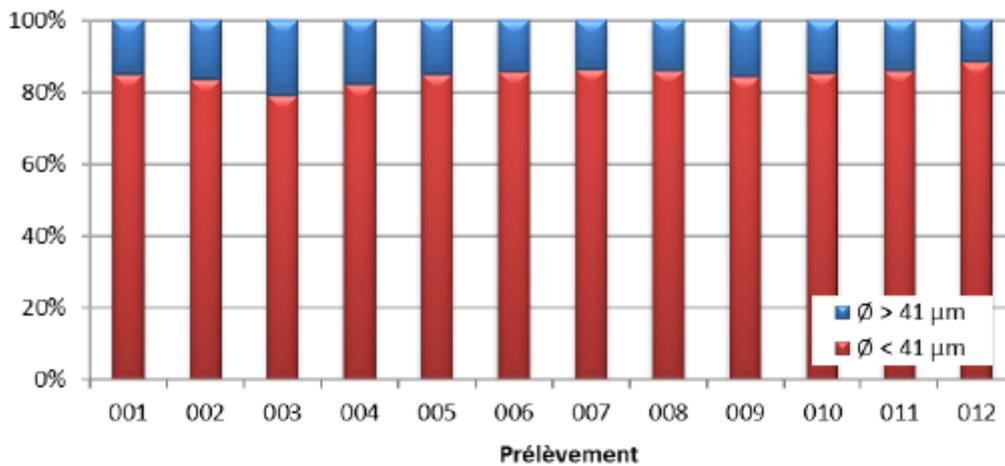


Figure 133 : Pourcentage massique en fractions fines et fractions grossières dans les 12 prélèvements

Tableau 84 : Compilation des données moyennes \pm écart-types de la MES totale, des pourcentages massiques en fractions fines et des teneurs en carbonates dans la fraction fine lors des différentes campagnes d'immersion

St06-KW1							
Campagne	MES totale (g)	% $\phi < 41 \mu\text{m}$	Carbonate (%)	Campagne	MES totale (g)	% $\phi < 41 \mu\text{m}$	Carbonate (%)
Oct. - Nov. 2006	1,46 \pm 0,74	ND	74 \pm 2	Oct. - Nov. 2015	7,77 \pm 6,10	68 \pm 6	47 \pm 3
Mars - Avr. 2007	4,61 \pm 4,47	ND	76 \pm 3	Juil. - Sept. 2016	5,74 \pm 4,58	80 \pm 2	60 \pm 6
Juil. - Août 2011	5,07 \pm 4,86	ND	69 \pm 4	Oct. - Nov. 2016	3,69 \pm 2,78	79 \pm 4	70 \pm 5
Janv. - Mars 2012	7,89 \pm 6,64	75 \pm 3	84 \pm 5	Avr. - Mai 2017	9,06 \pm 8,06	75 \pm 3	71 \pm 4
Sept. - Oct. 2012	5,28 \pm 2,62	70 \pm 4	67 \pm 3	Sept. - Nov. 2017	4,08 \pm 4,61	83 \pm 2	71 \pm 6
Janv. - Févr. 2013	9,29 \pm 5,71	77 \pm 5	67 \pm 8	Mars - Avr. 2018	19,5 \pm 27,3	68 \pm 6	62 \pm 5
Juil. - Août 2013	11,6 \pm 17,6	74 \pm 4	46 \pm 13	Mai - Juil. 2018	6,01 \pm 4,57	84 \pm 2	68 \pm 3
Janv. - Mars 2014	12,1 \pm 6,8	82 \pm 4	84 \pm 3	Mars - Mai 2019	10,3 \pm 5,1	81 \pm 3	58 \pm 2
Sept - Oct. 2014	2,37 \pm 1,68	84 \pm 2	65 \pm 4	Juil. - Sept. 2019	3,57 \pm 2,31	85 \pm 2	77 \pm 3
Janv. - Mars 2015	13,6 \pm 7,2	79 \pm 4	73 \pm 3				

ND : valeur non déterminée.

- **Compositions granulométriques**

La fraction fine des MES collectées en St06 est composée à la fois de particules dont le mode se situe dans la classe 2,0-20 μm , à savoir, les silts fins (moyenne de $48 \pm 15\%$ du volume total), et les silts moyens (20-40 μm ; $31 \pm 10\%$ du volume total). Au cours de cette campagne, la distribution des populations granulométriques montre une évolution dans le temps ; les particules fines (<20 μm) doublent dans le prélèvement 007 au détriment des particules grossières (>20 μm).

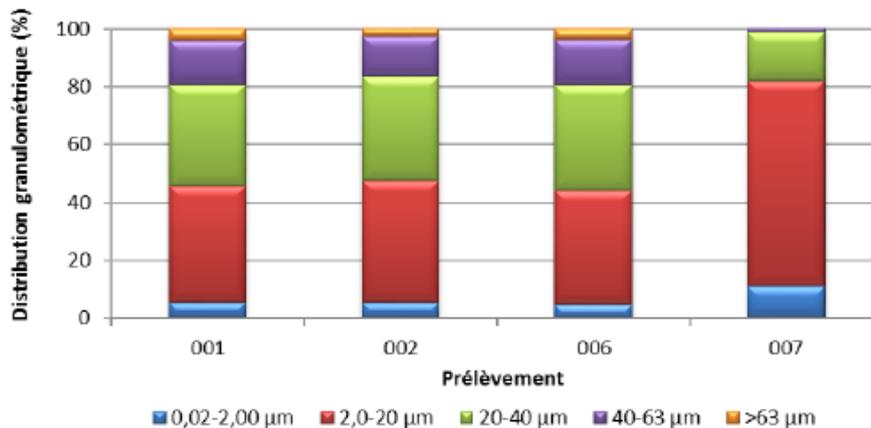


Figure 134 : Distribution granulométrique de la fraction fine des 4 prélèvements

- **Compositions minéralogiques**

La fraction fine (<41 µm) de MES collectées en St06 est majoritairement composée de minéraux d'origine marine, avec notamment la présence prépondérante des carbonates (Calcite et Aragonite).

Pour cette campagne, les proportions des minéraux d'origine latéritique et celle des carbonates ne varient guère entre les prélèvements et donc ne montrent pas d'alternance des influences terrigène et marine comme cela a été souvent observé à cette station.

Tableau 85 : Composition minéralogique de la fraction fine des 4 prélèvements

St06-KW1				
Prélèvement	% Calcite	% Aragonite	% Goethite	% Autres*
009	50	15	26	9
010	51	15	26	8
011	52	15	24	10
012	49	15	26	9

* : Serpentine, Talc, Quartz, Halite et Gibbsite.

- **Teneurs en carbonates**

Les teneurs en carbonates dans la fraction fine des MES collectées en St06 se distribuent entre 71% et 81% avec une moyenne de $77 \pm 3\%$. Ainsi, les teneurs demeurent relativement homogènes au fil du temps de collecte avec des maximales collectées lors du prélèvement 003 à 005.

Entre les différentes campagnes sur St06, celle de juillet-septembre 2019 présente une teneur moyenne en carbonates comparable à celles obtenues lors des premières campagnes d'octobre-novembre 2006 et mars-avril 2007.

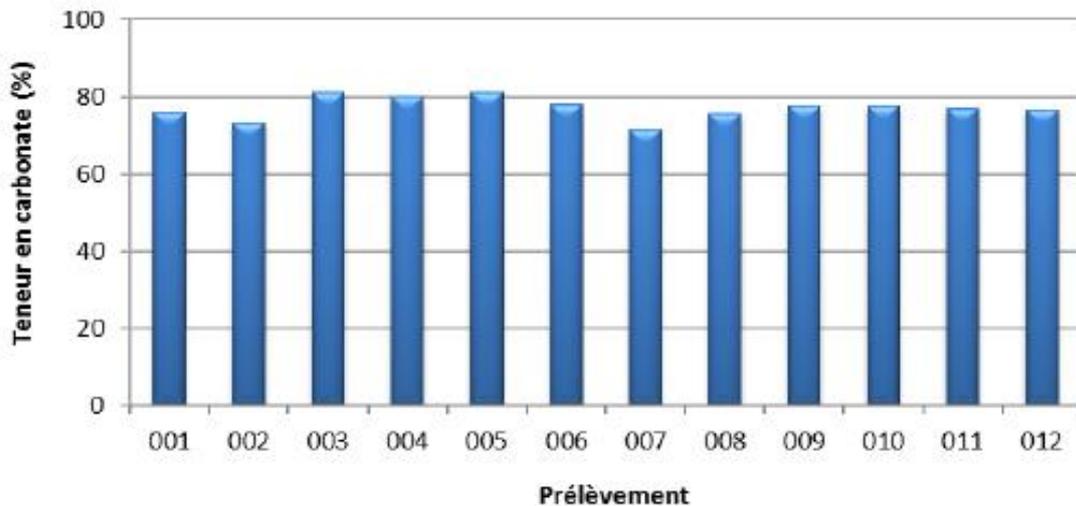


Figure 135 : Teneurs en carbonates contenues dans les fractions fines (<41µm) des 12 prélèvements

6.2.4.3 Composition géochimique des matières en suspension

Résultats de la campagne du premier semestre

Les plus fortes concentrations en Co, Cr, Fe, Mn, Ni ont été mesurées au début et à la fin de la période d'immersion, à savoir dans les godets 001 et 012, tandis que les prélèvements 003 et 009 montrent les valeurs les plus faibles. Inversement, pour le Ca, les teneurs minimales sont mesurées dans le godet 001 et 003.

Ces évolutions dans le temps sont toutefois peu marquées pour cette campagne, notamment pour le Ca dont les concentrations demeurent très homogènes.

Tableau 86 : Concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines des 12 prélèvements

St06-KW1						
Éléments (mg/kg ps)	Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Min	206 197	63,2	2 801	99 693	563	1 347
Max	226 801	79,2	3 660	155 121	712	1 751
Moyenne	213 950	70,2	3 133	123 721	637	1 516
Ecart-type	7 001	5,2	237	15 584	47	120
CV (%)	3	7	8	13	7	8

Entre les différentes campagnes conduites à St06, les concentrations moyennes sont variables. Les comparaisons montrent que les concentrations en Co, Cr, Fe, Mn, Ni obtenues lors de cette campagne 2019 sont légèrement supérieures aux valeurs enregistrées en 2007 pour l'état de référence. Quant à la concentration moyenne en Ca, elle est légèrement plus faible que celle mesurée en 2007. Comparées à la campagne précédente (mai-juillet 2018), les concentrations obtenues pour cette campagne sont en hausse.

Tableau 87 : Compilation des données moyennes \pm écart-types des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion

St06-KW1						
Campagne	Éléments (mg/kg ps)					
	Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Mars – Avr. 2007	290 310 (n=1)	58,0 (n=1)	2 667 (n=1)	68 940 (n=1)	577 (n=1)	1 142 (n=1)
Juil. - Août 2011	256 455 \pm 19 652	82,9 \pm 10,2	2 945 \pm 287	81 853 \pm 6 980	703 \pm 75	1 460 \pm 132
Janv. - Mars 2012	239 104 \pm 5 873	101 \pm 10	3 414 \pm 302	103 323 \pm 6 769	822 \pm 77	1 885 \pm 144
Sept. - Oct. 2012	264 386 \pm 8 238	106 \pm 15	3 874 \pm 547	111 616 \pm 11 753	840 \pm 95	1 829 \pm 201
Janv. - Mars 2013	236 752 \pm 14 017	127 \pm 19	4 634 \pm 547	123 394 \pm 15 208	1 123 \pm 162	2 258 \pm 321
Juil. - Août 2013	164 585 \pm 51 369	215 \pm 77	7 111 \pm 2 797	189 733 \pm 55 033	1 688 \pm 656	3 540 \pm 1 392
Janv. - Mars 2014	308 430 \pm 13 137	46,1 \pm 18,4	1 259 \pm 257	31 190 \pm 8 848	471 \pm 210	588 \pm 195
Sept. - Oct. 2014	242 858 \pm 15 301	115 \pm 19	3 829 \pm 581	132 978 \pm 17 334	885 \pm 147	1 999 \pm 258
Janv. - Mars 2015	271 510 \pm 10 830	82,8 \pm 12,1	3 007 \pm 354	85 407 \pm 11 481	735 \pm 94	1 563 \pm 233
Oct. - Nov. 2015	165 560 \pm 11 919	108 \pm 34	4 126 \pm 1 307	101 619 \pm 24 237	940 \pm 267	1 882 \pm 421
Juil. - Sept. 2016	219 412 \pm 25 986	109 \pm 23	3 083 \pm 692	136 205 \pm 22 923	974 \pm 208	2 148 \pm 403
Oct. - Nov. 2016	260 620 \pm 20 111	86,3 \pm 18,3	3 085 \pm 557	116 993 \pm 22 213	723 \pm 149	1 770 \pm 370
Avr. - Mai 2017	270 681 \pm 14 894	80,8 \pm 12,9	2 928 \pm 429	110 875 \pm 19 017	690 \pm 102	1 716 \pm 296
Sept. - Nov. 2017	264 210 \pm 24 159	95,0 \pm 13,6	3 422 \pm 417	120 591 \pm 12 247	742 \pm 101	1 791 \pm 224
Mars – Avr. 2018	228 717 \pm 18 985	86,7 \pm 81,8	3 279 \pm 743	113 470 \pm 23 892	783 \pm 206	1 766 \pm 450
Mai – Juil. 2018	249 671 \pm 13 443	51,6 \pm 8,8	2 001 \pm 335	81 583 \pm 12 926	448 \pm 74	1 056 \pm 178
Mars – Mai 2019	213 950 \pm 7 001	70,2 \pm 5,2	3 133 \pm 237	123 721 \pm 15 584	637 \pm 47	1 516 \pm 120

Résultats de la campagne du second semestre

Les plus faibles concentrations en Co, Cr, Fe, Mn, Ni ont été mesurées au début de la période d'immersion, à savoir dans le godet 002 tandis que le prélèvement 008 montre les valeurs les plus fortes. Inversement, pour le Ca, les teneurs minimales et maximales sont mesurées dans le godet 007 et 002.

Ces évolutions dans le temps sont toutefois peu marquées pour cette campagne, notamment pour le Ca dont les concentrations demeurent très homogènes.

Tableau 88 : Concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines des 12 prélèvements

St06-KW1						
Éléments (mg/kg ps)	Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Min	263 036	61,2	2 637	90 663	559	1 329
Max	302 509	82,9	3 392	118 857	756	1 715
Moyenne	285 951	71,1	2 981	104 633	675	1 504
Ecart-type	11 598	6,3	223	7 814	57	116
CV (%)	4	9	7	7	8	8

Tableau 89 : Compilation des données moyennes \pm écart-types des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion

Campagne	St06-KW1					
	Éléments (mg/kg ps)					
	Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Mars – Avr. 2007	290 310 (n=1)	58,0 (n=1)	2 667 (n=1)	68 940 (n=1)	577 (n=1)	1 142 (n=1)
Juil. - Août 2011	256 455 \pm 19 652	82,9 \pm 10,2	2 945 \pm 287	81 853 \pm 6 980	703 \pm 75	1 460 \pm 132
Janv. - Mars 2012	239 104 \pm 5 873	101 \pm 10	3 414 \pm 302	103 323 \pm 6 769	822 \pm 77	1 885 \pm 144
Sept. - Oct. 2012	264 386 \pm 8 238	106 \pm 15	3 874 \pm 547	111 616 \pm 11 753	840 \pm 95	1 829 \pm 201
Janv. - Mars 2013	236 752 \pm 14 017	127 \pm 19	4 634 \pm 547	123 394 \pm 15 208	1 123 \pm 162	2 258 \pm 321
Juil. - Août 2013	164 585 \pm 51 369	215 \pm 77	7 111 \pm 2 797	189 733 \pm 55 033	1 688 \pm 656	3 540 \pm 1 392
Janv. - Mars 2014	308 430 \pm 13 137	46,1 \pm 18,4	1 259 \pm 257	31 190 \pm 8 848	471 \pm 210	588 \pm 195
Sept. - Oct. 2014	242 858 \pm 15 301	115 \pm 19	3 829 \pm 581	132 978 \pm 17 334	885 \pm 147	1 999 \pm 258
Janv. - Mars 2015	271 510 \pm 10 830	82,8 \pm 12,1	3 007 \pm 354	85 407 \pm 11 481	735 \pm 94	1 563 \pm 233
Oct. - Nov. 2015	165 560 \pm 11 919	108 \pm 34	4 126 \pm 1 307	101 619 \pm 24 237	940 \pm 267	1 882 \pm 421
Juil. - Sept. 2016	219 412 \pm 25 986	109 \pm 23	3 083 \pm 692	136 205 \pm 22923	974 \pm 208	2 148 \pm 403
Oct. - Nov. 2016	260 620 \pm 20 111	86,3 \pm 18,3	3 085 \pm 557	116 993 \pm 22 213	723 \pm 149	1 770 \pm 370
Avr. - Mai 2017	270 681 \pm 14 894	80,8 \pm 12,9	2 928 \pm 429	110 875 \pm 19 017	690 \pm 102	1 716 \pm 296
Sept. - Nov. 2017	264 210 \pm 24 159	95,0 \pm 13,6	3 422 \pm 417	120 591 \pm 12 247	742 \pm 101	1 791 \pm 224
Mars - Avr. 2018	228 717 \pm 18 985	86,7 \pm 81,8	3 279 \pm 743	113 470 \pm 23 892	783 \pm 206	1 766 \pm 450
Mai - Juil. 2018	249 671 \pm 13 443	51,6 \pm 8,8	2 001 \pm 335	81 583 \pm 12 926	448 \pm 74	1 056 \pm 178
Mars - Mai 2019	213 950 \pm 7 001	70,2 \pm 5,2	3 133 \pm 237	123 721 \pm 15 584	637 \pm 47	1 516 \pm 120
Juil. - Sept. 2019	285 951 \pm 11 598	71,1 \pm 6,3	2 981 \pm 223	104 633 \pm 7 814	675 \pm 57	1 504 \pm 116

6.2.4.4 Synthèse des résultats

Les campagnes de suivi des densités de flux verticaux de particules du premier et du deuxième semestre 2019 ont été caractérisées par une pluviométrie modérée et des épisodes venteux pour le 1er semestre, et une pluviométrie très faible et quelques épisodes venteux pour le 2ème semestre.

Les particules terrigènes piégées à St06 proviennent d'une même formation géologique. Comme souvent observé, la quantité et la nature de la matière piégée sont majoritairement influencées par les variations de direction et vitesse du vent, entraînant des courants et du clapot, et occasionnellement, par l'intensité des précipitations. La station subit donc des influences terrigènes et marines alternées mais d'intensités variables. Avec des perturbations météorologiques comparativement mineures par rapport aux précédentes campagnes, la densité de flux en Ni revient dans la grandeur d'ordre habituelle.

6.2.5 Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées

La station **ST08 dite de la « pointe Puka »** est située en bordure du récif frangeant du canal de la Havannah entre les baies de Port-Boisé et de Kwé.

Ainsi, l'influence terrigène est très importante (dépôts de particules fines) mais l'hydrodynamisme peut être également soutenu (houle et ressac). Les dépôts sédimentaires entraînent des nécroses sur les colonies coralliennes.

Cette station présente de grandes colonies de *Porites lobata* dans la zone, et de *Tubipora musica*. Les spongiaires sont relativement bien développés et colonisent les débris coralliens et les colonies coralliennes encore vivantes.

Cette station a subi d'importantes dégradations en 2011 suite à la dépression tropicale Vania :

- baisse du recouvrement et de la diversité corallienne : mortalité importante, coraux tabulaires et nombreux débris coralliens ;
- maladies coralliennes affectant un grand nombre d'espèces depuis mars 2011 ;
- développement des spongiaires ;
- développement des corallivores ;
- développement de turf algal et de cyanobactéries.

Les colonies coralliennes malades sont pour la plupart mortes en octobre 2014 (maladie de la bande blanche et perte de tissu).

Suite à ces épisodes, la richesse corallienne augmente avec la présence de colonies juvéniles. Les nouvelles espèces sont adaptées à la turbidité.

Deux transects de suivi ont été installés sur la station ST08.

6.2.5.1 Suivi du substrat (méthode LIT)

Le substrat du transect haut est composé d'une large part de coraux morts recouverts d'algues (60%) avec un bon taux de coraux scléactiniaires vivants qui se maintient (depuis novembre 2018), de l'ordre de 30,5%. Il présente, pour la mission de suivi d'octobre 2019, 97% de recouvrement biotique.

Pour cette mission, il y a inversion dans le rapport sable / « corail mort avec présence d'algues » et c'est donc cette dernière qui domine (68%), ce qui fait que le substrat est majoritairement biotique. Ce transect ne possède que 2% de coraux scléactiniaires.

Hormis les fluctuations cycliques du sable (avec les coraux morts recouverts d'algues), globalement, la station est stable.

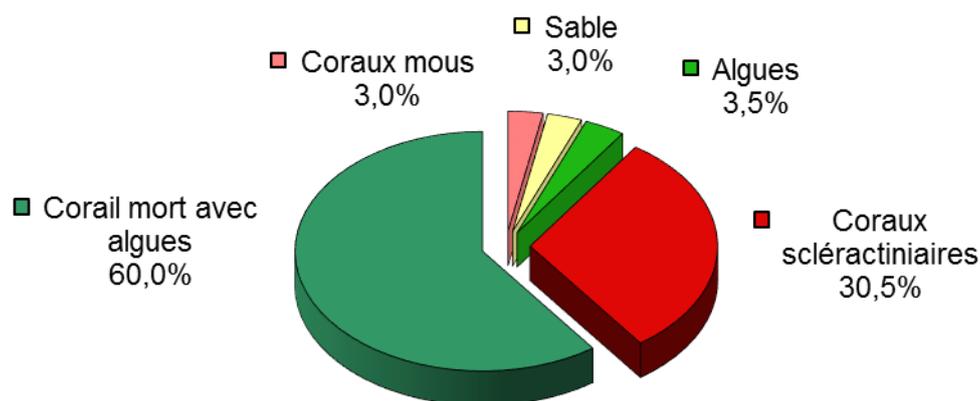


Figure 136 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A - octobre 2019

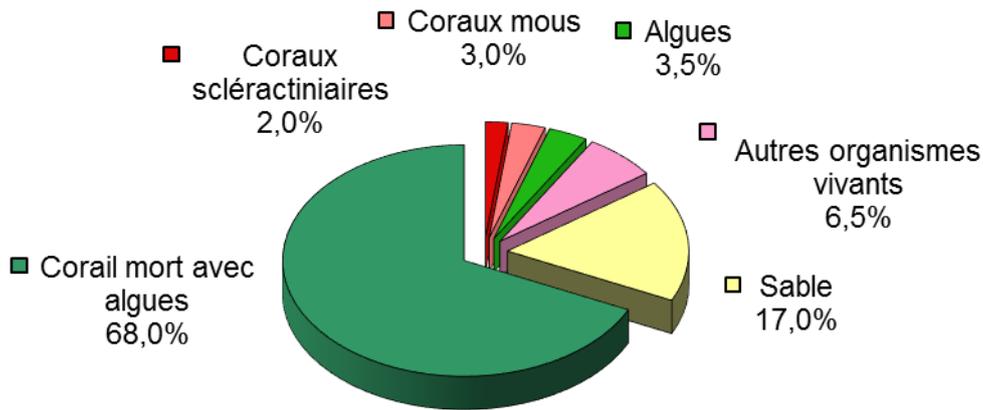


Figure 137 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B - octobre 2019

6.2.5.2 Le benthos

En octobre 2019, la richesse spécifique de la station Puka est composée de :

- 43 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 10 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), actiniaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : holothurides (4 taxons), astéries (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies ;
- 3 espèces de macrophytes : algues brunes (1 taxon), algues rouges (1 taxon), algues vertes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

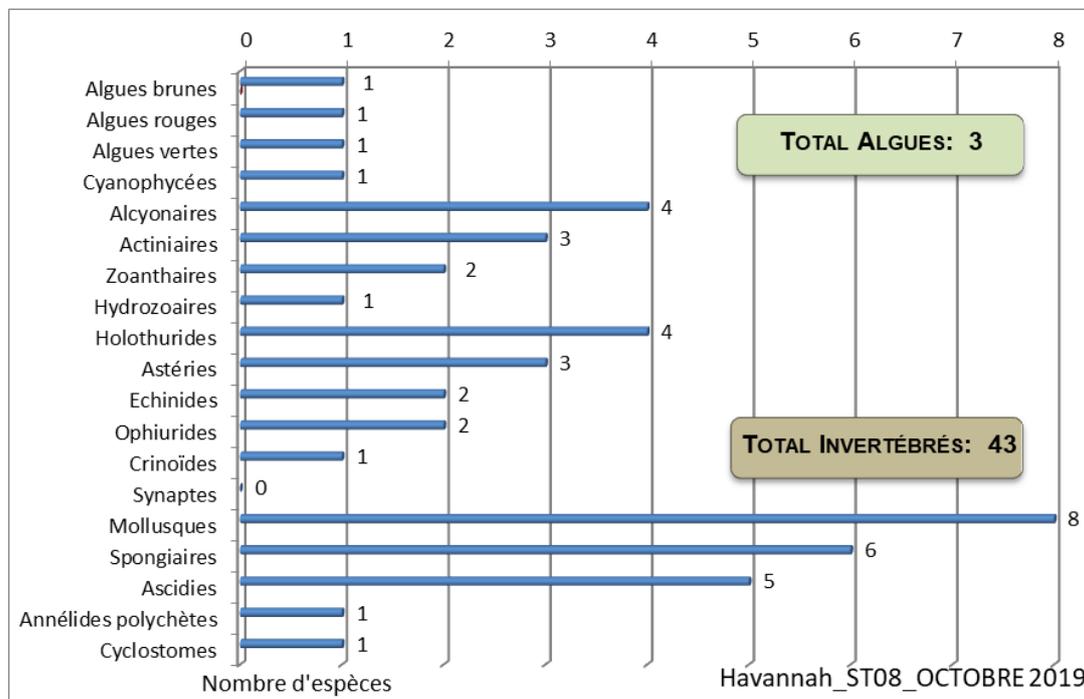


Figure 138 : Répartition par sous-groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) à la station ST08

6.2.5.3 Les poissons

La liste des espèces observées sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le Tableau 90

Tableau 90 : Données sur les poissons à la station ST08

Puka ST08		Transect			Transect			Station		
Fam	Espèces	A			B			Moyenne		
		Nb	Dens	Bio m	Nb	Dens	Bio m	Nb	Dens	Bio m
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>				1	0,01	0,22	0,50	0,00	0,11
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>				1	0,03	32,00	0,50	0,01	16,00
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	0,01	0,39				0,50	0,01	0,19
Cae	<i>Caesio caerulea</i>	40	0,29	5,14	30	0,01	10,72	35,00	0,15	7,93
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	10	0,07	1,29	10	0,01	5,36	10,00	0,04	3,32
Can	<i>Canthigaster valentini</i>				1	0,03	0,03	0,50	0,01	0,02
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,01	0,26				1,00	0,01	0,13
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>				3	0,02	0,38	1,50	0,01	0,19
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	2	0,01	0,13				1,00	0,01	0,07
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	3	0,02	0,20				1,50	0,01	0,10
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	0,01	0,12				0,50	0,01	0,06
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>				3	0,01	0,01	1,50	0,01	0,00
Cha	<i>Heniochus varius</i>				2	0,03	0,01	1,00	0,01	0,01
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				3	0,02	19,20	1,50	0,01	9,60
Lab	<i>Bodianus perditio</i>				2	0,05	0,03	1,00	0,03	0,01
Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	0,01	0,30				0,50	0,01	0,15
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>				1	0,08	0,04	0,50	0,04	0,02
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				5	0,06	0,08	2,50	0,03	0,04
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	5	0,13	0,77				2,50	0,06	0,39
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	6	0,15	0,58	2	0,03	0,17	4,00	0,09	0,38
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	4	0,10	0,92				2,00	0,05	0,46
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	2	0,01	0,44				1,00	0,01	0,22
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,10	0,23				2,00	0,05	0,11
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	2	0,05	0,06				1,00	0,03	0,03
Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>	1	0,01	3,52				0,50	0,01	1,76
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	2	0,01	0,03	2	0,03	0,01	2,00	0,02	0,02
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,03	0,03	4	0,05	0,03	4,00	0,04	0,03
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	15	0,11	0,05	10	0,13	0,07	12,50	0,12	0,06
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>				10	0,13	0,07	5,00	0,06	0,03
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	10	0,07	0,03	15	0,19	0,10	12,50	0,13	0,07
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				5	0,06	0,08	2,50	0,03	0,04

Puka ST08		Transect			Transect			Station		
		A			B			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Bio m	Nb	Dens	Bio m	Nb	Dens	Bio m
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	3	0,02	0,01				1,50	0,01	0,01
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,04	1,41				2,50	0,02	0,71
Sig	<i>Siganus puellus</i>	2	0,03	0,45				1,00	0,01	0,23
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>	3	0,04	0,49				1,50	0,02	0,25
Total		128	1,34	16,85	110	0,93	68,60	119,00	1,14	42,73
Biodiversité		23			19			35		
Indice de Shannon =		3,995								
Equitabilité =		0,779								

Sur l'ensemble des transects de la station, 238 individus appartenant à 35 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1,14 poissons/m² pour une biomasse de 42,73 g/m².

106 espèces complémentaires (hors des transects et hors liste restreinte) ont été observées sur la station – cf. Tableau 91.

Tableau 91 : Liste des espèces complémentaires - station ST08

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Lab	<i>Bodianus diana</i>	Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Epi	<i>Epinephelus merra</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Naso lituratus</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Cae	<i>Caesio caerulaurea</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Pom	<i>Pomacentrus adelus</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lut	<i>Lutjanus gibbus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Lut	<i>Lutjanus vitta</i>	Pom	<i>Pomacentrus philippinus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Lut	<i>Macolor niger</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Hol	<i>Myripristis kuntzei</i>	Pem	<i>Pempheris oualensis</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>
Hol	<i>Sargocentron rubrum</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Kyp	<i>Kyphosus cinerascens</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Lab	<i>Anampses melanurus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>				

Le Tableau 92 récapitule, depuis 2007, les résultats en termes :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte) ;
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte) ;
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte) ;
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte) ;
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte) ;

- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires/liste non restreinte)).

Tableau 92 : Synopsis des résultats et récapitulatif des précédentes campagnes - station ST08

Puka ST08		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV			Station	Station	
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2019 b	Transect A	128,00	1,34	16,85	15		
	Transect B	110,00	0,93	68,60	20		
	Moy. ABC	119,00	1,14	42,73	35	74	106
2019 a	Moy. ABC	81,50	0,47	12,16	32	69	101
2018 b	Moy. ABC	61,00	1,79	11,04	30	80	105
2018 a	Moy. ABC	93,00	2,16	56,60	39	70	102
2017 b	Moy. ABC	40,00	0,78	9,98	31	74	104
2017 a	Moy. ABC	61,00	1,15	56,92	31	64	88
2016 b	Moy. ABC	89,00	1,68	10,14	30	69	92
2016 a	Moy. ABC	82,00	0,94	12,41	33	71	98
2015 b	Moy. ABC	99,00	0,99	20,37	31	60	79
2015 a	Moy. ABC	109,00	1,17	27,59	38	70	101
2014 b	Moy. ABC	71,50	1,40	135,16	29	72	103
2014 a	Moy. ABC	58,00	0,47	9,29	26	58	95
2013 b	Moy. ABC	47,50	0,64	12,87	28	42	61
2013 a	Moy. ABC	78,50	0,68	27,28	26	48	76
2012 b	Moy. ABC	50,50	0,63	7,00	23	49	77
2012 a	Moy. ABC	77,00	0,70	4,93	26	64	98
2011 b	Moy. ABC	85,00	1,30	39,80	33	62	101
2011 a	Moy. ABC	87,50	0,68	28,37	26	48	76
2010 b	Moy. ABC	31	0,46	11,73	15	32	41
2010 a	Moy. ABC	91,50	3,05	57,64	29	51	80
2009	Moy. ABC	55,00	3,50	53,22	28	48	66
2008	Moy. ABC	45,00	1,84	87,54	30	41	68
2007	Moy. ABC	64,50	2,32	67,39	28	31	44