



Vale Nouvelle-Calédonie

Rapport annuel 2018 concernant l'activité minière



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

Mai 2019



RAPPORT ANNUEL 2018 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, Mai 2019

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
1.1	Contexte et objectifs du rapport	1
1.2	Contenu du rapport	1
2	L'EXPLOITATION MINIÈRE EN 2018 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
2.1.3	Résultats du suivi des verses et des stocks.....	6
2.1.3.1	Bilan de l'audit interne des verses.....	6
2.1.3.2	Bilan de l'audit interne des stocks.....	9
2.2	Surfaces défrichées et revégétalisées	12
2.2.1	Bilan des défrichements en 2018	12
2.2.2	Bilan des surfaces revégétalisées en 2018.....	13
2.2.2.1	Chantiers de revégétalisation 2018.....	13
2.2.2.2	Techniques de revégétalisation utilisées	13
2.2.2.3	Bilan des opérations de revégétalisation.....	14
2.2.3	Bilan des mesures de compensation des impacts sur la flore	14
2.2.3.1	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1-1.2 « Valorisation des itinéraires techniques de production et de réhabilitation »	14
2.2.3.2	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.2 « Compensation des impacts sur les milieux dulçaquicoles »	16
2.2.3.3	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.4 « Compensation des impacts sur les espèces rares et menacées »	16
2.2.4	Remédiation du passif : réhabilitation de la mine A1	21
3	INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	23
3.1	Suivi des poussières	23
3.1.1	Présentation du réseau de suivi des retombées de poussières	23
3.1.2	Méthode	24
3.1.3	Disponibilité des données.....	25
3.1.4	Résultats.....	25
3.1.4.1	Valeurs réglementaires.....	25
3.1.4.2	Valeurs obtenues	26
3.1.5	Mesures d'atténuation.....	26
3.2	Suivis et mesures relatives à la flore	28
3.2.1	Suivis.....	28
3.2.1.1	Suivi annuel de l'état de santé de la végétation des lisières forestières	28
3.2.1.2	Suivi annuel de l'état de santé des massifs forestiers par télédétection.....	32

3.2.1.3	Suivi et contrôle des espèces exogènes.....	35
3.2.1.4	Suivi et production d'espèces rares et/ou menacées.....	38
3.2.1.5	Suivi de la ripisylve.....	41
3.2.2	Bilan des mesures de préservation et d'atténuation.....	46
3.2.2.1	Arrosage des pistes et des chantiers.....	46
3.2.2.2	Récolte de graines, boutures et plantules.....	47
3.2.2.3	Récupération et utilisation du topsoil.....	51
3.3	Suivis et mesures relatives à la faune	53
3.3.1	Suivis.....	53
3.3.1.1	Suivi de la faune des massifs forestiers et paraforestiers	53
3.3.1.1.1	Présentation du réseau de suivi.....	53
3.3.1.2	Suivi de l'échouage des oiseaux marins.....	58
3.3.2	Bilan des mesures d'atténuation	60
3.3.2.1	Compilation des inventaires existants sur les fourmis envahissantes	60
3.3.2.2	Lutte contre les espèces envahissantes.....	61
3.3.2.3	Optimisation de l'éclairage.....	62
3.4	Gestion des déchets	64
3.4.1	Gestion des déchets sur site.....	65
3.4.1.1	Identification.....	65
3.4.1.2	Collecte	65
3.4.1.3	Stockage.....	65
3.4.1.4	Transport.....	67
3.4.1.5	Elimination/valorisation	67
3.4.2	Méthodes	68
3.4.3	Bilan de l'année 2018	68
3.4.4	Commentaires	69
4	INCIDENCES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES.....	70
4.1	Pluviométrie.....	70
4.1.1	Présentation des stations météorologiques.....	70
4.1.2	Présentation des données.....	71
4.1.3	Caractéristiques des principaux événements pluvieux	71
4.1.3.1	Évènement pluvieux du 29 et 30 janvier 2018.....	71
4.1.3.2	Évènement pluvieux du 9 et 10 mars 2018.....	73
4.1.4	Analyse statistique portant sur la pluie annuelle.....	74
4.1.5	Analyse statistique portant sur la pluie mensuelle	75
4.1.6	Analyse statistique portant sur la pluie journalière	76
4.2	Gestion des eaux	78
4.2.1	Présentation des ouvrages de gestion des eaux	78
4.2.2	Principales interventions sur les ouvrages de gestion des eaux.....	78
4.2.3	Suivi des ouvrages lors des événements pluvieux majeurs	78
4.2.3.1	Évènement pluvieux généré par le passage de la Dépression Tropicale FEHI le 29 janvier 2018	78
4.2.3.2	Évènement pluvieux du 9 au 10 mars 2018 Cyclone Hola	83
4.2.3.3	Évènement pluvieux du 6 décembre 2018.....	88
4.2.3.4	Synthèse annuelle sur les passages en surverse.....	91
4.3	Evolution des figures d'érosion	93

4.4	Suivi des débits de la Kwé Principale et des creeks alentours	98
4.4.1.1	Présentation des stations	98
4.4.1.2	Présentation des données disponibles.....	98
4.4.1	Analyse des impacts de la fosse minière sur le débit des rivières.....	100
4.5	Suivi hydro-sédimentaire à la station KAL	106
4.5.1.1	Présentation des données disponibles.....	106
4.5.1.2	Résultats et interprétations	106
4.6	Suivi physico-chimique des eaux de surface	108
4.6.1	Présentation des stations	108
4.6.2	Présentation des résultats.....	109
4.6.2.1	Résultats à la station Kwé Principale, 1-A (KAL).....	109
4.6.2.2	Résultats à la station Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence.....	121
4.6.2.3	Rivière Truu (TR-01 et TR-02)	132
4.6.2.4	Rivière Wajana (WJ-01)	142
4.6.3	Interprétation des résultats.....	145
4.6.3.1	Kwé principale, 1-A (KAL)	145
4.6.3.2	Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence	146
4.6.3.3	Rivière Truu (TR-01 et TR-02)	147
4.6.3.4	Rivière Wajana (WJ-01)	147
4.7	Suivi biologique des eaux de surface.....	148
4.7.1	Indices biotiques en périphérie de l'exploitation minière	148
4.7.1.1	Présentation des stations	148
4.7.1.2	Présentation des données.....	148
4.7.1.3	Analyse	154
4.7.2	Suivi de la faune ichthyenne et carcinologique en périphérie de l'exploitation minière	154
4.7.2.1	Présentation des stations	154
4.7.2.2	Présentation des données pour la faune ichthyenne.....	155
4.7.2.3	Présentation des données pour la faune carcinologique	164
4.7.2.4	Analyse et interprétation des données de faune ichthyenne et carcinologique.....	170
4.7.3	Suivi de la faune aquatique des lacs et dolines	172
4.8	Suivi de la ripisylve de la Kwé Principale	172
4.9	Suivi des effluents.....	172
4.10	Compensation et remédiation du passif – déplacement du captage de la Wajana et réfection de sa piste d'accès.....	174
5	INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES	175
5.1	Plan d'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrogéologique de la Plaine des Lacs 2019-2025	175
5.2	Suivi hydrogéologique : Données disponibles et résultats obtenus.....	175
5.2.1	Présentation du réseau d'acquisition de données.....	175
5.2.2	Présentation des données disponibles	176
5.2.3	Analyse des impacts de la fosse minière sur les niveaux piézométriques.....	180
5.2.4	Analyse des impacts de la fosse minière sur le niveau d'eau des lacs	181

5.3	Actualisation du modèle hydrogéologique	182
6	SUIVI DU MILIEU MARIN.....	189
6.1	Plan de suivi de la baie Kwé	189
6.1.1	Stations suivies.....	189
6.1.1.1	Localisation des points de prélèvement réglementaire de l'eau de mer et des sédiments.....	190
6.1.1.2	Stations de surveillance de la santé des écosystèmes : suivi des peuplements récifaux, de invertébrés et des poissons.....	191
6.1.1.3	Surveillance de l'herbier de la baie Kwé.....	194
6.1.2	Indicateurs suivis et fréquence.....	194
6.1.2.1	Indicateurs biologiques des écosystèmes coralliens et des populations associées.....	194
6.1.2.2	Indicateurs biologiques pour le suivi de l'herbier de la baie Kwé.....	194
6.1.2.3	Indicateurs physico-chimiques.....	195
6.1.3	Analyses des résultats et rendus des bilans.....	196
6.2	Résultats des suivis de l'année 2018	196
6.2.1	Valeurs réglementaires et états de références	197
6.2.2	Météorologie et marées.....	197
6.2.3	Qualité physico chimique de l'eau en baie Kwé	198
6.2.3.1	Les éléments majeurs (dont les sulfates) et le pH.....	198
6.2.3.2	Focus sur les concentrations en sulfates (SO ₄).....	199
6.2.3.3	Matières en suspension totales (MEST).....	200
6.2.3.4	Structure de la masse d'eau : Profils de température, salinité, fluorescence et turbidité en fonction de la profondeur.....	201
6.2.3.5	Concentrations en sels nutritifs : nitrates et nitrites, ammonium NH ₄ ⁺ , phosphates, silicates	202
6.2.3.6	Métaux dissous.....	203
6.2.4	Suivi de la qualité des sédiments (triennal)	211
6.2.4.1	Composition minéralogique des sédiments de surface (ST06- BAIE KWE).....	211
6.2.4.2	Concentration en métaux totaux dans les sédiments (ST06- BAIE KWE).....	213
6.2.4.3	Comparaisons interannuelles 2006, 2009, 2012, 2015 et 2018	214
6.2.5	Suivi des flux de matières en suspension	216
6.2.5.1	Les masses moyennes collectées sur St 06 - Baie Kwé.....	216
6.2.5.2	Analyses de la fraction fine de MES récoltés sur St 06 - Baie Kwé	217
6.2.6	Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées.....	220
6.2.6.1	Suivi du substrat (méthode LIT).....	220
6.2.6.2	Au niveau du benthos évalué sur des couloirs de 100m ²	221
6.2.6.3	Au niveau des poissons (Station ST08).....	222
6.3	Conclusion sur le suivi du milieu marin.....	225

FIGURES

Figure 1 : Vue de la fosse fin 2017.....	4
Figure 2 : État de la fosse fin 2018_Verses à stériles.....	4
Figure 3 : Localisation des zones de stockages des stériles sur la verse SMLT (fin Février 2018)	6
Figure 4 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur la verse SMLT	7
Figure 5 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur la verse V5	7
Figure 6 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages VSKE, V5 et SMLT	8
Figure 7 : Statistiques des non-conformités sur les merlons de SMLT. Exemple sur le renfort extérieur côté ouest	9
Figure 8 : Statistiques des non-conformités de Gestion de Eaux sur SMLT. Exemple dans les cellules	9
Figure 9 : Statistiques de non-conformités en 2018 sur V5. Exemple de l'accès côté Ouest	9
Figure 10 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur le stock SM1	10
Figure 11 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur le stock SMBT KN2-3.....	10
Figure 12 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3	10
Figure 13 : Exemple de chantier d'hydro-seeding sur la SMLT, 2018.....	14
Figure 14 : Localisation des plantations d'espèces ripisylves sur les berges du Grand Lac.....	16
Figure 15 : Localisation des 6 populations de <i>Callitris pancheri</i> étudiées	20
Figure 16 : Plantation en 2011 (gauche) et en 2019 (droite)	21
Figure 17 : 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).	22
Figure 18: Carte de localisation des stations de suivi des poussières dans le cadre de l'AEM	24
Figure 19 : Moyennes journalières – Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)	26
Figure 20 : Localisation des stations de suivi et défrichement réalisés entre 2009 et 2018.....	29
Figure 21 : Massifs forestiers d'intérêt prioritaire suivi par télédétection	32
Figure 22 : Evolution des surfaces non impactées, impactées et très impactées entre 2011 et décembre 2018.....	33
Figure 23 : Indicateurs satellitaires (NDVI, EVI, GRVI et Fr) sur la période considérée.....	34
Figure 24 : Evolution de la végétation entre juin 2018 et décembre 2018 (indice ISEV).....	35
Figure 25 : Individu de <i>Pycnandra caeruleilatex</i> à la Kuebini	38
Figure 26 : Localisation des stations de suivi situées à proximité d'ouvrage minier.....	42
Figure 27 : Localisation de l'ancien point de suivi témoin et du nouveau point de suivi témoin.....	44
Figure 28: Activité photosynthétique mesurée par site de suivi.....	45
Le rapport de suivi de la ripisylve sera disponible à partir de mai 2019.	45
Figure 29 : Localisation des points d'alimentation des arroseuses.....	46
Figure 30 : Triage et rangement des récoltes opérées sur le Plateau de Goro à la Pépinière VNC	49
Figure 31 : Talus du SMLT ayant reçu du top-soil en 2018	52
Figure 32 : Evolution des oiseaux communs sur le plateau de Goro de 2008 à 2018	55
Figure 33 : Moyenne des contacts sur la période 2008 à 2018 par relique forestière et par espèces	55
Figure 34 : Nombre d'oiseaux échoués par année (sauf 2014) et par site	59

Figure 35 : Echouages de Pétrels et Puffins sur la mine de Goro en 2018.....	59
Figure 36: Parc de tour d'éclairage au centre industriel minière de Vale Nouvelle-Calédonie.....	63
Figure 37 : Localisation des zones de dépôt de déchets.....	66
Figure 38 : Localisation des stations de suivi des eaux de surface.....	70
Figure 39 : Evolution de la pluie annuelle au pluviomètre de l'ancienne pépinière entre 1997 et 2017	75
Figure 40 : Pluie mensuelle à la station Ancienne Pépinière : Ecart à la médiane 1951-2009.....	76
Figure 41 : Déversoir du bassin BS1, 29/01/18.....	79
Figure 42 : Débordement du BS2, 29/01/18.....	79
Figure 43 : Déversoir du bassin BS3, 29/01/18.....	80
Figure 44 : Déversoir du bassin BS4, 29/01/18.....	80
Figure 45 : coursier et déversoir du bassin BS5, 29/01/2018.....	80
Figure 46 : Vue d'un des coursiers du BS6 lors de l'évacuation du pic de crue, 08/02/17.....	80
Figure 47 : Plan d'eau du bassin BS7, 29/01/2018.....	80
Figure 48 : vue du plan d'eau du BS8, 29/01/2018.....	80
Figure 49 : vue du plan d'eau du BS11, 29/01/2018.....	81
Figure 50 : débordement du BSC, 29/01/2018.....	81
Figure 51 : coursier du BSO, 29/01/2018.....	81
Figure 52 : plan du CR10-BS2, 29/01/2018.....	81
Figure 53 : plan du CR10-BS3, 29/01/2018.....	81
Figure 54 : plan du CR10-BS5, 29/01/2018.....	82
Figure 55 : plan du BSLG, 29/01/2018.....	82
Figure 56 : plan du VSEM-BS1, 29/01/2018.....	82
Figure 57 : plan du VSEM-BS2, 29/01/2018.....	82
Figure 58 : Déversoir du BS1 – 10/03/2018.....	84
Figure 59 : Bassin BS2 – 10/03/2018.....	84
Figure 60 : Déversoir du BS3 – 10/03/2018.....	85
Figure 61 : Bassin BS4 – 10/03/2018.....	85
Figure 62 : Bassin BS5 – 10/03/2018.....	85
Figure 63 : Bassin BS6 – 10/03/2018.....	85
Figure 64 : Déversoir du BS7 – 10/03/2018.....	85
Figure 65 : Bassin BS8 – 10/03/2018.....	85
Figure 66 : Bassin BS11 – 10/03/2018.....	86
Figure 67 : Bassin BS13 – 10/03/2018.....	86
Figure 68 : Débordement du BSC – 10/03/2018.....	86
Figure 69 : Bassin BSO – 10/03/2018.....	86
Figure 70 : Bassin CR10-BS3 – 10/03/2018.....	86
Figure 71 : Bassin CR10-BS2 – 10/03/2018.....	86
Figure 72 : Bassin BSLG – 10/03/2018.....	87
Figure 73 : Bassin VSEM-BS1 – 10/03/2018.....	87
Figure 74 : Bassin VSEM-BS2 – 10/03/2018.....	87
Figure 75 : Vue du bassin BS1 au niveau de son exutoire – 06/12/2018.....	89
Figure 76 : bassin BS2 – 06/12/2018.....	89
Figure 77 : bassin BS3 – 06/12/2018.....	89

Figure 78 : bassin BS4 – 06/12/2018	89
Figure 79 : Bassin BS5 – 06/12/2018.....	90
Figure 80 : Déversoir du bassin BS6 – 06/12/2018	90
Figure 81 : bassin BS7 – 06/12/2018	90
Figure 82 : bassin BS8 – 06/12/2018	90
Figure 83 : déversoir du BS11 – 06/12/2018	90
Figure 84 : bassin BS13 – 06/12/2018	90
Figure 85 : bassin BS14 – 13/04/2017	90
Figure 86 : bassin BS15 – 13/04/2017	90
Figure 87 : surverse du BSC – 06/12/2018.....	90
Figure 88 : bassin BSO – 06/12/2018	90
Figure 89 : Bassin BS12 – 06/12/2018.....	90
Figure 90 : bassin BS16 – 06/12/2018.....	90
Figure 91 : bassin VSEM-BS1 – 06/12/2018	91
Figure 92 : bassin VSEM-BS2 – 06/12/2018	91
Figure 93 : Efficacité des bassins de sédimentation en 2016 et 2017.....	93
Figure 94 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur le BSKN	94
Figure 95 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la Carrière Limonite Sud.....	94
Figure 96 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la figure d'érosion CPKE.....	95
Figure 97 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Grand kaori	95
Figure 98 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Kwé Ouest.....	95
Figure 99 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la Verse à Stérile Kwé Est.....	96
Figure 100 : Localisation des figures d'érosion remarquables sélectionnées pour suivi	97
Figure 101 : Station TR01 – Débits mesurés en 2018 (Truu au radier).....	99
Figure 102: Station KAL – Débits mesurés en 2018	99
Figure 103 : Station 3C – Débits mesurés en 2018 (Trou Bleu)	99
Figure 104 : Station WJ-01 – Débits mesurés en 2018 (Wajana au radier)	100
Figure 105 : Station CCS-01 – Débits mesurés en 2018 (Creek de la crête Sud)	100
Figure 106 : Débit et MES mesurés à la station KAL en 2018.....	107
Figure 107 : Evolution de la relation entre le flux sédimentaire et le débit de pointe sur la Kwé principale (station KAL) entre 2006 et 2018	107

TABLEAUX

Tableau 1 : Production de l'année 2018, selon le type de matériaux	3
Tableau 2 : Bilan des non-conformités sur les verses en 2018	7
Tableau 3 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SMLT, V5 et VSKE	8
Tableau 4 : Bilan des non-conformités sur les stocks en 2018	9
Tableau 5 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3	10
Tableau 6 : Surfaces défrichées en 2018 par chantier	12
Tableau 7 : Autorisations de défrichements nécessaires aux chantiers 2018	12
Tableau 8 : Travaux de revégétalisation en 2018	13
Tableau 9 : Liste des espèces rares inscrites au plan de conservation	18
Tableau 10 : Localisation, dénomination et caractéristiques des sites de mesures des poussières	23
Tableau 11 : Pourcentage de données exploitables	25
Tableau 12 : Seuils applicables au suivi de la qualité de l'air pour les particules en suspension	25
Tableau 13 : Dépôts de poussières sédimentables à la station de la Forêt Nord	26
Tableau 14 : Paramètres de suivi et photographie	30
Tableau 15 : Evolution des surfaces impactées et non impactées entre 2011 et 2018 au niveau des massifs forestiers témoins (Forêt de l'Aérodrome et Forêt de la Wadjana)	34
Tableau 16 : Liste des points de suivi de la présence d'espèces exogènes	36
Tableau 17 : Résultats des suivis des espèces exogènes végétales sur le point de suivi de la mine	37
Tableau 18 : Synthèse des actions de conservation engagées en 2018	39
Tableau 19 : Paramètres de suivi et métriques associées	43
Tableau 20 : Récapitulatif des récoltes effectuées lors de la saison 2017-2018 par VNC sur le Plateau de Goro	47
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des transplantations de plantules réalisées par VNC en 2018	51
Tableau 22 : Efforts de capture par méthode d'échantillonnage (suivi herpétofaune 2018)	53
Tableau 23 : Résultats des points d'écoute 2018 sur le plateau de Goro	54
Tableau 24 : Succès des captures 2018 (pitfall traps)	57
Tableau 25 : Diversité spécifique des lézards (et statuts UICN révisés, en 2018, en rouge) par site de surveillance	57
Tableau 26 : Tableau de synthèse des déchets gérés sur le site de Vale NC – Années 2017 / 2018	68
Tableau 27 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations météorologique pour l'évènement pluvieux du 29 et 30 janvier 2018	72
Tableau 28 : Durée de retour pour GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	72
Tableau 29 : Durée de retour pour GORO_RESIDUS	72
Tableau 30 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 9 et 10 mars 2018	73
Tableau 31 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	73
Tableau 32 : Période de retour pour la station GORO_RESIDUS	74
Tableau 33 : Effectifs des précipitations journalières observées de 2012 à 2018	77
Tableau 34 : Nombre de jours entre deux précipitations journalières supérieures à 10 mm	77

Tableau 35 : absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 29 janvier 2018	79
Tableau 36: Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 29 janvier 2018.....	82
Tableau 37 : Absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 9 au 10 mars 2018.....	84
Tableau 38 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 10 mars 2018	88
Tableau 39 : Absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 6 décembre 2018.....	88
Tableau 40 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins pour l'épisode pluvieux du 3 décembre 2018	91
Tableau 41 : Nombre de passages en surverse par bassin de sédimentation	92
Tableau 42 : Description du suivi des débits prescrit dans l'AEM (6 stations).....	98
Tableau 43 : Description du suivi de la physico-chimie prescrit dans l'AEM (5 stations)	108
Tableau 44 : Présentation des stations de suivi des IBNC et IBS	148
Tableau 45 : Localisation des points de suivi réglementaires pour le suivi de la faune ichthyologique ..	155
Tableau 46 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la Kwé..	156
Tableau 47 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les huit stations de suivi du bassin versant de la Kwé	156
Tableau 48 : Caractéristiques physico-chimiques de la station de suivi du bassin versant de la Kuebini	158
Tableau 49 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour la station de suivi du bassin versant de la Kuebini	158
Tableau 50 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana.....	159
Tableau 51 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les stations de suivi du bassin versant de la Wajana.....	160
Tableau 52 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu.....	161
Tableau 53 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu.....	162
Tableau 54 : Synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la rivière Trou Bleu de 2018	163
Tableau 55 : Liste des espèces inventoriées en juin-juillet 2018 dans la rivière Trou Bleu.....	163
Tableau 56 : Liste des espèces inventoriées en juillet 2018 pour les stations de suivi du bassin versant de la Kwé	165
Tableau 57 : Liste des espèces inventoriées en juillet 2018 pour le suivi de la rivière Kuebini	166
Tableau 58 : Liste des espèces inventoriées en juillet 2018 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana	167
Tableau 59 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour le suivi de la rivière Truu.....	168
Tableau 60 : Liste des espèces inventoriées en juin-juillet 2018 pour les stations de suivi de la rivière Truu.....	169
Tableau 61 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures du site minier	172
Tableau 62 : Conformité réglementaire du suivi de l'ensemble des séparateurs à hydrocarbures (2018).....	173

Tableau 63 : Stations de suivi réglementaire des eaux souterraines	176
Tableau 64 : 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)	190
Cette surveillance est effectuée sur la station « sentinelle fixe » ST08–PUKA. Le tableau 65 et la Figure 187 montrent son point d'implantation.	191
Tableau 66 : Localisation de la station ST08 de suivi des écosystèmes coralliens (RGNC 91)	192
Tableau 67 : Position des quadras de suivi de l'herbier, référentiel RGNC 91-93 LAMBERT.....	194
Tableau 68 : Paramètres suivis dans le cadre des missions de suivi de la qualité de l'eau de mer et des sédiments marins.....	195
Tableau 69 : Suivis réalisés en 2018.....	196
Tableau 70 : Concentration en éléments majeurs dans l'eau de mer en 2018 – Stations : ST06 et ST03	199
Tableau 71 : Concentrations en sels nutritifs sur St06 et St03 en 2018 et indications du guide du lagon CNRT/ZONECO-2011	202
Tableau 72 : Concentration en métaux dissous en 2018 (campagnes de mars et août 2018) sur ST06 et ST03	203
Tableau 73 : Composition minéralogique de la fraction fine ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) des sédiments de surface- Année 2018	212
Tableau 74 : Concentrations totales en Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni mesurées dans les fractions fines (pélitique) des sédiments de surface - 2018.....	213
Tableau 75 : Evolution des ratios Ca/Fe mesurés dans les fractions pélitiques lors des différentes campagnes du suivi géochimique des sédiments de surface	214
Tableau 76 : Evolution des concentrations totales en Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni mesurées dans les fractions pélitiques des stations sentinelles lors des différentes campagnes du suivi géochimique des sédiments de surface (ST06 et ST 03)	214
Tableau 77 : Concentration en Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn et Pb (mg/kg en MS) en 17 points de Nouvelle Calédonie en décembre 2002 (Source : Dalto et al. (2006).....	215
Tableau 78 : Compilation des données moyennes \pm écart-types des MES totale, des pourcentages massiques en fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) et des teneurs en carbonates dans la fraction fine lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur ST06 (BAIE Kwé).....	216
Tableau 79 : Compilation des données moyennes \pm écart-types des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St06- (Kwé).....	217
Tableau 80 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST08)	223

ANNEXES

- ANNEXE 1 :** Suivi Instrumentation Géotechnique verses SMLT, VSKE et VSEM, VNC, Février 2019
- ANNEXE 2 :** Plan de localisation des défrichements réalisés en 2018, VNC, Avril 2019
- ANNEXE 3 :** Bilan des actions de revégétalisation Vale NC – année 2018, VNC, Février 2019
- ANNEXE 4 :** Fichier d'itinéraire technique du *Gymnostoma deplancheanum*, VNC
- ANNEXE 5 :** Espèces rares, menacées et/ou protégées dans la zone d'influence des infrastructures industrielles et minières de Vale NC : Bilan 2018 des activités de conservation, VNC, Février 2019
- ANNEXE 6 :** Résultats du suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers, VNC, Novembre 2018
- ANNEXE 7 :** VEGUSINE_Etat actuel du suivi, Bluecham, Mars 2019
- ANNEXE 8 :** Etude de la structure et du dynamisme des populations de *Callitris pancheri* dans le grand massif du sud, Botaenvironnement, Octobre 2018
- ANNEXE 9 :** Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro, année 2018, Hemispheres
- ANNEXE 10 :** Campagne de surveillance 2018 de l'herpétofaune de trois sites forestiers sur le site minier de Vale Nouvelle-Calédonie, Astrongatt, 2018
- ANNEXE 11 :** Cartographie des fourmis envahissantes sur la zone minière, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE 12 :** Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie à Prony, F. Ravary, avril 2018
- ANNEXE 13 :** Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie à Prony, F. Ravary, novembre 2018
- ANNEXE 14 :** Bilan des actions sur le site de VNC, année 2018, Fédération de la Faune et de la Chasse de Nouvelle-Calédonie, Novembre 2018
- ANNEXE 15 :** Protocole de suivi des cochons
- ANNEXE 16 :** Données de pluviométrie journalière année 2018, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE 17 :** Cartes de localisation des bassins de sédimentation et décanteurs en début et fin d'année 2017, VNC, Avril 2018
- ANNEXE 18 :** Fiches de suivi des figures d'érosion, VNC, Septembre 2018

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 produit 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 hydrométallurgique 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 hydrométallurgique 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 (verses) ;
 - 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 2018 ET INCIDENCE SUR L'OCCUPATION DES SOLS

2.1 Volumes excavés et alimentation de l'usine

L'objectif de production pour l'année 2018 était de 15.5Mth en recourant à une soixantaine d'engins miniers. La production de l'année 2018 a été de 11,9 Mth¹ soit 8,15 Mts².

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

Horizon	2018
Unité	<i>Mt humides</i>
FCO	0,17
FRE	1,24
OVB	3,00
MBT	0,15
LAT	3,62
LMG	0,62
SAP	1,13
BRK	0,62
Reprise des bandes de roulement	1,37
Excavé Total	11,94

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 2018 est illustrée ci-après.

¹ Mth : million de tonnes humides

² Mts : million de tonnes sèches

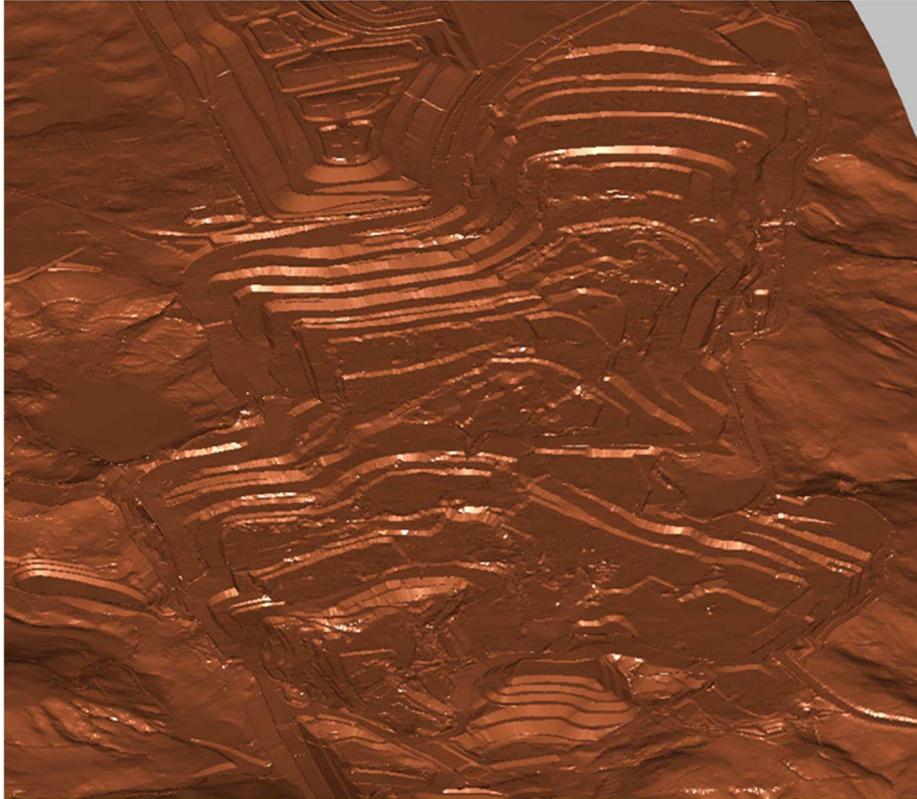


Figure 1 : Vue de la fosse fin 2017

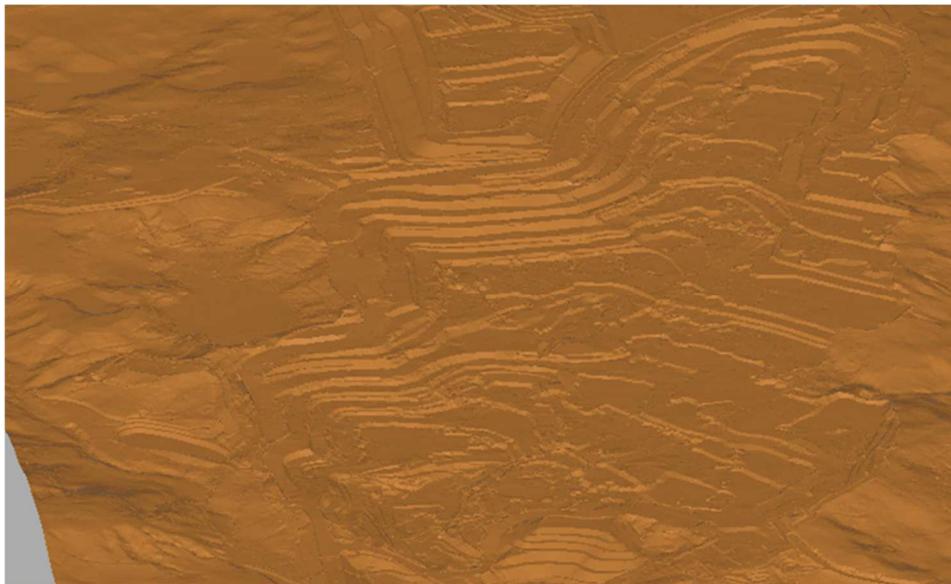


Figure 2 : État de la fosse fin 2018_ Verses à stériles

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 2018 :

- la construction des mèches horizontales drainantes sur la phase 3 ;
- la construction de la mèche horizontale n°10 de la phase 2 ;
- la poursuite de la construction des renforts sur les phases 1 et 2 (renforts du niveau 7 achevés excepté pour la cellule 9) ;
- la réalisation de la piste de colature le long de la phase 2B avec un prolongement en cours le long de la phase 3 ;
- le début de l'excavation de la cuirasse sur les phases 2B et 3 est avant stockage du stérile ;
- l'épandage de topsoil sur certains talus de la verse (cf. Figure 3) ;
- l'installation des filets sur les talus ouest en préparation d'ensemencement hydraulique en 2018.

La zonation des principales zones de stockage est illustrée sur la figure ci-dessous.



Figure 3 : Localisation des zones de stockages des stériles sur la verse SMLT (fin Février 2018)

2.1.3 Résultats du suivi des verses et des stocks

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

Le bilan du suivi instrumenté réglementaire des verses à stériles est fourni en Annexe 1.

Les ouvrages actifs, en construction ou à maintenir, et les ouvrages « historiques » du centre minier de Goro font l'objet d'une inspection visuelle chaque semaine lors d'audits internes géotechniques effectués par le service géologie et planification de la direction mine. 28 rapports hebdomadaires ou bi-hebdomadaires et 7 rapports mensuels ou bimensuels ont été produits, à intervalle régulier, au cours de l'année 2018. Les paragraphes ci-dessous présentent une synthèse des observations faites sur les verses et les stocks (verses V5, VSKE, SMLT et les stocks SM1 et SMBT KN2-3).

2.1.3.1 Bilan de l'audit interne des verses

En 2018, les items relevés par l'audit interne et résolus sur les verses reflètent bien leur niveau d'activité : sur la seule verse active SMLT, malgré un grand nombre de non-conformités relevées, la plupart ont été résolues (Figure 5).

Tableau 2 et Figure 4). A l'inverse sur VSKE, il y a eu peu ou pas d'évolution. Sur V5, les travaux de démantèlement ont constitué une part notable d'activité et, par conséquent, d'items. Cette reprise d'activité dans la zone V5 a également permis de clôturer bon nombre d'anciens items (Figure 5).

Tableau 2 : Bilan des non-conformités sur les verses en 2018

2018	SMLT	V5	VSKE
Créé	85	7	0
Résolu	87	16	1
Restant fin 2018	4	9	4

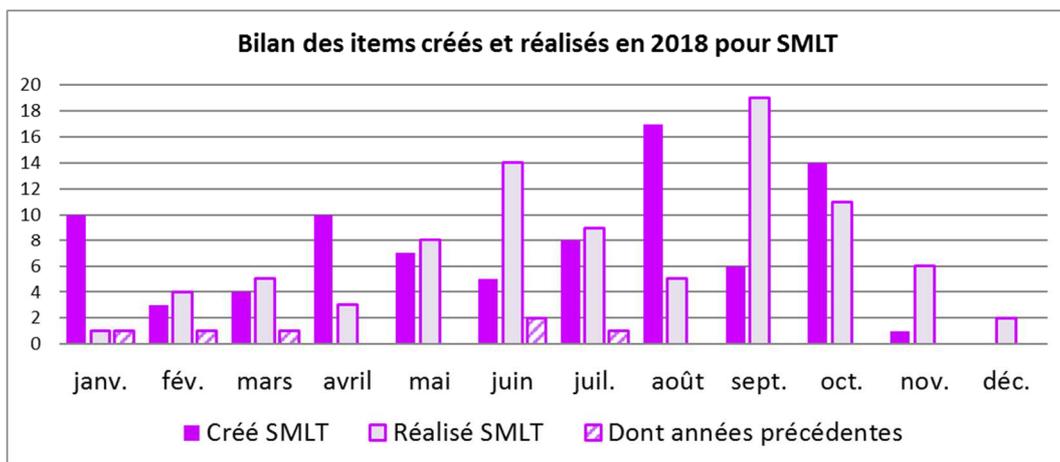


Figure 4 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur la verse SMLT

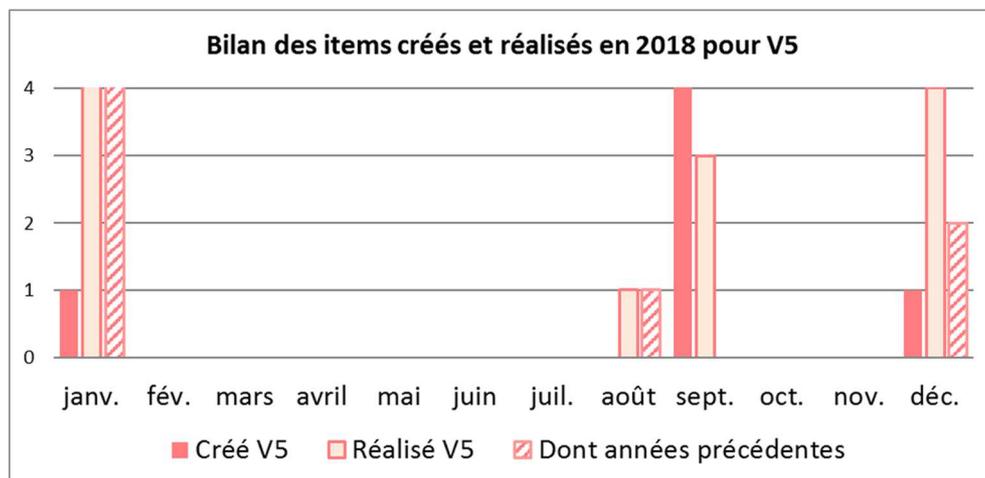


Figure 5 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur la verse V5

La **Gestion Des Eaux** constitue la principale source de non-conformités (Figure 6 et Figure 8), directement sur les ouvrages de transfert (caniveaux etc.), ou indirectement dans les **cellules** de stockage.

Dans le détail, sur SMLT l'élément d'ouvrage le plus fréquemment cité reste les **Routes**. De plus, une vigilance accrue est demandée sur les **merlons de protection**.

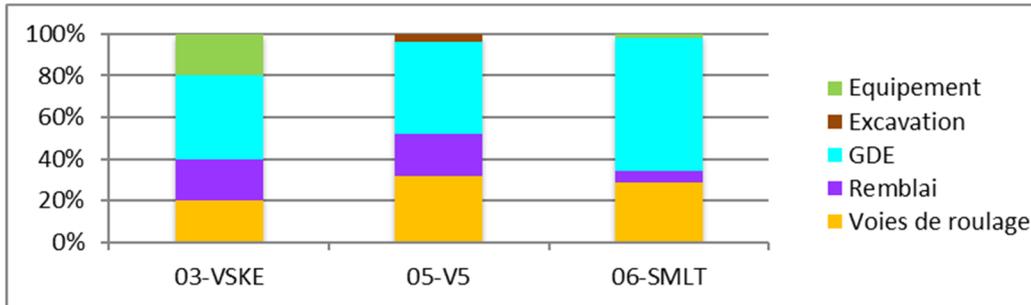


Figure 6 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages VSKE, V5 et SMLT

Tableau 3 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SMLT, V5 et VSKE

Mine 2018 - Verses	SMLT	V5	VSKE
Part de non-conformités liées à la GDE	64 %	44 %	40 %
Élément de l'ouvrage ayant le plus de non-conformités	Routes (21 / 91)	Cellules (8 / 25)	5 items sur 5 éléments distincts
Le plus de haute priorité d'action "P1"	Merlons (4 / 10)	Talus et Routes (1 et 1)	Aucun
Le plus de moyenne priorité d'action "P2"	Cellules et Merlons (7 et 7 / 36)	Routes (3 / 6)	Aucun
Meilleurs délais moyens de remise en conformité	Routes (3,3 sem.)	Routes (14,5 sem.)	Banquettes (24 sem.)

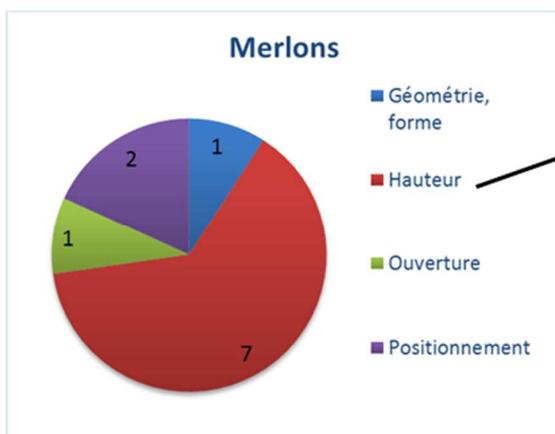
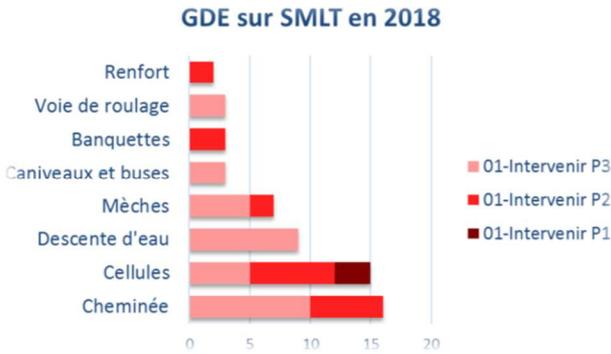
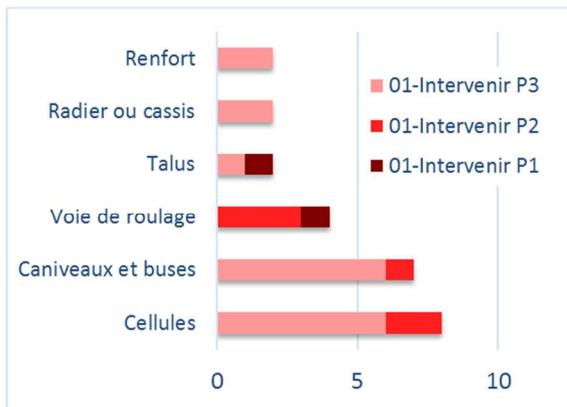


Figure 7 : Statistiques des non-conformités sur les merlons de SMLT. Exemple sur le renfort extérieur côté ouest

Figure 8 : Statistiques des non-conformités de Gestion de Eaux sur SMLT. Exemple dans les cellules

Figure 9 : Statistiques de non-conformités en 2018 sur V5. Exemple de l'accès côté Ouest

2.1.3.2 Bilan de l'audit interne des stocks

En 2018, relativement peu de non-conformités ont été relevées sur les stocks (Tableau 4, Tableau 5, Figure 10, Figure 11 et Figure 12).

Tableau 4 : Bilan des non-conformités sur les stocks en 2018

2018	SM1	SMBT KN2-3
Créé	13	1
Résolu	10	1

Restant fin 2018 7 2

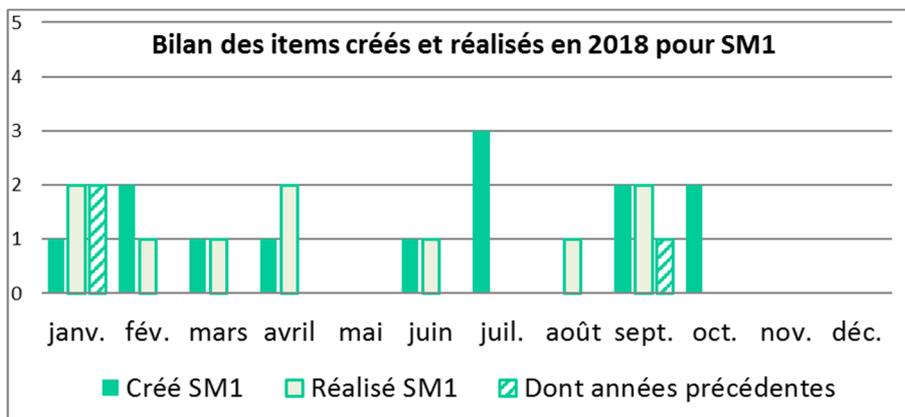


Figure 10 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur le stock SM1

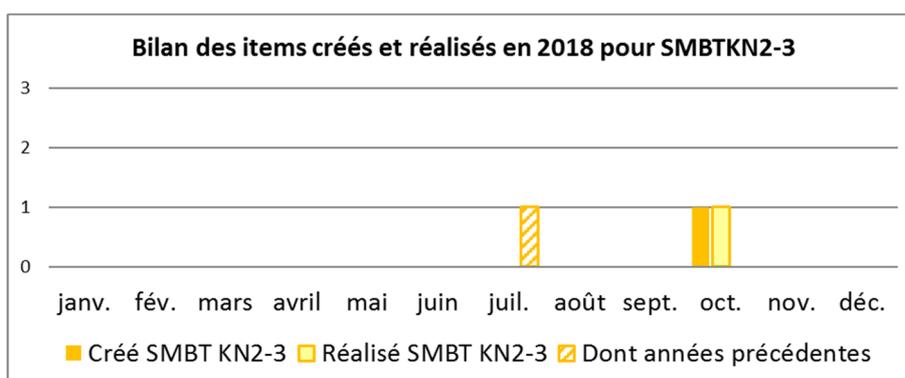


Figure 11 : Bilan des items créés et réalisés en 2018 sur le stock SMBT KN2-3

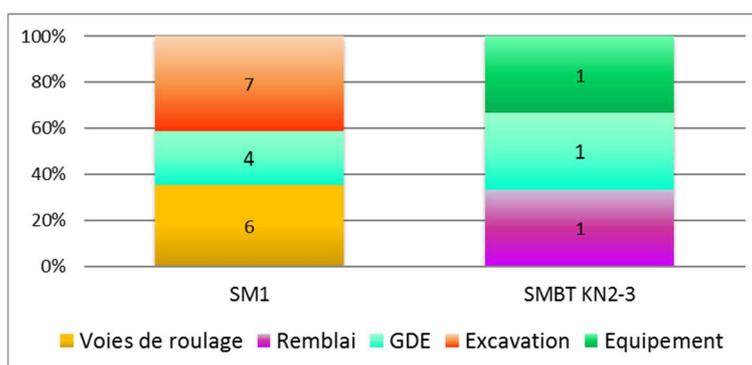


Figure 12 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3

Tableau 5 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3

Mine 2018- Stocks	SM1	SMBT KN2-3
Le plus grand nombre	Talus (7 / 17)	5 items sur 5 éléments distincts
Le plus de haute priorité d'action "P1"	Talus (4 / 4)	Aucun

Le plus de moyenne priorité d'action "P2"	Talus (3 / 9)	Aucun
Meilleurs délais moyens de remise en conformité	Drainage des stocks (9 sem.)	Banquettes (24 sem.)

2.2 Surfaces défrichées et revégétalisées

2.2.1 Bilan des défrichements en 2018

☞ Se référer à l'**ANNEXE 2** : Plan de localisation des défrichements réalisés en 2018, VNC, Avril 2019

Les chantiers nécessitant du défrichement en 2018 sont listés dans le Tableau 6 et représentés sur le plan figurant en **ANNEXE 2**. Se référer au bilan des travaux 2018 pour de plus amples détails sur ces travaux.

Tableau 6: Surfaces défrichées en 2018 par chantier

Chantiers	Végétation défrichée (ha)
Carrière CPA1	4,68
Chantier minier 2018	1,72
Extension du ROM-Pad	1,26
Purge doline DN2	0,61
Rampe V5	0,65
Sondages de pré-production 2018	1,85
Sondages géotechniques Lucy	0,01
TOTAL	10,78

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

Tableau 7: Autorisations de défrichements nécessaires aux chantiers 2018

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° 1164-2013/ARR/DENV Arrêté n° 2861-2016/ARR/DENV
Chantier minier 2018	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 Arrêté n° 1349-2017/ARR/DENV
Rampe V5	Arrêté n° 1981-2016/ARR/DENV Arrêté n° 987-2016/ARR/DENV
Purge doline DN2	Arrêté n° 2861-2016/ARR/DENV
Sondages de pré-production 2018	Arrêté n° 1872-2015/ARR/DENV Arrêté n° 987-2016/ARR/DENV Arrêté n° 1981-2016/ARR/DENV Arrêté n° 1349-2017/ARR/DENV
Sondages géotechniques Lucy	Arrêté n° 3390-2017/ARR/DENV

Les défrichements les plus importants concernent la carrière CPA1 et l'extension de la fosse de Goro vers le sud tout en conservant une distance de plus de 100 mètres avec la forêt de la Kwé Est.

2.2.2 Bilan des surfaces revégétalisées en 2018

2.2.2.1 Chantiers de revégétalisation 2018

En 2018, 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 8 : Travaux de revégétalisation en 2018

Référence de l'arrêté	Titre minier	Localisation	Type de travaux	Surfaces (Ha)	Nbr de plants	Nbr d'espèces employées	% réalisés sur l'arrêté correspondant.
Arrêté n° 2848-2013/ARR/DENV du 07 novembre 2013 ("5 ANS DE LA MINE")	DOMAINE	PPRB	Travaux de plantations de maquis minier	2,6	20 000	32	19,3
Arrêté n°1172-2013/ARR/DENV ("SMLT")	AS3	PGK	Enrichissement forestier	10	9 727	33	49,8
Arrêté n° 1839-2015/ARR/DENV du 8 juillet 2015 (« NOTHOFAGUS »)	INVASION 5	Patch forestier sur INVASION 5	Enrichissement forestier	2,1	2 192	37	100
Arrêté n°2166-2015/ARR/DENV (« Flanc Sud KWRSF »)	CHRISTMAS	Prony	Travaux de plantations de maquis minier	7,9	83 000	51	74,7
Arrêté n° 977-2016/ARR/DENV du 18 avril 2016 (CPA1 phase 1)	INVASION 3	Ancien radier du creek Pernod	Travaux de plantations de maquis minier	6	35000	23	85,4
	FER	Talus du SMLT	Semi hydraulique	2		20	-
Sous-total Plantation de maquis				16,5	138 000	53	
Sous-total Enrichissement forestier				12,1	11919	47	
Sous-total semi hydraulique				2	89	20	
TOTAL GENERAL				30,6	149 919	89	

Les opérations de revégétalisation compensatoires sont présentées plus en détail dans le bilan des actions de revégétalisation VNC – Année 2018 – en Annexe 3.

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 2018. Un suivi de la reprise de la végétation sera effectué sur cinq ans.

Le mélange employé utilisé est constitué d'hydromulch, d'engrais minéral, ainsi que de graines issues de 20 espèces endémiques du maquis minier. La densité employée est de 1500 graines au m².

Une surface totale de 2 hectares a ainsi été traitée.



Figure 13 : Exemple de chantier d'hydro-seeding sur la SMLT, 2018

En 2018, 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 2018.

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.

Le fichier d'itinéraire technique du *Gymnostoma deplancheanum* est joint en Annexe 4 pour illustrer le format et le contenu des fichiers des itinéraires techniques. 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.

❖ **Intégration des données issues des inventaires de la flore des concessions de VNC afin d'actualiser le statut des espèces dans le cadre des évaluations IUCN.**

VNC est chargé de transmettre les données issues des inventaires de la flore de ces concessions afin d'actualiser les occurrences et l'étendue des espèces dans le cadre des évaluations IUCN. En 2018, 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. 240 taxons de flore ont été évalués selon les critères IUCN par le Groupe RLA de Endemia en 2018. Le département Préservation de l'Environnement de VNC a transféré les données floristiques des inventaires des concessions VNC pour les taxons évalués par Endemia et a participé à l'évaluation technique du Groupe RLA (Stephane McCoy et Julie Goxe) durant 4 jours en 2018 pour les parties concernant le Sud.

❖ **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 14 : 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 (tableau 9) 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 2018 impliquant le suivi, les récoltes, la production et les plantations d'espèces rares inscrites au plan de conservation sont présentées au paragraphe § 3.2.1.4.2.

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 lignum vitreum</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		

Tableau 9 : Liste des espèces rares inscrites au plan de conservation

❖ **Participation à l'amélioration des connaissances sur les peuplements d'espèces sensibles sur la zone d'exploitation de Vale NC**

- Caractérisation de l'état structurelle et phytosanitaire des populations de *Callitris pancheri*
- *Voir prescription E1.4.1 de l'AEM*

Une étude portant sur l'état phytosanitaire de six populations de *Callitris pancheri* du Grand sud en vue de leur renforcement a été réalisée par Botaenvironnement.

La méthodologie prévoit :

- Une évaluation spatiale : une cartographie des limites des populations avec le géoréférencement des individus en périphérie, une cartographie des limites des plus forts recouvrements en nombre d'individus adulte et en régénération, Une cartographie de zones de renforcement potentiel au sein des différents peuplements.
- Une évaluation de la structure des populations : caractérisation de l'habitat des populations par la réalisation de relevés phytosociologiques, évaluation de la structure et du dynamisme des adultes (dénombrement par classe de circonférence, densité, dimension) sur des parcelles de 400 m², évaluation de la structure et du dynamisme de la régénération (dénombrement des plantules et des juvéniles) sur des placettes de 25 m².
- Une évaluation de l'état de santé des populations : La présence ou non de cônes, marques de brûlures sur le tronc, % de couronne, marques de dépérissement et/ou de sénescence (ex : cavité, vieillissement), symptômes foliaire (chlorose - nécrose - attaque de phytophage ou de parasite), Indice de dégradation par des mammifères (ex : cerf - rat - cochon).

Le rapport d'étude a été remis à VNC en Octobre 2018 (**ANNEXE 8**). Cette étude a permis de définir des zones de renforcement prioritaire afin de favoriser la conservation *in situ de cette espèce dans le Grand Sud*. A la suite de cette étude, les populations de Madeleine A et madeleine B ainsi que la population de la Kuebini ont été sélectionnées pour la mise en œuvre de mesures de renforcement (Plantation d'enrichissement, rapprochement de population). Ces travaux débuteront en 2020.

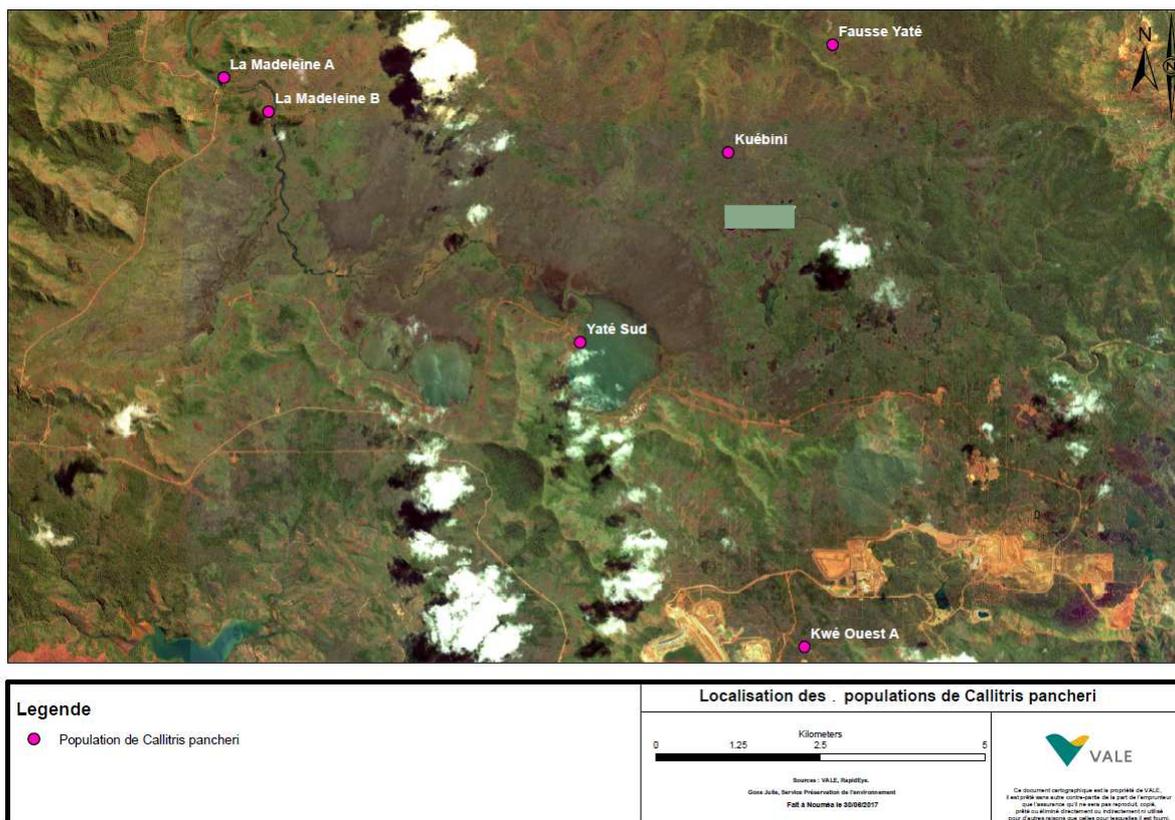


Figure 15 : Localisation des 6 populations de Callitris pancheri étudiées

- 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 2019. L'étude sera lancée en 2020.

❖ **Participation au processus de révision du statut des espèces endémiques par le comité local UICN :**

En 2018, 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. En 2018, VNC aura participé à la révision de plus de 240 taxons correspondant à 4 jours d'échanges en ateliers. A cela s'ajoute, la préparation de ces ateliers et plus précisément la centralisation des données d'inventaires floristique et des illustrations qui a nécessité l'implication d'un ingénieur et de deux techniciens durant 15 jours.

VNC a sollicité le groupe sur la possibilité d'organiser des prospections afin d'identifier des localités pour les espèces rares prioritaires dont il ne dispose d'aucune localité. Le groupe propose qu'une sortie de prospection soit organisée pour *Gmelina lignum-vitreum* au niveau de patchs forestiers non encore prospectés du côté de Vallée de la Thy.

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. 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 2019.

A noter qu'à l'origine, l'épilage 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 16 : Plantation en 2011 (gauche) et en 2019 (droite)



Figure 17 : 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 prévue 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 prévue 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 2019, nous réaliserons une étude pour évaluer la gestion des eaux en place. Les résultats de cette étude seront fournis dans le bilan environnemental de l'année prochaine.

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. Le tableau et le plan ci-dessous présentent la localisation de ces stations et leurs caractéristiques de suivi.

Tableau 10: Localisation, dénomination et caractéristiques des sites de mesures des poussières

Nom de la station de surveillance	Abréviation	Coordonnées (RGNC91)			Type de suivi
		X	Y	Z	
Forêt Nord	FN	494974,51	209331,80	334	PM10 et retombées
Base-vie	BV	493627,12	209984,54	181	PM10
MIA	-	497639,23	211487,31		Retombées
Fosse	-	499015,38	212248,94		Retombées

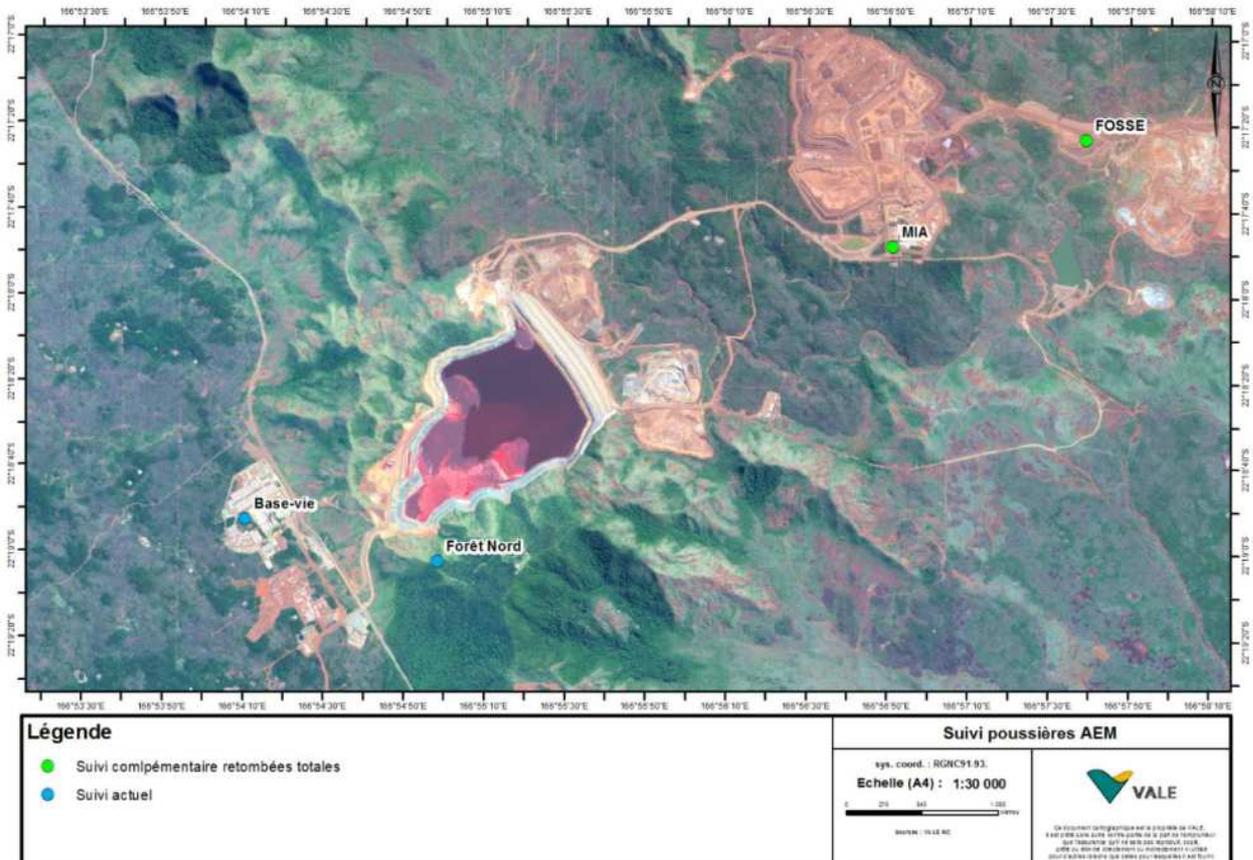


Figure 18: Carte de localisation des stations de suivi des poussières dans le cadre de l'AEM

3.1.2 Méthode

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

- l'une pour définir les retombées totales et déposé sur l'ensemble des stations,
- l'autre, plus sélective, pour déterminer la quantité de poussières en suspension PM10 et déposé sur les stations Base vie et Forêt Nord.

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.

3.1.3 Disponibilité des données

Mesures continues :

Tableau 11: Pourcentage de données exploitables

Paramètres/Station		Nombre de mesures horaires/An	Nombres de valeurs horaires manquantes/An	Taux mesures horaires
PM10	Forêt Nord	8020	740	91,55%
	Base-vie	8453	307	96,50%

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 »).

Retombées totales :

Une campagne est réalisée deux fois par an sur la station de la Forêt Nord. En 2018, les deux campagnes ont été réalisées. Les mesures sur les sites MIA et Fosse débuteront en 2019.

3.1.4 Résultats

3.1.4.1 Valeurs réglementaires

Mesures continues

Tableau 12: Seuils applicables au suivi de la qualité de l'air pour les particules en suspension

Polluant	Type	Période considérée	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mode de calcul et remarques
Particules en suspension de diamètre $<10\mu\text{m}$	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 valeur de référence française ou européennes pour les quantités de retombées de poussières. A titre indicatif, les résultats seront comparés aux valeurs mesurées en 2009 et aux valeurs réglementaires du TA LUFT (Allemagne, version du 24 juillet 2002), exprimées en moyenne annuelle.

3.1.4.2 Valeurs obtenues

Suivi des particules en suspension de diamètre inférieur à 10µm (PM10)

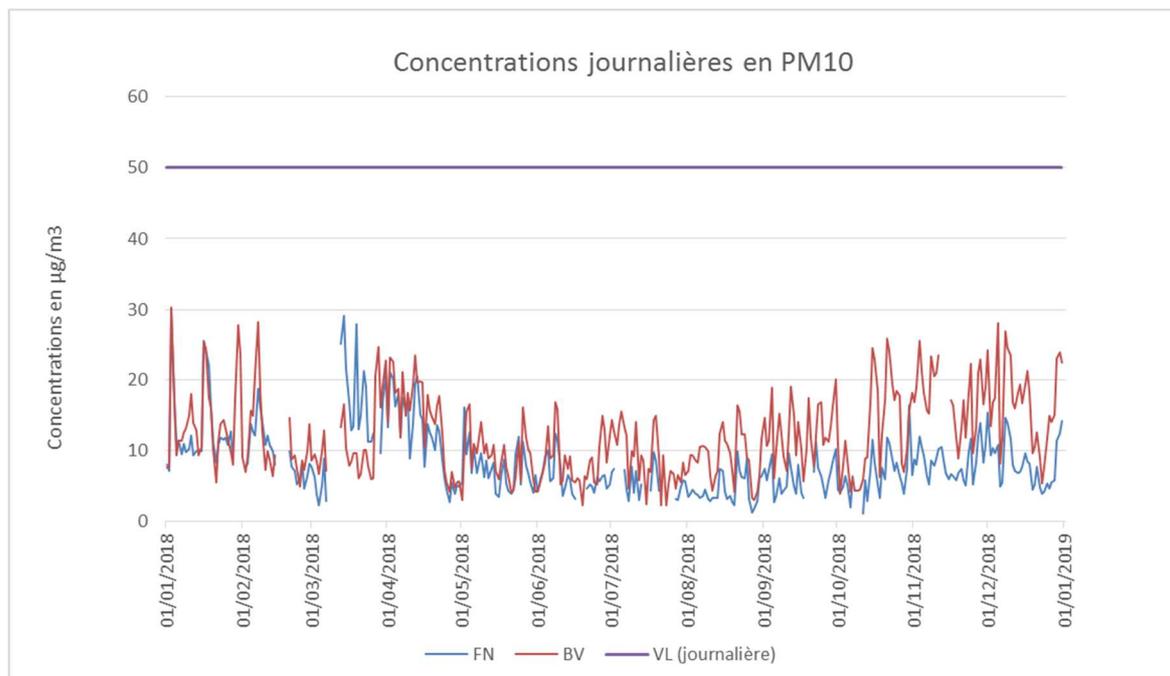


Figure 19 : Moyennes journalières – Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)

Sur les stations Base vie et Forêt Nord, le taux de fonctionnement des stations est très satisfaisant et les concentrations en PM10 sont faibles et largement inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé humaine.

Suivi des retombées totales sédimentables

Tableau 13: Dépôts de poussières sédimentables à la station de la Forêt Nord

Période	Dépôts Poussière mg/m ² /jour
juin-18	<LD
déc-18	44,01
Valeur limite de référence TA Luft	350

Les résultats sur les échantillons collectés en 2018 sont largement inférieurs à la valeur limite de référence.

3.1.5 Mesures d'atténuation

Le paragraphe §3.2.2.1, p45 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 20). 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 14).

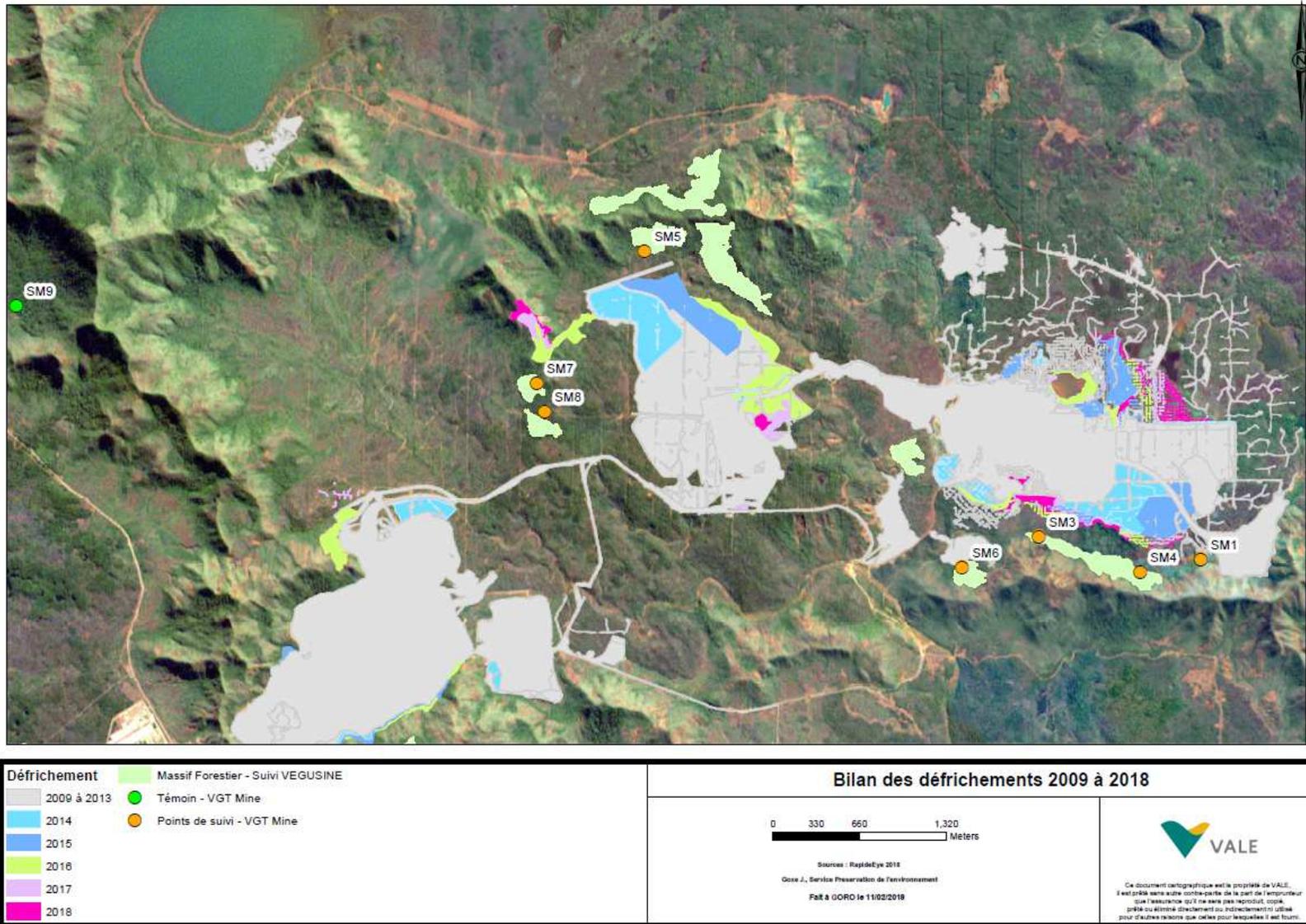


Figure 20 : Localisation des stations de suivi et défrichement réalisés entre 2009 et 2018

Tableau 14: 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-blanquet	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

3.2.1.1.2 Résultats

☞ Voir **ANNEXE 6** : *Résultats du suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers, VNC, Novembre 201*

Les résultats liés à l'évaluation des différents paramètres de suivi entre octobre 2015 et novembre 2018 sont présentés en **ANNEXE 6**. 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 ainsi que sur la majorité des sites en septembre et octobre 2017. Les symptômes de chloroses et/ou de nécroses observés ont concernés près de 10% des individus au niveau du site le plus impacté SM1. La saison sèche et le déficit pluviométrique constaté en 2017 ont probablement eu un impact sur ces formations végétales. Il a en effet été constaté un assèchement complet des cours d'eau à proximité des sites de suivi en octobre 2016 ainsi qu'en septembre et octobre 2017 ainsi que 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 2018 témoignant de ces périodes de déficit hydrique.

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. Une augmentation des dépôts de poussière liée à l'activité minière au sud de la fosse minière (SM3) et au niveau de CPA1 (SM7) a été constatée entre 2015 et 2018 mais ces dépôts n'ont pas dépassé 35 % d'individus. Les sites SM5 et SM1 ont enregistré 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 voir 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 2018 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 2018. 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

3.2.1.2.1 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 21).

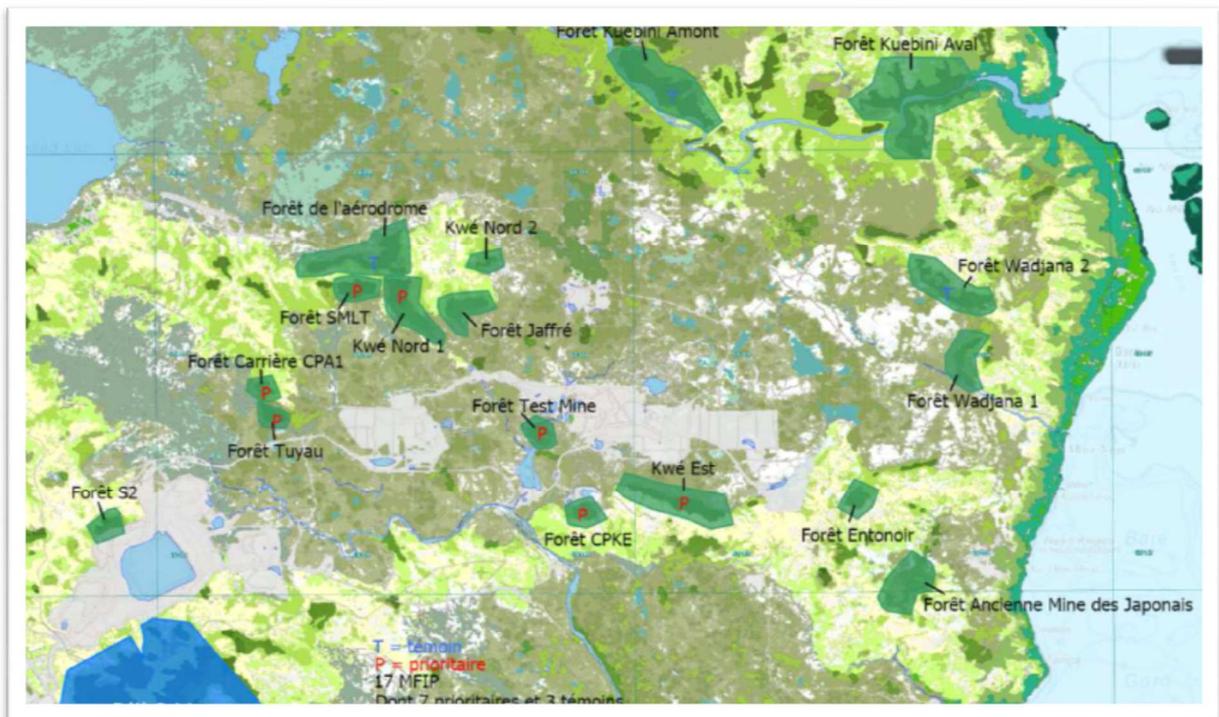


Figure 21 : Massifs forestiers d'intérêt prioritaire suivi par télédétection

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).

3.2.1.2.2 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 2018 (Figure 22). Ces impacts apparaissent relativement faibles et les surfaces impactées varient entre 1% et 7.3% selon les massifs concernés. 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 2018 (Figure 22). Cette tendance se retrouve également au niveau des sites témoins (Tableau 15). 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 23).

En décembre 2018, les secteurs impactés représentent 2.5 % contre 97.5% de surfaces non impactées de la surface totale des massifs forestiers hors massifs témoins (Figure 22). Les variations de l'ISEV sont négatives au niveau des massifs en déclin Figure 24 ; ANNEXE 7).

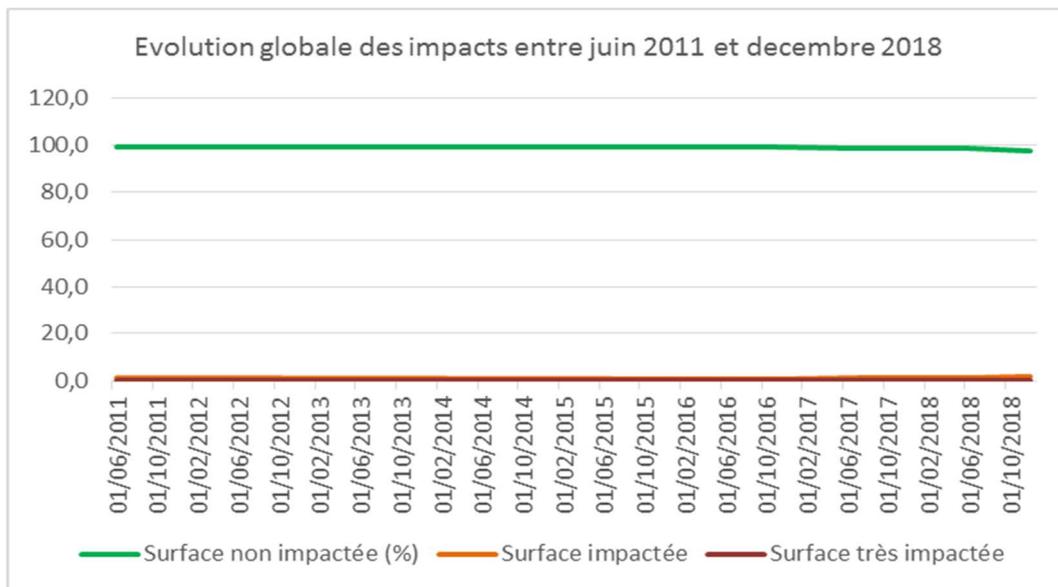


Figure 22 : Evolution des surfaces non impactées, impactées et très impactées entre 2011 et décembre 2018

Tableau 15: Evolution des surfaces impactées et non impactées entre 2011 et 2018 au niveau des massifs forestiers témoins (Forêt de l'Aérodrome et Forêt de la Wadjana)

Date	Surface non impactée (%)	Surface impactée (%)	Surface très impactée (%)
17/06/2011	99,5	0,5	0,0
13/11/2016	99,8	0,2	0,0
06/07/2017	99,8	0,2	0,0
11/06/2018	99,7	0,3	0,0
02/12/2018	98,6	1,0	0,4

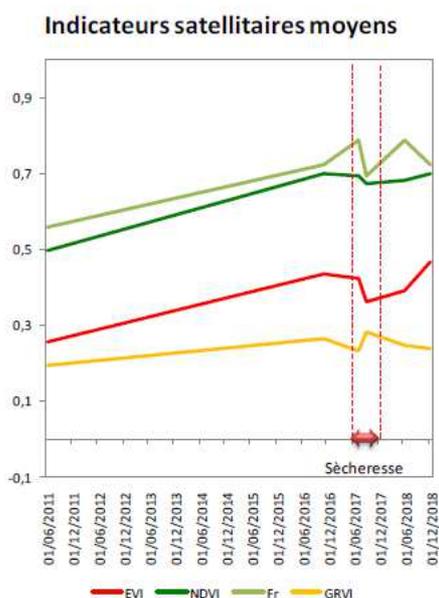


Figure 23 : Indicateurs satellitaires (NDVI, EVI, GRVI et Fr) sur la période considérée

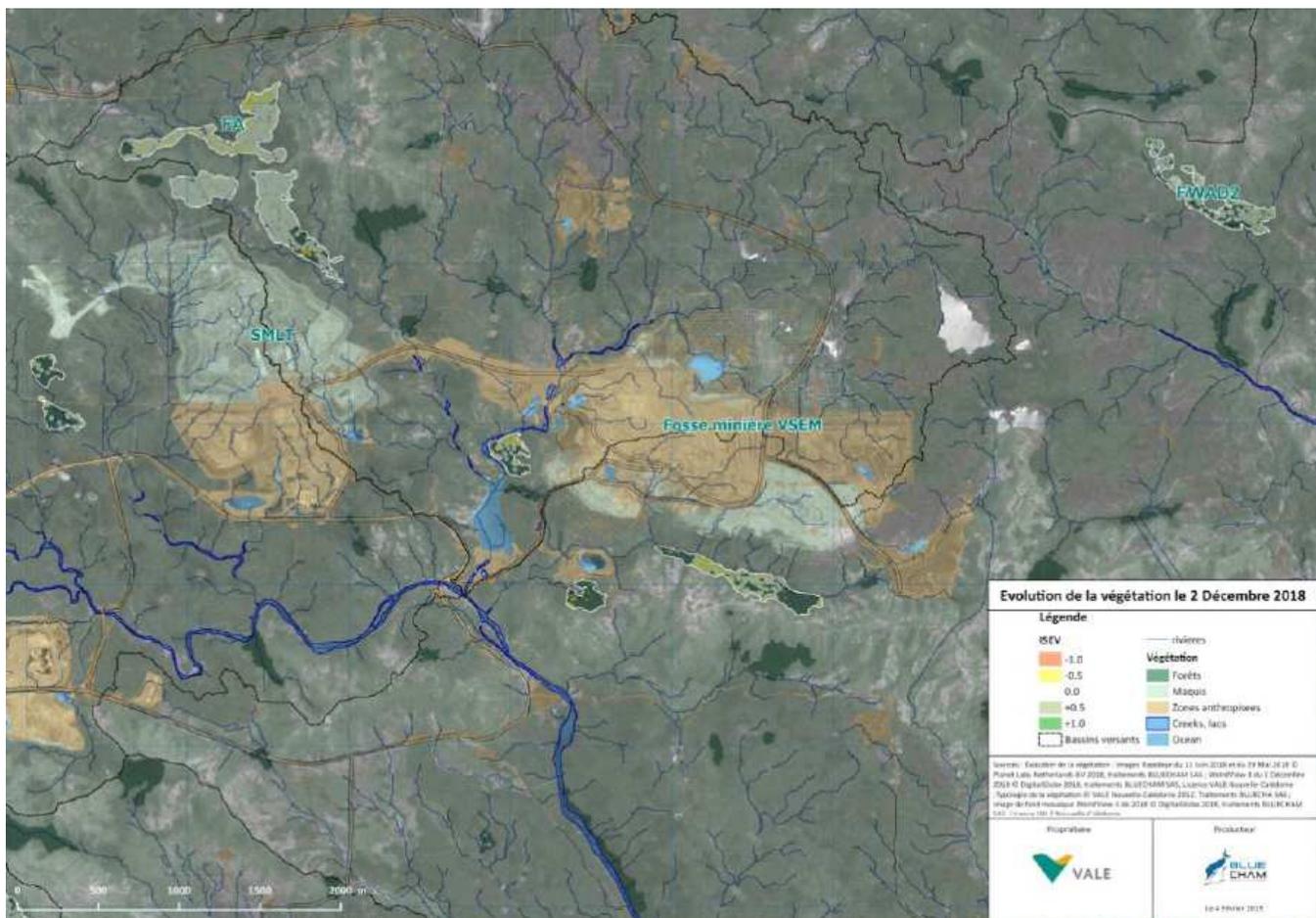


Figure 24 : Evolution de la végétation entre juin 2018 et décembre 2018 (indice ISEV)

3.2.1.3 Suivi et contrôle des espèces exogènes

3.2.1.3.1 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

Sites	Localité/description	Type de zone	Coordonnée X	Coordonnée Y	Coordonnée X Degrés décimaux	Coordonnée Y degrés décimaux
0	Creek Baie Nord Amont	SENTINELLE	E166 54,552'	S22 19,975'	166,9022813	-22,32547022
1	U7	ZONE A RISQUE	E166 54,455'	S22 19,939'	166,907585828	-22,332314501
2	Aval Décanteur Centrale Prony	ZONE A RISQUE	E166 54,400'	S22 19,800'	166,909200763	-22,332911728
3	STEP Doline1	SENTINELLE	E166 54,300'	S22 19,500'	166,906666667	-22,330000001
4	Ancienne Cimenterie	ZONE A RISQUE	E166 54,650'	S22 19,287'	166,905000000	-22,325000001
7	Base Vie exutoire (Fosse)	ZONE A RISQUE	E166 54,085'	S22 18,857'	166,913732088	-22,324565865
8	Plateforme Terres souillées (Formation 4x4)	ZONE A RISQUE	E166 54,788'	S22 20,595'	166,910836224	-22,321451630
9	Foret Nord - Bord de route	SENTINELLE	E166 54,824'	S22 19,474'	166,913219953	-22,271795287
10	Grand Lac - (Pépinière)	SENTINELLE	E166 54,793'	S22 16,308'	166,888402985	-22,333099799
11	Usine pilote (convoyeur)	SENTINELLE	E166 54,486'	S22 20,350'	166,883483102	-22,343120496
12	Creek Baie Nord (Radier)	SENTINELLE	E166 53,304'	S22 19,986'	166,892354893	-22,350046821
13	Littoral Wharf	ZONE A RISQUE	E166 53,009'	S22 20,587'	166,901017096	-22,344270838
14	Littoral Port	ZONE A RISQUE	E166 53,541'	S22 21,003'	166,911432032	-22,335258864
16	Stock calcaire usine	ZONE A RISQUE	E166 54,686'	S22 20,116'	166,939560818	-22,307519008
17	Radier Kué principale	SENTINELLE	E166 57,856'	S22 18,444'	166,948729230	-22,295586607
18	Maintenance KW	ZONE A RISQUE	E166 56,374'	S22 18,451'	166,913136394	-22,343246623
19	Maintenance FPP	ZONE A RISQUE	E166 56,924'	S22 17,735'	166,908101248	-22,339158463
20	Pic du Grand Kaori	SENTINELLE	E166 53,647'	S22 17,064'	166,894119476	-22,284407173

Au niveau de la mine, on constate que le point de suivi de référence se situe au niveau du CIM (Centre Industriel Minier). Ce point fut choisi car il regroupe les bureaux, ateliers, vestiaires, parkings et zones de stockages. De plus, contrairement aux zones d'exploitation, il constitue une zone vouée à ne plus évoluer de manière importante, favorisant ainsi une potentielle installation puis diffusion dans le milieu d'une espèce exogène végétale.

3.2.1.3.2 Résultats

Le suivi réalisé en 2018 sur ce point a donné le résultat présenté dans le **Tableau 17**.

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

Famille	Espèce ¹	Abondance relative ² (+,1,2,3,4)	Distribution (C, R ou E) ³	Phénologie (FL, B, FR, V, NA) ⁴
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i>	1	2-3	FR
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>	2	4-5-6	FL
POACEAE	<i>Sacciolepis indica</i>	+	1	FRP
SOLANACEAE	<i>Solanum nigrum</i>	+	1	FR
POACEAE	<i>Sporobolus elongatus</i>	+	2-3	FRP
POACEAE	<i>Paspalum urvillei</i>	2	4-6	FRP
POACEAE	<i>Chloris barbata</i>	1	2-3	FPR
ASTERACEAE	<i>Pluchea odorata</i>	+	1-2	FR FL
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i>	+	1	FL
POACEAE	<i>Eragrostis sp.</i>	+	2	FRP
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	+	1	FL FR
LAMIACEAE	<i>Hyptis pectinata</i>	+	1	FL FR
SOLANACEAE	<i>Solanum lycopersicum var cerasiforme</i>	+	1	FR
POACEAE	<i>Imperata cylindrica</i>	+	2	FRP
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	+	1	FRP
ASTERACEAE	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	+	1	V
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i>	+	2	V
ASTERACEAE	<i>Emilia sonchifolia</i>	1	1-2	FL
FABACEAE	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	+	1	V
OXALIDACEAE	<i>Oxalis corniculata</i>	+	2	V
PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus tenellus</i>	+	2	V
URTICACEAE	<i>Pilea microphylla</i>	+	2	V
POLYGALACEAE	<i>Polygala paniculata</i>	1	1-2	FL
POACEAE	<i>Paspalum cf conjugatum</i>	+	2	FRP
POACEAE	<i>Axonopus fissifolius</i>	+	1-2	FRP
APIACEAE	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	+	2	FR
ASTERACEAE	<i>Conyza canadensis</i>	+	6	V
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago sp.</i>	+	1	V
FABACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	+	1	V
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>	+	1	FL
LYTHRACEAE	<i>Cuphea carthagenensis</i>	+	1	V
POACEAE	<i>Digitaria cf sanguinalis</i>	1	1	V
BEGONIACEAE	<i>Begonia sp</i>	+	1	FL

1 Inscrire le nom de l'espèce concernée, si identification possible, sinon sp1, sp2...avec échantillon portant cette numérotation pour identification ultérieure.

2 Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet, utilisé pour les inventaires de flore.

3 C= continu e+. le gazon japonais; R= régulier, soit discontinu mais fréquent sur la zone; E = épars

4 FL= Fleurs visibles ; B= Boutons ; FR= Fruits ; FRP : Fruits passés ; V = état végétatif ; NA= Non applicable

Ainsi, 13 espèces supplémentaires ont été recensées par rapport au suivi de 2017 du fait du rajout du point de suivi de la STEP située en face des bureaux de la MIA. Ce secteur n'était pas suivi précédemment et a été rajouté en tant que zone à risque pouvant favoriser l'émergence de nouvelles espèces exogènes. L'ensemble des espèces relevées présentent un faible risque

d'invasion des milieux naturels environnants du fait de leur préférence écologique. A noter qu'en dehors des zones anthropisées, les espèces exogènes montrent des difficultés à s'implanter, notamment en raison des conditions édaphiques très contraignantes des substrats ultramafiques. Enfin, l'entretien régulier de type « débroussaillage » autour des bâtiments (principales zones d'apparition des exogènes due à l'apport de substrat étranger) permet de maintenir à un niveau bas l'abondance de ces dernières.

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

3.2.1.4.1 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 2018, 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. 34 jours ont été consacrés aux suivis phénologiques et aux suivis de l'état de santé des populations de 23 espèces rares en 2018. 59 % des espèces rares prioritaires inscrites au plan de conservation ont ainsi été suivies. Les principales observations relevées lors du suivi des espèces rares durant l'année 2018 sont présentées dans le bilan des activités de conservation 2018 en **ANNEXE 5**.



Figure 25 : Individu de *Pycnandra caeruleilatex* à la Kuebini

Parmi les faits marquants en 2018, on retiendra :

- L'individu de *Planchonella latihila* localisé à Pic du Grand Kaori a produit une quantité importante de graines. Cette espèce est considérée CR selon les critères de l'UICN. Près de 358 graines ont ainsi été récoltées.
- Des opérations de prospections botaniques avec l'appui de l'IRD ont permis de retrouver deux espèces au niveau de la Kuebini : *Pycnandra caeruleilatex* (Figure 25) et *Kentiopsis pyriformis*. Un suivi phénologique sera assuré pour ces espèces.

- Trois bilans stationnels ont été réalisés afin d'évaluer l'état de santé de l'habitat et des populations de trois espèces rares : *Callitris pancheri* (Pernod), *Pycnandra caeruleilata* (Kuebini) et *Pittosporum muricatum* (Kanua).

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

Le bilan des récoltes pour l'année 2018 est présenté dans le **Tableau 18**. 16 espèces ont été récoltées en 2018. Parmi ces espèces, 31 % des espèces récoltées sont classés EN et 31 % des espèces récoltées sont classés CR.

Les résultats du programme de conservation engagé en 2018 s'avèrent positifs avec 39% d'individus produits classés EN et 54% classés CR. On note une augmentation de la production de plants d'espèces rares appartenant à la catégorie VU par rapport à 2017. Les chiffres à retenir en 2018 sont 1357 plantes produites pour 13 espèces rares. Des espèces telles que *Planchonella latihila*, *Pittosporum muricatum*, *Canacomyrica monticola*, *Araucaria nemorosa* ont été produits. A noter également la production de 27 plants de *Dacrydium guillauminii*, espèces rencontrant des difficultés en termes de germination depuis de nombreuses années ainsi que 73 individus de *Pittosporum muricatum*. 45 fruits de *Saribus jeanneyi* ont été récoltés en collaboration avec le PPRB et l'IAC en vue de leur conservation ex-situ.

Un total de 1698 plants d'espèces rares est sorti des stocks de la pépinière de VNC en 2018 pour des plantations de maquis, d'enrichissement forestier ou encore des plantations de conservation in-situ ou ex-situ selon les espèces concernées (**ANNEXE 5**).

Tableau 18: Synthèse des actions de conservation engagées en 2018

Espèce	Staut UICN	Province Sud	Poids(gr) et/ou nombre de graines	Nombre de plants repiqués	Nombre de plants transplantés	Plantation (nombre d'individus)
Espèces prioritaires						
<i>Agathis ovata</i>	EN	x	3360 Gr	750		
<i>Agathis lanceolata</i>	VU					1293
<i>Araucaria bernieri</i>	VU		562,9 gr/372 graines	5		11
<i>Araucaria goroensis</i>	EN		20 gr / 103 graines			
<i>Araucaria nemorosa</i>	CR	x	1600 gr	5		10
<i>Canacomyrica monticola</i>	NT	x	28,1 gr / graines		5	15
<i>Callitris pancheri</i>	EN	x	32,3 gr + 24,7 gr de fruits	106		100
<i>Dacrydium guillauminii</i>	CR	x	0,9 gr /32 graines +7 graines	27		
<i>Pittosporum muricatum</i>	CR	x	577,3 gr	73		
<i>Tristaniopsis reticulata</i>	VU		0,14 kg	13		
<i>Xanthostemon sulfureus</i>	VU		0,2 gr / graines	100		
<i>Tristaniopsis Macphersonii</i>	VU		0,4 gr	4		
<i>Planchonella latihila</i>	CR	x	144 gr/358 graines	169		8
<i>Pycnandra canaliculata</i>	NT	x	258 gr/29 graines	2		9
<i>Pandanus lacuum</i>	EN	x		98		
<i>Hibbertia bouletii</i>	CR	x				8
<i>Planchonella pronyensis</i>	VU					4
<i>Pycnandra glabella</i>	VU					31
<i>Retrophyllum minus</i>	EN	x	440 gr			
<i>Rauwolfia sevenetii</i>	EN		540 Gr			
<i>Podocarpus lucienii</i>	LC					192
<i>Saribus jannenei</i>	CR	x	45 fruits			
Espèce produite de manière opportuniste						
<i>Araucaria rulei</i>	EN	x				17
Total		13			1357	1698

Aucune opération de transplantation d'Araucaria goroensis n'a été effectuée en 2018. Une partie des transplants issus des campagnes précédentes seront plantés en 2019. Les opérations de transplantation d'Araucaria goroensis reprendront en 2020.

3.2.1.5 Suivi de la ripisylve

👉 Prescription D5.2.4 de l'AEM

3.2.1.5.1 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 26). 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 26 : 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 (%)
Reduction des débits	Augmentation des apports sédimentaires	Turbidité	Clair, légèrement trouble, trouble, terreux	/
	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 cosmelioides</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)	
Eutrophisation du cours d'eau	Algues, végétaux aquatiques...	Espece	Indice de Braun-Blanquet (%)	
Impact anthropique	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	Especes 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	

3.2.1.5.2 Changement de site de suivi témoin

A noter qu'à compter de novembre 2018 le site de suivi témoin SR03 a été remplacé par le site de suivi SR03Bis (Figure 27). Les deux suivis réalisés en 2017 et 2018 au niveau de SR03 ont mis en évidence des difficultés d'accès en saison des pluies en raison du niveau d'eau plus élevé ne permettant pas de cheminer aisément le long du cours d'eau. Les berges du cours d'eau sont essentiellement constituées de blocs de péridotite pouvant atteindre plus de 3 m de haut et impliquant des passages à risque (Glissement, chute, éboulis, débit important...). Pour des raisons de sécurité et afin de garantir la faisabilité d'un suivi en saison sèche et en saison des pluies, le point SR03 a ainsi été décalé en amont de la cascade Camille au niveau d'une plaine alluviale. La ripisylve au niveau de cette zone présente une composition floristique similaire aux points de suivi de la Kwé. On y retrouve également les mêmes espèces rares : *Retrophyllum minus*, *Dracophyllum cosmelioides*, *Xyris pancheri* (annexe). La zone concernée est entourée en orange sur l'image :

Figure 27 : Localisation de l'ancien point de suivi témoin et du nouveau point de suivi témoin

3.2.1.5.3 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. 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. 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 28). L'indice d'activité photosynthétique le plus bas a été relevé au niveau du nouveau site témoin situé en amont de la Cascade Camille. Globalement, on constate une légère diminution de l'indice entre novembre 2017 et novembre 2018 et les plantules ont présenté un indice d'activité photosynthétique plus bas que les arbustes. 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...) et ont été récupérés.

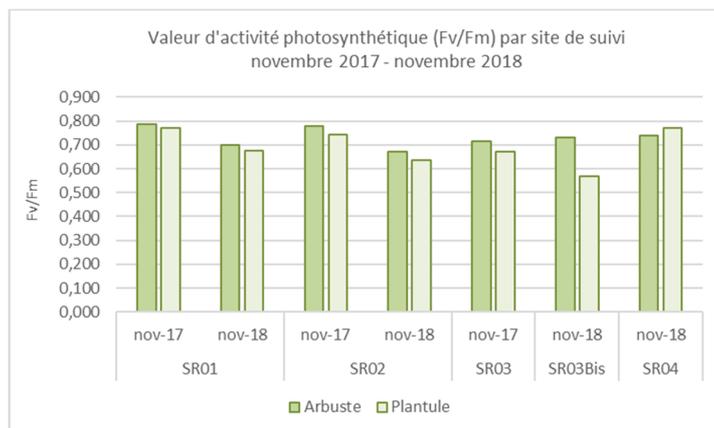


Figure 28: Activité photosynthétique mesurée par site de suivi

Le rapport de suivi de la ripisylve sera disponible à partir de mai 2019.

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 29) :

- 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 suppressieurs permettent de relever l'eau jusqu'aux cuves.

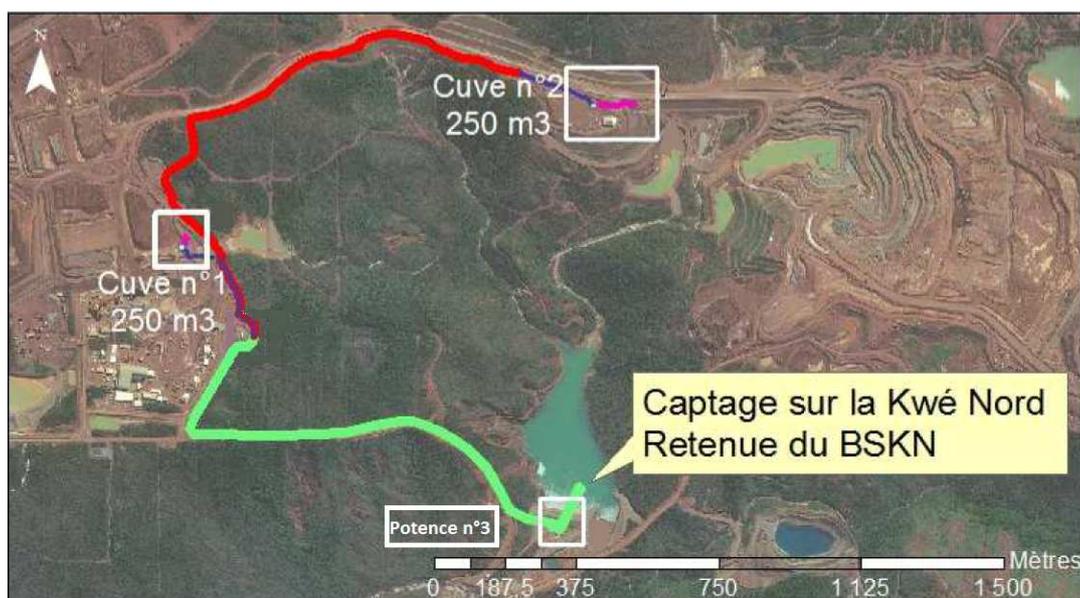


Figure 29 : Localisation des points d'alimentation des arroseuses

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 2018 a été de 189 833 m³.

Un second compteur volumétrique installé au niveau du ROM-Pad permet de recenser un volume d'eau de 112 025 m³ en 2018 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 32 434 m³ pour l'année 2018. 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 45 374 m³ en 2018. 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 2017-2018 a permis de récolter 256,049 kg de fruits de 65 espèces différentes. Le détail des récoltes figure dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Récapitulatif des récoltes effectuées lors de la saison 2017-2018 par VNC sur le Plateau de Goro

Familles	Espèces	Somme de Poids (kg)
VIOLACEAE	<i>Agatea longipidecellata</i>	0,64
ARAUCARIACEAE	<i>Agathis ovata</i>	2,88
ARAUCARIACEAE	<i>Alphitonia xerocarpa</i>	0,04
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria bernierii</i>	0,38
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria luxurians</i>	0,18
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria nemorosa</i>	0,44
MYRTACEAE	<i>Arillastrum gummiferum</i>	6,56
PICRODENDRACEAE	<i>Austrobuxus carunculatus</i>	1,82
PICRODENDRACEAE	<i>Austrobuxus rubiginosus</i>	1,24
CUPRESSACEAE	<i>Callitris pancheri</i>	0,089
CALOPHYLLACEAE	<i>Calophyllum caledonicum</i>	1,32
APOCYNACEAE	<i>Cerberiopsis candelabre</i>	0,28
ASPARAGACEAE	<i>Cordyline neocaledonica</i>	1,04
LAURACEAE	<i>Cryptocarya guillauminii</i>	6,3
LAURACEAE	<i>Cryptocarya odorata</i>	0,3
CUNONIACEAE	<i>Cunonia macrophylla</i>	0,14
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i>	2,06
MELIACEAE	<i>Dysoxylum sp</i>	1,1
MYRTACEAE	<i>Eugenia brongniartiana</i>	0,1
RUBIACEAE	<i>Eumachia oleoides</i>	0,16
ANACARDIACEAE	<i>Euroschinus elegans</i>	0,06

Familles	Espèces	Somme de Poids (kg)
RUTACEAE	<i>Flindersia fourrierii</i>	9,76
EUPHORBIACEAE	<i>Fontainea sp</i>	0,06
CYPERACEAE	<i>Gahnia novocaledonensis</i>	2,1
CLUSIACEAE	<i>Garcinia balansae</i>	3,795
PROTEACEAE	<i>Grevillea exul</i>	103
PROTEACEAE	<i>Grevillea gillivrayi</i>	0,4
RUBIACEAE	<i>Guettarda eximia</i>	3,6
SAPINDACEAE	<i>Guioa glauca</i>	0,36
SAPINDACEAE	<i>Guioa sp</i>	0,05
SAPINDACEAE	<i>Guioa villosa</i>	3,32
CASUARINACEAE	<i>Gymnostoma deplancheanum</i>	47,18
CASUARINACEAE	<i>Gymnostoma leucodon</i>	0,2
DILLENIACEAE	<i>Hibbertia pancheri</i>	0,08
RUBIACEAE	<i>Ixora francii</i>	0,06
RAHMNACEAE	<i>Jaffrea xerocarpa</i>	0,12
ASPARAGACEAE	<i>Lomandra insularis</i>	6,52
PICRODENDRACEAE	<i>Longetia buxoides</i>	3,581
CLUSIACEAE	<i>Montrouziera gabriellae</i>	0,06
RUTACEAE	<i>Myrtopsis selligii</i>	0,42
LAMIACEAE	<i>Oxera neriifolia</i>	0,4
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum deplanchei</i>	0,18
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum hematomallum</i>	0,22
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum muricatum</i>	0,49
SAPOTACEAE	<i>Planchonella sphaerocarpa</i>	0,88
SAPOTACEAE	<i>Planchonella wakere</i>	0,8
APOCYNACEAE	<i>Plerandra gabriellae</i>	0,14
APOCYNACEAE	<i>Plerandra sp</i>	0,08
ARALIACEAE	<i>Polyscias sp</i>	0,18
APOCYNACEAE	<i>Rauvolfia sevenetii</i>	0,12
GOODENIACEAE	<i>Scaevola balansae</i>	0,9
FABACEAE	<i>Serianthes sp</i>	3,7
PROTEACEAE	<i>Stenocarpus comptonii</i>	0,884
PROTEACEAE	<i>Stenocarpus umbelliferus</i>	29,12
SAPINDACEAE	<i>Storthocalyx pancheri</i>	0,18
ERICACEAE	<i>Styphelia sp</i>	0,04
MYRTACEAE	<i>Syzygium ngoyensis</i>	0,28
MYRTACEAE	<i>Syzygium pancheri</i>	0,02
MYRTACEAE	<i>Syzygium wagapensis</i>	3,32
MYRTACEAE	<i>Tristaniopsis guillainii</i>	1,26
MYRTACEAE	<i>Tristaniopsis reticulata</i>	0,06
MYRTACEAE	<i>Uromyrtus ngoyensis</i>	0,36
PROTEACEAE	<i>Vrotia sp</i>	0,3

Familles	Espèces	Somme de Poids (kg)
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon ruber</i>	0,08
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon sulfureus</i>	0,26
Total général		256,049



Figure 30 : 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>cerberioopsis 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

Familles	Espèces	Nombre de Bacs	Poids (gr)
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
MYRTACEAE	<i>Tristaniopsis guillainii</i>	17	52
MYRTACEAE	<i>Xanthostemon sulfureus</i>	9	27
MYRTACEAE	<i>Xantostemon gugerlii</i>	3	5
MYRTACEAE	<i>Xantostemon ruber</i>	5	16
MYRTACEAE	<i>Xantostemon 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
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 2018, les défrichements ont été principalement effectués autour de la fosse minière et de la carrière CPA1. Ces défrichements ont permis de récupérer environ 5 000 m³ de top-soil. 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 sera transféré puis étalé sur les talus du SMLT. Des talus précédemment traités de la sorte ont montré des signes de reprise naturelles avec des Cypéracées et quelques ligneux (*Alphitonia* sp. par ex) ainsi que quelques orchidées comme des *Eriaxis*. Lorsqu'il n'y a pas de reprise naturelle, un hydrosseding y est réalisés.

En 2018, environ 2 hectares de talus ont été traités au top-soil sur la partie nord-est du SMLT (Figure 31).



Figure 31 : Talus du SMLT ayant reçu du top-soil en 2018

Ces hectares serontensemencés au second trimestre 2019.

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 douze patches 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 10 minutes, il y a quatre répliques, 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 où 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 2018 les trois forêts suivies sont : la forêt SMLT, la forêt Nord et la forêt du Pic du Grand Kaori.

Effort de recherche :

Tableau 22 : Efforts de capture par méthode d'échantillonnage (suivi herpétofaune 2018)

	Sites	Transects	Répliques	Personnes	Heures	Effort de capture
Observation diurne	3	2	10	2	0,5	60 heures
Observation nocturne	3	2	3	2	0,5	18 heures
	1 (CA)	1	3	2	1	6 heures
Pièges à fosse	3	2 x 10 pièges	10			600 relevés

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 2018.

Tableau 23 : Résultats des points d'écoute 2018 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	0,3	31%	EE	NT
BAPE	<i>Pandion haliaetus cristatus</i>	Balbuzard	0,0	0%	LR	LC
BUGO	<i>Circus approximans</i>	Busard de Gould	0,0	2%	LR	LC
COCA	<i>Corvus moneduloides</i>	Corbeau	0,2	19%	EE	LC
COCU	<i>Chrysococcyx lucidus layardi</i>	Coucou cuivré	0,6	44%	LR	LC
COEV	<i>Cacomantis flabelliformis pyrrhophanus</i>	Coucou à éventail	0,4	33%	SE	LC
COTU	<i>Chalcophaps indica chrysochlora</i>	Tourterelle verte	0,1	10%	LR	LC
DIPS	<i>Erythrura psittacea</i>	Cardinal	0,5	44%	EE	LC
ECCA	<i>Coracina caledonica</i>	Echenilleur calédonien	0,3	31%	SE	LC
ECPI	<i>Lalage leucopyga montrosieri</i>	Echenilleur pie	0,6	52%	SE	LC
GEME	<i>Gerygone flavolateralis flavolateralis</i>	Gérygone	1,1	92%	SE	LC
LAVE	<i>Artamus leucorynchus</i>	Hirondelle busière	0,2	10%	SE	LC
LOTE	<i>Trichoglossus haematodus deplanchei</i>	Loriquet	0,4	21%	SE	LC
MACH	<i>Todiramphus sanctus canacorum</i>	Martin-chasseur	0,0	0%	SE	LC
MEBA	<i>Glycifohia undulata</i>	Méliphage barré	2,9	98%	EE	LC
MEOR	<i>Lichmera incana incana</i>	Suceur	3,0	85%	SE	LC
MISI	<i>Haliastur sphenurus</i>	Milan siffleur	0,0	2%	LR	LC
MIVE	<i>Eopsaltria flaviventris</i>	Miro	0,9	73%	EE	LC
MOBR	<i>Chytorynchus pacycephaloides pacycephaloides</i>	Monarque brun	0,3	23%	SE	LC
MOME	<i>Myiagra caledonica</i>	Monarque à large bec	0,9	65%	SE	LC
MYCA	<i>Myzomela caledonica</i>	Sucrier	4,0	100%	EE	LC
NOTO	<i>Ducula goliath</i>	Notou	0,8	48%	EE	NT
PEFR	<i>Cyanoramphus novaezelandiae saisseti</i>	Perruche à front rouge	0,9	56%	SE	LC*
PIGO	<i>Columba vitiensis hypoenochroa</i>	Pigeon collier blanc	0,1	8%	SE	LC
POMO	<i>Philemon diemenensis</i>	Polochion moine	0,3	23%	EE	LC
RHCO	<i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i>	Petit rhipidure	1,0	71%	SE	LC
RHTA	<i>Rhipidura verreauxi verreauxi</i>	Rhipidure tacheté	0,9	71%	SE	LC
SASO	<i>Collocalia esculenta albidior</i>	Salangane soyeuse	0,0	2%	SE	LC
SICA	<i>Pachycephala caledonica</i>	Sourd à ventre jaune	2,4	100%	EE	LC
SIIT	<i>Pachycephala rufiventris xanthetraea</i>	Sourd à ventre roux	0,9	71%	SE	LC
STCA	<i>Aplonis striata striata</i>	Stourne calédonien	0,0	0%	SE	LC
ZODV	<i>Zosterops xanthochrous</i>	Lunette à dos vert	3,1	100%	EE	LC
ZODG	<i>Zosterops lateralis griseonata</i>	Lunette à dos gris	0,0	0%	SE	LC

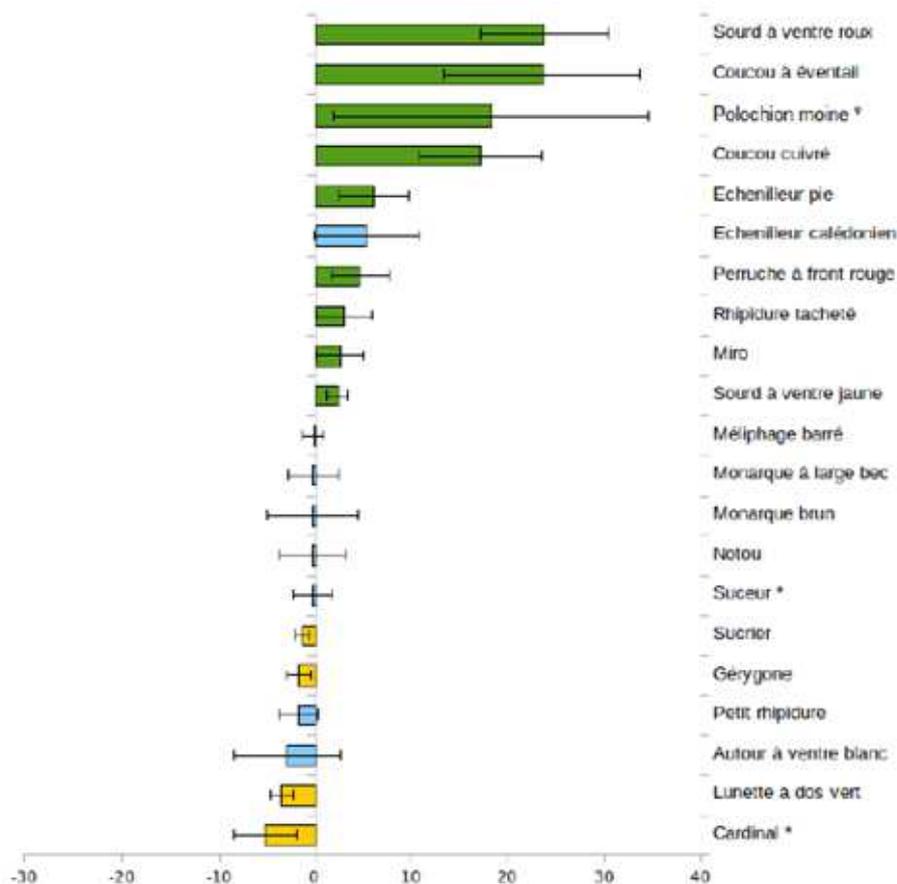


Figure 32 : Evolution des oiseaux communs sur le plateau de Goro de 2008 à 2018

	Forêt ouverte Plateau des Japonais	Forêt Aïtche	Forêt Nord	Forêt Nord Petit Blanc	Forêt Tjapak	Kand Est Forêt longue	Kand Est Carrière	Kand Nord	Pic du Pin	Pic du Grand Kauri	Forêt 12	Wailina
Autour à ventre blanc	0,2	1,9	0,4	1,1	1,5	0,4	0,8	0,7	1,9	1,4	0,0	0,3
Coccyz	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,1	0,1
Coccyz culiné	0,7	1,7	3,1	3,0	2,0	0,1	0,1	0,0	1,4	2,5	0,0	0,4
Coccyz à éventail	0,8	1,3	2,6	1,4	2,1	0,1	0,0	0,1	0,7	1,7	0,0	1,2
Echenilleur calédonien	1,1	1,2	3,3	2,4	1,7	1,1	0,5	1,4	1,5	1,8	0,0	0,0
Echenilleur pie	2,2	3,7	4,5	4,3	4,2	2,0	1,9	2,9	1,9	3,1	0,0	0,0
Gerygone	7,3	5,9	6,6	6,5	6,4	7,2	6,3	5,7	6,7	6,2	5,3	5,9
Méliophage barré	10,6	12,0	7,7	16,7	11,0	8,8	11,3	12,0	15,5	12,4	11,0	10,0
Suceur	9,6	1,3	7,5	13,1	0,0	3,1	11,2	9,2	11,2	20,9	5,5	14,2
Miro	4,9	4,9	5,0	6,7	5,4	3,8	2,2	4,4	3,4	4,9	1,0	2,0
Monarque brun	2,5	2,2	2,5	2,7	0,8	0,4	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0
Monarque à large bec	3,8	3,0	2,8	5,3	3,7	2,1	1,4	3,9	4,8	5,0	0,0	0,9
Sucrier	15,8	18,2	13,9	20,4	17,7	14,4	14,3	17,3	14,3	16,8	13,7	14,9
Notou	2,2	1,4	5,9	10,6	0,4	0,2	0,1	0,0	1,5	7,1	0,0	2,1
Perruche à front rouge	2,2	4,7	3,0	4,3	5,2	1,4	1,2	2,0	7,4	5,4	1,9	1,2
Polochon moine	0,7	0,0	0,0	4,2	0,0	0,8	0,0	0,4	1,4	1,3	0,0	0,0
Petit rhipidure	3,3	4,5	5,3	4,1	4,5	3,3	3,4	3,2	6,8	3,0	4,2	3,8
Rhipidure tacheté	3,9	4,0	3,0	4,0	4,8	3,1	3,3	3,0	4,4	3,7	0,8	1,4
Sourd à ventre jaune	8,1	9,1	9,1	8,7	8,1	7,9	6,0	7,3	9,6	8,7	5,8	8,2
Sourd à ventre roux	2,0	2,0	1,0	0,7	1,9	1,4	1,0	0,7	3,2	2,5	0,0	1,8
Lunette à dos vert	20,2	13,2	18,4	20,8	16,0	13,0	15,1	17,4	13,5	14,5	12,0	16,7

Figure 33 : Moyenne des contacts sur la période 2008 à 2018 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 une richesse spécifique voisine 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 douze 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 reste mal connue 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...). Des indices d'abondance en hausse sur la période 2008 – 2018 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 2018, est fourni en **ANNEXE 9**.

❖ **Volet herpétofaune**

Seize espèces de lézards (9 Scincidae et 7 Diplodactylidae) ont été enregistrées au cours de la campagne de surveillance 2018, au sein des stations prospectées (toutes méthodes d'échantillonnage confondues) :

- 13 espèces (7 Scincidae et 6 Diplodactylidae) détectées en Forêt Nord / Col de l'Antenne;
- 14 espèces (9 Scincidae et 5 Diplodactylidae) détectées au Pic du grand Kaori ;
- 9 espèces (5 Scincidae et 4 Diplodactylidae) détectées dans la Fôret SMLT.

Tableau 24 : Succès des captures 2018 (pitfall traps)

Sites prospectés	2018
Tous sites confondus	18,8%
Forêt Nord	22%
Pic du grand Kaori	18,5%
Forêt SMLT	16%

Tableau 25 : Diversité spécifique des lézards (et statuts UICN révisés, en 2018, en rouge) par site de surveillance

	Espèces ⁴	Statut UICN	Forêt Nord / CA	Pic du grand Kaori	Forêt SMLT
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	x	x	
	<i>L. nigrofasciolatum</i>	LC	x	x	
	<i>M. tricolor</i>	LC	x	x	x
	<i>N. mariei</i>	VU	x	x	
	<i>S. aurantiacus</i>	VU		x	
	<i>S. deplanchei*</i>	LC	x	x	x
	<i>T. variabilis</i>	LC		x	x
Geckos	<i>B. geitaina</i>	NT			
	<i>B. goroensis</i>	EN			x
	<i>B. robusta</i>	NT			
	<i>B. cf. sauvagii*</i>	EN	x	x	
	<i>B. septuiclavis</i>	NT	x	x	x
	<i>E. symmetricus*</i>	NT	x		
	<i>R. auriculatus</i>	LC	x	x	
	<i>R. ciliatus</i>	VU			
	<i>R. leachianus</i>	LC	x	x	x
	<i>R. sarasinorum</i>	VU	x	x	x
	Total espèces / Site		13	14	9

Les résultats issus de la campagne de surveillance herpétofaunique 2018, avec la détection de 678 lézards (351 scinques et 327 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 2015-2018 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 2015-2018, les scinques *M. tricolor* et *S. deplanchei* ont été enregistrés à plus de 84% et 73% 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* ont une nouvelle fois été détectés au cours de ce suivi, dans la Forêt Nord et Pic du grand Kaori, mais uniquement de manière opportuniste concernant le *Nannoscincus*.

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. Cette campagne 2018 a permis la détection du taxon remarquable *Bavayia goroensis*, dans la Forêt SMLT. 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 (Sadlier et Shea, 2004).

19 *R. auriculatus* ont été détectés au cours de ce suivi dans la réserve forestière de la Forêt Nord, dont 18 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 8 au Pic du grand Kaori et 9 dans la Forêt SMLT), ainsi que 3 *R.leachianus* (Pic du grand Kaori 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. Cependant, la présence de cette espèce dans la forêt SMLT a été confirmée indirectement, pour la première fois, par un reste de coquille d'œuf, retrouvé au sol, à l'extrémité du transect n°2.

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 2018 de l'herpétofaune de trois sites forestiers sur le site minier de Vale Nouvelle-Calédonie est fourni **ANNEXE 10**.

3.3.1.2 Suivi de l'échouage des oiseaux marins

Les occurrences d'échouages d'oiseaux marins répertoriées en 2018 sont listées dans le tableau ci-dessous.

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

Année	Espèces	Nombre d'individus	Relâché	Mort	Envoyé PZF	Total
2018	Puffin Fouquet	96	66	20	10	98
	Pétrel de Tahiti	1	1	0	0	
	Pétrel de Gould	1	1	0	0	

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.

Le bilan de sauvetage des oiseaux marins pour l'année 2018 fait état de 98 individus échoués, dont 20 individus morts, 68 individus relâchés et 10 individus blessés envoyés au Parc Zoologiques et Forestier. Parmi les 98 individus, nous avons recensé 96 Puffins Fouquet, un Pétrel de Gould et un Pétrel de Tahiti.

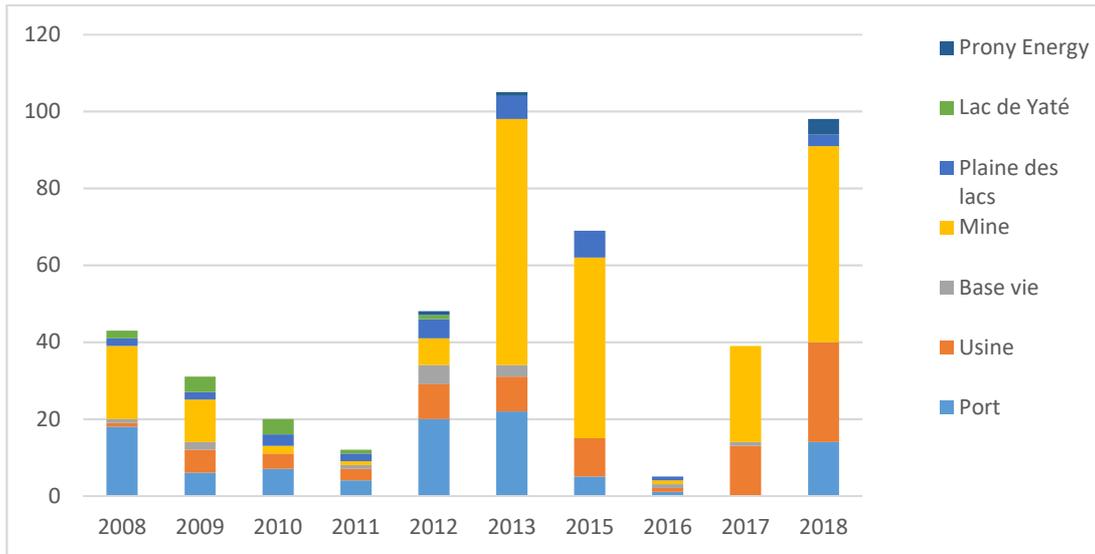


Figure 34 : Nombre d'oiseaux échoués par année (sauf 2014) et par site

La majeure partie des échouages d'oiseaux marins en 2018 se sont fait sur les zones de la Mine (52%), de l'Usine (26%) et du Port (14%). Toutefois, sur les 98 individus échoués, la grande majorité d'entre eux (80%) ont pu être sauvés et relâchés dans leur environnement. Les individus blessés qui n'ont pas pu être relâchés ont tous été envoyés au Parc Zoologique et Forestier afin d'y être soignés.

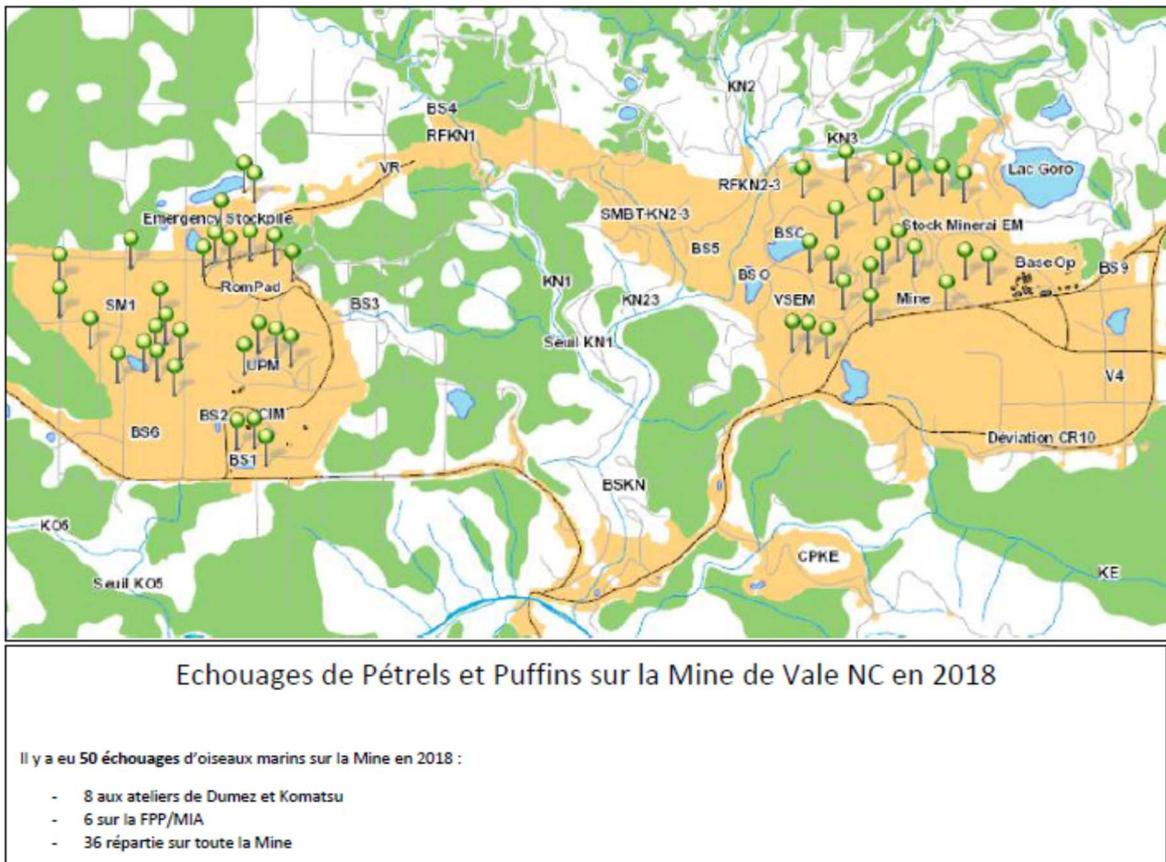


Figure 35 : Echouages de Pétrels et Puffins sur la mine de Goro en 2018

3.3.2 Bilan des mesures d'atténuation

3.3.2.1 Compilation des inventaires existants sur les fourmis envahissantes

La carte en **ANNEXE 11** 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 2018, sont synthétisés dans les tableaux suivants et fournis en **ANNEXE 12** et **ANNEXE 13**.

Tableau 23 : Suivi des fourmis exogènes résultats d'avril 2018

Sous-famille	Espèce	Statut (*)	Présence connue en NC	Zones prospectées				
				MAGASIN	VRAC	STEP	PORT	MINE_FPP
Dolichoderinae	<i>Iridomyrmex cf. calvus</i>	ELoc	Oui	X	X	X	X	
	<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	ELoc	Oui					X
	<i>Leptomyrmex pallens</i>	ELoc	Oui			X	X	
	<i>Ochetellus cf. glaber</i>	ELoc	Oui			X	X	
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	EInt	Oui	X		X		X
	<i>Technomyrmex cf. albipes</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
	<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
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla emeryi</i>	EInt	Oui			X	X	
	<i>Monomorium floricola</i>	EInt	Oui				X	
	<i>Pheidole oceanica</i>	ELoc	Oui	X	X	X		
	<i>Pheidole GOR2</i>	EInt	Oui			X		
	<i>Solenopsis geminata</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Solenopsis cf. papuana</i>	ELoc	Oui		X		X	X
	<i>Tetramorium simillimum</i>	EInt	Oui				X	
	<i>Wasmannia auropunctata</i>	EInt	Oui		X	X	X	
Ponerinae	<i>Odontomachus cf. simillimus</i>	ELoc	Oui	X	X	X	X	X
Nombre d'espèces par zone				8	9	16	14	11

(*) : EInt : Espèce Introduite ; ELoc : Espèce Locale (indigène ou endémique).

Les espèces indiquées en rouge sont des pestes majeures en Nouvelle-Calédonie.

Tableau 23 : Suivi des fourmis exogènes résultats de novembre 2018

Sous-famille	Espèce	Statut (*)	Présence connue en NC	Zones prospectées				
				MAGASIN	VRAC	STEP	PORT	MINE_FPP
Dolichoderinae	<i>Iridomyrmex cf. calvus</i>	ELoc	Oui	X	X	X	X	
	<i>Leptomymex pallens</i>	ELoc	Oui			X		
	<i>Ochetellus cf. glaber</i>	ELoc	Oui			X		
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	EInt	Oui			X		
	<i>Technomyrmex cf. albipes</i>	EInt	Oui					X
Formicinae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	EInt	Oui	X		X	X	
	<i>Brachymyrmex obscurior</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Nylanderia vaga</i>	EInt	Oui	X	X		X	
	<i>Paratrechina longicornis</i>	EInt	Oui	X	X	X	X	X
	<i>Polyrhachys guerini</i>	ELoc	Oui			X		X
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla emeryi</i>	EInt	Oui			X		X
	<i>Monomorium floricola</i>	EInt	Oui			X	X	
	<i>Pheidole megacephala</i>	EInt	Oui	X		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		X
	<i>Tetramorium bicarinatum</i>	EInt	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				8	7	16	11	8

(*) : EInt : Espèce Introduite ; ELoc : Espèce Locale (indigène ou endémique).

Les espèces indiquées en rouge sont des pestes majeures en Nouvelle-Calédonie.

En 2018, 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 du territoire. Parmi les espèces introduites détectées, 2 comptent parmi les 5 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 poursuivie en 2019 sur l'ensemble du site VNC.

➤ Méthodologie

Mise ne place de session de capture sur huit jours, à l'aide de cage pièges. La relève des pièges se fait le matin au lever du jour et les animaux capturés sont transportés dans une boîte de transport adaptée et emmenés dans une clinique vétérinaire pour stérilisation ou euthanasie.

➤ Résultats :

Un bilan de 8 chats capturés : 5 relâchés (dons sur Nouméa) et 3 euthanasies.

❖ Volet cochons :

Une campagne de régulation des cochons sauvages a débuté en mars 2018 pour se terminer en août 2018 (cf. **ANNEXE 14**).

Avec la collaboration de la FFCNC (Fédération de la Faune et de la Chasse en NC) nous avons mis en place quatre pièges sur la zone de KO4 à proximité de la zone de FPP-MIA.

➤ Méthodologie et fréquence d'intervention :

- Mettre les appâts (maïs + coco) et armer les pièges le jour J (généralement le vendredi). Action menée par le personnel VNC formé par la FFCNC.
- Revenir sur les lieux à J+4 (généralement le mardi qui suit) pour vérifier si un cochon a bien été pris dans le piège, puis fermer le piège. Action menée conjointement avec le personnel VNC et la FFCNC.

Quatre passages par mois, dont deux pour appâter et armer, puis deux autres pour vérifier et fermer les pièges. En tout douze interventions ont été faites sur site par la FFCNC.

Cette année la FFCNC a proposé à VNC de tester et de mettre en pratique des sessions de chasse à l'approche avec ou sans chiens de chasse.

4 sessions ont donc été planifiées les 15/03/18, 15/05/2019, 14/08/19 et 30/10/2019, dont la dernière session a pu être menée avec la présence de 2 chiens d'arrêt.

➤ Résultats :

Aucun animal n'a été capturé lors des diverses interventions de la FFCNC en 2018, session de piégeage et d'approche incluses.

Les observations terrains et les caméras de surveillance ont montré que des cochons se sont aventurés à proximité des pièges et qu'ils ont consommé des grains de maïs, sans toutefois entrer dans les cages. D'autres nuisibles ont été également observés, tels que des rats et chats harets. Lors des sessions d'approche quelques cochons et cerfs ont pu être observés par relevés de traces et certains animaux ont été levés sans occasion de tirs cependant.

Les résultats des régulations entreprises durant ces deux dernières années étant négatifs (aucun cochon capturé), le service préservation de l'environnement de VNC va mettre en œuvre un nouveau protocole de suivi des cochons sauvages dès 2019. Ce nouveau protocole est fourni en **ANNEXE 15**.

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 2018 été composé de 34 tours d'éclairage appartenant à VNC, 17 à la société Dumez et 2 à la société Colas. Le parc de tours d'éclairage de la mine de VNC est présenté en Figure 36.



Figure 36: 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
- 1 sur ROM PAD
- 2 sur parking dumez
- 35 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
------	---

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
 - Affiner la cartographie de l'éclairage extérieur par secteur de travaux permanents sur l'usine et mine afin d'identifier les zones lumineuse problématique recourant lors des échouages et établir les mesures correctives.
 - 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 envols 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 est confiée à plusieurs sous-traitants. Le principal est EMC (Etablissements Métallurgiques Calédoniens).

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 sont répartis en trois catégories :

- les déchets inertes ;
- les déchets industriels banals DIB ;
- les déchets industriels dangereux DID.

3.4.1.2 Collecte

Les déchets sont collectés par le biais de bennes ou de poubelles sur l'ensemble du site pour les déchets dits non dangereux.

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 lieux de stockage existent sur le site industriel, les principaux sont : la déchetterie (située près du magasin central), la zone des déchets inertes, la zone des terres souillées. Ces lieux sont détaillés dans le plan des différentes zones de dépôts de déchets sur site en Figure 37.

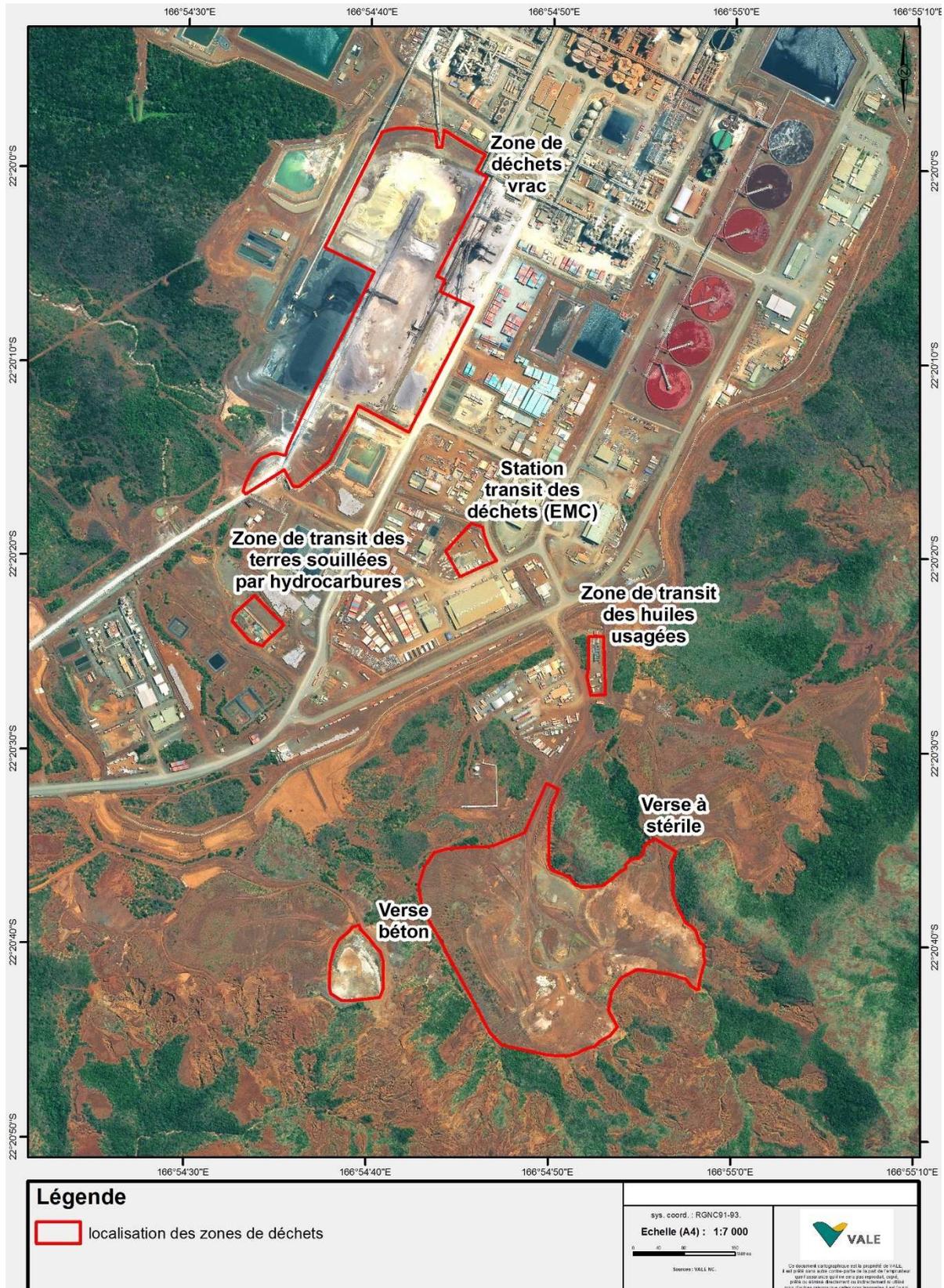


Figure 37 : Localisation des zones de dépôt de déchets

3.4.1.4 Transport

Le transport est pris en charge par l'entreprise EMC (déchets métalliques), prestataire en charge de la déchetterie, également par VNC pour les produits dangereux et Star pacifique pour la partie déchets non-dangereux. Les déchets sont acheminés principalement vers :

- Le centre d'enfouissement technique de Gadji (Païta) pour les DIB ;
- EMC (Ducos) pour les Déchets métalliques ;
- SOCADIS (Ducos) pour la plupart des DID et déchets souillés par hydrocarbures ;
- SLN (Ducos) pour les huiles usagées.

3.4.1.5 Elimination/valorisation

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

- Les DIB sont enfouis dans une zone contrôlée à Gadji (Païta).
- Les déchets métalliques sont triés par l'entreprise EMC en vue d'être recyclés (principalement en Australie).
- Les huiles usagées sont incinérées avec récupération de chaleur à la SLN.
- Les déchets souillés par les hydrocarbures sont envoyés par l'entreprise SOCADIS principalement vers la Nouvelle-Zélande pour être traités via des filières appropriées.
- La quasi-totalité des DID sont envoyés par l'entreprise SOCADIS principalement vers la Nouvelle-Zélande pour être traités via des filières appropriées.

Cas particulier des filières de gestion des déchets réglementées :

- Piles : Les piles sont stockées sur le site de VNC et seront déposées chez TRECODEC (éco-organismes) pour être évacuées vers la Nouvelle-Zélande dès que nécessaire. Il n'y a pas d'élimination réalisée sur l'année 2017.
- Batteries : les batteries ont été déposées chez EMC pour être évacuées vers la Nouvelle-Zélande via la filière de l'Eco-organisme TRECODEC
- Huiles usagées : elles sont collectées via AD VIDANGE et TRECODEC pour incinération à la SLN.
- Les pneus : Les VL et PL sont évacués par Star Pacifique et sont éliminés à la CSP par la filière de l'éco-organisme TRECODEC. (Achat local).
- Les pneus Génie Civil sont stockés depuis 2014 sur le site de VNC. Pas d'élimination à ce jour. Refus d'adhésion par TRECODEC pour la filière pneumatique GC. Vale Nouvelle Calédonie, finalise les démarches de filière de traitement et présentera à la DIMENC son plan de gestion pour cette filière courant 2018. Des discussions sont en cours avec notre fournisseur CALEBAM afin de trouver une solution pour réaliser ces éliminations.
- Les Véhicules Hors d'Usage VHU : VNC ne possède plus de véhicule. Parc en lising auprès de FORD NC. Cependant, une élimination d'un VL appartenant à VNC courant 2017 a été réalisée via la filière TRECODEC.

- Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) : Une demande de cotation pour des DEEE historiques est en cours avec TRECOCODEC. Une régularisation concernant les exportations de ce type d'équipement depuis la réglementation applicable est en cours également. Pas d'élimination vis-à-vis de la filière TRECOCODEC réalisé sur les DEEE concernés.

3.4.2 Méthodes

Sur la station de transfert des déchets opérée par EMC (certifié ISO 9001 depuis 2010), les déchets collectés sont regroupés en fonction du type de filières d'élimination/valorisation en attendant leur transfert.

Pour l'année 2018, ces déchets ont été conditionnés sur site pour leur transport, puis pesés à leur arrivée au centre de réception et de traitement.

Pour les déchets envoyés vers le centre d'enfouissement de Gadji (DIB), les pesées effectuées sur place permettent de connaître la quantité de déchets transportés.

Le prestataire de la gestion des déchets sur site, EMC, nous transmet des bilans mensuels et annuels qui reprennent la nature, la quantité et la destination de nos déchets.

3.4.3 Bilan de l'année 2018

Pour l'année 2018, les résultats issus des documents transmis par nos prestataires sont compilés dans le tableau ci-dessous pour l'ensemble du complexe industriel. D'après notre retour d'expérience, l'exploitation minière génère un tiers des quantités listées dans ce tableau à l'exception de la catégorie des déchets industriels dangereux (pas de production de déchets dangereux à la FPP).

Tableau 26 : Tableau de synthèse des déchets gérés sur le site de Vale NC – Années 2017 / 2018

Désignation du déchet	Code 1	Code 2	Quantités mesurées 2017 (en tonnes)	Quantités mesurées 2018 (en tonnes)	Origine du déchet	Transporteur	Eliminateur/Valorisateur	Mode de traitement (1)
Déchets industriels dangereux (aérosols, SX1, futs de peinture pleins, déchets souillés divers, catalyste et céramique, acétone...)	08 01 11*, 15 02 02*, ...	Y6	2036,831	1010,396	Divers : maintenance, ateliers, laboratoire...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
Chiffons souillés par HC	15 02 02*	Y6	23,811	30,533	Divers : procédés, ateliers, ...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
Graisse usagée	15 02 02*	Y6	12,896	5,456	Divers : procédés, ateliers, ...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
Filtres à huiles	16 01 07*	--	15,802	18,064	Divers : procédés, ateliers, ...	EMC (SOCADIS)	Waste Management	PC
DASRI	18 01 03*	--	0,0613	0,032	Centre médical		PROMED	PRE et

						Handicap Conseil		DC2
DIB collectés en bennes	20 03 01	--	1139,86	1129,51	Divers : toutes zones	STAR PACIFIQUE	CSP	DC2
Déchets métalliques collectés en bennes	17 04 07	--	617,123	1618,633	Divers : toutes zones	EMC	EMC	VAL
Déchets domestiques	20 03 01	--	397,5	447,360	Base-vie	NGU MWA	CSP	DC2
Déchets de station d'épuration	19 08 05	--	25	46,58	Stations d'épuration de la base-vie	EMC	CSP	DC2
Bacs à graisse	19 08 09	--	9,78	20	Activité NEWREST	YATCHEE VIDANGE	CSP	DC2
Déchets réglementés par le code de l'environnement (filiales TRECODEC)								
Batteries	16 06 01*	A1160	14,181	16,884	VL, PL, engins	EMC	ETV	VAL
Huiles usagées	13 02 05*	--	417,5	395,450	Divers : procédés, ateliers, ...	AD Vidange/ TRECODEC	SLN	IE
	13 01 10*							
Pneumatique (VL/PL)	16 01 03	--	6,76	10,060	Divers : toutes zones	STAR PACIFIQUE	CSP	DC2
Déchets d'équipement électrique et électronique (DEEE)	16 02 13*	Y22, Y31	6,411	12,296	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

3.4.4 Commentaires

Après analyse comparative de la production de déchets entre l'année 2017 et l'année 2018, on peut notamment constater les faits suivants :

- Une réduction nette de la production de déchets industriels dangereux (~ -1000 t.) induite par une baisse significative de la production de déchets de SX1 (usine) ;
- Une baisse de la génération de graisse usagée. En effet, l'UPM a consommé beaucoup de graisse l'année précédente dans le cadre de la maintenance des broyeurs à boulets ;
- Une augmentation significative de déchets métalliques évacués (~+1000). Cela s'explique par la mise en place d'un nouveau contrat d'évacuation de déchets métalliques provenant de la zone d'entreposage Nord (évacuation des conteneurs usagés), et confié à la société Novella ;
- Une baisse du volume d'huiles usagées évacuées pour incinération notamment liée aux contraintes de fonctionnement de la SLN qui est en charge de leur élimination ;

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 38 ci-dessous.

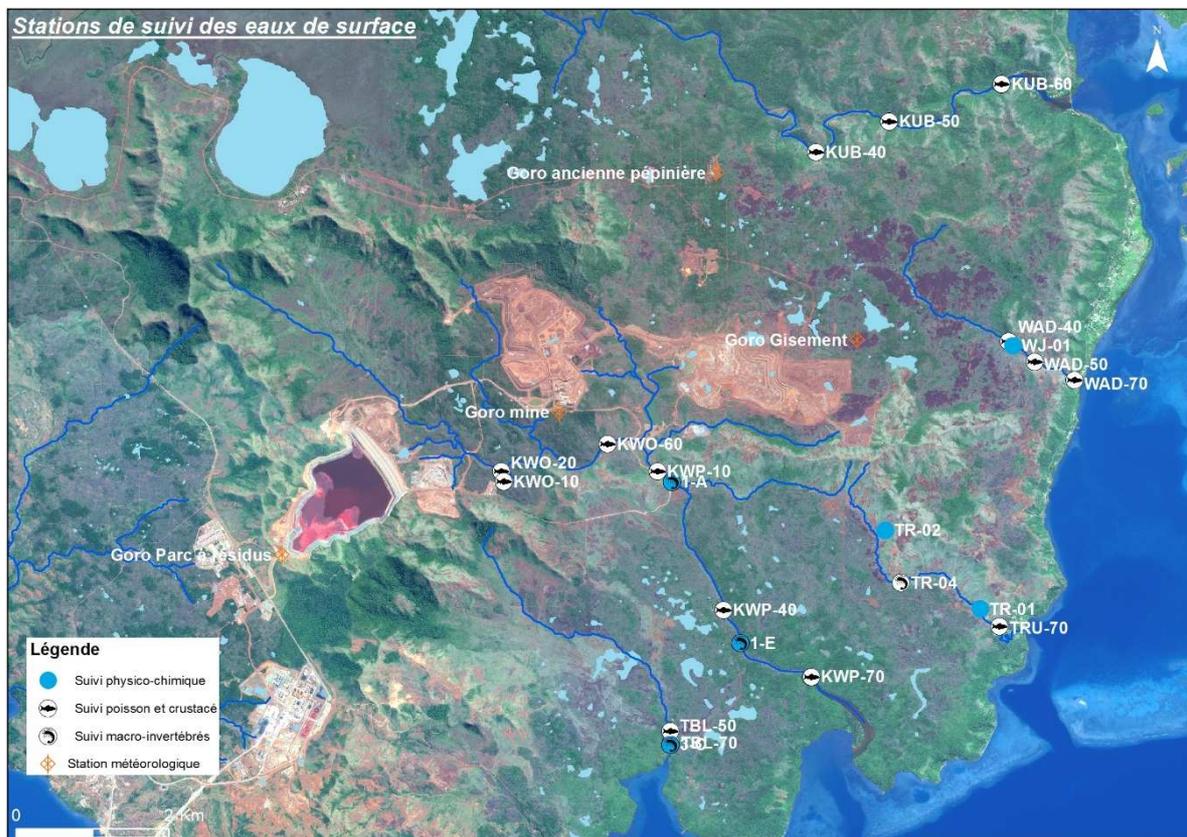


Figure 38 : Localisation des stations de suivi des eaux de surface

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 2017, on distingue trois évènements pluviométriques majeurs :

- période du 29 et 30 janvier 2018, dépressions tropicale modérée nommée FEHI ;
- période du 9 et 10 mars 2018, dépression tropical intense nommée HOLA ;

Les données de pluviométrie journalière sont présentées graphiquement pour l'année 2018 en Annexe 16.

Une évaluation des périodes de retour est réalisée pour chacun de ces épisodes pluviométriques. 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

4.1.3.1 Evènement pluvieux du 29 et 30 janvier 2018

L'intensité pluviométrique la plus élevée sur 24h (128.2 mm) a été mesurée dans le bassin versant de la Kwe Ouest par la station du parc à résidus. Le max pluviométrique sur 1h, soit 30 mm, est enregistré sur la station de l'Ancienne Pépinière (Cf. Tableau 27).

Tableau 27 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations météorologique pour l'évènement pluvieux du 29 et 30 janvier 2018

Max pluviométriques	30 min	1H	2H	3H	6H	12H	24H
GORO_USINE	15.5	22.2	36.3	45.2	65.9	104.1	119.3
GORO_MINE	18.7	28.4	46.1	56.1	75.6	99.4	111.0
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	17.9	30.0	47.4	52.2	69.9	91.8	101.4
GORO_RESIDUS	15.0	23.7	42.3	54.0	74.2	111.1	128.2

Pour ces deux stations où les maximums pluviométriques ont été observés, (Goro_Residus et Goro_Ancienne_Pepiniere), les durées de retour ci-après ont été évaluées suivant les différents IDF Vale NC et Davar. Les périodes de retour sont inférieures à 1 an pour toutes les durées d'intégration suivant les deux IDF.

Tableau 28 : Durée de retour pour 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	4.8		0.1
30min	17.9	0.1	
1h	30.0	0.2	0.2
2h	47.4	0.3	0.3
3h	52.2	0.2	
6h	69.9	0.3	0.3
12h	91.8	0.3	
24h	101.4	0.2	0.3

Tableau 29 : Durée de retour pour GORO_RESIDUS

Kwe Ouest: Goro_Residus			
Durée d'observation	Cumul max (mm)	Durée de retour Vale (année)	Durée de retour DAVAR (année)

6min	5.7		0.1
30min	16.5	0.1	
1h	23.7	0.2	0.1
2h	42.3	0.3	0.2
3h	54.0	0.3	
6h	74.2	0.3	0.3
12h	111.1	0.4	
24h	128.2	0.4	0.4

4.1.3.2 Evènement pluvieux du 9 et 10 mars 2018

Le maximum pluviométrique sur 24h, soit 216.4 mm, est enregistré du bassin versant de la Kwe Ouest. Le maximum pluviométrique sur 1h, soit 41 mm, est enregistré sur la station de l'ancienne pépinière. (Cf. **Tableau 30**).

Tableau 30 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 9 et 10 mars 2018

Max pluviométrique	30 min	1H	2H	3H	6H	12H	24H	48H
GORO_USINE	17,3	29,3	51,8	64,1	77,8	112,3	154,0	203,6
GORO_MINE	19,4	30,6	56,6	68,6	88,3	111,1	159,9	207,7
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	31,5	41,0	70,1	87,3	116,3	145,0	213,9	287,8
GORO_RESIDUS	23,5	33,4	56,0	70,6	95,1	136,7	216,4	354,8

Les durées de retour ci-après ont été évaluées suivant les différents IDF Vale NC et Davar. Les périodes de retour sont inférieures à 1 an pour toutes les durées d'intégration suivant les deux IDF.

Tableau 31 : 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	8.4		0.3
30min	31.5	0.4	
1h	41.0	0.4	0.5

2h	70.1	0.6	0.9
3h	87.3	0.7	
6h	116.3	0.7	0.9
12h	145.0	0.6	
24h	213.9	0.9	1.0

Tableau 32 : 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	6.9		0.2
30min	23.5	0.2	
1h	33.4	0.3	0.3
2h	56.0	0.4	0.5
3h	70.6	0.4	
6h	95.1	0.4	0.5
12h	136.7	0.6	
24h	216.4	1.0	1.0

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 22 ans (1997-2018).

Avec une lame d'eau cumulée de 2522 mm, l'année 2018 présente un déficit pluviométrique de l'ordre de -21% par rapport à la moyenne 1997-2018 (3200 mm).

Il s'agit de la troisième année la moins pluvieuse sur 21 années d'observations (En excluant 2010 qui présente des lacunes importantes de données. Les précipitations 2012 et 2013 n'avaient pas été prises en compte dans le rapport 2017. Elles ont fait l'objet d'une reconstitution cette année et ont été intégrées à l'analyse statistique).

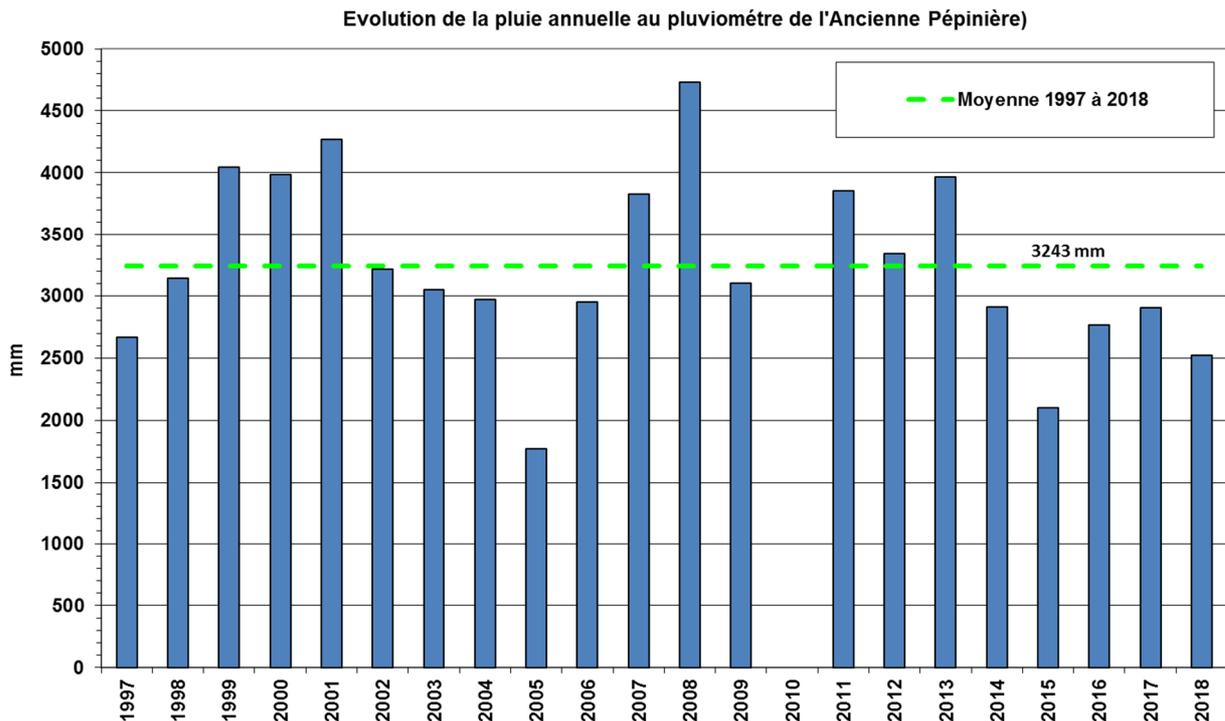


Figure 39 : Evolution de la pluie annuelle au pluviomètre de l'ancienne pépinière entre 1997 et 2017

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 1997-2018 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 2018 est marquée par :

- des cumuls pluviométriques globalement supérieurs à la normale en mars, mai, octobre et décembre (de l'ordre de +10% à +20%),
- un déficit significatif le reste de l'année. Ce déficit apparaît néanmoins moins marqué qu'en 2017.

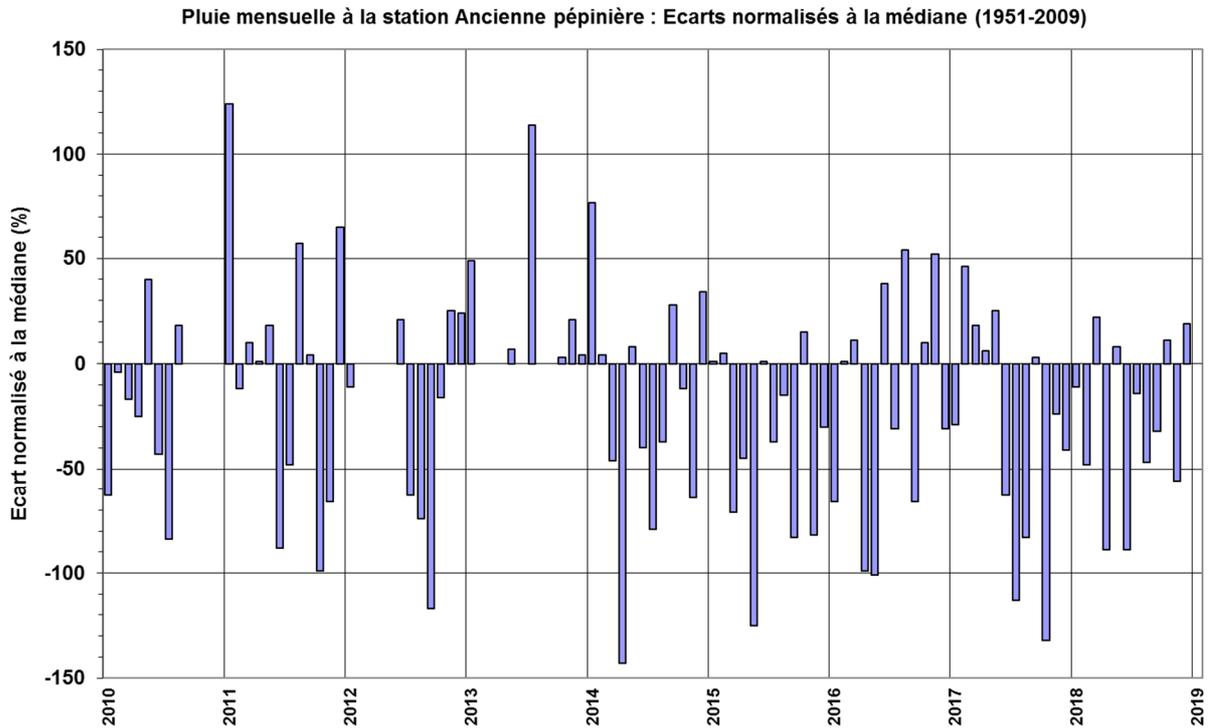


Figure 40 : Pluie mensuelle à la station Ancienne Pépinière : Ecart à la médiane 1951-2009

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 33.

Tableau 33 : Effectifs des précipitations journalières observées de 2012 à 2018

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

L'année 2018 est caractérisée par (Tableau 34) :

- Une diminution du nombre de jour sans précipitation efficace (Précipitation inférieure à 2.9 mm soit l'évapotranspiration moyenne journalière observée sur Goro) comparativement aux 6 années précédentes,
- Des épisodes de pluies plus fréquents notamment par rapport aux deux années précédentes (2016 et 2017),
- Une augmentation 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 +30% par rapport à 2017 et 2016 et de l'ordre de +10 à +20% par rapport à la période 2012-2014,
- Une diminution du nombre de pluies pouvant engendrer des épisodes de crue notables (Pluie supérieure à 100 mm) par rapport aux 6 années précédentes (2015 excepté).

Tableau 34: Nombre de jours entre deux précipitations journalières supérieures à 10 mm

Année	Pluie cumulée 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	3337	228	71	5.2	44
2013	3969	249	67	5.3	26
2014	2914	230	61	6.1	49
2015	2102	232	71	5.8	29
2016	2764	240	58	6.5	36
2017	2905	247	59	6	78
2018	2522	223	66	5.7	33

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 2018 sont présentés sur les cartes de localisation des bassins de sédimentation et de leurs bassins versants en Annexe 17.

4.2.2 Principales interventions sur les ouvrages de gestion des eaux

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

La construction du bassin BS17 situé en amont du bassin BSC a débuté au deuxième semestre 2018 et est toujours en cours de construction. Sa livraison est prévue pour la fin du mois de mai 2019.

Les bassins situés sur le bord du CR10 ont été démantelés :

- Le 19/02/2018 pour le CR10 BS5
- Le 14/04/2018 pour le CR10 BS2
- Le 25/04/2018 pour le CR10 BS3

Il n'y a pas eu d'intervention majeure sur les bassins restants en opération. Les tentatives pour installer des échelles limnimétriques sur les bassins qui n'en étaient pas pourvus, ont échouées. La principale raison a été que le niveau d'eau ou de sédiment ne permettait pas d'intervenir.

4.2.3 Suivi des ouvrages lors des événements pluvieux majeurs

4.2.3.1 Évènement pluvieux généré par le passage de la Dépression Tropicale FEHI le 29 janvier 2018

4.2.3.1.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 29/01/2018 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 119,5 mm à la station GORO_ANCIENNE_PEPINNIERE, aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages de gestion des eaux du secteur Mine.

Tableau 35 : absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 29 janvier 2018

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
CR10 BS2		X		X		X
CR10 BS3		X		X		X
CR10 BS5		X		X		X
BS11		x		X		X
BS13		X		X		X
BS14		X		X		X
BS15		X		X		X
BSG		X		X		X



Figure 41 : Déversoir du bassin BS1, 29/01/18



Figure 42 : Débordement du BS2, 29/01/18



Figure 43 : Déversoir du bassin BS3, 29/01/18



Figure 44 : Déversoir du bassin BS4, 29/01/18



Figure 45 : coursier et déversoir du bassin BS5,
29/01/2018

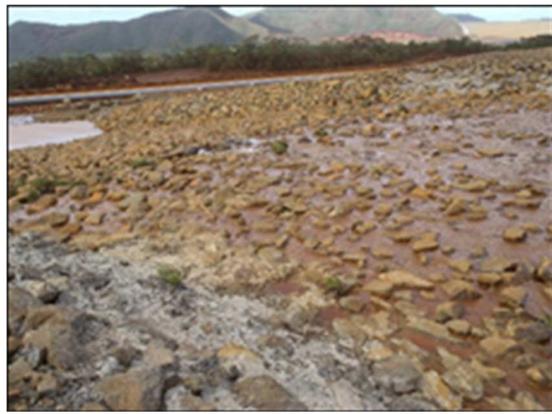


Figure 46 : Vue d'un des coursiers du BS6 lors
de l'évacuation du pic de crue, 08/02/17



Figure 47 : Plan d'eau du bassin BS7, 29/01/2018



Figure 48 : vue du plan d'eau du BS8, 29/01/2018



Figure 49 : vue du plan d'eau du BS11, 29/01/2018



Figure 50 : débordement du BSC, 29/01/2018



Figure 51 : coursier du BSO, 29/01/2018



Figure 52 : plan du CR10-BS2, 29/01/2018



Figure 53 : plan du CR10-BS3, 29/01/2018


Figure 54 : plan du CR10-BS5, 29/01/2018

Figure 55 : plan du BSLG, 29/01/2018

Figure 56 : plan du VSEM-BS1, 29/01/2018

Figure 57 : plan du VSEM-BS2, 29/01/2018

4.2.3.1.2 Résultats du suivi des MES

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

Les résultats d'analyses du laboratoire VNC sur les teneurs en MES des surverses des principaux bassins ci-dessus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 36: Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 29 janvier 2018

	08/02/2017	
	Matières en suspension (mg/l)	Turbidité (NTU)
BS11	19	68,4
BSC	18	68,6
BSO	8,7	31,9
BS5	11	45,1
BS4	42	166
BS1	13	45
BS6	13	58,9

BS2	17	71,5
BSKN	15	75

4.2.3.2 Évènement pluvieux du 9 au 10 mars 2018 Cyclone Hola

4.2.3.2.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 9 au 10 mars 2018 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 202,5 mm à la station GORO_MINE, aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages du secteur Mine.

Tableau 37 : Absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 9 au 10 mars 2018

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
CR10 BS2		X		X		X
CR10 BS3		X		X		X
BS11		x		X		X
BS13		X		X		X
BS14		X		X		X
BS15		X		X		X
BSG		X		X		X



Figure 58 : Déversoir du BS1 – 10/03/2018



Figure 59 : Bassin BS2 – 10/03/2018



Figure 60 : Déversoir du BS3 – 10/03/2018



Figure 61 : Bassin BS4 – 10/03/2018



Figure 62 : Bassin BS5 – 10/03/2018



Figure 63 : Bassin BS6 – 10/03/2018



Figure 64 : Déversoir du BS7 – 10/03/2018



Figure 65 : Bassin BS8 – 10/03/2018



Figure 66 : Bassin BS11 – 10/03/2018



Figure 67 : Bassin BS13 – 10/03/2018



Figure 68 : Débordement du BSC – 10/03/2018



Figure 69 : Bassin BSO – 10/03/2018



Figure 70 : Bassin CR10-BS3 – 10/03/2018



Figure 71 : Bassin CR10-BS2 – 10/03/2018



Figure 72 : Bassin BSLG – 10/03/2018



Figure 73 : Bassin VSEM-BS1 – 10/03/2018



Figure 74 : Bassin VSEM-BS2 – 10/03/2018

4.2.3.2 Résultats du suivi des MES

Lors de cet évènement pluvieux, un échantillonnage a été effectué au niveau du déversoir des principaux bassins ci-dessus lors de leur passage en surverse. Les échantillons ont ensuite été envoyés au laboratoire VNC pour une analyse de la teneur en MES (Matières En Suspension).

Tableau 38 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 10 mars 2018

Bassin	Date	Heure	MES _mg/L	Turbidité _NTU
BS13	09/03/2018	08:50	62	204
BS1	09/03/2018	09:05	18	65,8
BS2	09/03/2018	09:10	63	211

Bassin	Date	Heure	MES _mg/L	Turbidité _NTU
BS13	10/03/2018	08:35	<5	5,1
BS2	10/03/2018	08:50	9,3	40,8
BS1	10/03/2018	08:55	10	29,1
BS6	10/03/2018	09:00	69	242
BS3	10/03/2018	09:25	18	75,3
BS4	10/03/2018	09:35	35	133
BS5	10/03/2018	09:45	16	69,8
BSC	10/03/2018	09:50	24	75,8
BSO	10/03/2018	09:55	9,1	35,5
BS11	10/03/2018	10:05	13	56,8
BS7	10/03/2018	10:50	<5	28,2

4.2.3.3 Évènement pluvieux du 6 décembre 2018

4.2.3.3.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 6 décembre 2018 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 132,9 mm à la station Ancienne pépinière (cf. **Tableau 39**), aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages du secteur Mine.

Tableau 39 : Absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 6 décembre 2018

Bassins	Nouvelle zone d'érosion		Eboulement		Résurgence	
	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

Bassins	Nouvelle zone d'érosion		Eboulement		Résurgence	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
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
BS12		X		X		X
BS13		X		X		X
BS14		X		X		X
BS15		X		X		X
BS16		X		X		X



Figure 75 : Vue du bassin BS1 au niveau de son exutoire – 06/12/2018



Figure 76 : bassin BS2 – 06/12/2018



Figure 77 : bassin BS3 – 06/12/2018



Figure 78 : bassin BS4 – 06/12/2018



Figure 79 : Bassin BS5 – 06/12/2018**Figure 80 : Déversoir du bassin BS6 – 06/12/2018****Figure 81 : bassin BS7 – 06/12/2018****Figure 82 : bassin BS8 – 06/12/2018****Figure 83 : déversoir du BS11 – 06/12/2018****Figure 84 : bassin BS13 – 06/12/2018****Figure 85 : bassin BS14 – 13/04/2017****Figure 86 : bassin BS15 – 13/04/2017****Figure 87 : surverse du BSC – 06/12/2018****Figure 88 : bassin BSO – 06/12/2018****Figure 89 : Bassin BS12 – 06/12/2018****Figure 90 : bassin BS16 – 06/12/2018**



Figure 91 : bassin VSEM-BS1 – 06/12/2018



Figure 92 : bassin VSEM-BS2 – 06/12/2018

4.2.3.3.2 Résultats du suivi des MES

Lors de cet évènement pluvieux, un échantillonnage a été effectué au niveau du déversoir des principaux bassins ci-dessus lors de leur passage en surverse. Les échantillons ont ensuite été envoyés au laboratoire VNC pour une analyse de la teneur en MES (Matières En Suspension).

Tableau 40 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins pour l'épisode pluvieux du 3 décembre 2018

Bassin	Date et Heure de Prélèvement	MES_mg/L	Turbidité_NTU
BSO	09/12/2018 08:20	6,7	ND
BS1	08/12/2018 10:45	<5	ND
BS2	08/12/2018 10:40	<5	ND
BSO	08/12/2018 09:15	6,2	ND
BSO	07/12/2018 09:35	7,6	32,2
BS2	07/12/2018 09:05	54	104,3
BS1	07/12/2018 09:00	18	58,6

4.2.3.4 Synthèse annuelle sur les passages en surverse

Le principe directeur du suivi de la qualité des eaux est de vérifier l'efficacité des ouvrages grâce à des échantillonnages (Cf. Figure 93) :

- Échantillon en surverse ;
- Échantillon de contrôle à l'ouverture des vannes.

La répartition des passages en surverse par bassin de sédimentation est la suivante :

Tableau 41 : Nombre de passages en surverse par bassin de sédimentation

Bassin	Nombre de passages en surverse 2018
BS1	35
BS2	70
BS3	12
BS4	18
BS5	6
BS6	11
BS7	4
BSC	4
BSO	77
VSEM BS1	0
VSEM BS2	0
BS8	0
BS14	1
BS13	9
BS12	ND
BS11	5
TOTAL	252

La fréquence des débordements des bassins en 2018 a été équivalente voire supérieure à l'année 2017 pour la plupart des bassins. Néanmoins la proportion de ces débordements présentant une concentration supérieure à 35 mg/L est nettement inférieure aux deux précédentes années (cf. Figure 93).

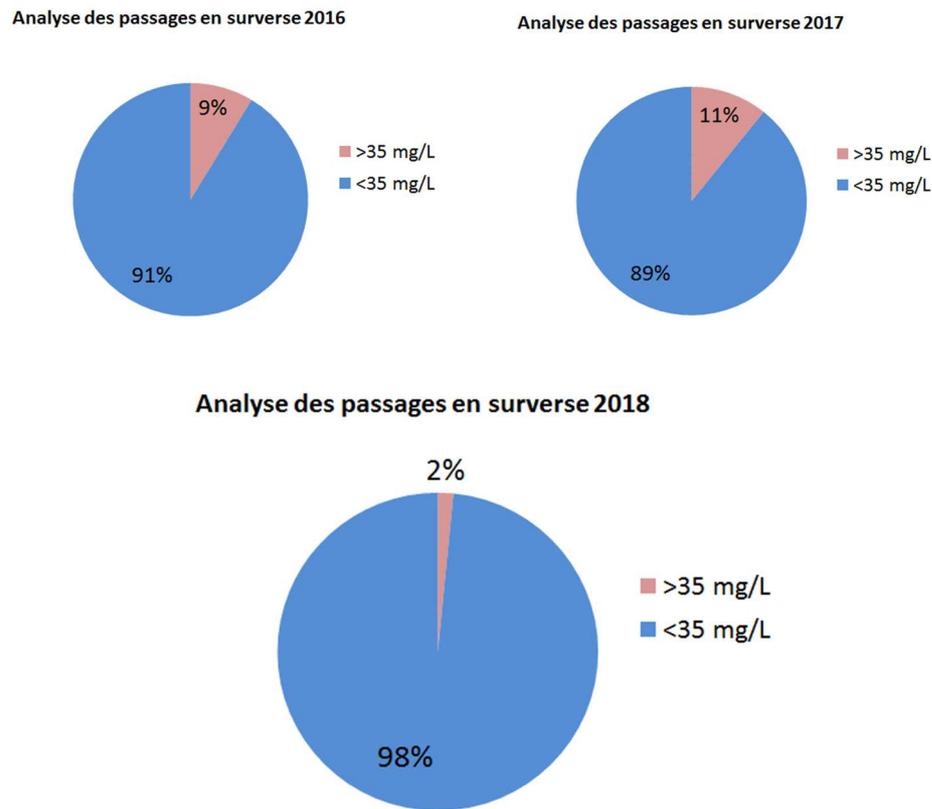


Figure 93 : Efficacité des bassins de sédimentation en 2016 et 2017

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 100). 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 évènement 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 2018, trois campagnes de suivi ont été effectuées. Deux campagnes ont été effectuées à la suite d'évènements pluvieux (FEHI et HOLA) et une campagne pour le suivi annuel.

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

Le suivi visuel sur le terrain et l'interprétation des photos n'ont pas permis de détecter des changements inhabituels de figures d'érosion. L'interprétation des photos montre la stabilité des figures d'érosions avec peu de changements marqués sur les lignes caractéristiques. La comparaison des images satellites 2016, 2017 et 2018 montre une emprise au sol stable pour l'ensemble des zones suivies.



Figure 94 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur le BSKN



Figure 95 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la Carrière Limonite Sud



Figure 96 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la figure d'érosion CPKE



Figure 97 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Grand kaori



Figure 98 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la figure d'érosion Kwé Ouest

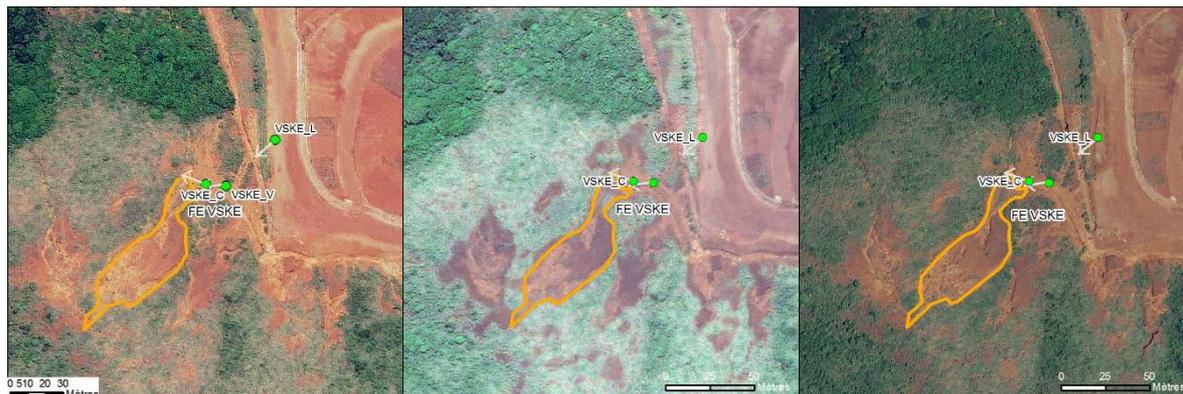


Figure 99 : Photos satellites datant de 2016 (Gauche), 2017 (centre) et 2018 (Droite) centrées sur la Verse à Stérile Kwé Est

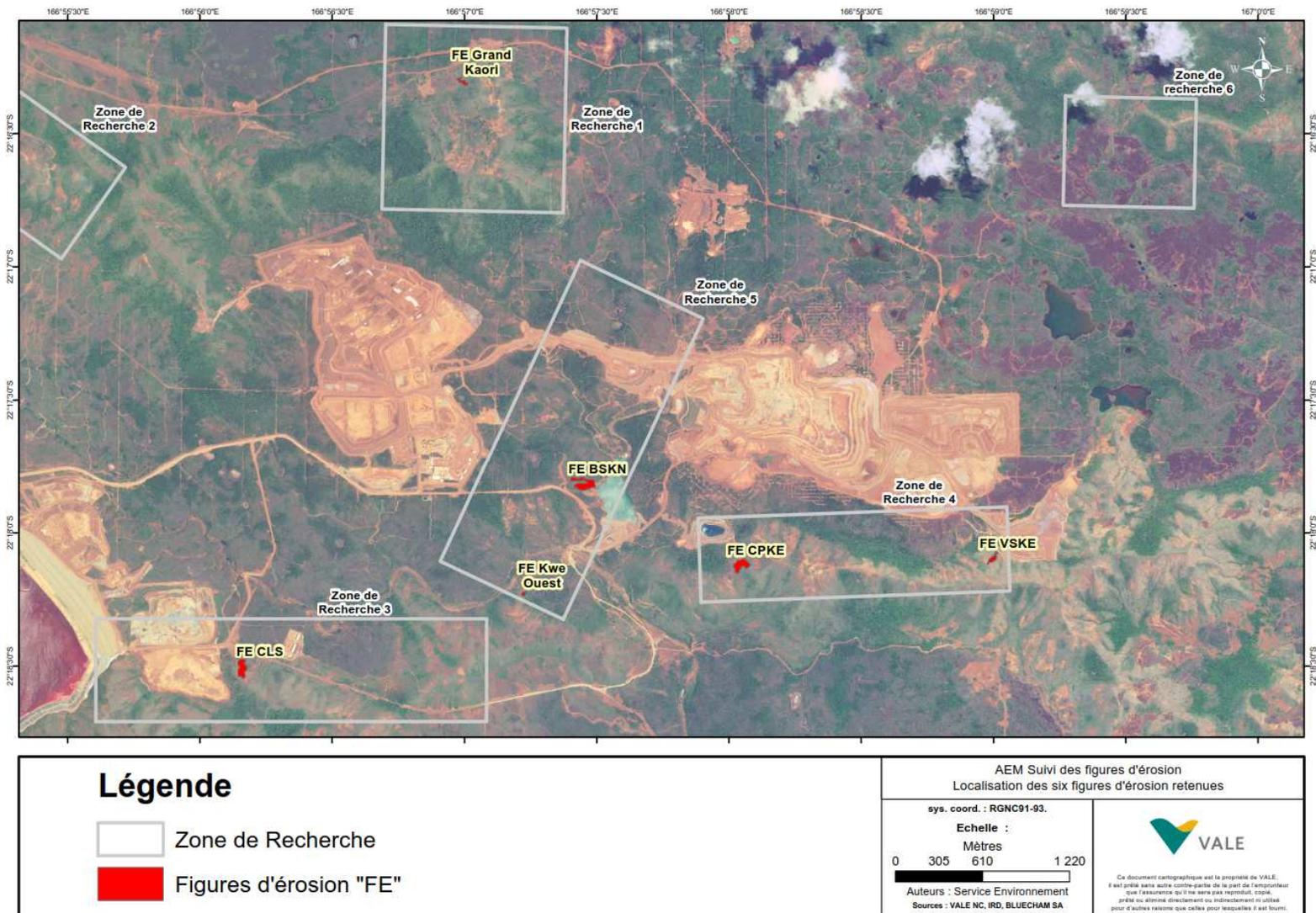


Figure 100 : Localisation des figures d'érosion remarquables sélectionnées pour suivi

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 42 : 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, le suivi au niveau du bassin versant de la Kuebini n'a pu être réalisé en raison des difficultés d'accès à la station. Des discussions sont en cours avec les communautés afin de mettre en place le suivi au niveau de ce bassin versant.

Pour les autres stations, le suivi réalisé en 2018 est conforme aux préconisations techniques de l'arrêté. Les données de débit obtenues sont présentées aux Figure 101 à Figure 105.

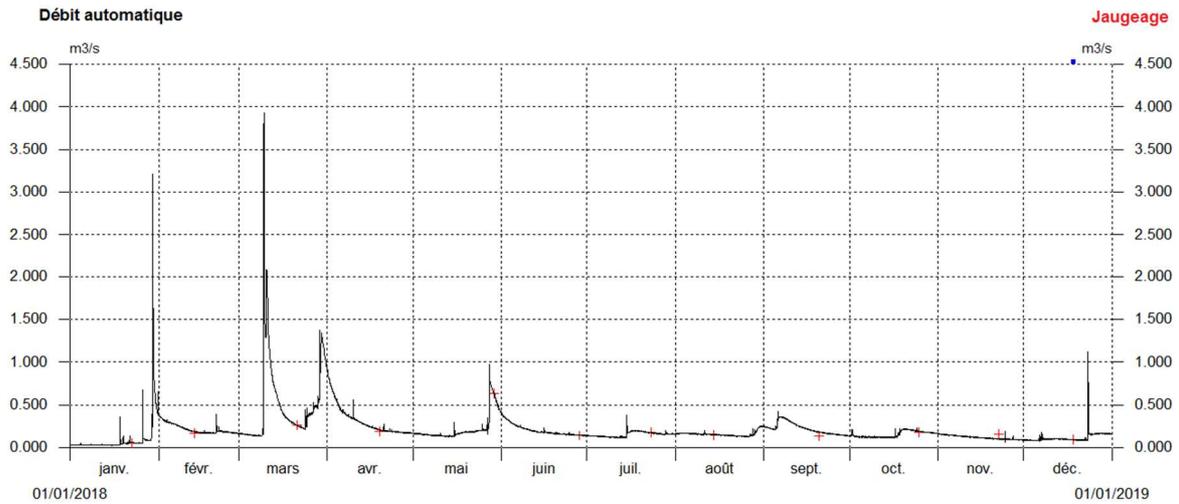


Figure 101 : Station TR01 – Débits mesurés en 2018 (Truu au radier)

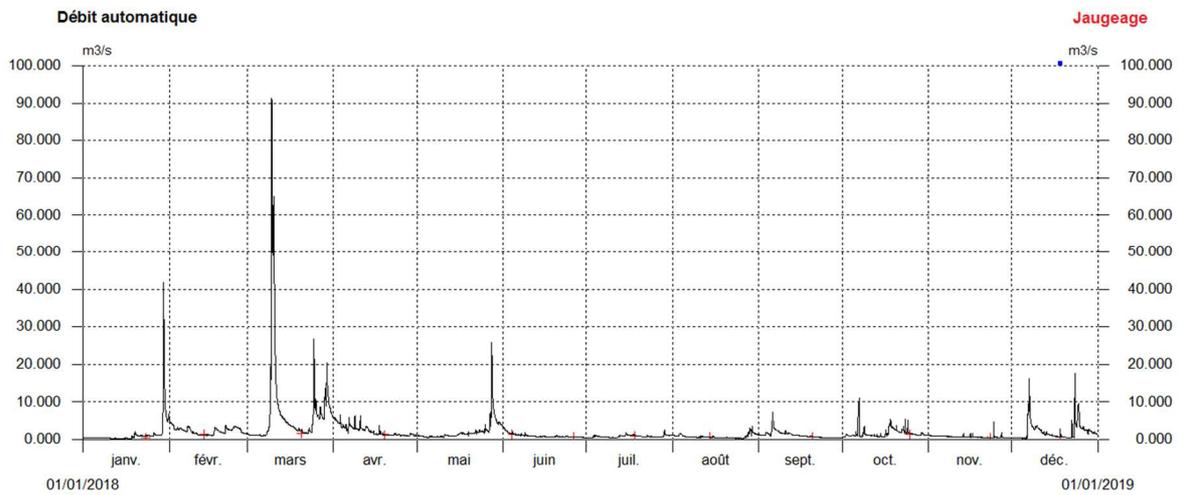


Figure 102: Station KAL – Débits mesurés en 2018

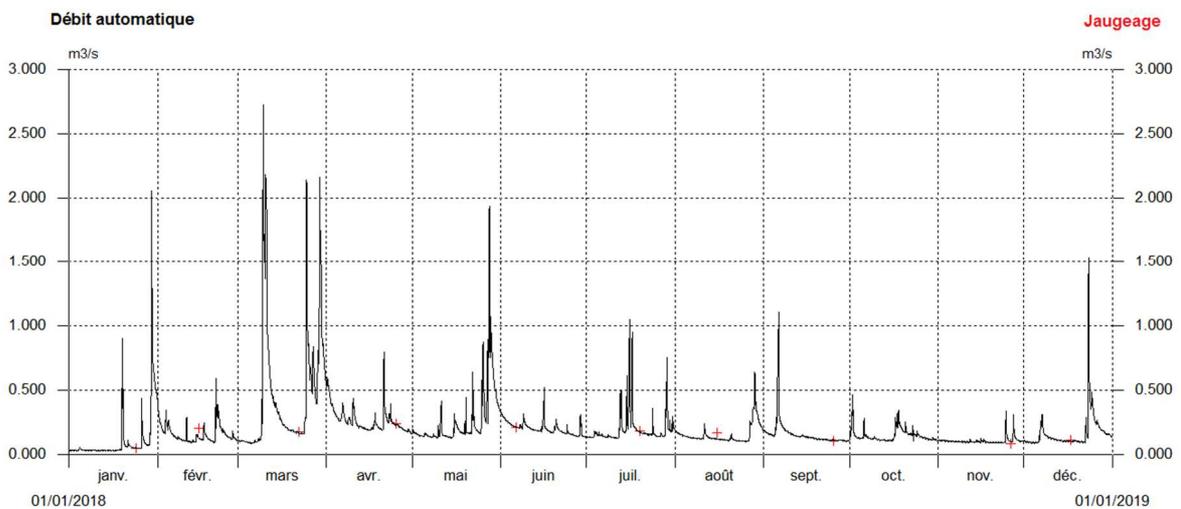


Figure 103 : Station 3C – Débits mesurés en 2018 (Trou Bleu)

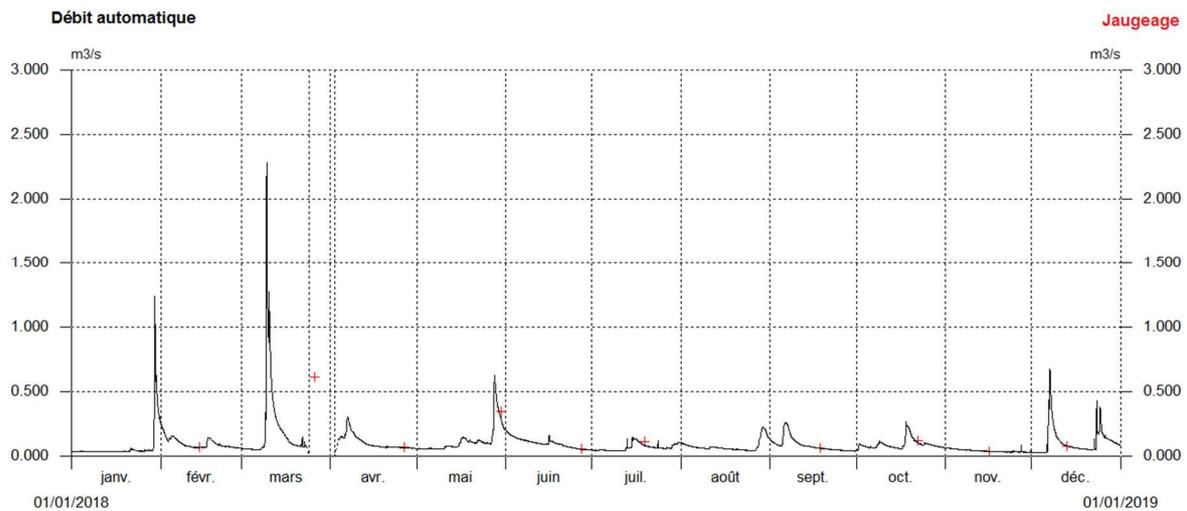


Figure 104 : Station WJ-01 – Débits mesurés en 2018 (Wajana au radier)

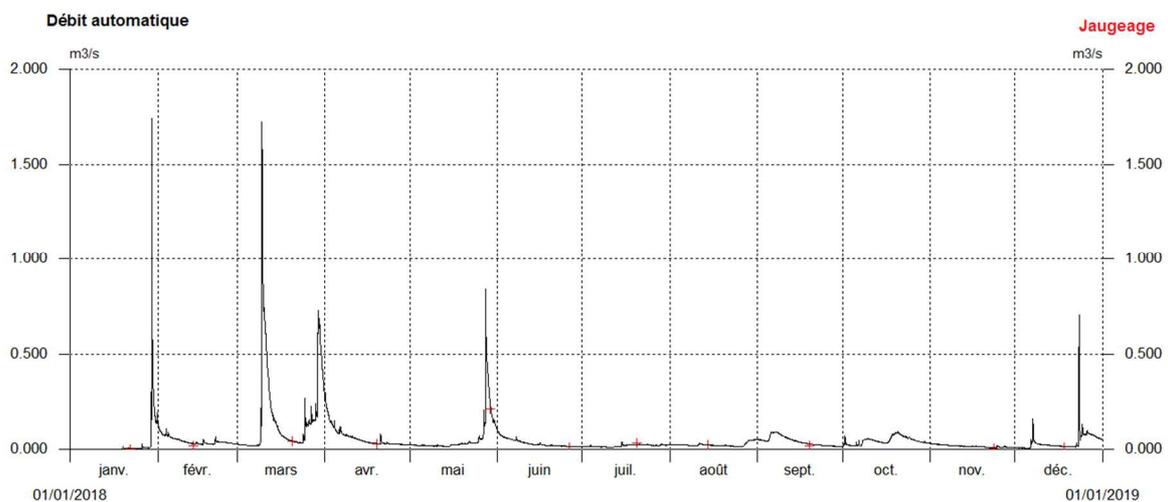


Figure 105 : Station CCS-01 – Débits mesurés en 2018 (Creek de la crête Sud)

4.4.1 Analyse des impacts de la fosse minière sur le débit des rivières

Pour rappel, la méthodologie d'évaluation d'impact utilisée dans le cadre du bilan 2017 a consisté à comparer la courbe des débits classés observés sur la période 1998-2011 avec celle établie pour la période 2012-2017.

Pour le bilan 2018, une modification de la méthodologie est proposée. Cette modification porte sur :

- Une réduction de la durée de la période de référence (Période où le fonctionnement hydrologique des rivières de la zone est considéré comme peu ou pas perturbé par l'activité minière au sens large) qui passe de 1998-2011 à 1998-2006. Cela permet de

s'affranchir d'éventuels biais dus à l'influence potentielle du démarrage effectif de l'activité minière sur le fonctionnement de la rivière après 2006. Pour les stations TR01, 3C, WJ-01 et CCS-01 installées après 2006, les données utilisées pour la période de référence proviennent de simulations réalisées à l'aide du modèle GARDENIA (A2EP, 2015)

- Pour chaque station, une comparaison directe entre la courbe de débits classés de l'année considérée pour le bilan avec des courbes de débits classés caractéristiques de la période de référence 1998-2006. Les débits caractéristiques utilisés sont les moyennes, minima et maxima journaliers mesurés durant la période de référence,
- Une comparaison relative des débits moyens mensuels entre chaque station de suivi d'impact (TR-01, KAL, WJ-01 et CCS-01) et la station de référence 3C au droit de laquelle le fonctionnement hydrologique de la rivière Trou Bleu est considéré comme pas ou peu perturbé par les activités humaines.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Truu à la station TR01 : On observe un décrochement de la courbe de débit classé pour les débits d'étiage (**Figure 106**). Pour l'essentiel, ces valeurs sont observées en janvier 2019 dans la continuité d'un épisode de tarissement très marqué débuté en juin 2017. En parallèle, les déficits débitométriques observés restent cohérents avec ceux constatés à la station référence (Figure 115). Sur cette base, il est conclu que ce décrochement est un phénomène naturel probablement dû au fait que la réserve souterraine disponible sur ce bassin versant a été fortement entamée par la succession d'épisodes de sécheresse constatés depuis 2015 ce qui a contribué à l'effondrement du débit de base de la rivière,
- Kwé principale à la station KAL : Il n'y a pas d'évolution significative de la forme de la courbe des débits classés (**Figure 108**). Les valeurs mesurées restent dans la gamme des débits observés entre 1998 et 2006. Les déficits débitométriques observés sont cohérents avec ceux constatés à la station référence (**Figure 109**). Sur cette base, il est conclu que le développement de la fosse minière en 2018 n'a pas modifié significativement le fonctionnement hydrologique de la rivière Kwé principal,
- Wajana à la station WD-01 (Wajana au radier) : Les constats sont les mêmes que ceux formulés pour la station KAL (**Figure 118** et **Figure 119**). Il est donc conclu que le développement de la fosse minière en 2018 n'a pas modifié significativement le fonctionnement hydrologique de la rivière Wajana,
- Creek de la crête Sud à la station CCS-01 : A l'image de ce qui est observé à la station TR01, un décrochement marqué de la courbe de débit classé se met en place pour les débits d'étiage. Ce décrochement peut être interprété comme un phénomène naturel exacerbé par la faible superficie du bassin versant associé (1.55 km²). Néanmoins, les déficits débitométriques mensuels apparaissent plus importants que ceux observés à la station de référence, ce qui pourrait être le marqueur d'un impact qui n'avait pas été anticipé par l'étude d'impact réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploitation minière. Ce point reste à confirmer avec les données qui seront acquises en 2019.

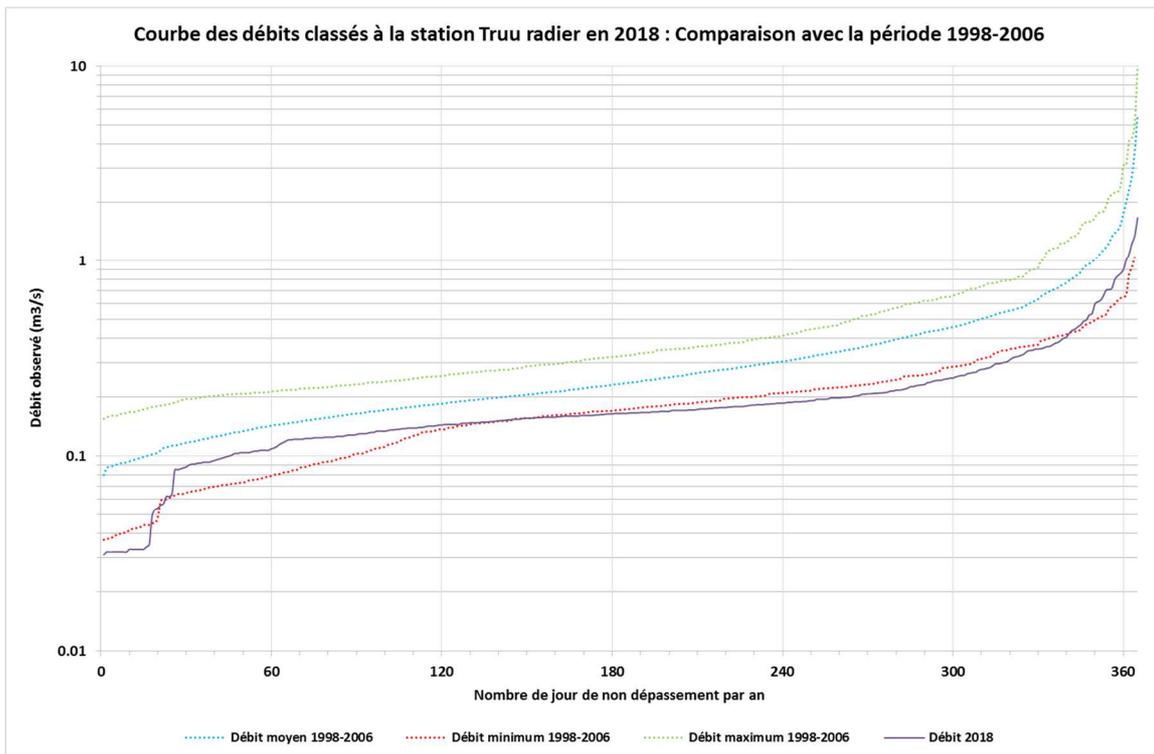


Figure 106 : Courbe des débits classés à la station TR01 en 2018 : Comparaison avec la période 1998-2006

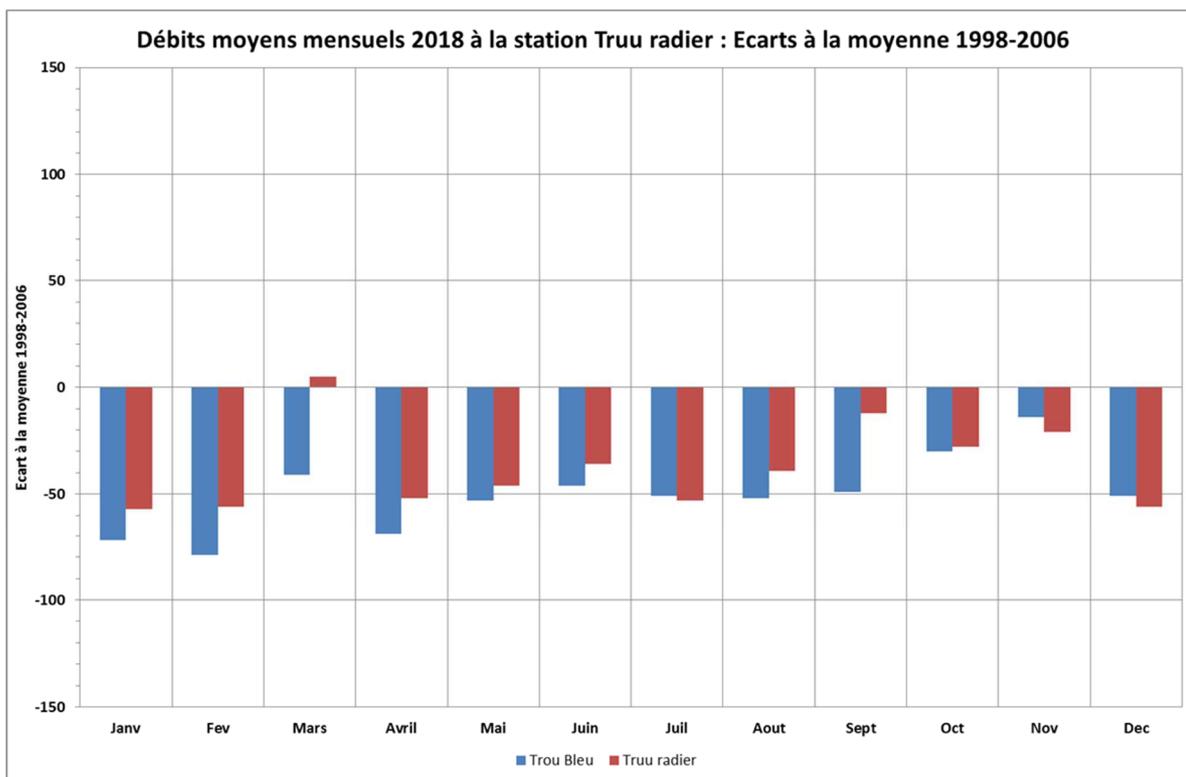


Figure 107 : Débits moyens mensuels à la station TR01 : Ecart à la moyenne 1998-2006. Comparaison avec la station 3C

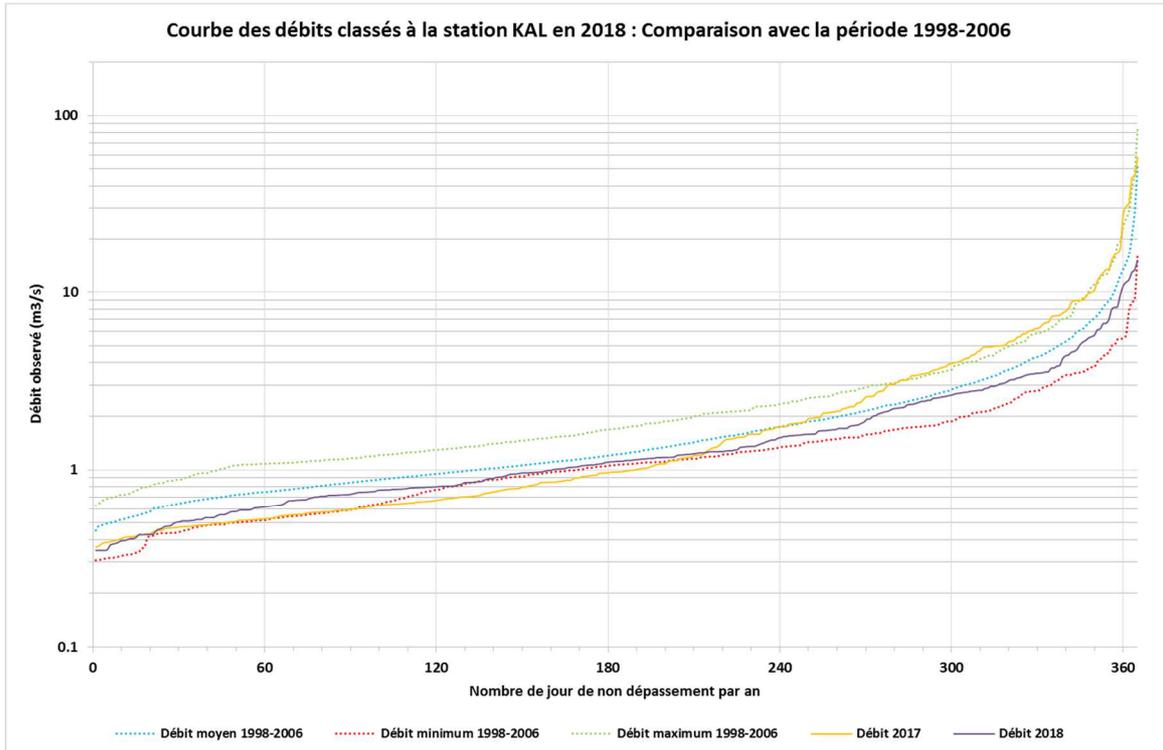


Figure 108: Courbe des débits classés à la station KAL en 2018 : Comparaison avec la période 1998-2006

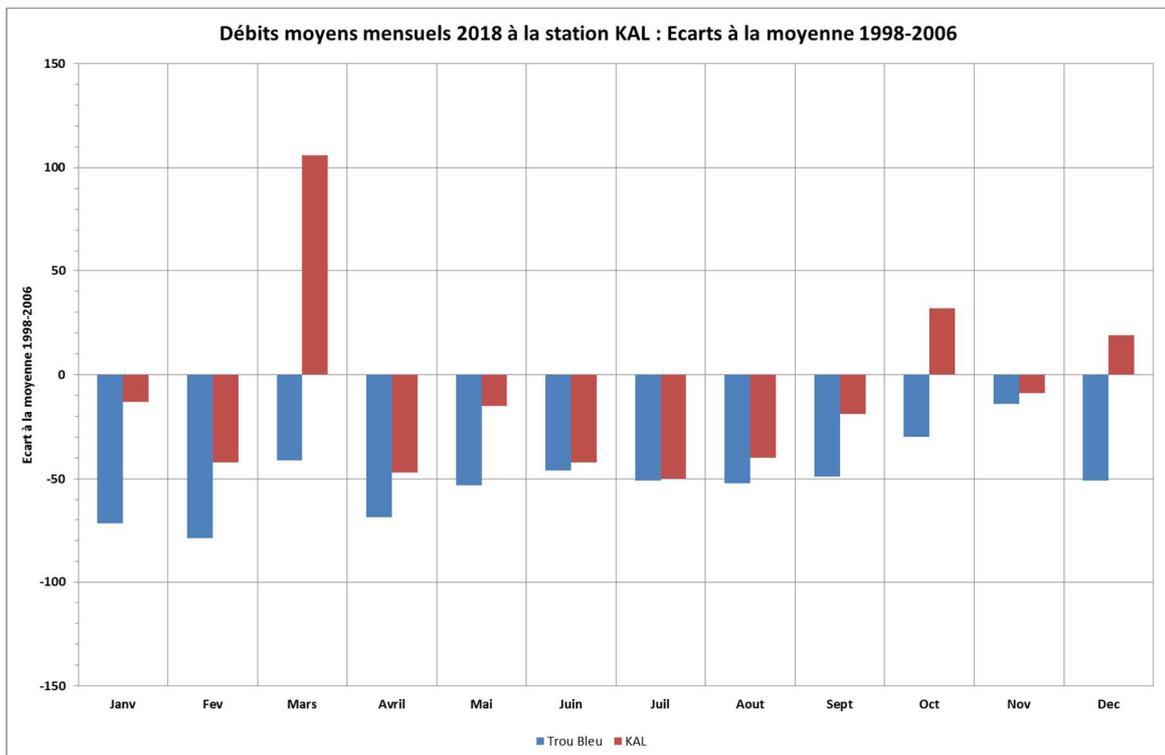


Figure 109: Débits moyens mensuels à la station KAL : Ecart à la moyenne 1998-2006. Comparaison avec la station 3C

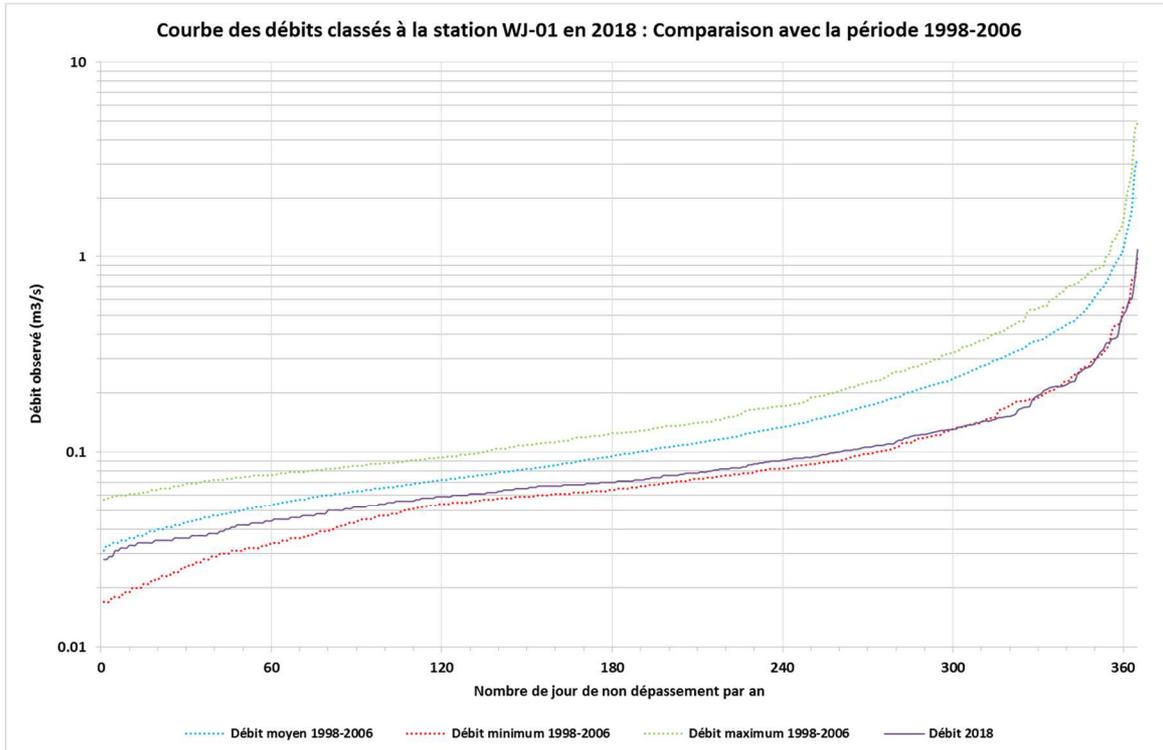


Figure 110: Courbe des débits classés à la station WJ-01 en 2018 : Comparaison avec la période 1998-2006

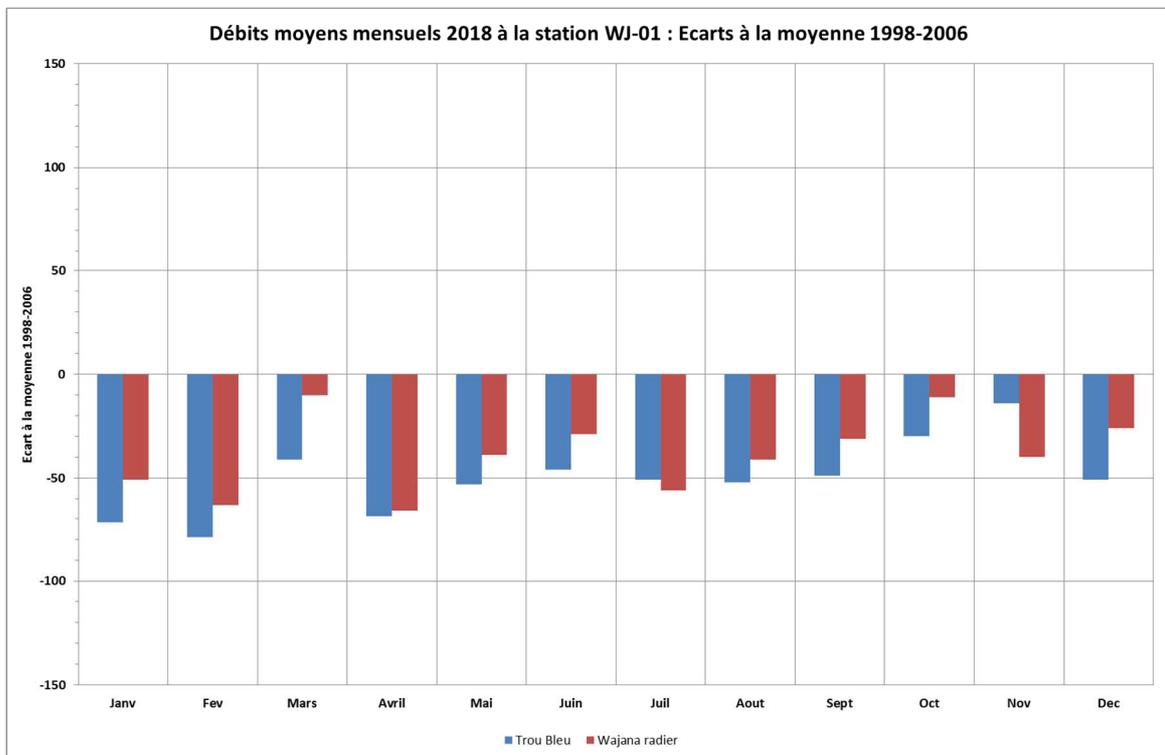


Figure 111: Débits moyens mensuels à la station WJ-01 : Ecart à la moyenne 1998-2006. Comparaison avec la station 3C

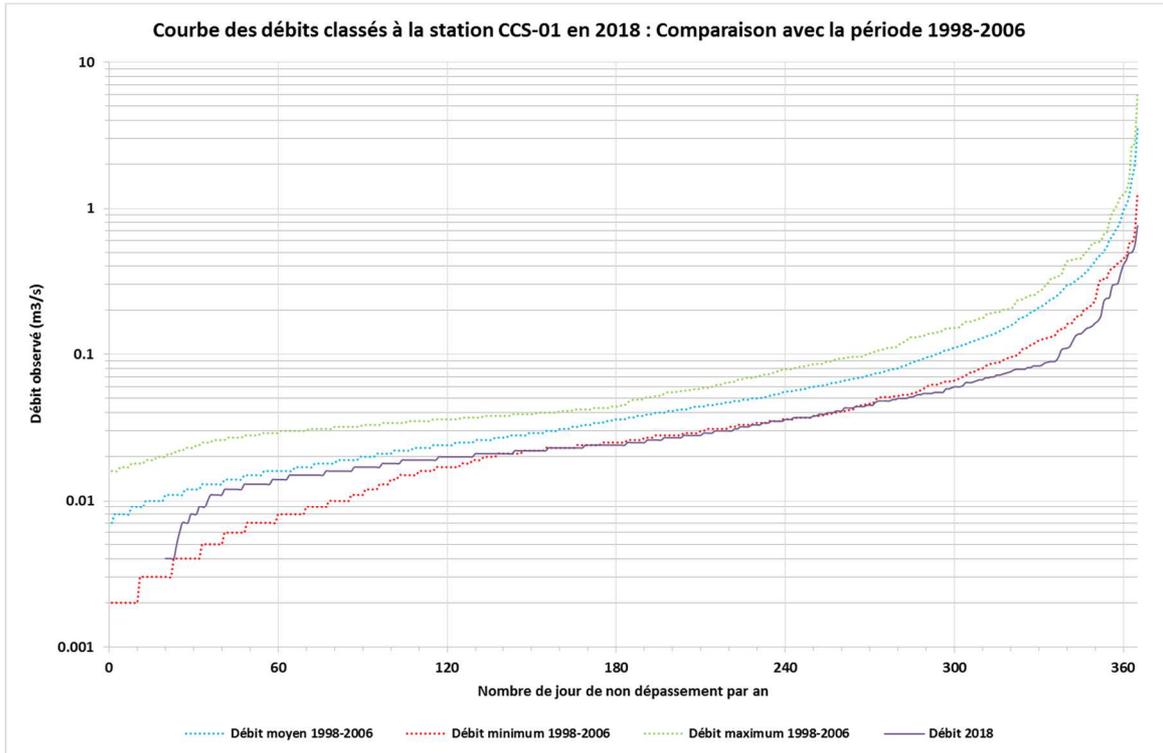


Figure 112 : Courbe des débits classés à la station CCS-01 en 2018 : Comparaison avec la période 1998-2006

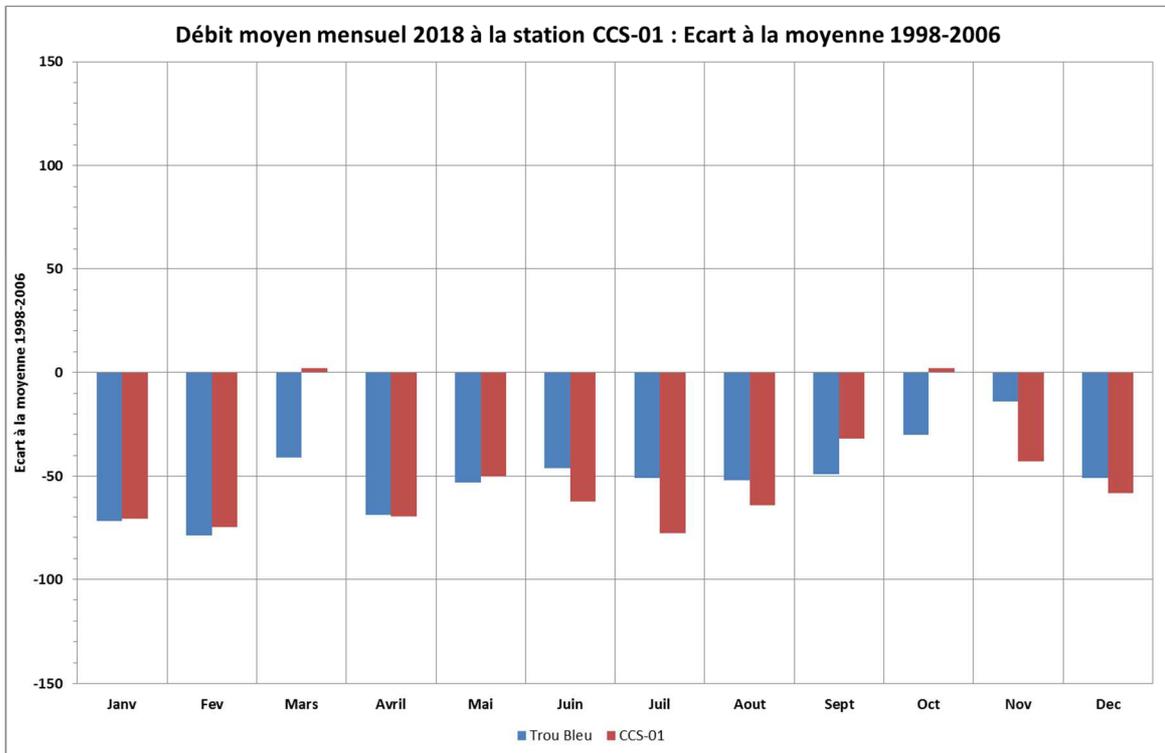


Figure 113 : Débits moyens mensuels à la station CCS--01 : Ecart à la moyenne 1998-2006. Comparaison avec la station 3C

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

4.5.1.1.1 Données limnimétriques

La station est équipée de 2 sondes de pression permettant une mesure redondante de la hauteur d'eau au droit de la section. La fréquence de mesure est de 5 mn.

La chronique de hauteurs d'eau mesurées en continu est complète pour l'année 2018 (Pas de lacunes de données).

19 mesures de contrôles de la hauteur d'eau ont été réalisées au cours de l'année 2018 (contre 12 mesures en 2017).

4.5.1.1.2 Jaugeages

12 jaugeages ont été réalisés en 2018 parmi lesquels 10 ont été effectuées en aval de la station KAL, c'est-à-dire en aval de la confluence entre la Kwé principale et le creek de la Crête Sud.

4.5.1.1.3 Matières En Suspension (MES)

Des données de MES sont disponibles pour les deux épisodes de précipitation qui ont marqué l'année 2018 : 29 au 30 janvier (Dépression tropicale modérée Fehi) et 9 au 10 mars (Cyclone tropical Hola).

Des données de MES sont également disponibles pour deux petits épisodes de crues : 28 au 30 mars et 25 au 27 mai.

4.5.1.2 Résultats et interprétations

Les données de débit et de MES disponibles à la station KAL en 2018 sont présentés à la Figure 114.

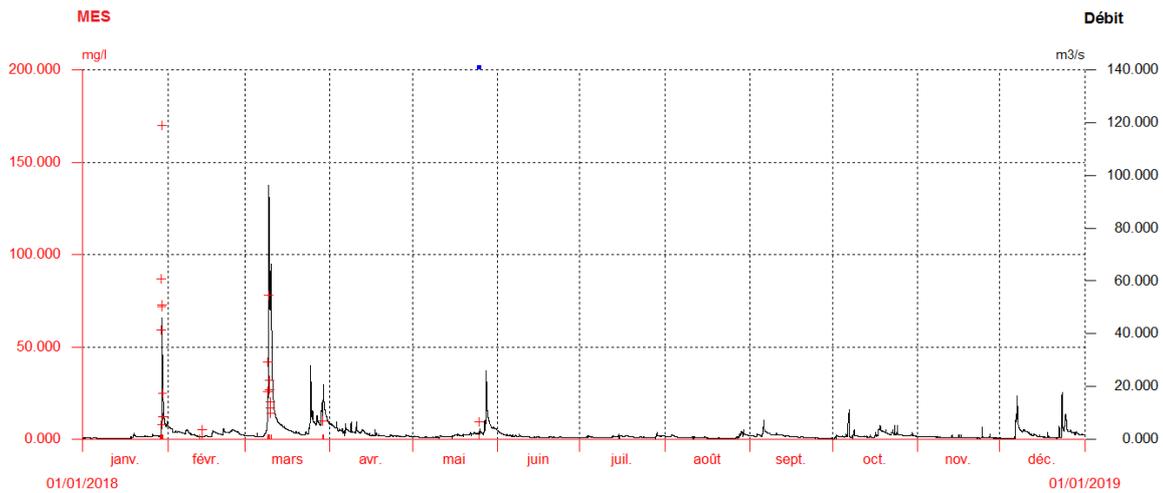


Figure 114 : Débit et MES mesurés à la station KAL en 2018

Une évaluation des flux sédimentaires a été réalisée à l'échelle des épisodes de crue par intégration du débit et des mesures de MES. La Figure 98 présente la relation entre le flux sédimentaire et le débit de pointe établie pour l'ensemble des crues pour lesquelles des données étaient disponibles sur la période 2006-2018 (Soit 41 épisodes de crue).

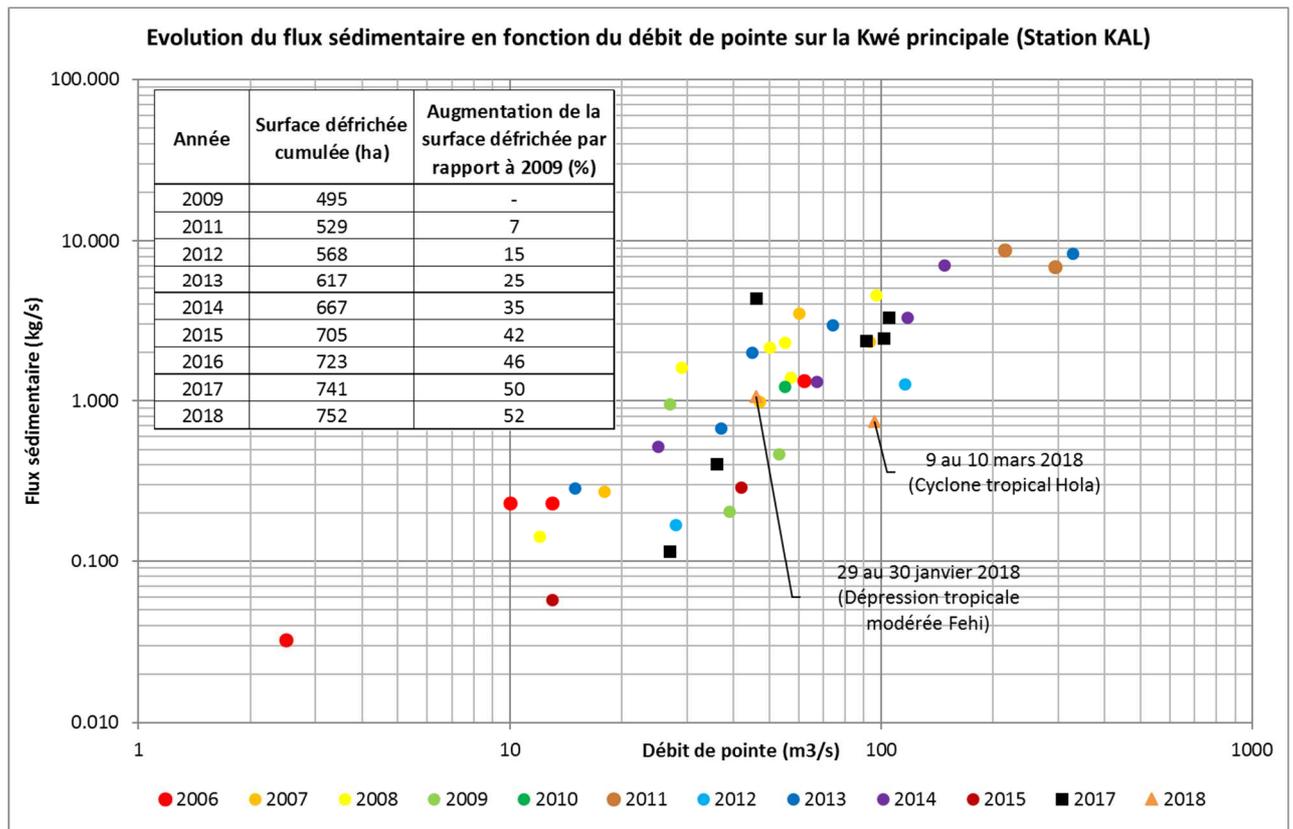


Figure 115 : Evolution de la relation entre le flux sédimentaire et le débit de pointe sur la Kwé principale (station KAL) entre 2006 et 2018

Cette figure montre que la relation Flux sédimentaire-Débit de pointe reste globalement stable alors que la surface défrichée dans le bassin de la Kwé a augmenté de +52% entre 2009 et 2018.

Ce résultat suggère que les différents aménagements de gestion des eaux mis en place dans le bassin de la Kwé permettent de stabiliser les flux sédimentaires produits par l'activité minière.

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 43 : 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
		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 2017 : 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 2018, la limite de quantification du laboratoire interne n'a jamais été atteinte à 1-A pour les paramètres suivants : **aluminium, cadmium, cobalt, cuivre, fer, nitrites, zinc, hydrocarbures totaux, titre alcalimétrique 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 : **calcium, manganèse, arsenic, plomb, ammoniac.** Les concentrations mesurées pour ces paramètres sont faibles et équivalentes à la limite de quantification du laboratoire. 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 116 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle à 1-A

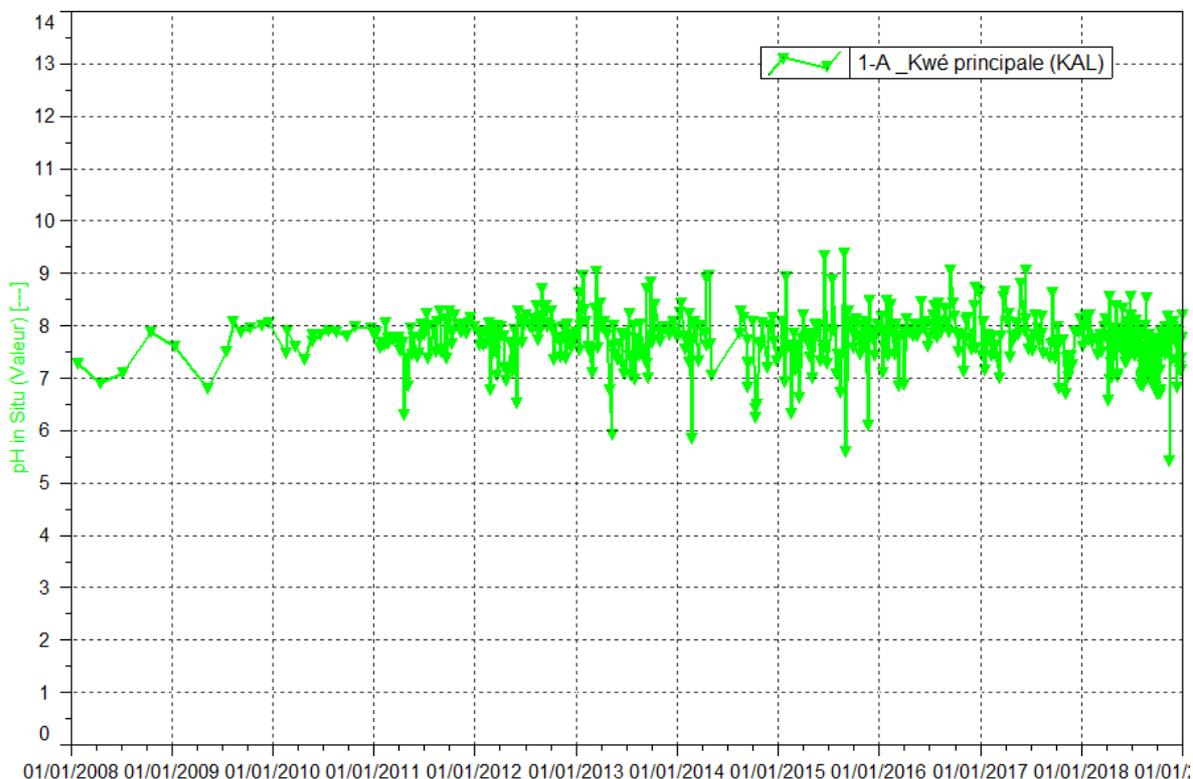


Figure 116 : Données de pH de la station 1-A entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

Statistiques	pH : 1-A
Nombre de valeurs	193
Moyenne	7.61
Maximum	8.56
Minimum	5.43
Moyenne 2008-2018	7.77

Les valeurs sont comprises entre 5.43 et 8.56 en 2018.

4.6.2.1.2 Mesures de conductivité

La Figure 117 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence mensuelle à 1-A.

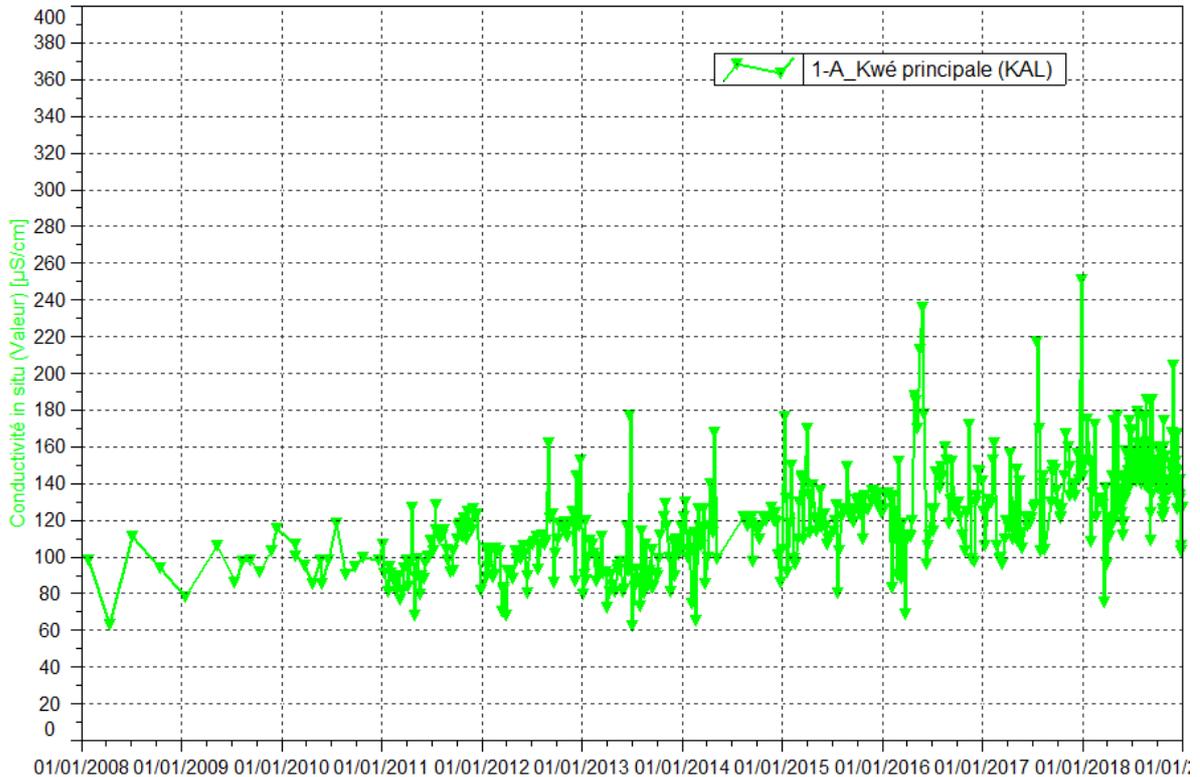


Figure 117 : Données de conductivité de la station 1-A du 1er janvier 2008 au 1er janvier 2019

Statistiques	Conductivité : 1-A
Nombre de valeurs	193
Moyenne	142.43
Maximum	207
Minimum	75.6
Moyenne 2008-2018	117.33

Les mesures de conductivité en 2018 à la station 1-A sont comprises entre 75.6 et 207 µS/cm. En moyenne, les relevées de 2018 sont en légère hausse par rapport à la moyenne des conductivités relevées entre 2008 et 2018.

4.6.2.1.3 Mesures de température

La **Figure 118** présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle à 1-A

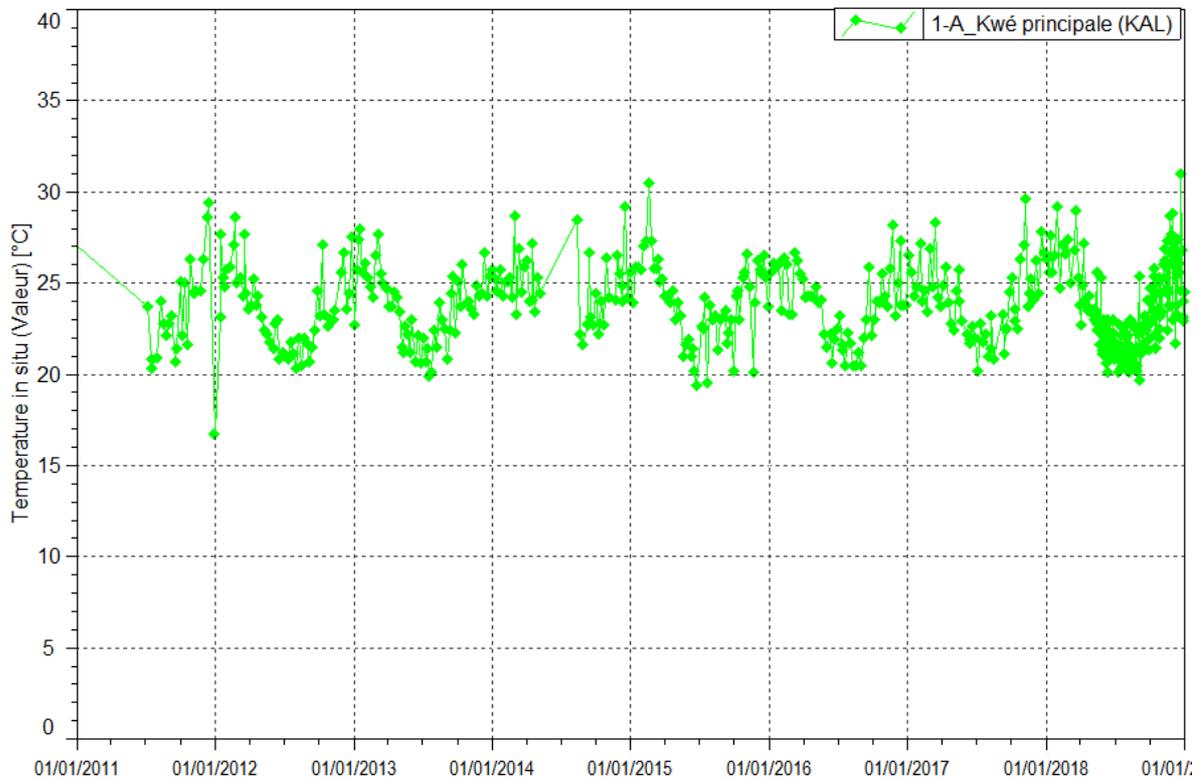


Figure 118 : Données de température de la station 1-A du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Température : 1-A
Nombre de valeurs	193
Moyenne	23.32
Maximum	31
Minimum	19.7

Les relevés de température de 2018 montrent des évolutions similaires basées sur des fluctuations saisonnières.

4.6.2.1.4 Concentrations en sulfates

La Figure 16 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

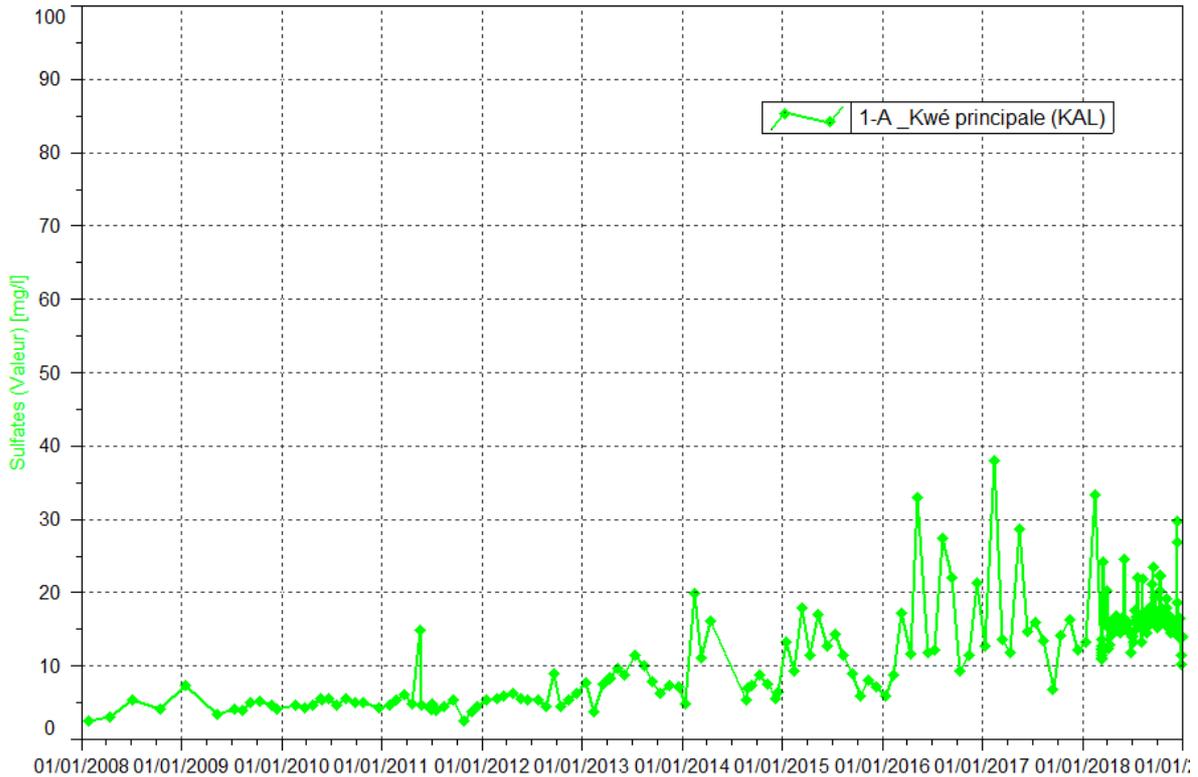


Figure 119 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Sulfates : 1-A
Nombre de valeurs	91
Moyenne	16.84
Maximum	33.4
Minimum	10.2
Moyenne 2008-2018	10.65

Les teneurs mesurées en 2018 confirment la croissance légère et constante des sulfates observées depuis 2013 dans la Kwé principale.

4.6.2.1.5 Concentrations en manganèse

La **Figure 120** présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

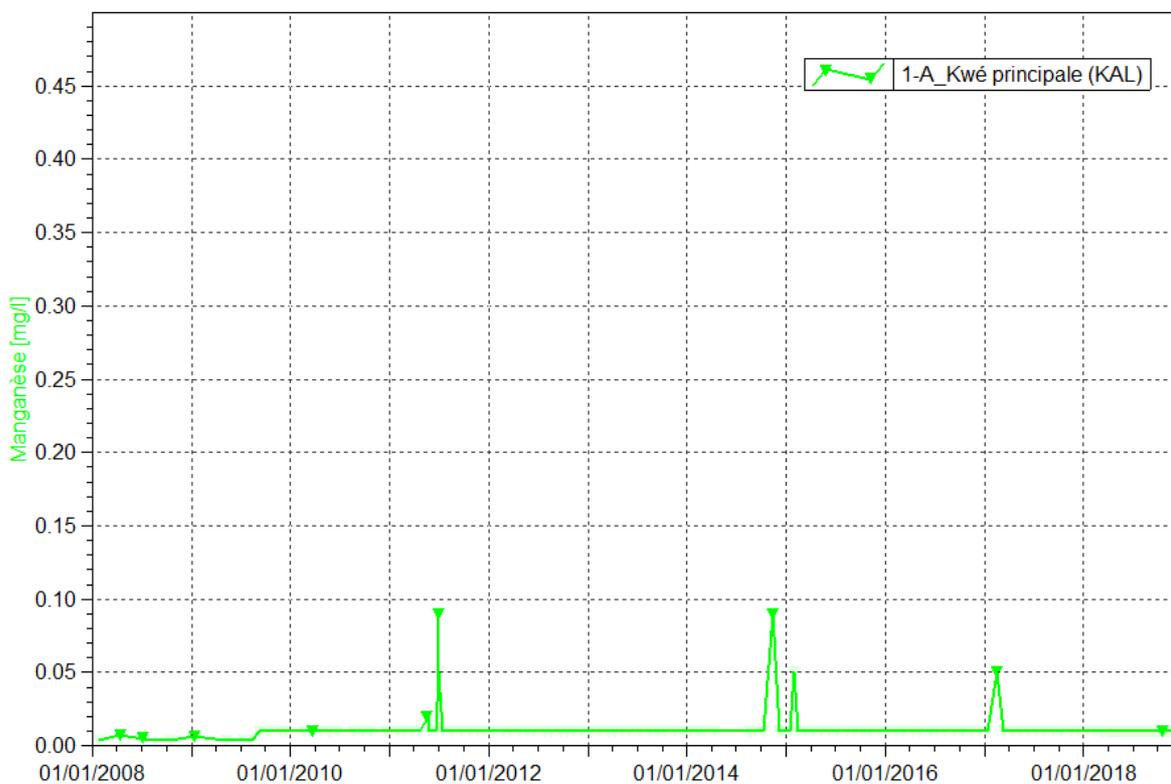


Figure 120 : Concentrations en manganèse de la station 1-A entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

En 2018, le manganèse est détecté ponctuellement et faiblement le 18 octobre au niveau de la rivière de la Kwé principale. La teneur mesurée à cette date est de 0.01 mg/L, correspondant à la limite de détection du laboratoire.

4.6.2.1.6 Concentrations en chlorures

La Figure 121 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

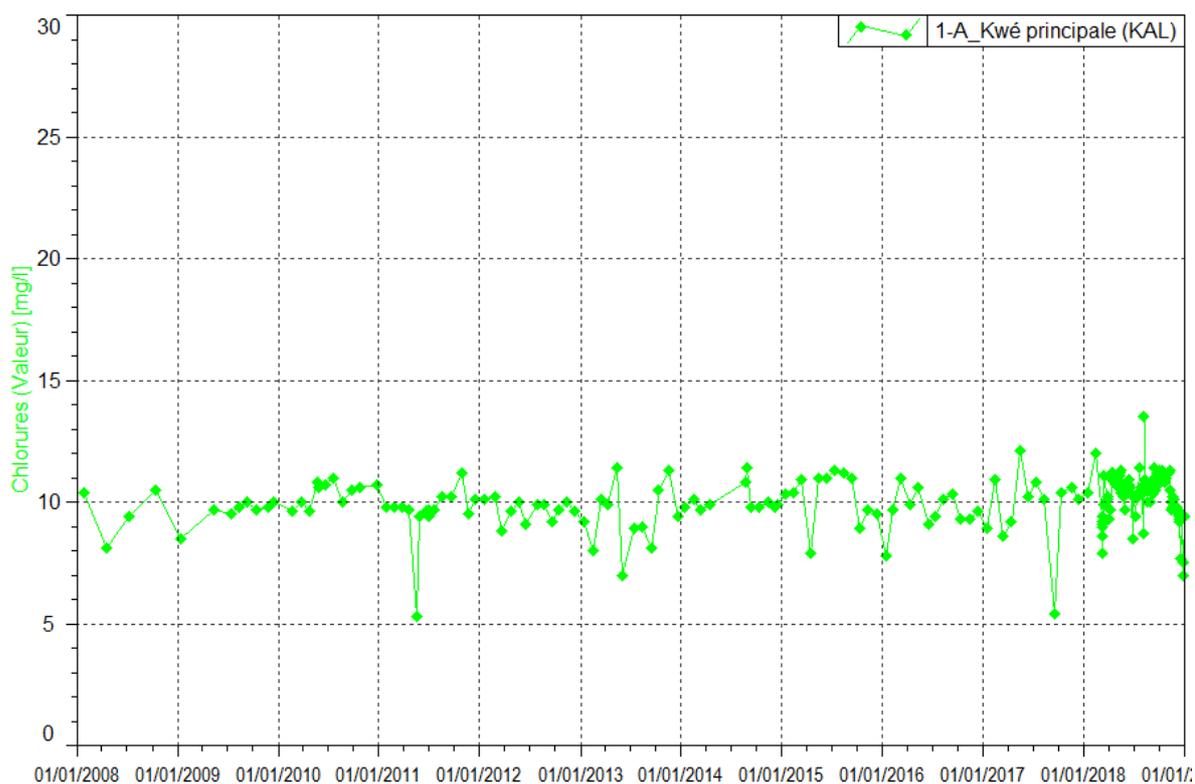


Figure 121 : Concentrations en chlorures de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Chlorures : 1-A
Nombre de valeurs	91
Moyenne	10.41
Maximum	13.5
Minimum	7
Moyenne 2008-2018	9.94

En 2018, les résultats en chlorures au niveau de la Kwé principale indiquent une évolution similaire depuis 2008.

4.6.2.1.7 Concentrations en nitrates

La Figure 122 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

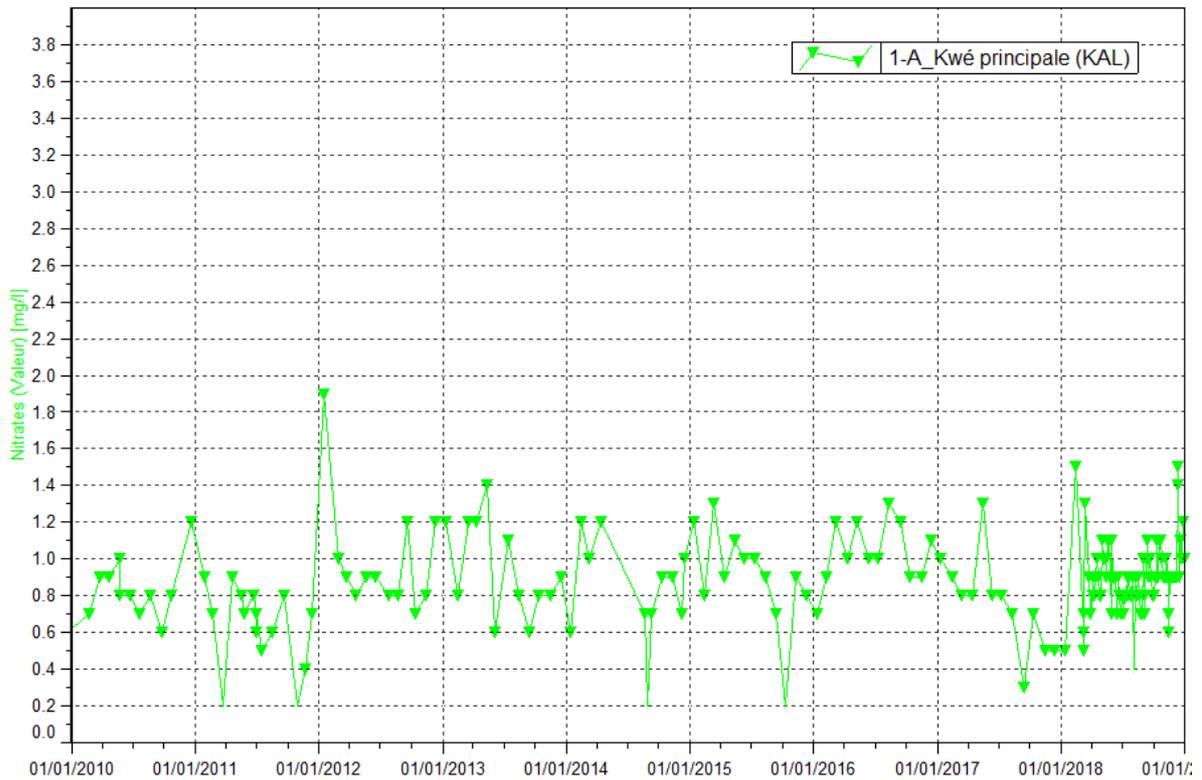


Figure 122 : Concentrations en nitrates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Nitrates : 1-A
Nombre de valeurs	91
Moyenne	0.9
Maximum	1.5
Minimum	<0.4
Moyenne 2008-2018	0.85

Les teneurs en nitrates sont globalement stables en 2018.

4.6.2.1.8 Concentrations en chrome et chrome VI

La Figure 123 et la Figure 124 présentent les concentrations en chromes et chrome VI obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

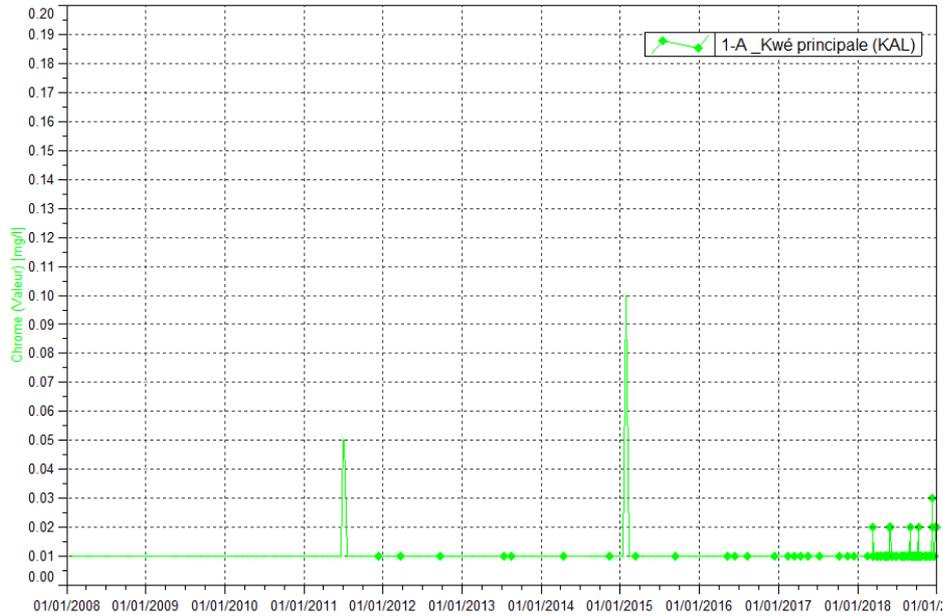


Figure 123 : Concentrations en chrome à la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

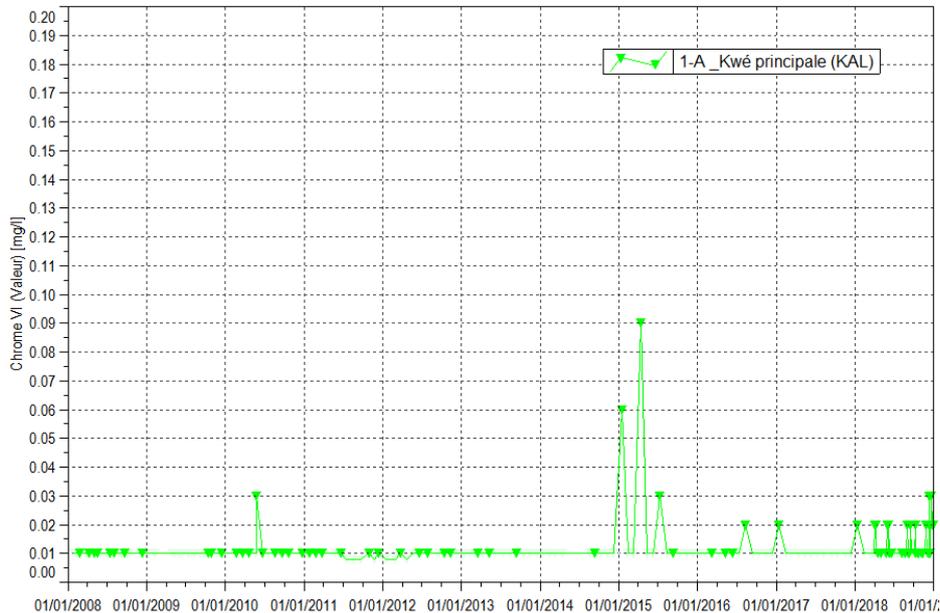


Figure 124 : Concentrations en chrome VI à la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

Depuis 2008, les concentrations en chrome et chrome VI sont en majorité inférieures à la limite de détection dans la rivière Kwé principale. En 2018, les teneurs en chrome VI mesurées dans la Kwe principale sont faibles. Elles sont comprises entre 0.01 et 0.03 mg/L.

4.6.2.1.9 Concentrations en magnésium

La Figure 125 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

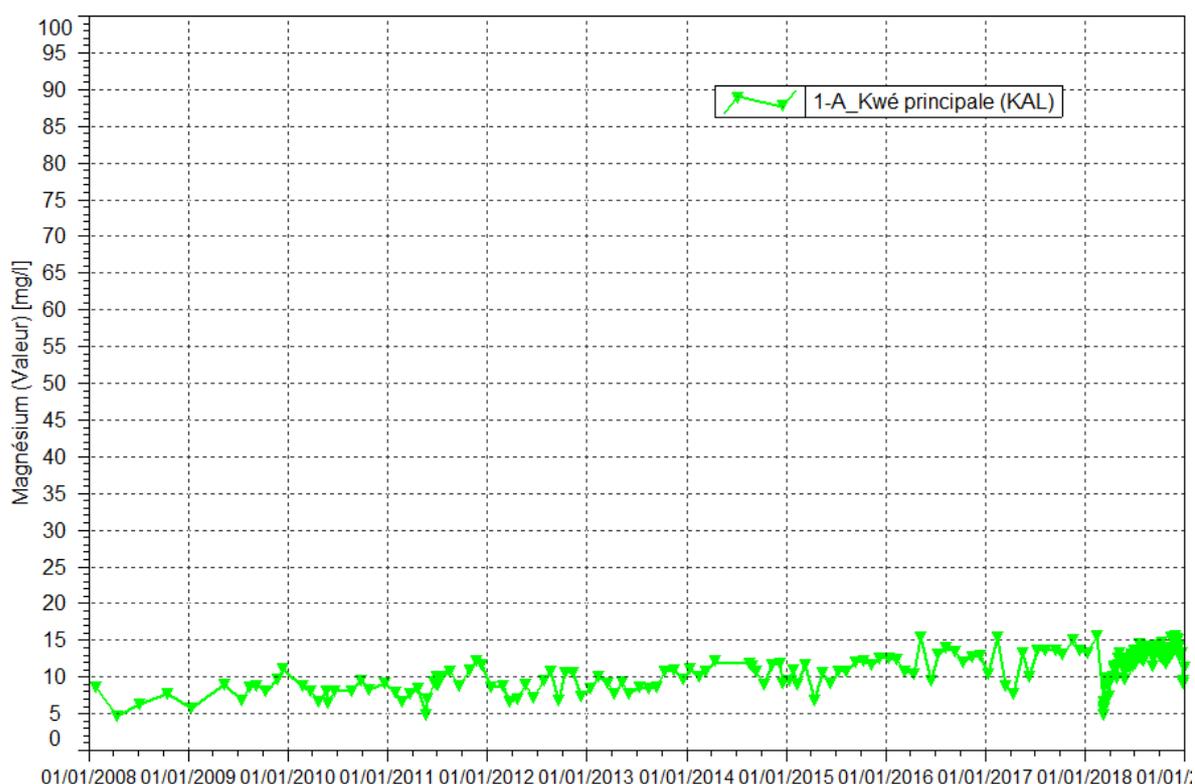


Figure 125 : Concentrations en magnésium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Magnésium : 1-A
Nombre de valeurs	91
Moyenne	12.59
Maximum	15.6
Minimum	7.4
Moyenne 2008-2018	9.99

Depuis 2008, les concentrations en magnésium oscillent entre 7.4 et 15.6 mg/L. Alors qu'une tendance légère à la hausse s'est amorcée depuis 2013, on constate une chute des concentrations en magnésium durant le 1^{er} trimestre 2018 pour de nouveau se stabiliser et atteindre les normales mesurées de 2017.

4.6.2.1.10 Concentrations en nickel

La Figure 126 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

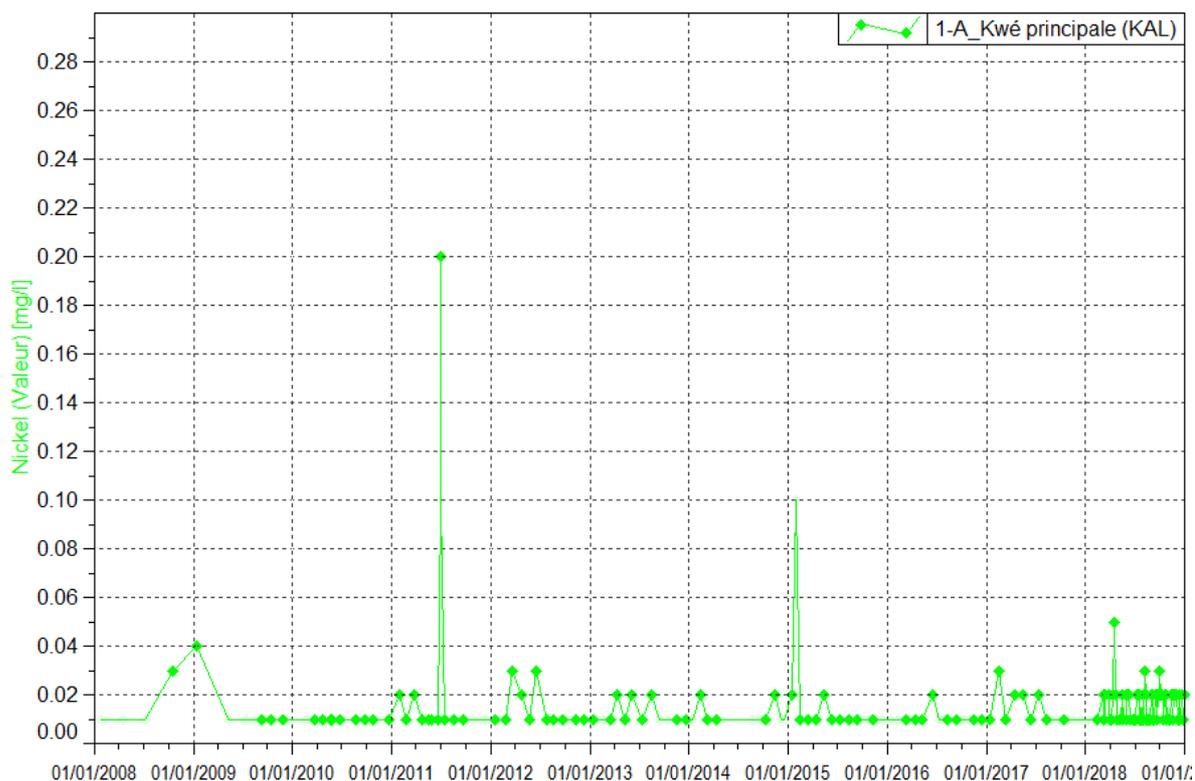


Figure 126 : Concentrations en nickel de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

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

4.6.2.1.11 Concentrations en potassium et sodium

La Figure 127 et la Figure 128 présentent les concentrations en potassium et sodium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

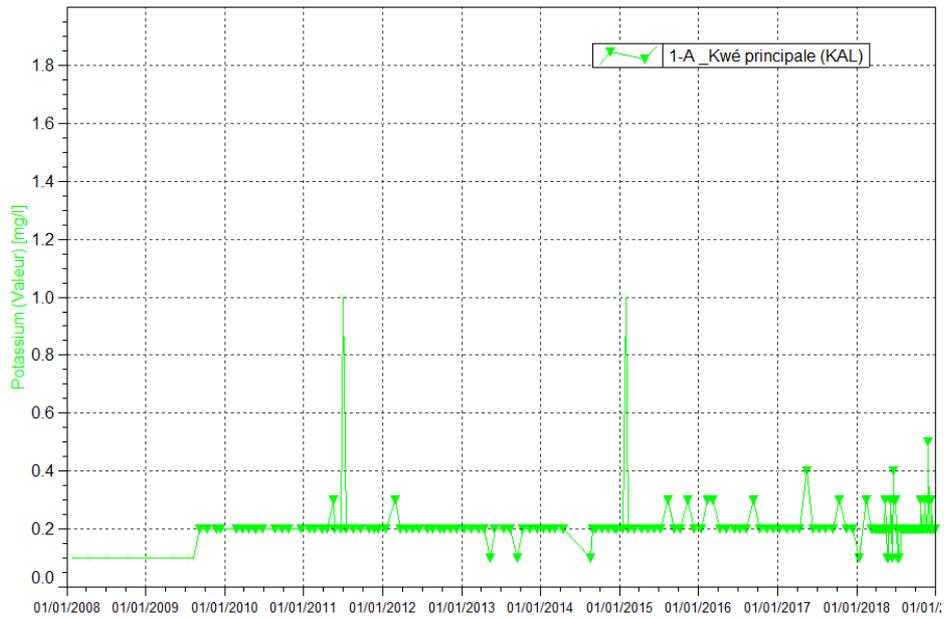


Figure 127 : Concentrations en potassium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

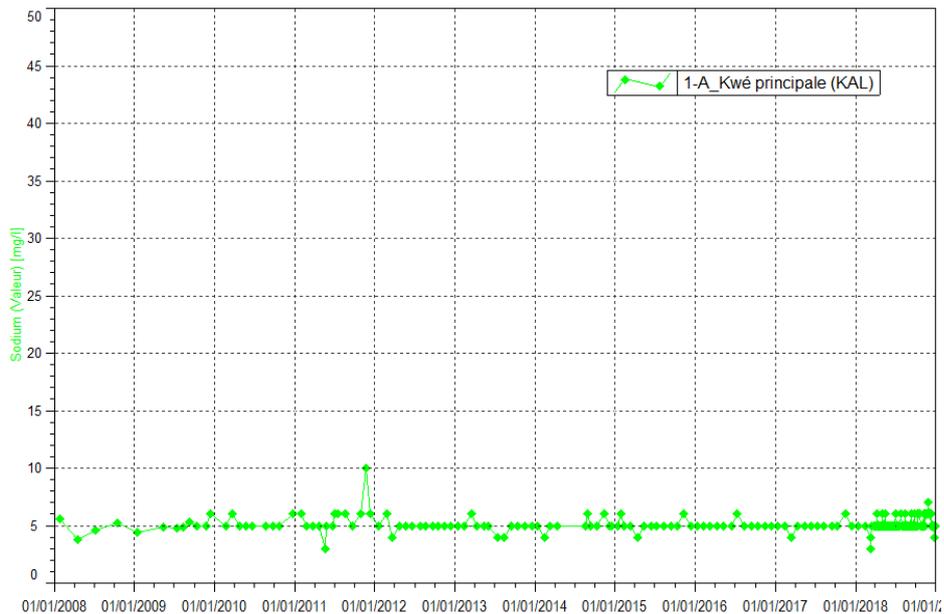


Figure 128 : Concentrations en sodium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

En 2018, 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 2017, 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, cuivre, nitrites, manganèse, zinc, titre alcalimétrique, hydrocarbures totaux et mercure.**

Les paramètres suivants ont été détecté ponctuellement en 2018 : **chrome, chrome VI, fer, plomb, manganèse et ammoniac.** Les concentrations mesurées pour ces paramètres sont faibles et équivalentes à la limite de quantification pour le fer, 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 129 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle à 3-C

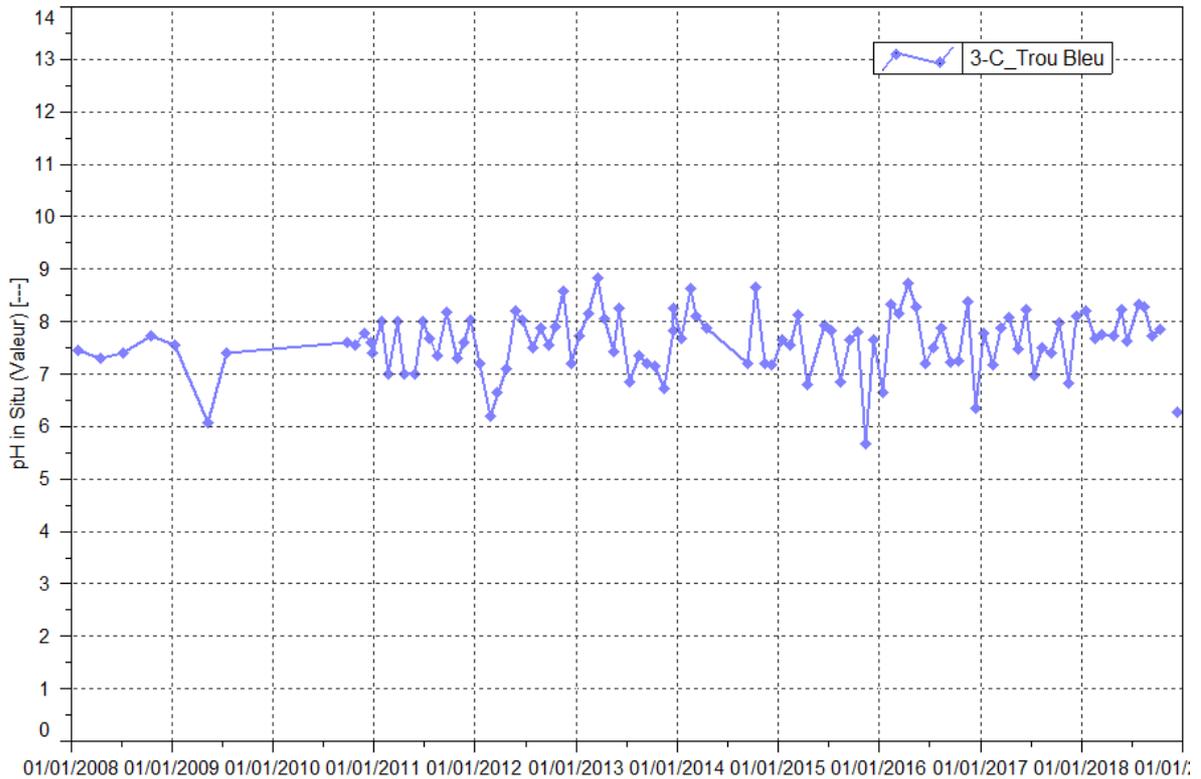


Figure 129 : Données de pH de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	pH : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	7,78
Maximum	8,32
Minimum	6.28
Moyenne 2008-2018	7,57

En 2019, le pH oscille entre 6,28 et 8,32.

4.6.2.2 Mesures de conductivité

La Figure 130 présente les mesures de conductivité faites à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

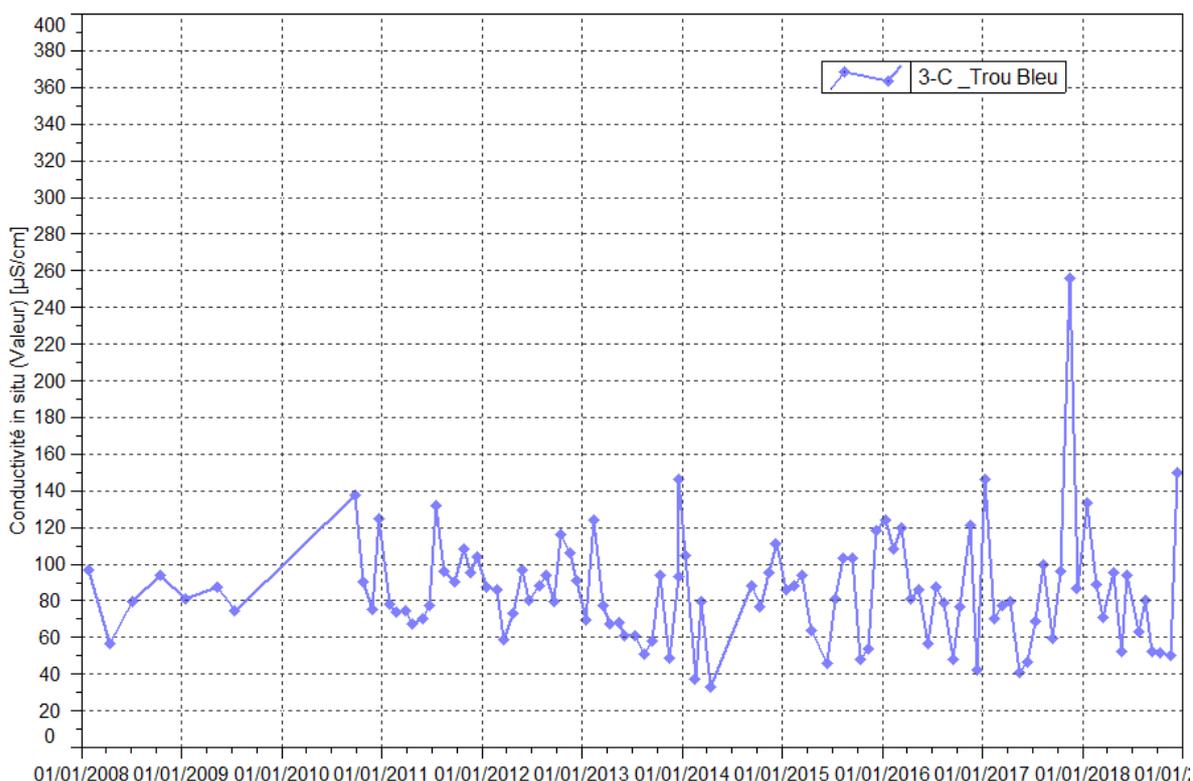


Figure 130 : Données de conductivité de la station 3-C du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Conductivité : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	81,81
Maximum	150
Minimum	50,4
Moyenne 2008-2018	85,93

En 2018, la conductivité est comprise entre 50.4 et 150 µS/cm. Depuis 2013, la conductivité maximale annuelle est relevée lors des contrôles de fin d'année. Ces conductivités élevées 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 131 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

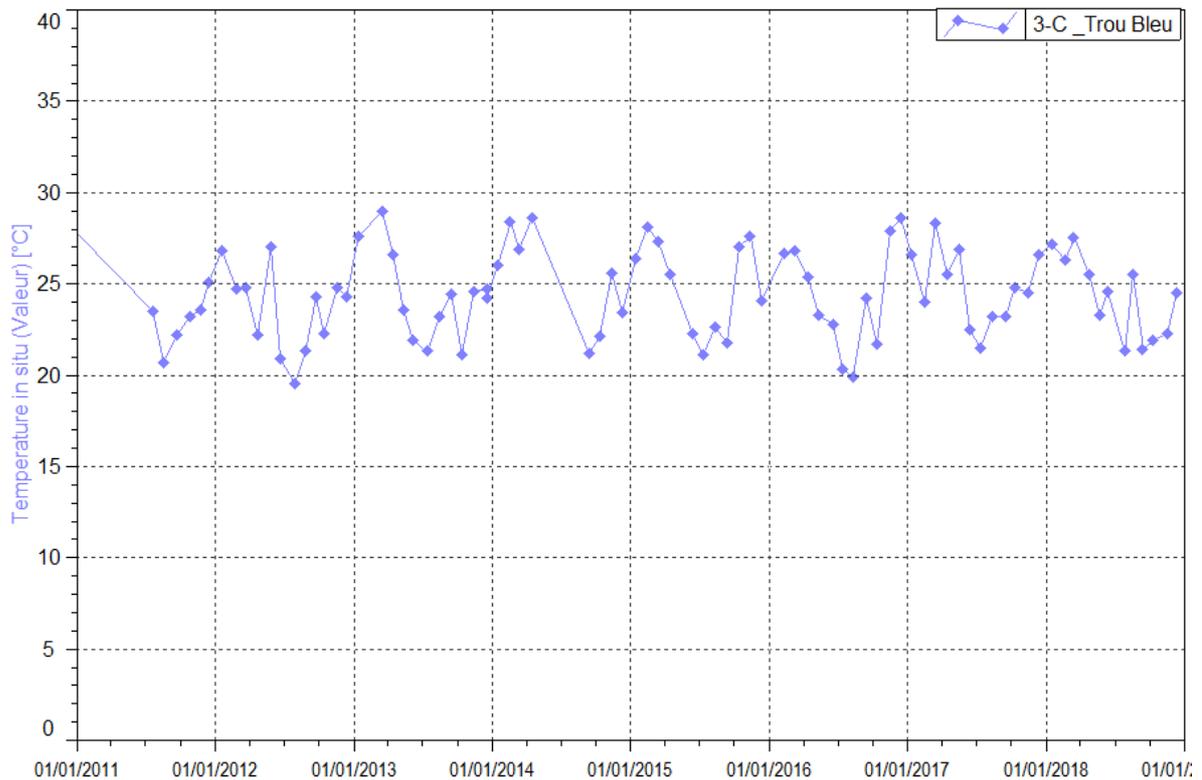


Figure 131 : Données de température de la station 3-C du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Température : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	24,27
Maximum	27,5
Minimum	21,3

4.6.2.2.4 Concentrations en sulfates

La Figure 132 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

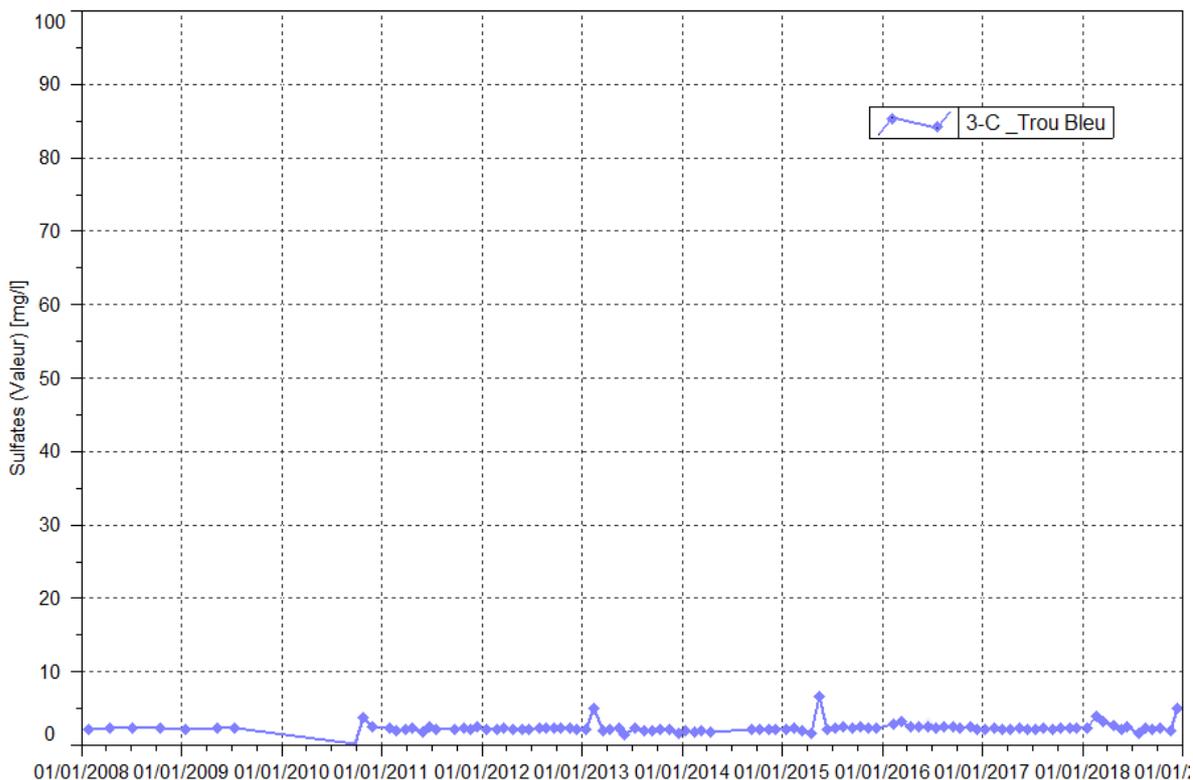


Figure 132 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Sulfates : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	2,71
Maximum	5,1
Minimum	1,7
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 133 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

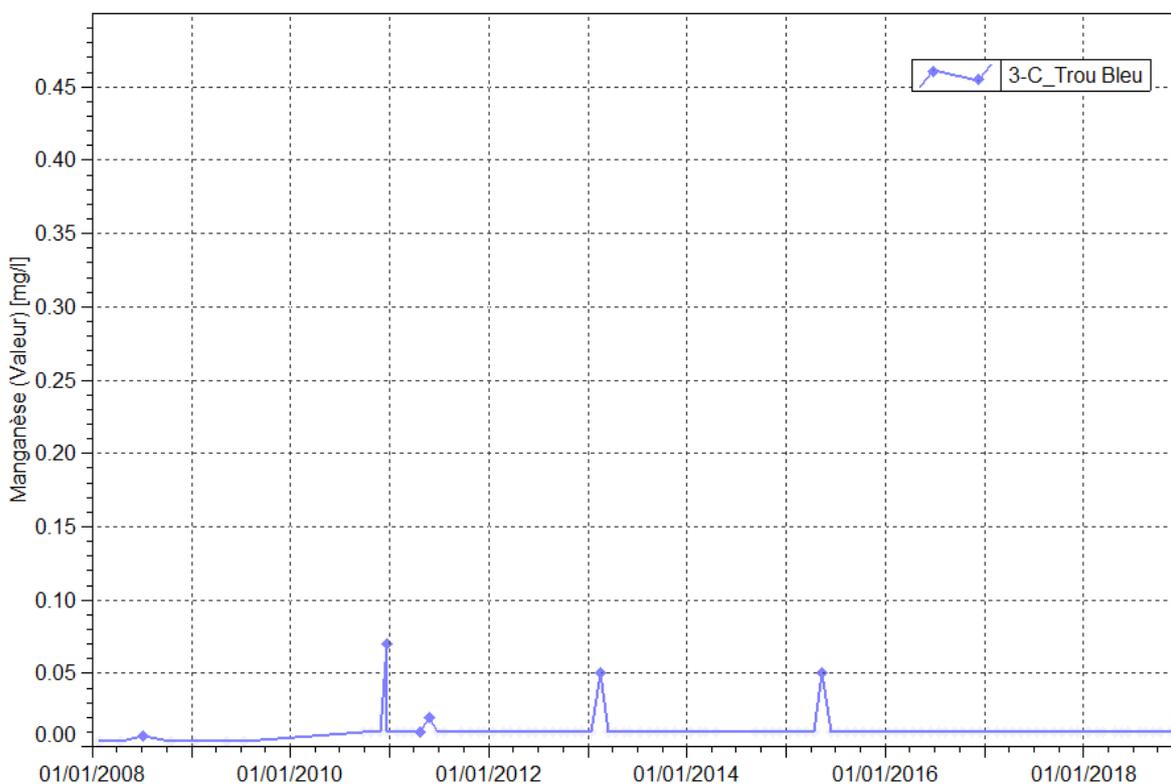


Figure 133 : Concentrations en manganèse de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Le manganèse est ponctuellement détecté lors du contrôle de décembre 2018 au niveau de la rivière Trou Bleu. La teneur mesurée est de 0.02 mg/L.

4.6.2.2.6 Concentrations en chlorures

La Figure 134 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

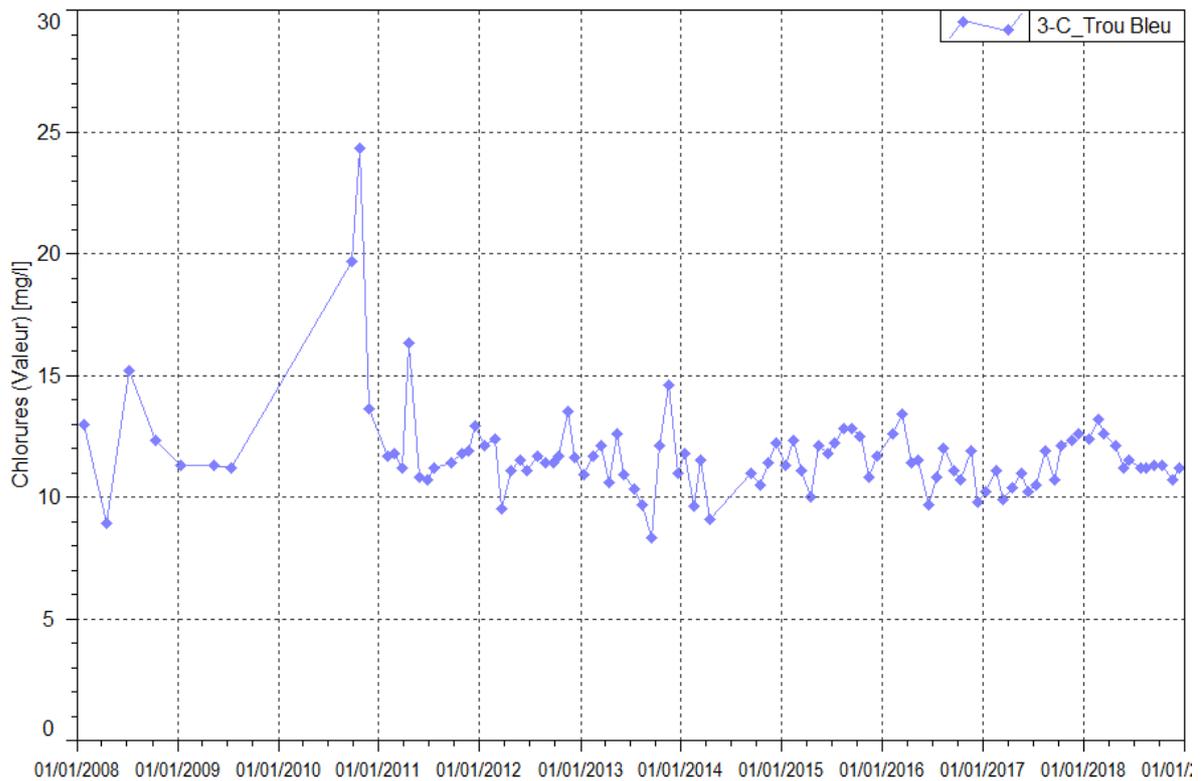


Figure 134 : Concentrations en chlorures de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Chlorures : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	11,65
Maximum	13,2
Minimum	10,7
Moyenne 2008-2018	11,73

Les résultats de suivi de 2018 ne montrent pas d'évolution particulière en comparaison avec les années précédentes.

4.6.2.2.7 Concentrations en nitrates

La Figure 135 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

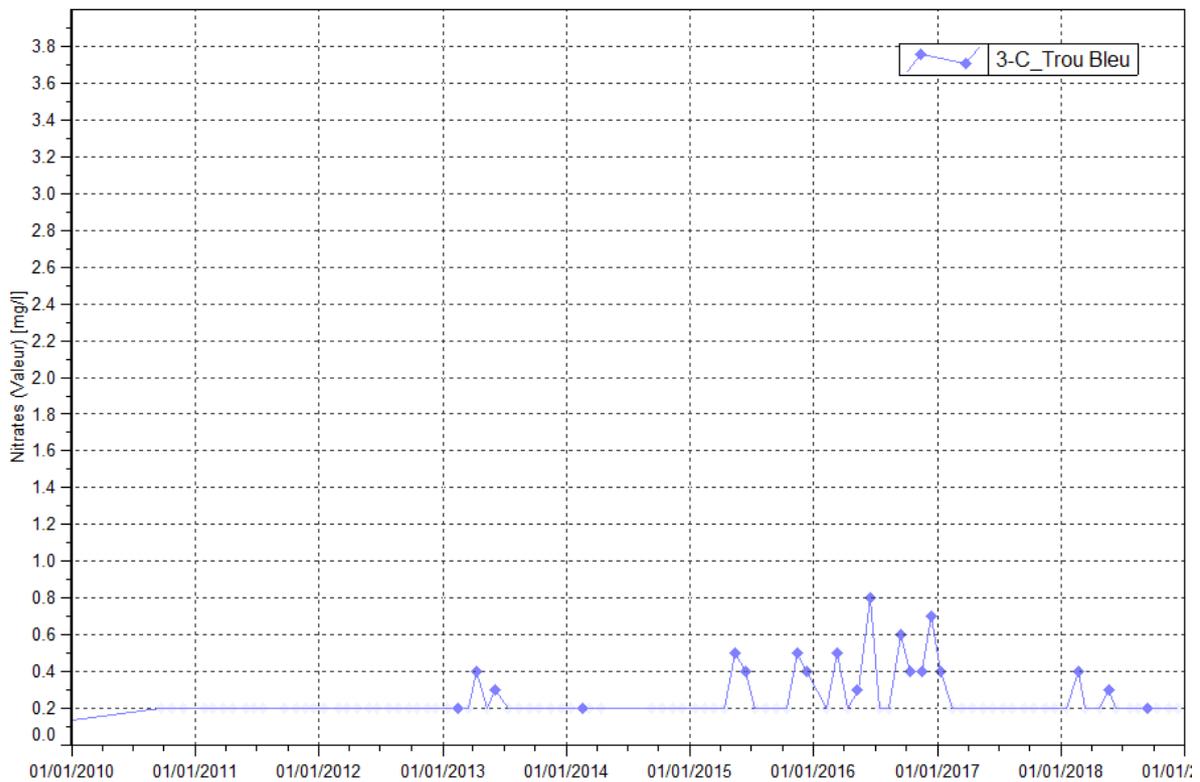


Figure 135 : Concentrations en nitrates de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2019

En 2018, ce paramètre est quantifié faiblement à trois reprises dans la rivière Trou Bleu. Les concentrations sont comprises entre 0.2 et 0.4 mg/L.

4.6.2.2.8 Concentrations en magnésium

La Figure 136 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

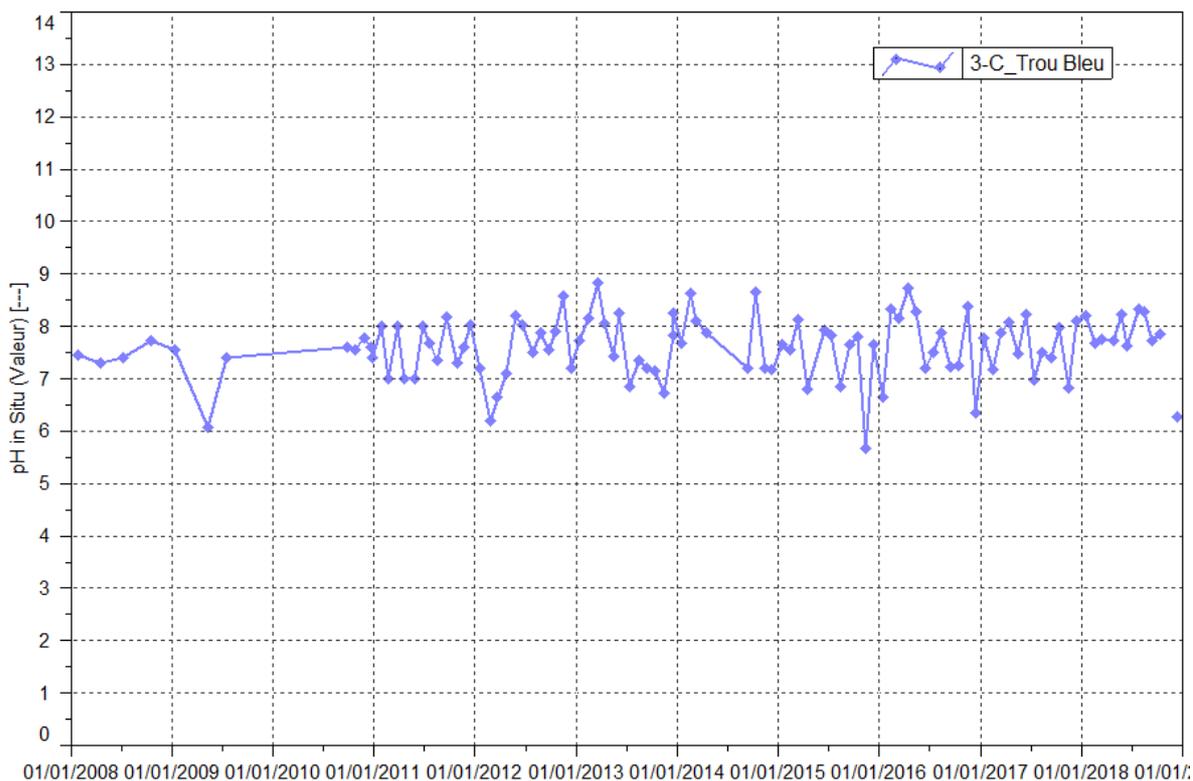


Figure 136 : Concentrations en magnésium de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Magnésium : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	23.4
Maximum	41.8
Minimum	10.2
Moyenne 2008-2018	5.52

En 2018, les teneurs en magnésium n'indiquent aucune évolution particulière.

4.6.2.2.9 Concentrations en nickel

La Figure 137 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

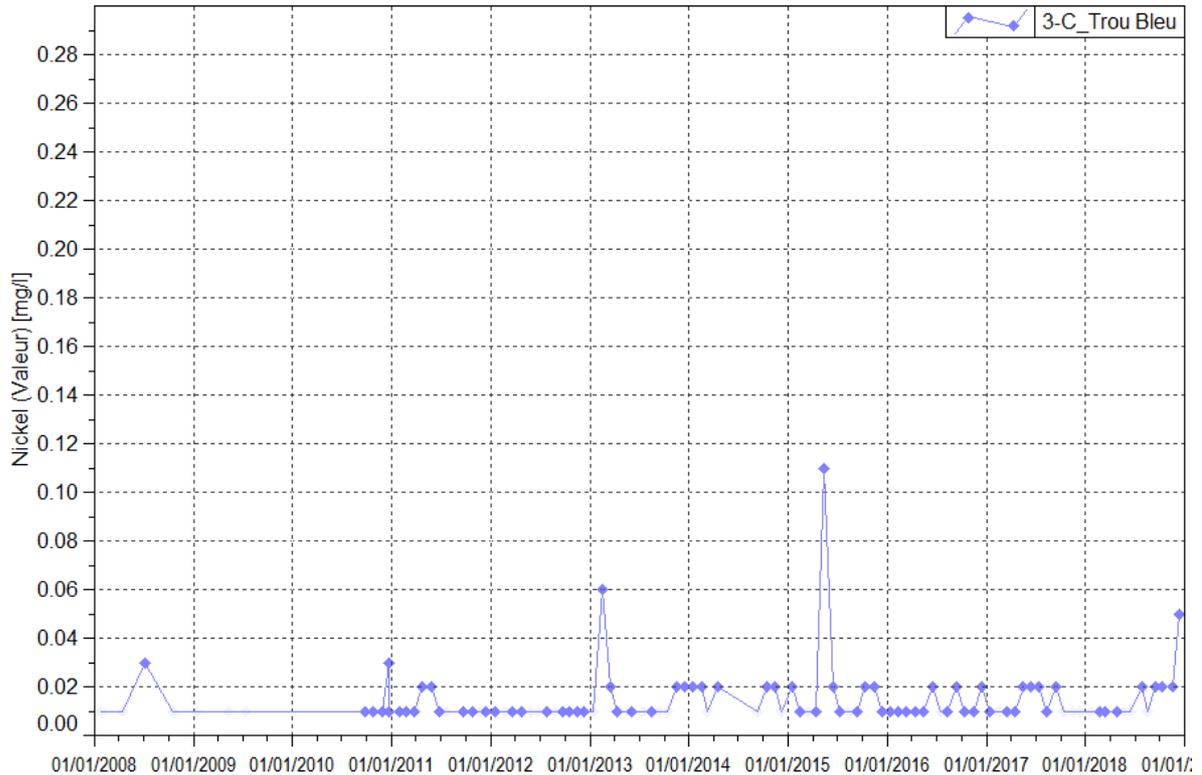


Figure 137 : Concentrations en nickel à la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

Statistiques	Nickel : 3-C
Nombre de valeurs	12
Moyenne	0.013
Maximum	0.05
Minimum	<0.02
Moyenne 2008-2018	0.011

Le nickel est faiblement détecté dans la rivière Trou bleu. En 2018, la teneur maximale de 0.05 mg/L est relevée au mois de décembre.

4.6.2.2.10 Concentrations en potassium et sodium

La Figure 138 et la Figure 139 présentent les concentrations en potassium et sodium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

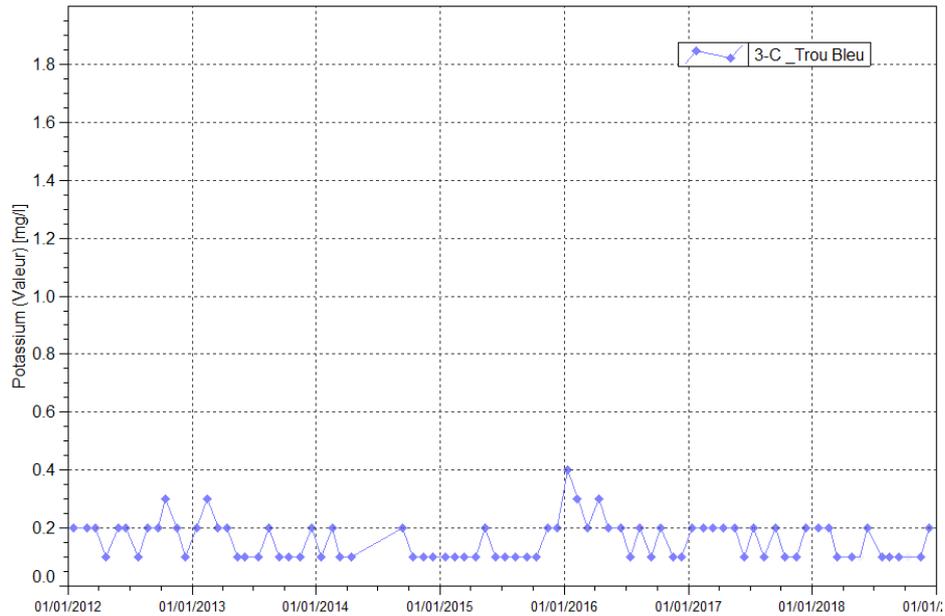


Figure 138 : Concentrations en potassium à la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2019

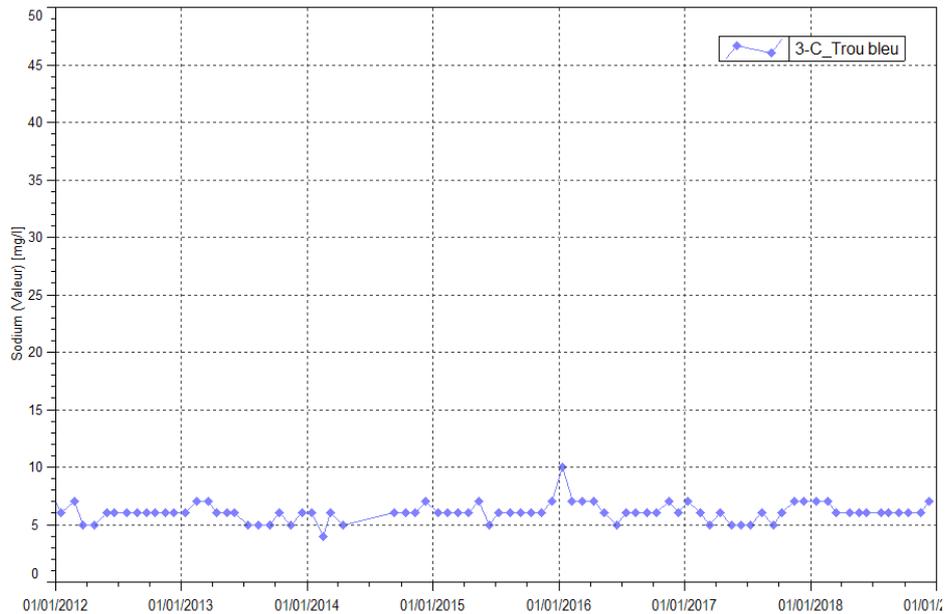


Figure 139 : Concentrations en sodium à la station 3- C entre le 1er janvier 2008 et le 1er janvier 2019

Concernant les concentrations en potassium et sodium, les résultats de suivi de 2018 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 2018, 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, calcium, cuivre, fer, ammoniac, manganèse, nitrites, zinc, titre alcalimétrique, hydrocarbures totaux et mercure.**

Les paramètres suivants ont été détecté ponctuellement en 2018 : **arsenic, cobalt, plomb.** Les concentrations mesurées pour ces paramètres sont faibles et équivalentes à la limite de quantification pour l'arsenic et le plomb. 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 140** présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

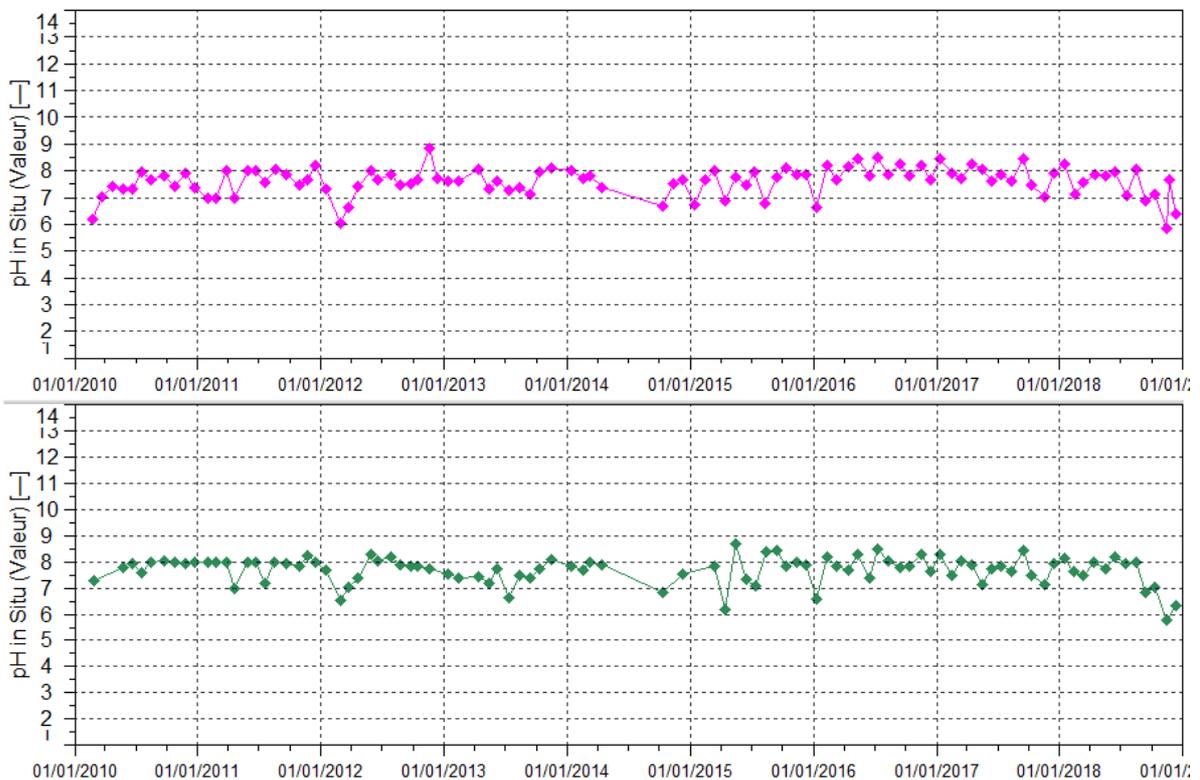


Figure 140 : Mesures de pH pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Les résultats de suivi en 2018 du bassin versant de la rivière Truu montrent des variations de pH à partir du mois de septembre. Les mesures de pH oscillent entre 5,77 et 8,27.

4.6.2.3.2 Mesure de conductivité

La Figure 141 présente les mesures de conductivités obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

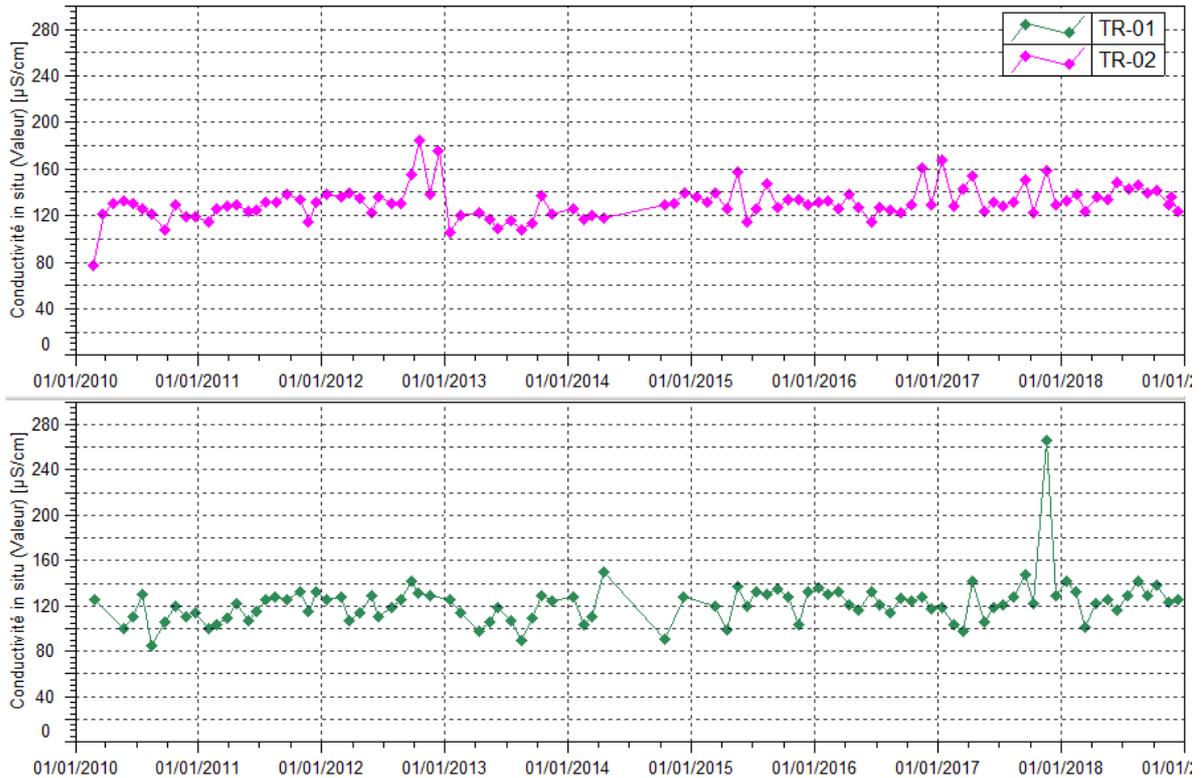


Figure 141 : Mesures de conductivités pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Station TR-02 : Les mesures de conductivité au niveau de la source TR-02 sont comprises entre 124 et 149 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2018.

Station TR-01 : en 2018, les mesures de conductivité varient entre 101 et 142 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.6.2.3 Mesures de température

La Figure 142 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

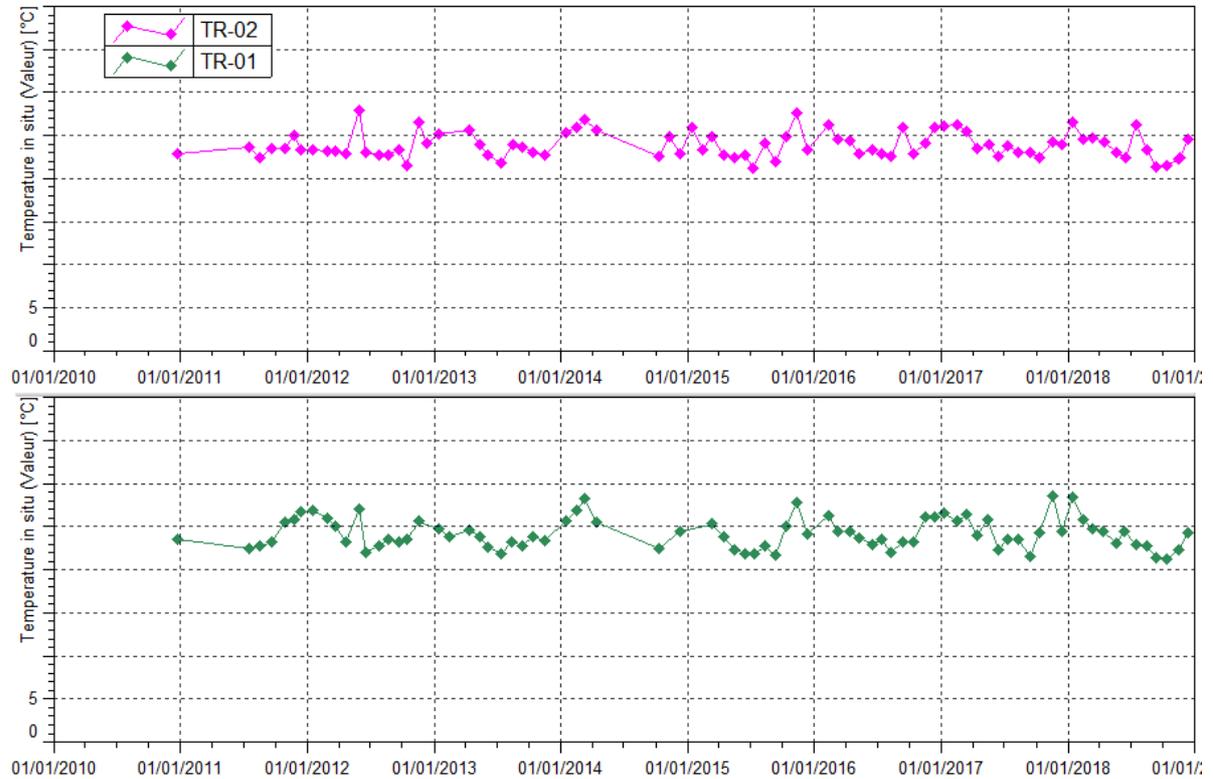


Figure 142 : Mesures de température pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

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

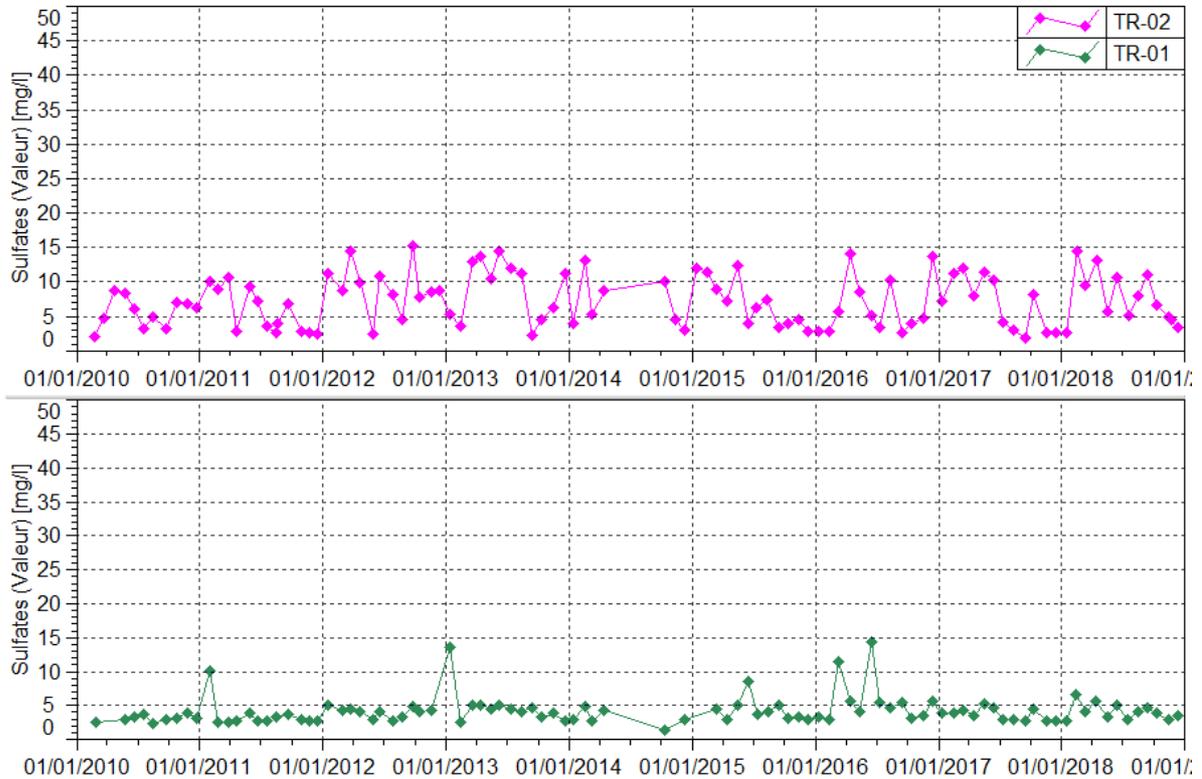


Figure 143 : Concentrations en sulfates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Stations TR-02 et TR-01 : en 2018, les teneurs en sulfates au niveau de la rivière Truu évoluent similairement aux années précédentes. Les teneurs oscillent entre 2.6 et 14.4 mg/L à la source TR-02 et entre 2.8 et 6.6 mg/L à la station TR-01.

4.6.2.3.5 Concentrations en magnésium

La Figure 144 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

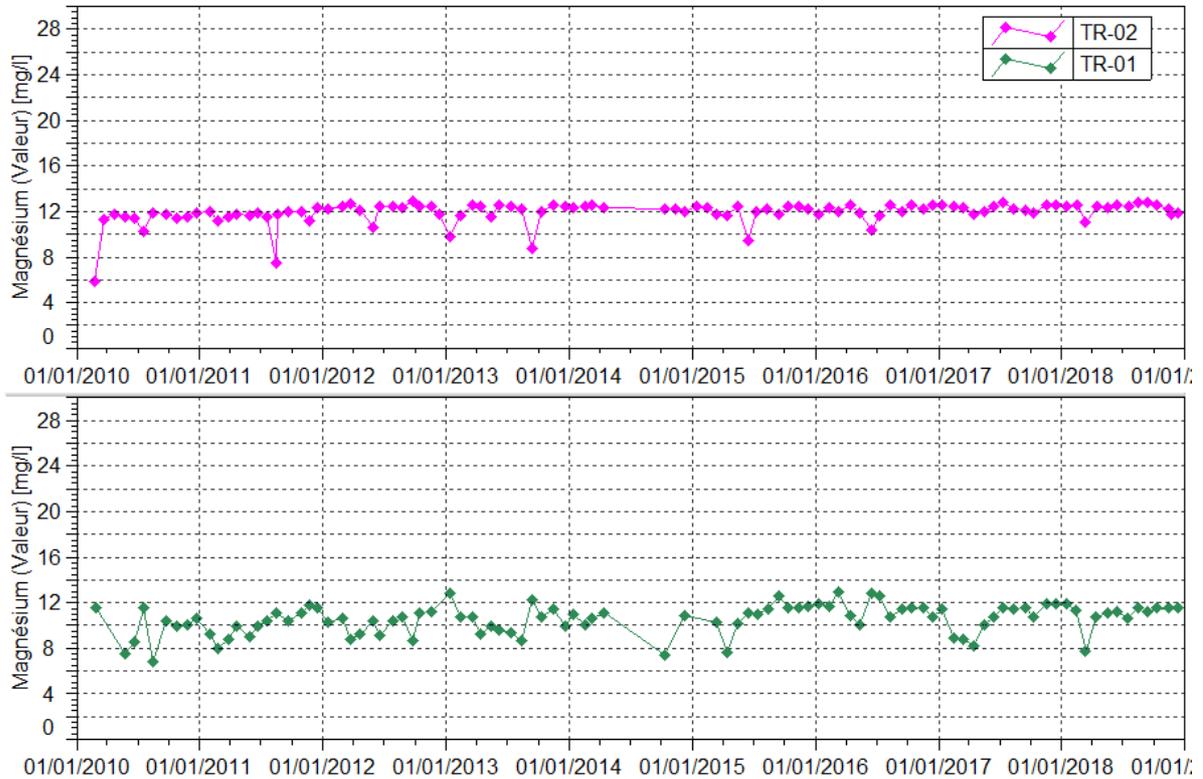


Figure 144 : Concentrations en magnésium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Stations TR-02 et TR-01 : les teneurs en magnésium relevées en 2018 sont similaires aux années précédentes.

4.6.2.3.6 Concentrations en nickel

La Figure 145 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

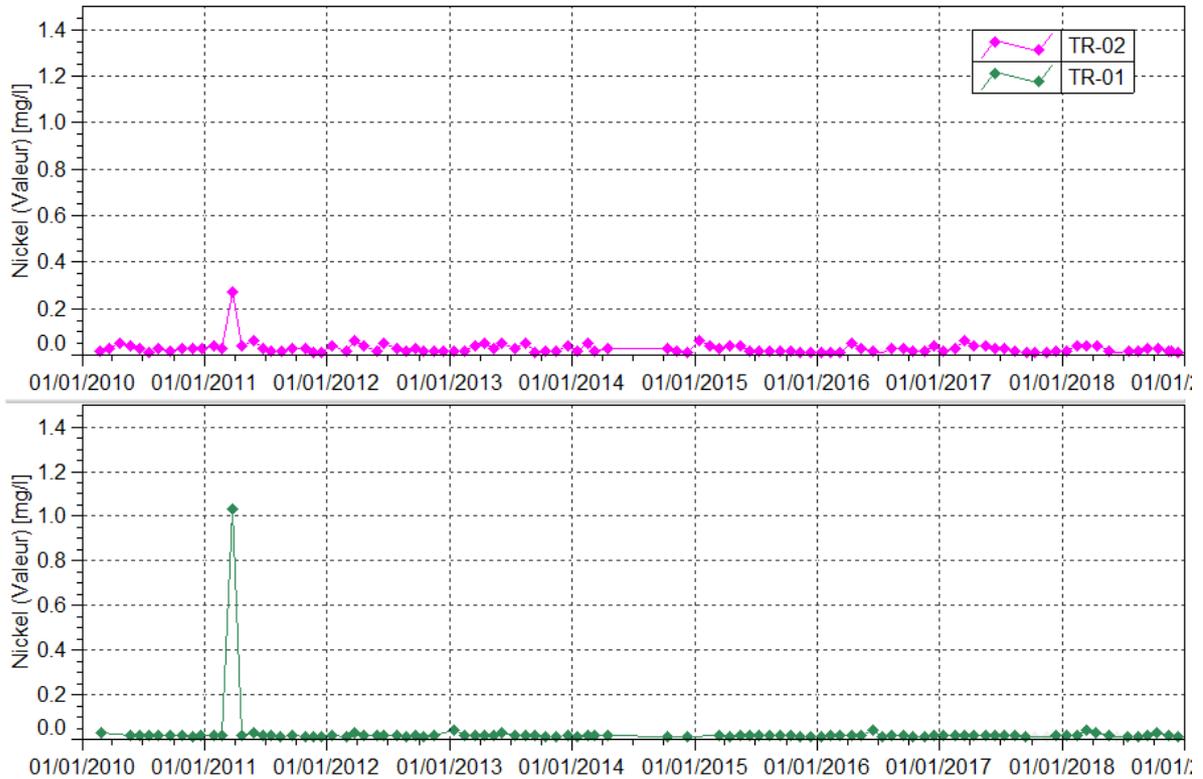


Figure 145 : Concentrations en nickel pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

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

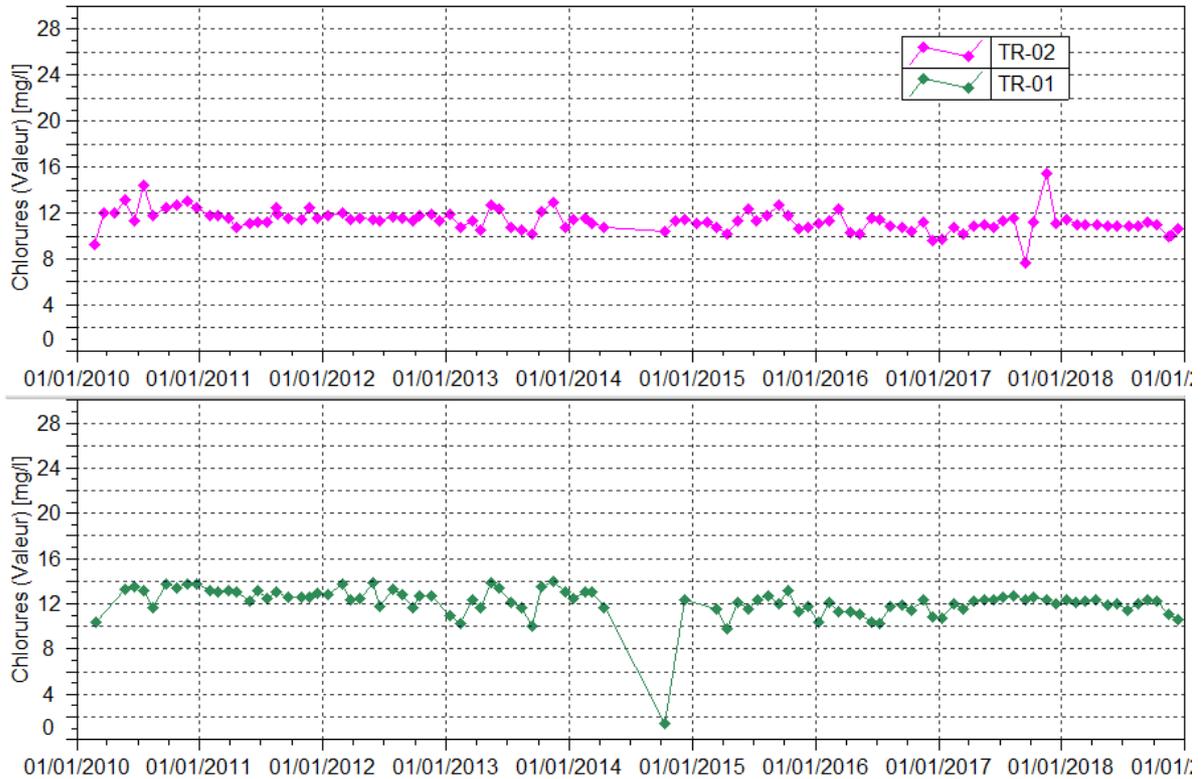


Figure 146 : Concentrations en chlorures pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Stations TR-02 et TR-01 : les concentrations en chlorures sont stables au niveau des ces stations en 2018.

4.6.2.3.8 Concentrations en nitrates

La Figure 147 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

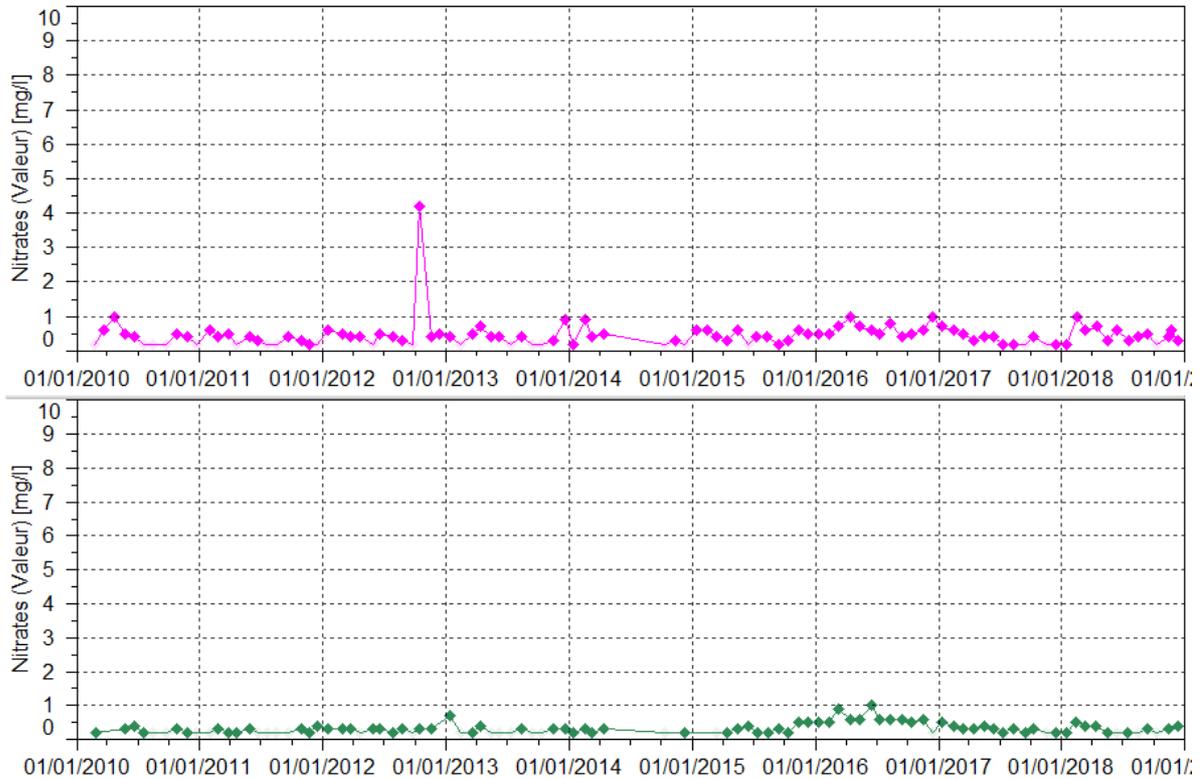


Figure 147 : Concentrations en nitrates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Stations TR-02 et TR-01 : les teneurs mesurées en 2018 correspondent aux normales mesurées depuis 2010.

4.6.2.3.9 Concentrations en chrome et chrome VI

La Figure 148 et la Figure 149 présentent les concentrations en chrome et chrome VI obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

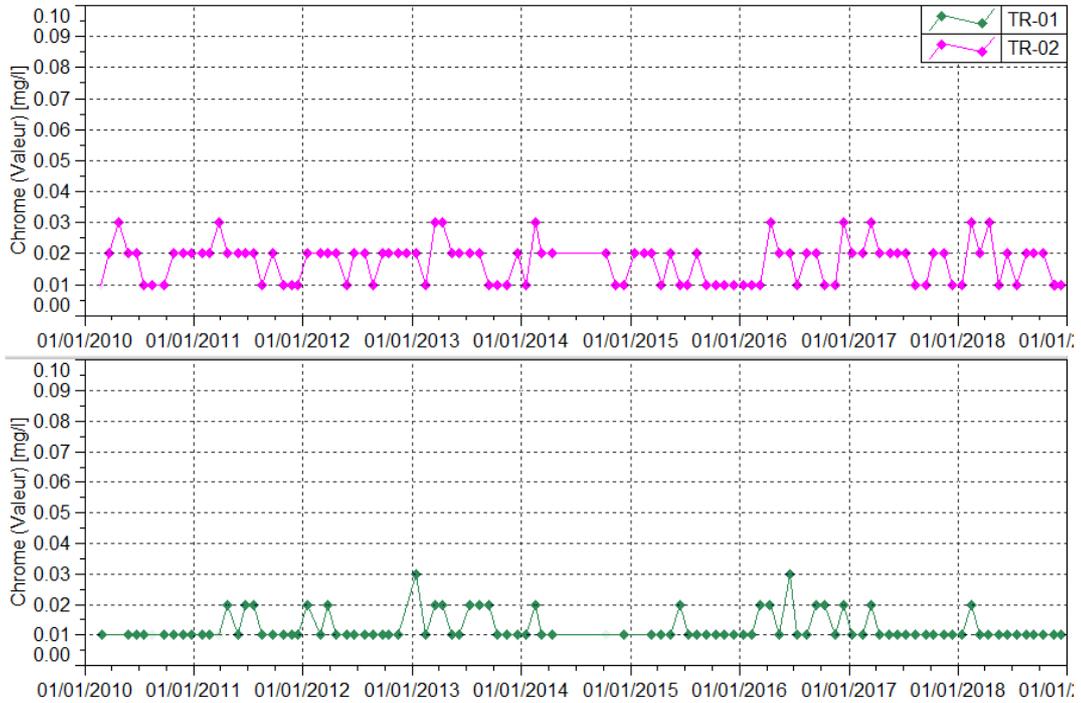


Figure 148 : Concentrations en chrome pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

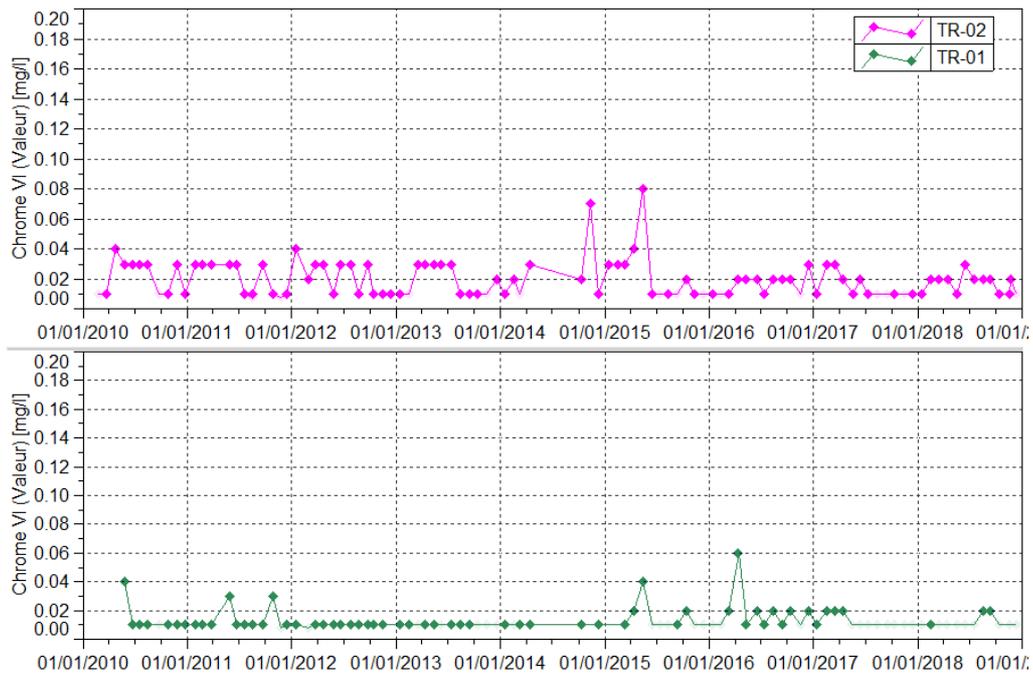


Figure 149 : Concentrations en chrome VI pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Stations TR-02 et TR-01 : aucune évolution particulière n'est constatée pour ces paramètres dans la rivière TRUU en 2018.

4.6.2.3.10 Concentrations en sodium et potassium

La Figure 150 et la Figure 151 présentent les concentrations en sodium et potassium obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

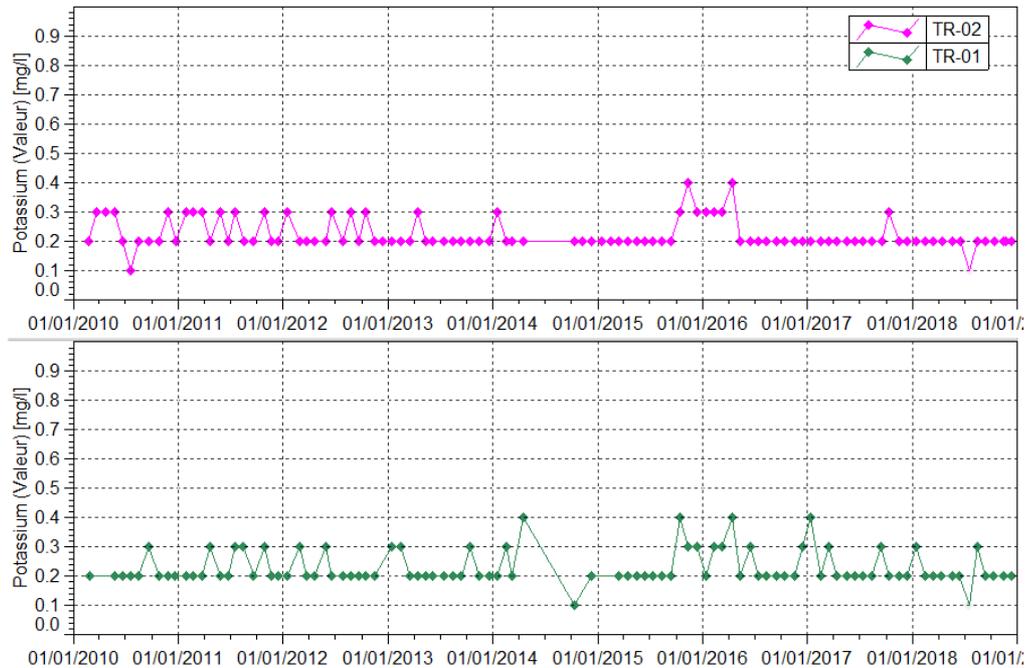


Figure 150 : Concentrations en potassium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

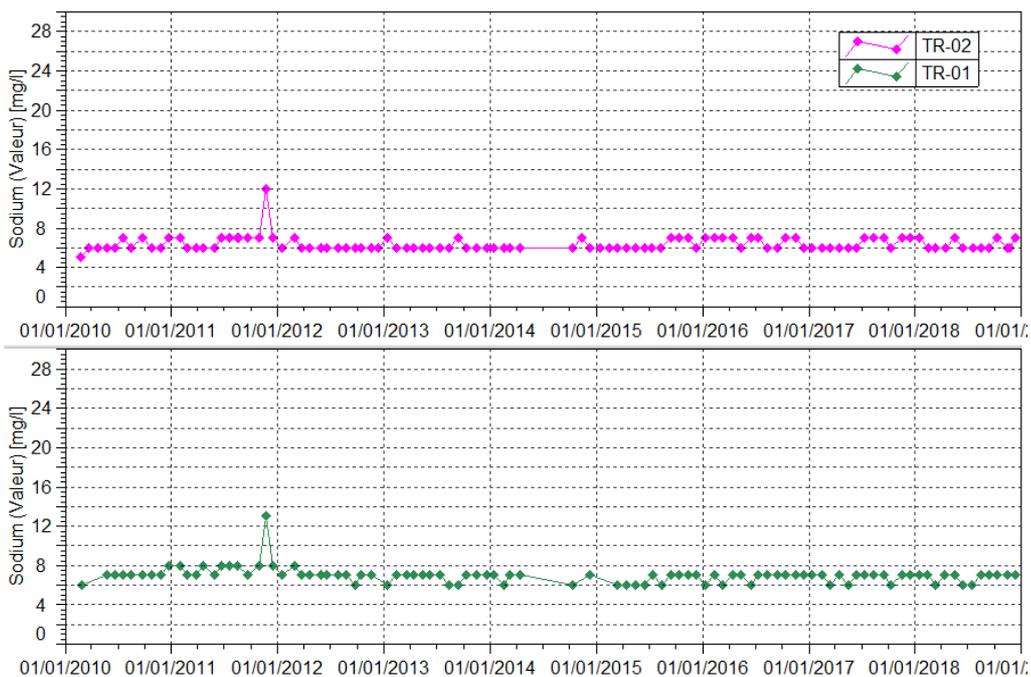


Figure 151 : Concentrations en sodium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Stations TR-02 et TR-01 : les teneurs en sodium et potassium évoluent normalement en 2018 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 152 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

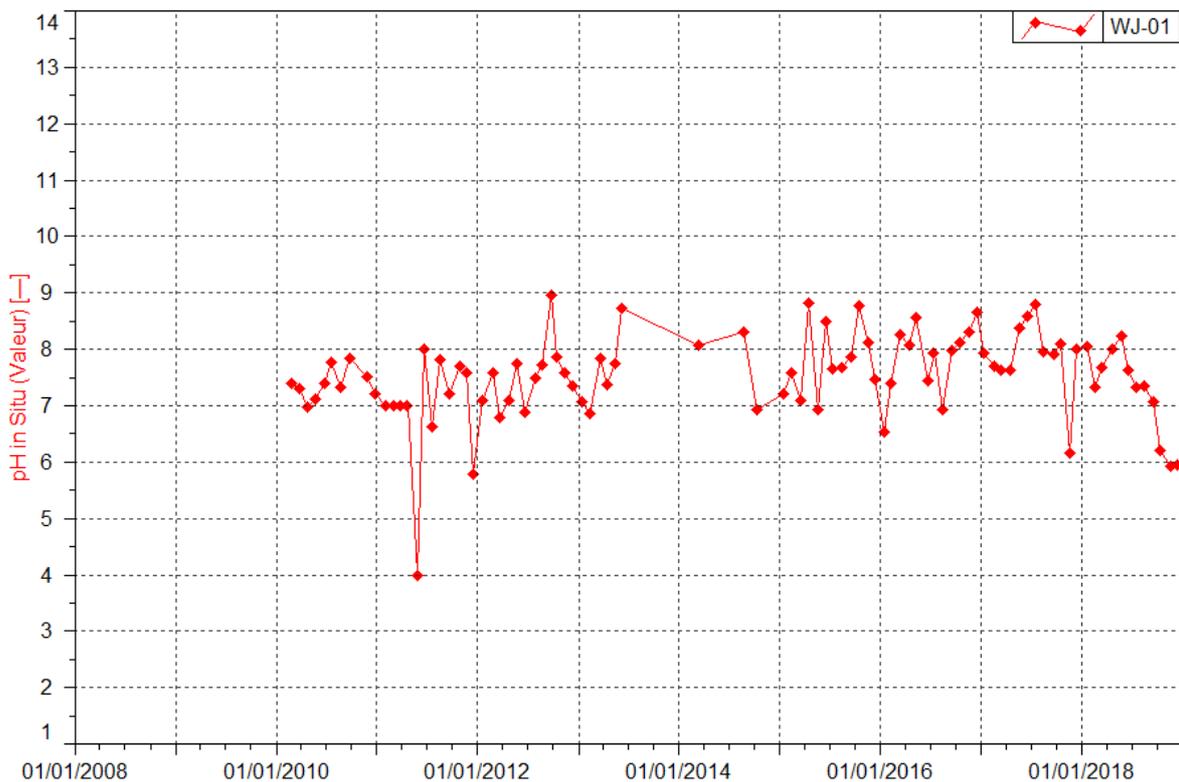


Figure 152 : Mesures de pH pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Les mesures de pH au niveau de cette station sont variables depuis le début des suivis. En 2018, le pH est compris entre 5.93 et 8.23. A partir de septembre 2018, le pH est en baisse au niveau de cette station.

4.6.2.4.2 Mesures de conductivité

La Figure 153 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

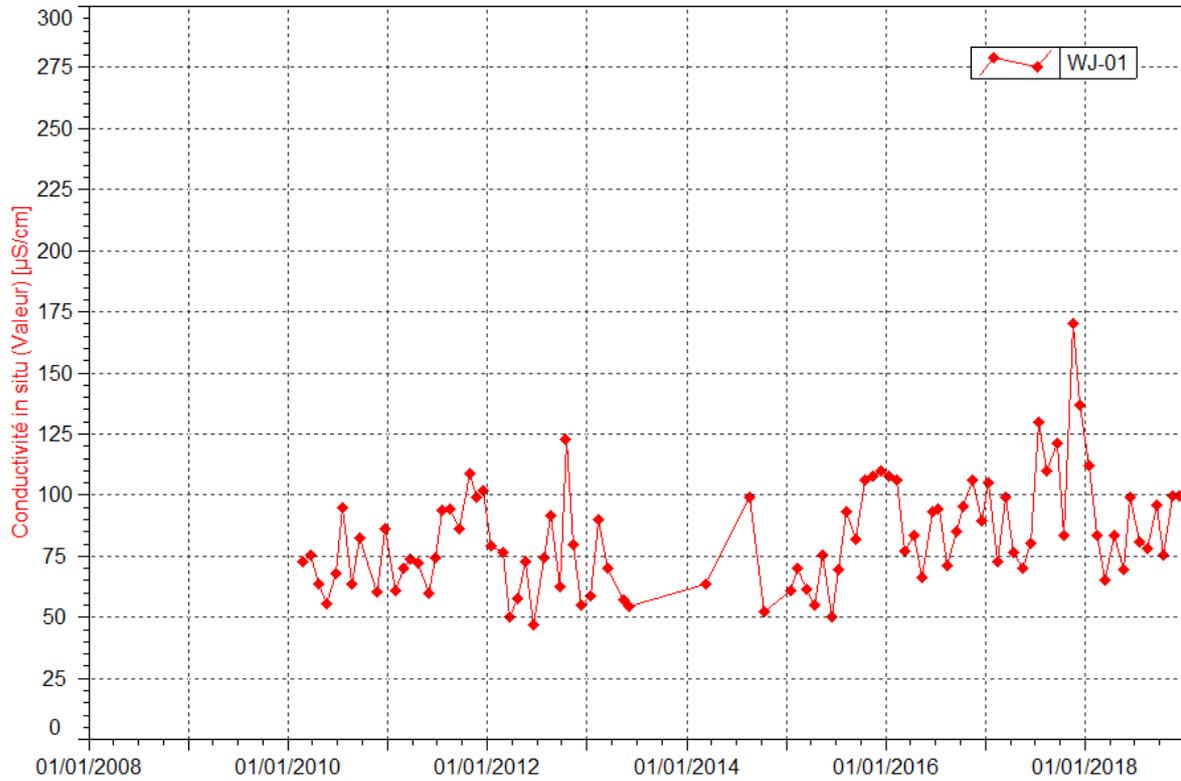


Figure 153 : Mesures de conductivité pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

La hausse des conductivités observée durant le 2nd semestre 2017 n'est pas poursuivie en 2018. Les mesures de conductivité sont stables et sont comprises entre 65.2 et 112 µS/cm en 2018.

4.6.2.4.3 Mesures de température et oxygène dissous

La Figure 154 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.

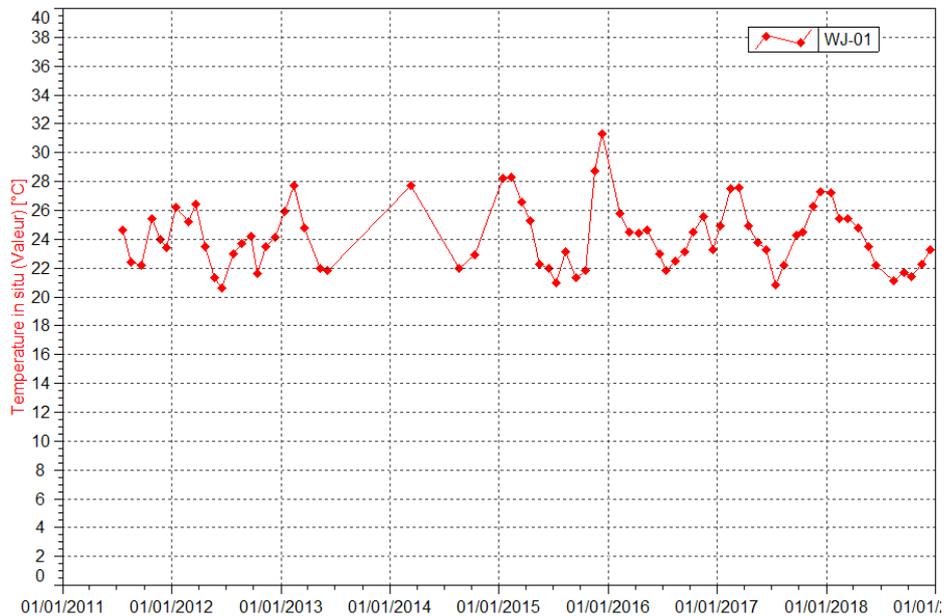


Figure 154 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

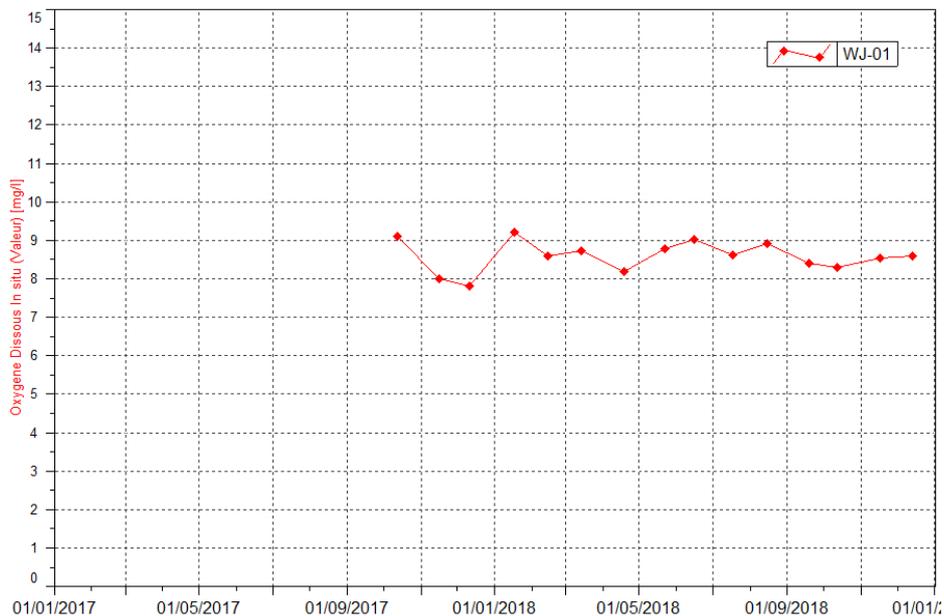


Figure 155 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2019

Les relevées de température sont variables suivant les saisons depuis le début des suivis. En 2018, la température varie entre 21.1 et 27.2 °C.

En 2018, les teneurs en oxygène dissous sont comprises entre 8.18 et 9.22 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 2018. 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.

Cependant, les résultats du suivi physico-chimique de 2018 attestent d'une bonne qualité physico-chimique des eaux de la Kwé principale. Les résultats d'analyse de 2018 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau : Résultats d'analyse du suivi 2018 à la station 1-A (KAL), Kwé principale

	Resultats Analyses 2018 1-A (KAL), Kwé principale	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)	91	90	-	<LD	1	-
	Magnesium (mg/L)	91	0	12.60	7.4	15.6	-
	Sodium (mg/L)	91	0	5.23	4	7	200
	Potassium (mg/L)	91	2	0.21	<LD	0.5	-
	Sulfates (mg/L)	91	0	16.84	10.2	33.4	150
	Chlorures (mg/L)	91	0	10.42	7	13.5	200
	pH	193	0	7.62	6.58	8.56	-
	Conductivité (µs/cm)	193	0	142.44	75.6	204	-
	Oxygène dissous (mg/L)	172	0	9.00	7.59	9.8	-
Température (°C)	193	0	23.32	19.7	31	-	
Paramètres indésirables	Nitrates (mg/L)	91	1	0.91	<LD	1.5	50
	Ammoniac (mg/L)	88	83	-	<LD	0.2	-
	Aluminium (mg/L)	91	91	ND	-	-	-
	Cuivre (mg/L)	91	91	ND	-	-	-
	Fer (mg/L)	91	91	ND	-	-	-
	Zinc (mg/L)	91	91	ND	-	-	-
	Manganèse (mg/L)	91	90	-	<LD	0.01	1
	Cobalt (mg/L)	91	91	ND	-	-	-
Hydrocarbures totaux (mg/Kg)	91	91	ND	-	-	-	
Substances toxiques	Nickel (mg/L)	91	15	0.013	<LD	0.05	-
	Plomb (mg/L)	91	88	-	<LD	0.01	0.05
	Cadmium (mg/L)	91	91	ND	-	-	0.005
	Arsenic (mg/L)	91	86	-	<LD	0.02	0.1
	Mercuré (µg/L)	10	10	ND	-	-	0.001
	Chrome (mg/L)	91	24	-	<LD	0.03	0.05
Chrome VI (mg/L)	90	55	-	<LD	0.03	-	

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

Les analyses sont caractéristiques d'une eau faiblement minéralisée avec une conductivité moyenne de 142 µS/cm et un pH neutre à légèrement basique, caractéristique d'une eau circulant au sein des massifs péridotiques.

A titre indicatif, les résultats d'analyse de 2018 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 du 2nd semestre 2018. 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 2018, les résultats de suivi indiquent une eau faiblement minéralisée avec une conductivité comprise entre 50 et 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH neutre à légèrement basique (compris entre 6.28 et 8.32). Ce profil est caractéristique de l'eau circulant au sein d'un massif péridotique. Les résultats d'analyse de 2018 pour cette station sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau : Résultats d'analyse du suivi 2018 à la station 3-C (Trou Bleu)

	Resultats Analyses 2018 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)	12	12	ND	-	-	-
	Magnesium (mg/L)	12	0	4.82	1.1	14.9	-
	Sodium (mg/L)	12	0	6.25	6	7	200
	Potassium (mg/L)	12	2	-	<LD	0.2	-
	Sulfates (mg/L)	12	0	2.72	1.7	5.1	150
	Chlorures (mg/L)	12	0	11.66	10.7	13.2	200
	pH	12	0	7.78	6.58	8.32	-
	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	12	0	81.82	50.4	150	-
	Oxygène dissous (mg/L)	12	0	8.29	7.16	9.37	-
Température (°C)	12	0	24.28	21.3	27.5	-	
Paramètres indésirables	Nitrates (mg/L)	12	9	-	<LD	0.4	50
	Ammoniac (mg/L)	9	8	-	<LD	0.2	-
	Aluminium (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
	Cuivre (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
	Fer (mg/L)	12	11	-	0	0.1	0.3
	Zinc (mg/L)	12	12	ND	-	-	3
	Manganèse (mg/L)	12	11	-	<LD	0.02	1
	Cobalt (mg/L)	12	12	ND	-	-	-
Hydrocarbures totaux (mg/Kg)	12	12	ND	-	-	-	
Substances toxiques	Nickel (mg/L)	12	4	0.013	<LD	0.05	-
	Plomb (mg/L)	12	11	-	<LD	0.02	0.05
	Cadmium (mg/L)	12	12	ND	-	-	0.005
	Arsenic (mg/L)	12	12	ND	-	-	0.1
	Mercure ($\mu\text{g}/\text{L}$)	10	10	ND	-	-	0.001
	Chrome (mg/L)	12	11	-	<LD	0.03	0.05
Chrome VI (mg/L)	12	11	-	<LD	0.01	-	

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

A titre indicatif, les résultats d'analyse de 2018 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 2018 pour la rivière Truu sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau : Résultats d'analyse du suivi 2018 aux stations TR-02 et TR-01 (Truu)

	Resultats Analyses 2018 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)	25	25	ND	-	-	-
	Magnesium (mg/L)	25	0	11.67	7.7	12.8	-
	Sodium (mg/L)	25	0	6.52	6	7	200
	Potassium (mg/L)	25	2	0.19	<LD	0.3	-
	Sulfates (mg/L)	25	0	5.98	2.6	14.4	250
	Chlorures (mg/L)	25	0	11.34	10	12.4	200
	pH	25	0	7.39	5.77	8.27	-
	Conductivité (µs/cm)	25	0	131.96	101	149	-
	Oxygène dissous (mg/L)	25	0	8.69	8.27	9.38	-
Température (°C)	25	0	23.72	21.3	28.5	-	
Paramètres indésirables	Nitrates (mg/L)	25	4	0.35	<LD	1	50
	Ammoniac (mg/L)	3	3	ND	-	-	-
	Aluminium (mg/L)	25	25	ND	-	-	-
	Cuivre (mg/L)	25	25	ND	-	-	-
	Fer (mg/L)	25	25	ND	-	-	-
	Zinc (mg/L)	25	25	ND	-	-	-
	Manganèse (mg/L)	25	25	ND	-	-	1
	Cobalt (mg/L)	25	24	-	<LD	0.05	-
Hydrocarbures totaux (mg/Kg)	3	3	ND	-	-	-	
Substances toxiques	Nickel (mg/L)	25	2	0.022	<LD	0.04	-
	Plomb (mg/L)	25	24	-	<LD	0.01	0.05
	Cadmium (mg/L)	25	25	ND	-	-	0.005
	Arsenic (mg/L)	25	24	-	<LD	0.02	0.1
	Mercuré (µg/L)	2	2	ND	-	-	0.001
	Chrome (mg/L)	25	0	0.014	0.01	0.03	0.05
Chrome VI (mg/L)	25	10	0.0104	<LD	0.03	-	

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

A titre indicatif, les résultats d'analyse de 2018 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 2018.

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 44** et la Figure 38.

Tableau 44 : 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.

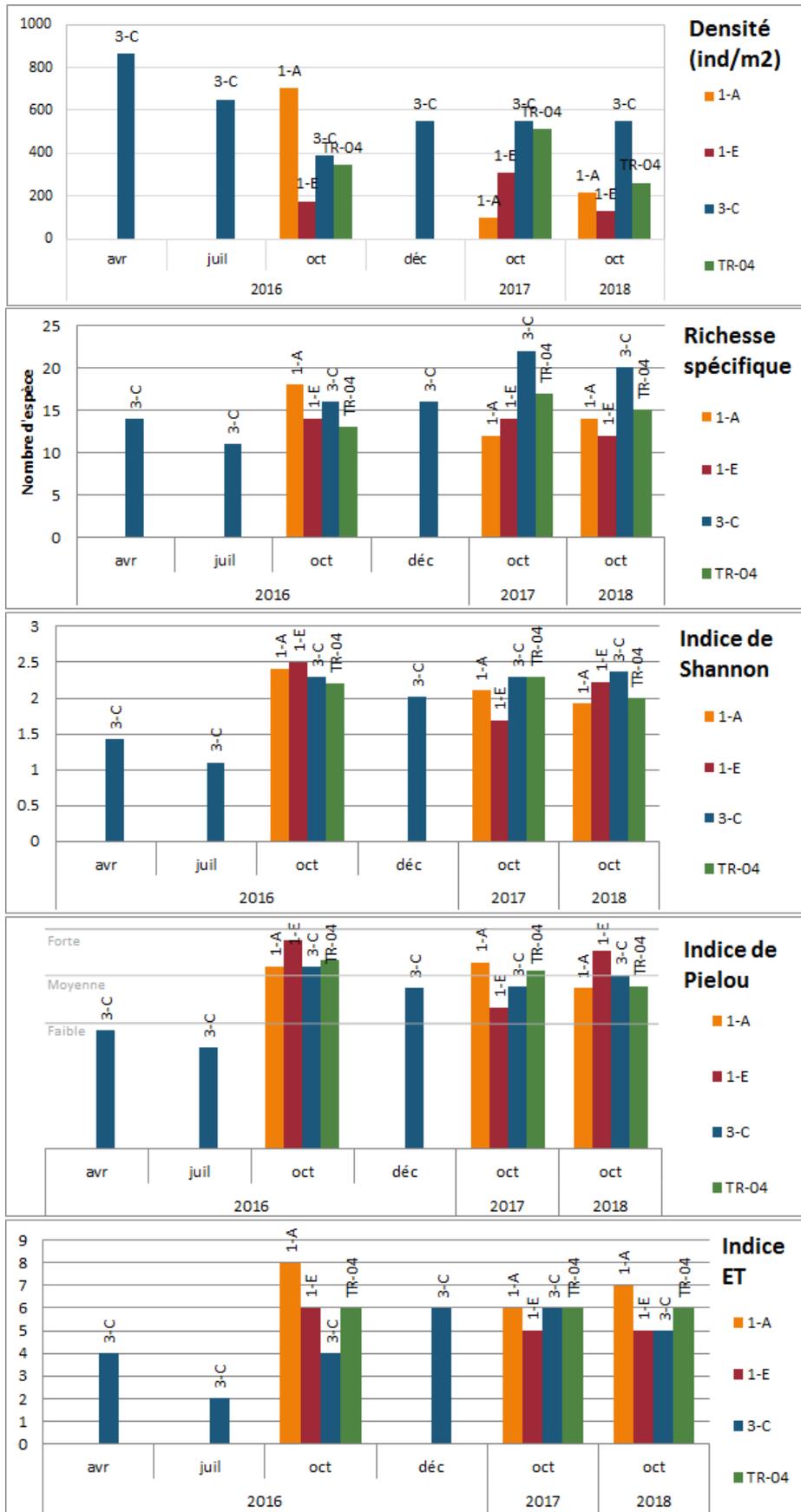
Afin d'évaluer la qualité des cours d'eau, d'autres indices et métriques sont présentés :

- 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 2018 a été réalisé en période d'étiage en octobre 2018, 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 156** et **Figure 157**.

Figure 156 : Résultats des métriques des suivis macro-invertébrés

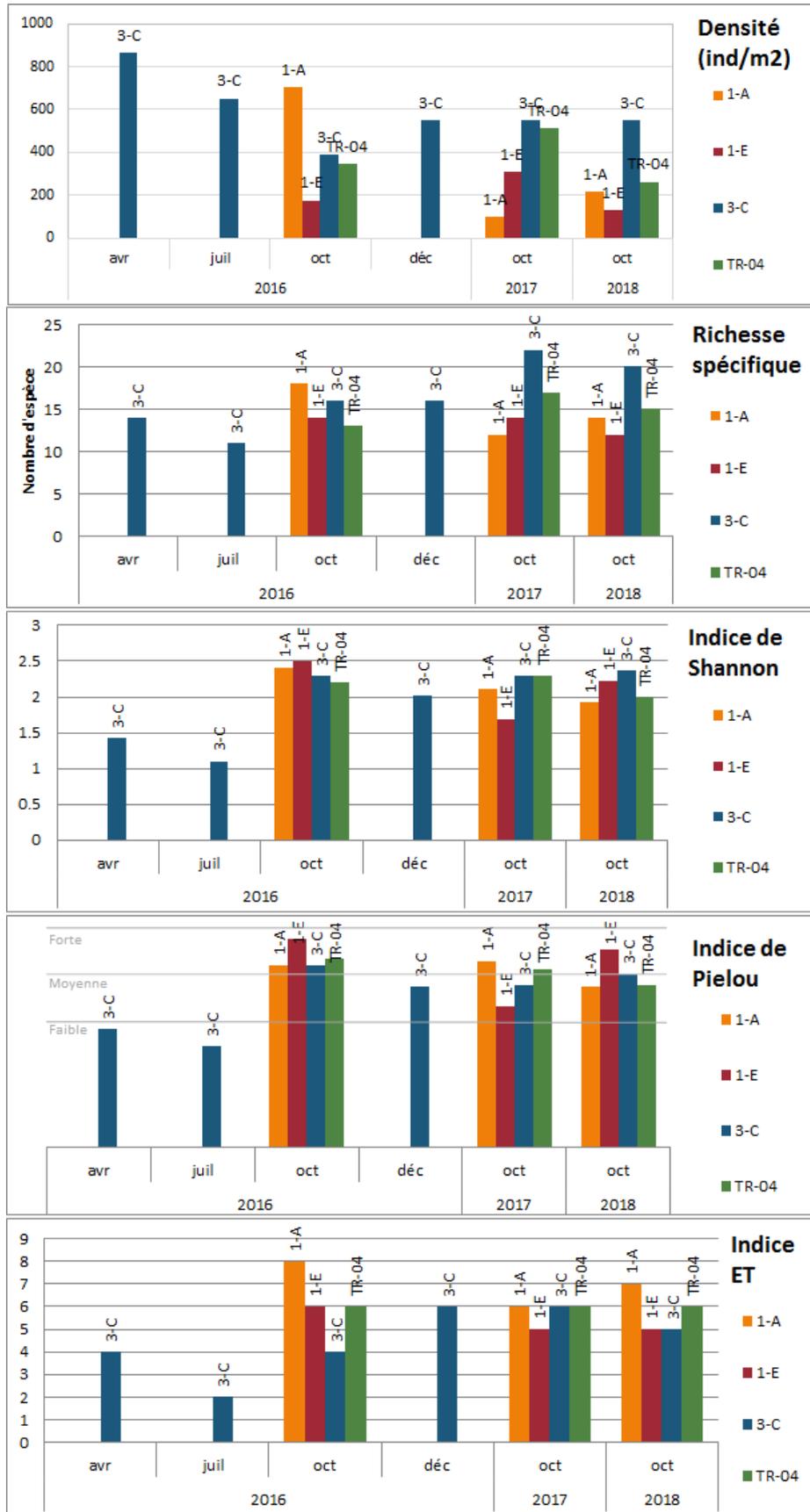


Pour le bassin versant de la Kwé (station 1-A et 1-E), entre 2016 et 2018, une tendance globale à la diminution des densités se dégage de ces résultats, avec une perte importante à la station 1-A, qui se réduit en 2018. Les richesses taxonomiques sont globalement stables mais faibles. Les résultats des indices de Shannon sont compris entre 1,92 et 2,37 en 2018. Ces résultats sont le signe d'une moyenne diversification des populations de macro-invertébrés.

Pour le Trou Bleu et la Truu, hormis pour les densités observées sur Truu, globalement les résultats des autres métriques sont stables. Les densités peuvent être classées de moyennes. Les richesses taxonomiques sont en sensible diminution par rapport à 2017. Elles sont classées parmi les meilleurs résultats en comparaison du réseau de suivi global, notamment pour 3-C. 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. Les indices ET obtenus sont faibles, équivalents à cinq taxons. Ces résultats indiquent que ces taxons polluo-sensibles sont peu présents au niveau de ces cours d'eau et donc que les écosystèmes subissent une perturbation.

La **Figure 158** présente les résultats des IBNC et IBS des quatre stations de suivi.

Figure 157 : Résultats des métriques des suivis macro-invertébrés



Pour le bassin versant de la Kwé (station 1-A et 1-E), entre 2016 et 2018, une tendance globale à la diminution des densités se dégage de ces résultats, avec une perte importante à la station 1-A, qui se réduit en 2018. Les richesses taxonomiques sont globalement stables mais faibles. Les résultats des indices de Shannon sont compris entre 1,92 et 2,37 en 2018. Ces résultats sont le signe d'une moyenne diversification des populations de macro-invertébrés.

Pour le Trou Bleu et la Truu, hormis pour les densités observées sur Truu, globalement les résultats des autres métriques sont stables. Les densités peuvent être classées de moyennes. Les richesses taxonomiques sont en sensible diminution par rapport à 2017. Elles sont classées parmi les meilleurs résultats en comparaison du réseau de suivi global, notamment pour 3-C. 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. Les indices ET obtenus sont faibles, équivalents à cinq taxons. Ces résultats indiquent que ces taxons polluo-sensibles sont peu présents au niveau de ces cours d'eau et donc que les écosystèmes subissent une perturbation.

La **Figure 158** présente les résultats des IBNC et IBS des quatre stations de suivi.

Figure 158 : Résultats IBNC et IBS



En 2018, les qualités d'IBNC obtenues sont :

- Médiocres pour la station 1-A ;
- Passables pour la station 1-E ;

- Passables pour la station 3-C ;
- Bonnes pour la station TR-04.

Une amélioration des qualités écologiques est notée pour 1-E et TR-04.

En 2018, les qualités d'IBS obtenues sont :

- Bonnes pour la station 1-A ;
- Médiocres pour la station 1-E ;
- Passables pour la station 3-C ;
- Passables pour la station TR-04.

Ces résultats sont en augmentation par rapport à octobre 2016 et 2017. Ils sont toutefois le signe d'une perturbation sédimentaire sur la majorité des stations.

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 en 2017 et en 2018. Cette stabilisation des résultats est certainement favorisée par les faibles cumuls pluviométriques enregistrés en 2017 et 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 médiocres 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 amélioration 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 bonne qualité face à une perturbation de type organique. Concernant l'IBS la qualité est passable et s'améliore par rapport à 2017.

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 45 et la Figure 38.

Tableau 45 : 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
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 du 26 juin au 19 juillet 2018 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 46 présente une synthèse des mesures in situ au moment des pêches dans le bassin versant de la Kwé.

Tableau 46 : 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	19/07/2018	18/07/2018	02/07/2018	17/07/2018	17/07/2018	04/07/2018	04/07/2018	02/07/2018	
Heure	10h30	9h40	13h30	13h30	10h45	11h30	15h15	10h30	
Température surface (°C)	19,7	19,62	22,21	21,68	20,42	21,6	21,69	21,35	
Conductivité (µS/cm)	65	105	138	114	106	116	115	125	
pH	7,56	7,4	8,09	7,75	7,65	8	8,17	7,78	
Turbidité (NTU)	35	37,5	28	30	17,4	20	18,5	17	
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	9,62	8,54	8,12	9,03	8,01	9,76	9,12	9,78
	Saturation (%O2)	105,4	92,9	92,9	102,3	89,4	110,7	103,6	110,2
Redox (mV)	506	502	520	518	535	552	540	543	

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 qui ont été inventoriées en juin-juillet 2018 dans le bassin versant de la Kwé sont présentées dans le Tableau 47. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 47 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 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>	3	5.17	2.65	5	8.62
	<i>Anguilla megastoma</i>	1	1.72	0.88		
	<i>Anguilla sp</i>	1	1.72	0.88		
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	4	6.9	3.54	4	6.9
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	10	17.24	8.84	14	24.14
	<i>Glossogobius cf.celebius</i>	1	1.72	0.88		
	<i>Smilosicyopus chloe</i>	3	5.17	2.65		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia marginata</i>	1	1.72	0.88	12	20.69
	<i>Kuhlia munda</i>	1	1.72	0.88		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	10	17.24	8.84		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	10	17.24	8.84	23	39.66
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	9	15.52	7.96		
	<i>Cestraeus sp.</i>	4	6.9	3.54		

Au total, 5 familles ont été observées pendant la campagne de juin-juillet 2019. Les mulets (Mugilidae), gobies (Gobiidae) sont les plus représentées (39% et 24% d'abondance respectives). Les Kuhlidae représentent un peuplement secondaire (21% d'abondance). Les Anguillidae et Eleotridae sont marginaux (>10%) des résultats.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 159.

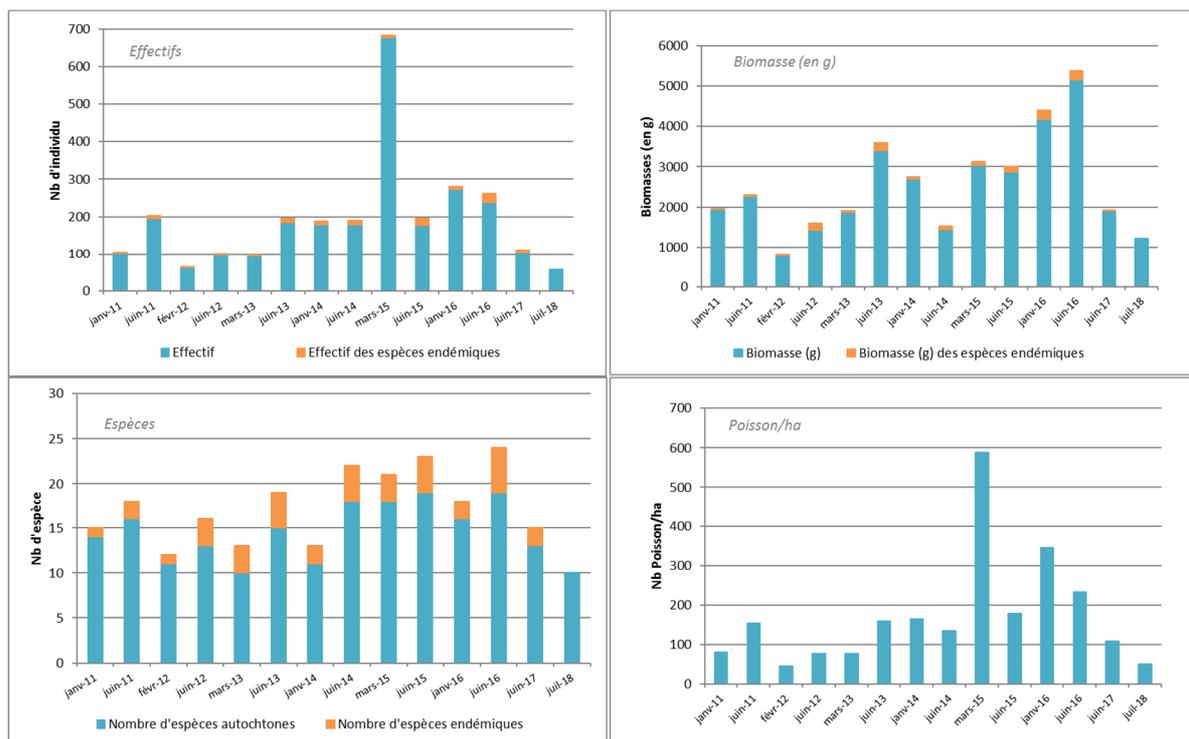


Figure 159: Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kwé entre janvier 2011 et juillet 2018

Au total, 58 poissons autochtones ont été pêchés sur les 8 stations de suivi du bassin versant de la Kwé. La densité de peuplement est de 51.28 poissons/ha.

La densité pour cette campagne (51 poissons/ha) est la plus faible que la moyenne de toutes les campagnes confondues depuis 2011 (170 poissons/ha).

Il est important de noter que pour la campagne de mars 2015, une quantité très importante (>500 ind) de poissons prêts (*Atherinomorus lacunosus*) ont été pêchés augmentant artificiellement l'abondance sur cette année 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 145 poisson/ha. Ainsi la densité observée pour cette campagne reste faible en comparaison des autres campagnes. Ce constat est le même pour les mesures de biomasse.

4.7.2.2 Kuebini

Le Tableau 48 présente une synthèse des mesures in situ au moment des pêches.

Tableau 48 : Caractéristiques physico-chimiques de la station de suivi du bassin versant de la Kuebini

Rivière	Kuébini	
Code Station	KUB-60	
Date	03/07/2018	
Heure	11h00	
Température surface (°C)	20,41	
Conductivité (µS/cm)	90	
pH	7,83	
Turbidité (NTU)	27	
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	9,27
	Saturation (%O2)	102,3
Redox (mV)	539	

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.

Les espèces inventoriées juin-juillet 2018 dans le bassin versant de Kuebini sont présentées dans le Tableau 49. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 49 : 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 obscura</i>	1	2.86	5.43	1	2.86
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	6	17.14	32.61	26	74.29
	<i>Hypseleotris guentheri</i>	9	25.71	48.91		
	<i>Ophieleotris nov. sp.</i>	11	31.43	59.78		
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	4	11.43	21.74	4	11.43
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia munda</i>	1	2.86	5.43	3	8.57
	<i>Kuhlia rupestris</i>	2	5.71	10.87		
Mugilidae	<i>Cestraeus plicatilis</i>	1	2.86	5.43	1	2.86

Au total, 5 familles ont été observées pendant la campagne de juin-juillet 2018. Les lochons (Eleotridae), et les gobies (Gobiidae) sont les plus représentées (74% et 11% respectivement). Les Kuhlidae, les Mugilidae et les Anguillidae représentent un peuplement secondaire (>10% d'abondance).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 160.

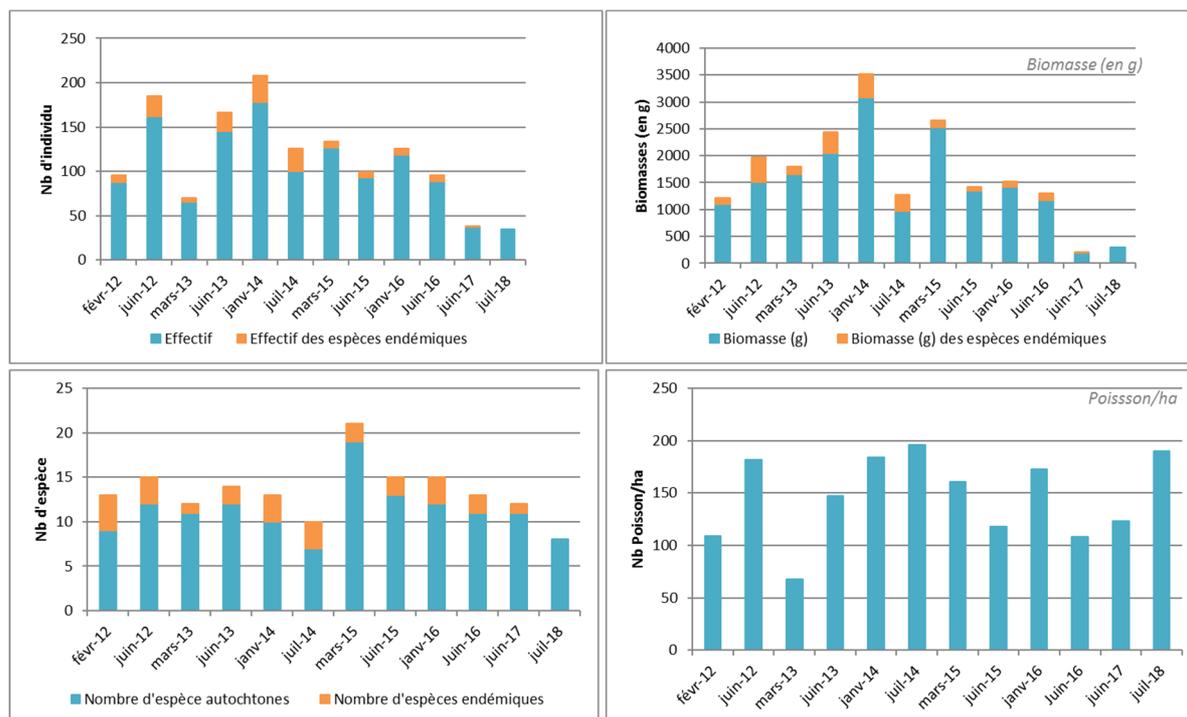


Figure 160 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juillet 2018

Au total, 35 poissons pour 8 espèces autochtones ont été pêchés sur la station de suivi du bassin versant de la Kuébini. La densité du peuplement est de 190.22 poissons/ha.

Pour cette campagne, il n'y a pas eu de pêche sur les stations amont KUB-40 et KUB-50. En 2018, la pêche n'a pas été réalisée en amont de la station ni en aval du radier ce qui réduit la surface échantillonnée par rapport aux campagnes précédentes.

4.7.2.2.3 Wajana

Le Tableau 50 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la Wajana au moment des pêches.

Tableau 50 : 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	27/06/2018	27/06/2018	03/07/2018	
Heure	10h30	12h00	14h30	
Température surface (°C)	20,9	21,27	20,89	
Conductivité (µS/cm)	92	78	95	
pH	8,25	8,09	7,86	
Turbidité (NTU)	20	16,6	40	
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	8,46	9,61	8,53
	Saturation (%O2)	96	108,7	95,2
Redox (mV)	491	459	535	

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 juin 2017.

Les espèces qui ont été inventoriées en juin-juillet 2018 dans le bassin versant de la Wajana sont présentées dans le Tableau 51. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 51 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 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>	2	1.98	0.12	2	1.98
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	11	10.89	0.64	12	11.88
	<i>Ophieleotris nov.Sp</i>	1	0.99	0.06		
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	14	13.86	0.81	19	18.81
	<i>Sicyopterus sarsini*</i>	4	3.96	0.23		
	<i>Stenogobius yateiensis</i>	1	0.99	0.06		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia munda</i>	19	18.81	1.1	52	51.49
	<i>Kuhlia rupestris</i>	33	32.67	1.91		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	9	8.91	0.52	16	15.84
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	7	6.93	0.4		

Au total, 5 familles ont été observées dans la rivière Wajana lors de la campagne de juin-juillet 2018. Les carpes (Kuhliidae) sont les plus représentées (>50% d'abondance au total). Les Gobiidae et les Mugilidae représentent plus de 30% du peuplement. Les deux autres familles sont moins représentées (7%).

Les résultats des suivis réalisés depuis juin 2010 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 161.

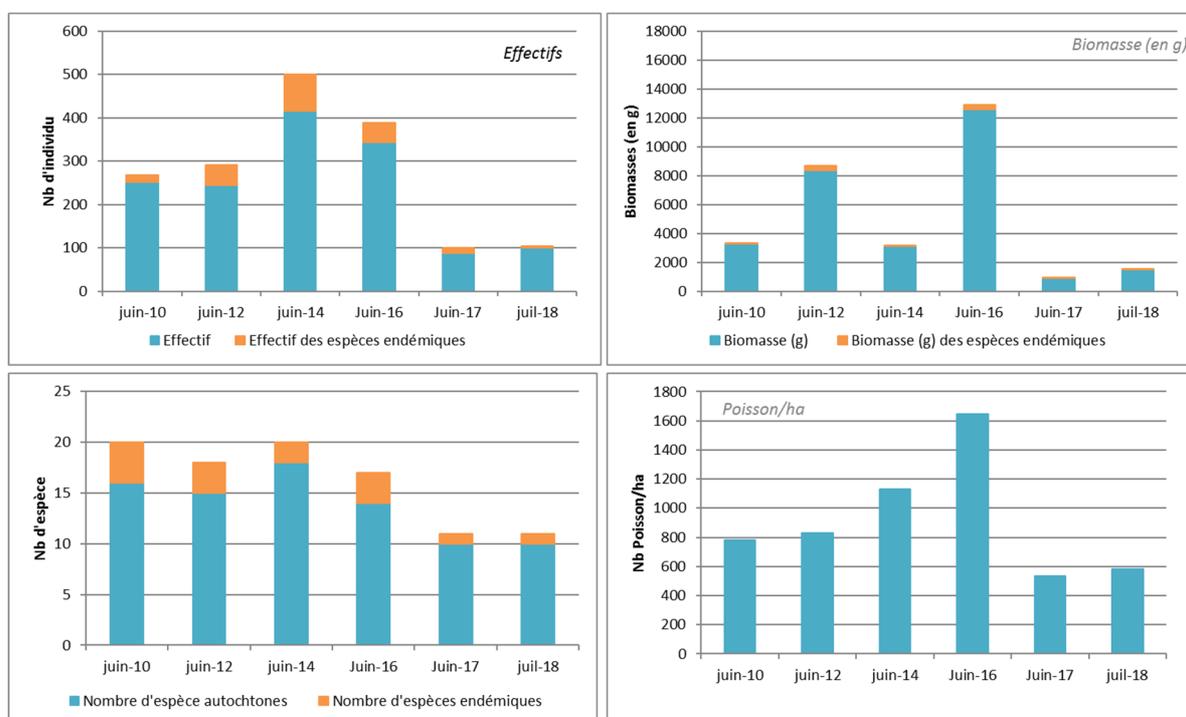


Figure 161 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juillet 2018

Au total, 101 poissons pour 10 espèces ont été pêchés sur la stations de suivi du bassin versant de la Wajana. Une espèce endémique a été recensée (*Sicyopterus sarasinii*). La densité du peuplement est de 584 poissons/ha.

La densité pour cette campagne est plus faible que la moyenne des campagnes (916 poissons/ha). La biomasse de 2018 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 52 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur la station au moment des pêches de juin 2017.

Tableau 52 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu

Rivière	Truu	
Code Station	TRU-70	
Date	11/07/2018	
Heure	10h00	
Température surface (°C)	21,52	
Conductivité (µS/cm)	176	
pH	7,03	
Turbidité (NTU)	30	
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	8,92
	Saturation (%O2)	98,9
Redox (mV)	545	

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 juin-juillet 2018.

Les espèces qui ont été inventoriées en juin-juillet 2018 dans la rivière Truu sont présentées dans le Tableau 53. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 53 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 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 marmorata</i>	1	0.97	18.25	2	1.94
	<i>Anguilla obscura</i>	1	0.97	18.25		
Carangidae	<i>Gnathanodon speciosus</i>	1	0.97	18.25	1	0.97
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	16	15.53	291.97	18	17.48
	<i>Ophieleotris nov. sp.</i>	2	1.94	36.5		
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	3	2.91	54.74	9	8.74
	<i>Glossogobius cf. celebius</i>	3	2.91	54.74		
	<i>Stenogobius yateiensis</i>	3	2.91	54.74		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia marginata</i>	4	3.88	72.99	40	38.83
	<i>Kuhlia munda</i>	12	11.65	218.98		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	24	23.3	437.96		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	23	22.33	419.74	32	31.07
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	9	8.74	164.23		
Ophichthyidae	<i>Lamnostoma kampeni</i>	1	0.97	18.25	1	0.97

Au total, 7 familles ont été observées pendant la campagne de 2018. Les carpes (Kuhliidae), les mullets (Mugilidae) et les lochons (Eleotridae) sont les plus représentées (>85 % d'abondance au total). Les autres familles représentent un peuplement secondaire (>10% d'abondance).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 162.

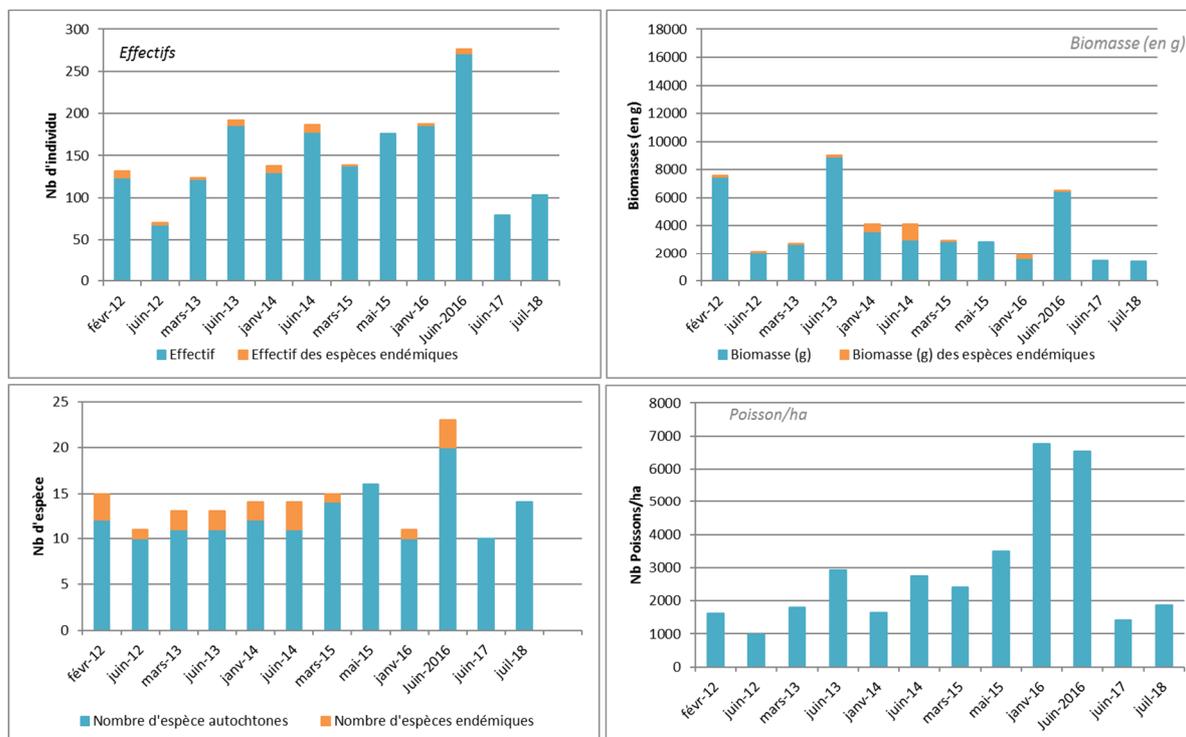


Figure 162 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juillet 2018

Au total, 103 poissons pour 14 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 1879.56 poissons/ha. Une espèce marine de carangue a été pêchée.

La densité pour cette campagne est plus faible que la moyenne des campagnes (2988 poissons/ha). 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 54 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 54 : Synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la rivière Trou Bleu de 2018

Rivière		Trou Bleu	
Code Station		TBL-70	TBL-50
Date		05/07/2018	11/07/2018
Heure		10h15	14h00
Température surface (°C)		20,5	20,56
Conductivité (µS/cm)		79	73
pH		7,86	7,16
Turbidité (NTU)		22	35
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	9,45	9,15
	Saturation (%O2)	103,2	101,7
Redox (mV)		552	455

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 juin-juillet 2018 dans la rivière Trou Bleu sont présentées dans le Tableau 55. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densité de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

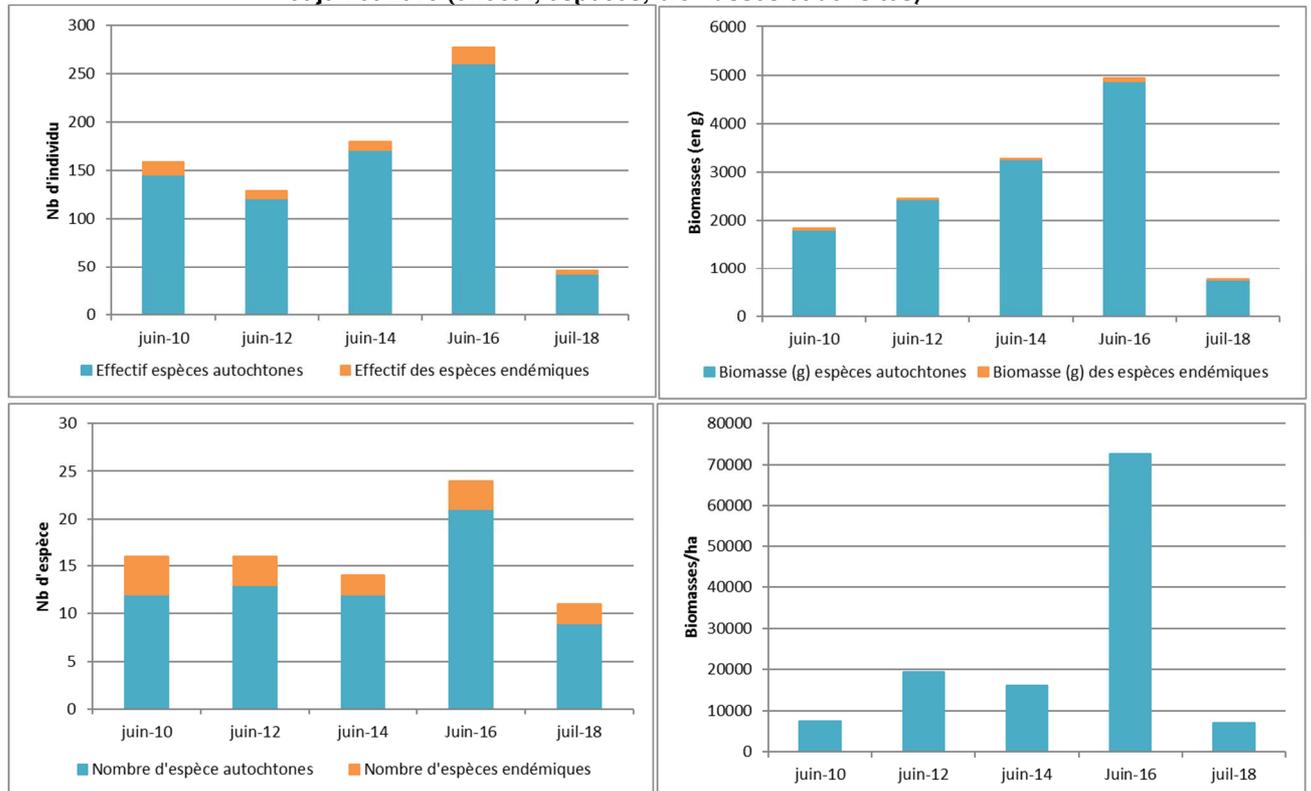
Tableau 55 : Liste des espèces inventoriées en juin-juillet 2018 dans la rivière Trou Bleu

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla marmorata</i>	1	2.27	0.09	2	4.55
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	2.27	0.09		
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	7	15.91	0.64	7	15.91
GOBIIDAE	<i>Sicyopterus sarasini*</i>	1	2.27	0.09	1	2.27
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia munda</i>	4	9.09	0.37	8	18.18
	<i>Kuhlia rupestris</i>	4	9.09	0.037		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	13	29.55	1.19	25	56.82
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	12	27.27	1.1		
Rhacichthyidae	<i>Protogobius attiti*</i>	1	2.27	0.09	1	2.27

Au total, 6 familles ont été observées pendant la campagne de juin-juillet 2018. Les mulets (Mugilidae) sont les plus représentées (>50% d'abondance au total). Les Kuhlidae et Eleotridae représentent plus de 30% du peuplement. Les trois autres familles sont moins représentées (>5%).

Les résultats des suivis réalisés depuis juin 2010 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 163.

Figure 163 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Trou Bleu entre juin 2010 et juillet 2018 (effectif, espèces, biomasses et densités)



Au total, 44 poissons pour 9 espèces ont été pêchés sur la station du bassin versant de la trou Bleu. Deux espèces endémiques ont été recensées (*Protogobius attiti* et *Sicyopterus sarasini*). La densité du peuplement est de 402 poissons/ha.

Un total de 766.8 g de poissons a été pêché pendant le suivi 2018 soit 7kg/ha.

La densité pour cette campagne de juin-juillet 2018 est plus faible que la moyenne des campagnes (1218 poissons/ha). La biomasse de cette année est cohérente par rapport aux années précédentes excepté 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 12 au 26 juin 2017 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 56 ci-dessous résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin-juillet 2018, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 56 : Liste des espèces inventoriées en juillet 2018 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> *	28	6.35	24.76	54	12.24
	<i>Paratya intermedia</i> *	26	5.9	22.99		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	382	86.62	337.75	386	87.53
	<i>Macrobrachium lar</i>	4	0.91	3.54		
Hymenosomatidae	<i>Odiomaris pilosus</i> *	1	0.23	0.88	1	0.23

Au total, 441 crustacés pour 5 espèces de crevettes et crabes ont été pêchés sur le bassin versant. Trois espèces endémiques (*Paratya bouvieri*, *P. intermedia* et *odiomaris pilosus*) ont été recensées pour 2 espèces autochtones.

Les Palaemonidae dominent le peuplement avec 87% d'abondance. Les familles des crevettes Atyidae (12%) et crabes hymenosomatidae (>%) sont moins représentées.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 164.

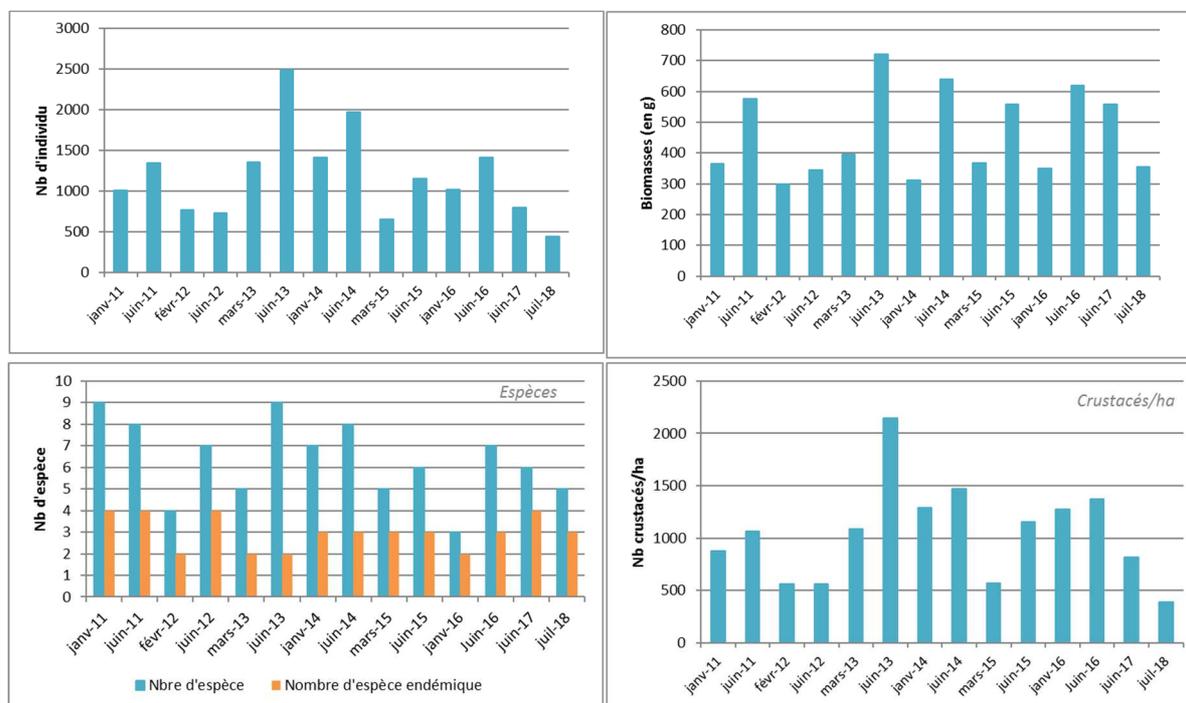


Figure 164 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kwe entre janvier 2011 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3.2 Kuebini

Le Tableau 57 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin-juillet 2018, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 57 : Liste des espèces inventoriées en juillet 2018 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 aemulum</i>	1	5.88	5.43	17	100
	<i>Macrobrachium caledonicum*</i>	2	11.76	10.87		
	<i>Macrobrachium lar</i>	24	82.35	76.09		

Au total, 17 crustacés pour 3 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station. Une espèce endémique (*Macrobrachium caledonicum*) a été recensée pour 2 espèces autochtones.

La famille des Palaemonidae domine le peuplement avec 100% d'abondance.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 165.

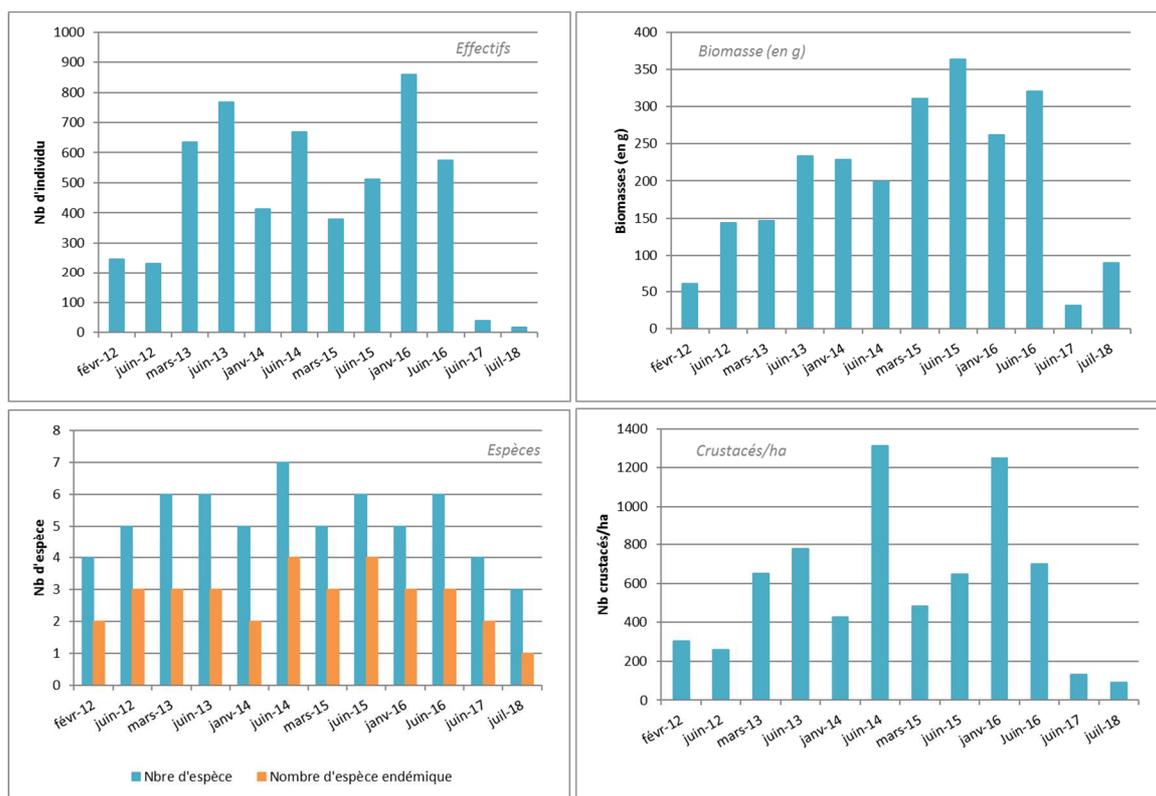


Figure 165 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3 Wajana

Le Tableau 58 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin – juillet 2018, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 58 : Liste des espèces inventoriées en juillet 2018 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>	392	67.7	2267.86	393	67.88
	<i>Cardinia weberi</i>	1	0.17	5.79		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	184	31.78	1064.51	186	32.12
	<i>Macrobrachium caledonicum*</i>	1	0.17	5.79		
	<i>Macrobrachium lar</i>	1	0.17	5.79		

Au total, 579 crustacés pour 5 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station de suivi de la rivière Wajana. Deux espèces endémiques (*Paratya bouvieri* et *Macrobrachium caledonicum*) ont été pêchées.

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

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2010 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 166.

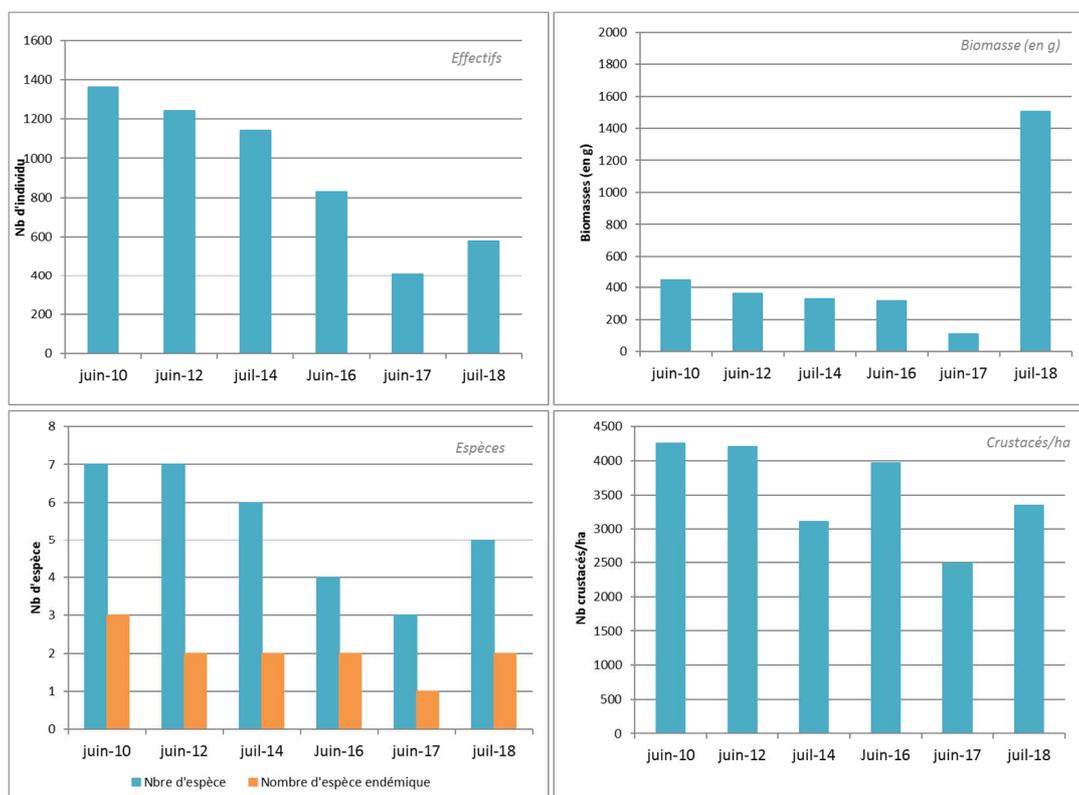


Figure 166 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3.4 Truu

Le Tableau 59 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin-juillet 2018, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 59 : 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>	32	59.26	583.94	54	100
	<i>Macrobrachium caledonicum*</i>	10	18.52	182.48		
	<i>Macrobrachium lar</i>	12	22.22	218.98		

Au total, 54 crustacés pour 3 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station de suivi de la rivière Truu. Une espèce endémique de crevette *Macrobrachium caledonicum* a été recensée.

L'espèce *Macrobrachium aemulum* domine les effectifs avec presque 60% d'abondance relative. *Macrobrachium lar* représente 22% de l'abondance totale et *Macrobrachium caledonicum* 18%.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2010 à juin 2018 sont présentés dans la Figure 167.

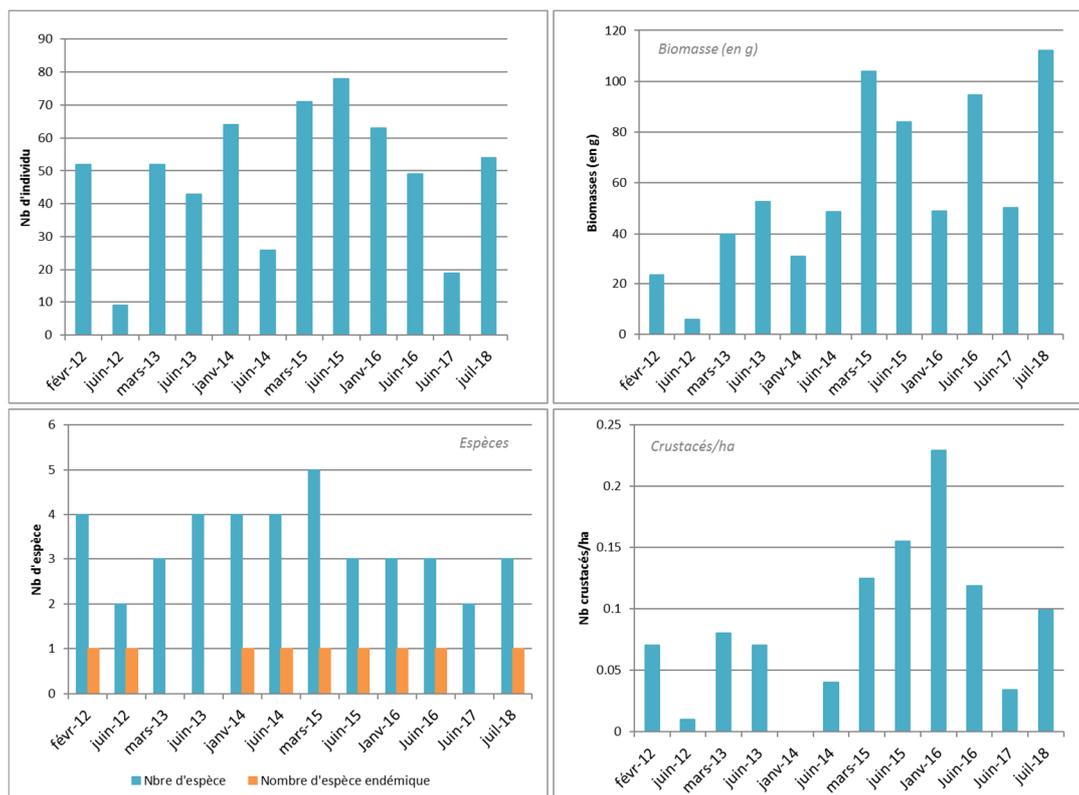


Figure 167 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juillet 2018 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

4.7.2.3.5 Trou Bleu

Le Tableau 60 ci-dessous résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin – juillet 2018, les effectifs, abondances et densités, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 60 : Liste des espèces inventoriées en juin-juillet 2018 pour les stations de suivi de la rivière Truu

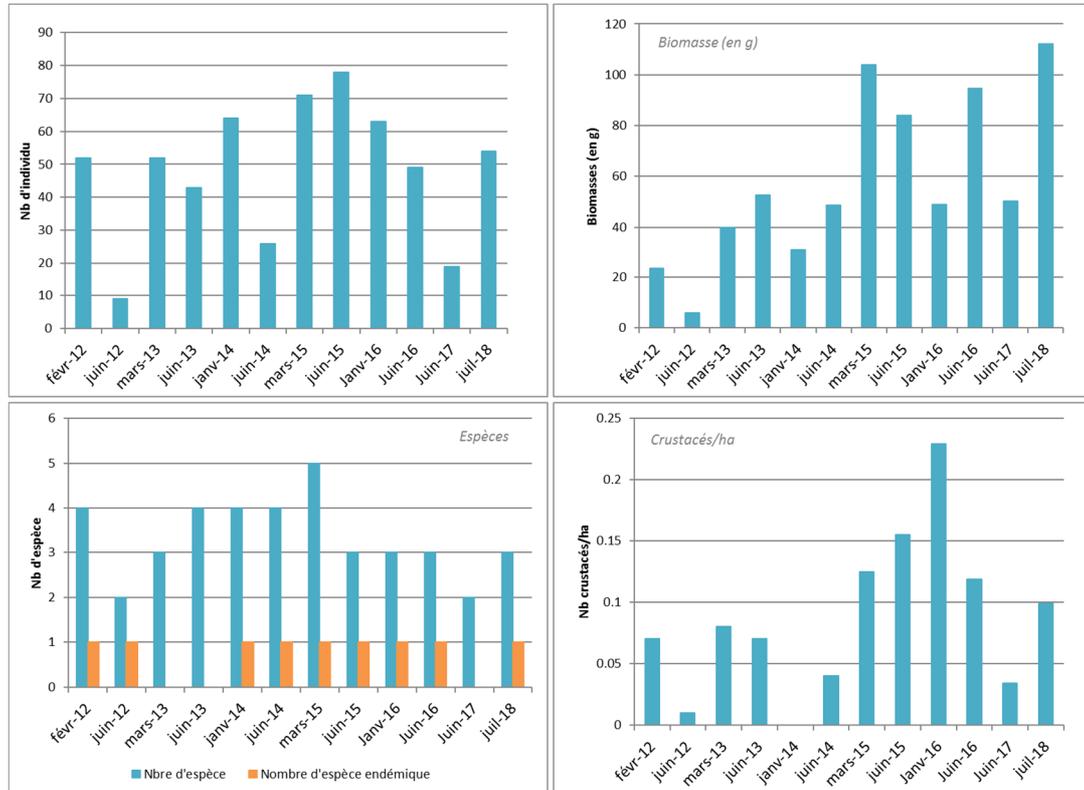
Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	32	59.26	583.94	54	100
	<i>Macrobrachium caledonicum*</i>	10	18.52	182.48		
	<i>Macrobrachium lar</i>	12	22.22	218.98		

Au total, 54 crustacés pour 3 espèces de crevettes ont été pêchés sur la station de suivi de la rivière Truu. Une espèce endémique de crevette *Macrobrachium caledonicum* a été recensée.

L'espèce *Macrobrachium aemulum* domine les effectifs avec presque 60% d'abondance relative. *Macrobrachium lar* représente 22% de l'abondance totale et *Macrobrachium caledonicum* 18%.

Les résultats des suivis réalisés depuis février 2012 à juillet 2018 sont présentés dans la Figure 168.

Figure 168 : 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 ichtyenne et carcinologique

4.7.2.4.1 Kwé

Pendant cette campagne de juillet 2018 sur les 8 stations du bassin versant de la Kwé, 11 espèces de poissons ont été observées pour 58 individus pêchés et 5 espèces de crustacés pour 441 individus pêchés. Trois espèces endémiques de crustacés ont été pêchés.

Le résultat obtenu pour les poissons est plus faible que les années précédentes. D'après les différents résultats de la campagne de juillet 2018, l'état écologique de la Kwé peut être qualifié vis-à-vis des communautés ichtyologiques de « faibles », à « 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 s'intensifient au cours des années (expansion du site minier).

Malgré ces impacts bien visibles sur le bassin versant et dans le lit mouillé (dépôts latéritiques), il est intéressant de noter que des espèces sensibles comme le mullets noirs (*C oxyrhyncus* et *C. plicatilis*) apparaissent bien représentées en termes d'effectif et de biomasse dans le cours d'eau en comparaison aux autres espèces présentes.

4.7.2.4.2 Kuébini

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

D'après l'ensemble des descripteurs biologiques (effectifs, densités, biodiversité et biomasses), aucune réelle tendance d'amélioration ou de dégradation du milieu n'émane des données relevées au cours des différents suivis. L'état écologique de ce bassin versant peut-être qualifié de moyen. Cet état semble être 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. Rappelons que le projet minier n'a pas d'influence directe sur le bassin versant de la Wajana.

4.7.2.4.4 Truu

La faune ichthyologique apparaît « moyennement » diversifiée (10 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'autre part, par des espèces rares et sensibles comme les mulets noirs.

D'après les observations de terrain, une altération sédimentaire importante est présente 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. Une perte importante de la hauteur d'eau par l'envasement a été constatée.

De plus ce cours d'eau semble subir un impact non négligeable engendré 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

D'après l'ensemble des descripteurs biologiques (effectifs, densités, biodiversité et biomasses), aucune réelle tendance d'amélioration ou de dégradation du milieu n'est observée. Les espèces fréquentes à ce creek ont été pêchées. Dans l'ensemble l'état écologique de la Trou Bleu qualifié de « bon », apparaît assez stable au cours des différents suivis. Aucun impact majeur ne semble perturber ce cours d'eau vis-à-vis des populations ichthyologiques.

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 de la ripisylve de la Kwé Principale

➤ cf. Article D5.2.4 des prescriptions techniques de l'AEM

Le suivi de la ripisylve de la Kwé principale en aval de la mine et du parc à résidus a pour objectif de détecter tout changement qui pourrait être lié aux travaux miniers. Une première version du protocole de suivi de la ripisylve de la Kwé Principale a été discutée lors de la réunion du 23 mars 2018 entre VNC, le service Mines et Carrières de la DIMENC et le bureau des impacts environnementaux de la DENV. Une seconde version de ce protocole, a été transmises aux services de la DIMENC le 10 septembre 2018.

4.9 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 61**. 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 61 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures du site minier

Date de prélèvement	Numéro	Zone	Conductivité	MES	pH	HT	DCO	Conformité du rejet
13/02/2018	33	Dalle de lavage gros engin	250	3900	8.2	-	-	CONFORME
26/03/2018	34	Atelier de maintenance central	139	85	7.5	<0.5	47	NON-CONFORME
26/03/2018	33	Dalle de lavage gros engin	145	400	7.9	<0.5	139	NON-CONFORME
26/03/2018	6	Dalle des Terres Souillées	1170	<5	7.2	<0.5	94	NON-CONFORME
06/08/2018	6	Dalle des Terres Souillées	-	-	-	45	575	NON-CONFORME
28/08/2018	6	Dalle des Terres Souillées	1430	17	6.8	<0.5	114	CONFORME
28/08/2018	28	Dalle de lavage	78.6	15	7.6	<10	<10	CONFORME
28/08/2018	29	SAS Goro Mines	109	71	8.5	<10	12	NON-CONFORME
28/08/2018	34	Atelier de maintenance central	164	1600	7.5	1.4	165	NON-CONFORME
28/08/2018	35	TOTAL FPP	125	17	7.2	<10	<10	CONFORME
19/09/2018	3	TOTAL dépôt d'hydrocarbure	132	<5	7	<10	<10	CONFORME
19/09/2018	13	SAS dalle de lavage VL	261	60	6.5	<0.5	63	NON-CONFORME
19/09/2018	22	P 24 (AJEM)	368	26	7	<0.5	400	NON-CONFORME

Les résultats du suivi des rejets des séparateurs à hydrocarbures présents sur l'ensemble du site révèlent des non-conformités (cf. Tableau 62).

Tableau 62 : Conformité réglementaire du suivi de l'ensemble des séparateurs à hydrocarbures (2018)

	MES mg/l	pH	HT mg/l	DCO mg/l	Total des analyses	Conformités des rejets
Nombre de conformités	7	13	12	9	41	5
Nombre de non-conformités	6	0	1	4	11	8
% de conformités	54	100	92	69	79	38
% de non-conformités	46	0	8	31	21	62

En 2018, 14 suivis ont été réalisés au niveau des rejets des séparateurs à hydrocarbures ; 38% de ces suivis sont conformes (cf. Tableau 62). Concernant les analyses, les paramètres MES, pH, hydrocarbures et DCO sont analysés, 79% des analyses réalisées sont conformes. Les MES, avec 54% de conformités, est le paramètre qui présente le plus de résultats non-conformes.

La mise en conformité des équipements ayant été achevée en 2015 par la modification de 19 séparateurs défectueux, les actions correctives portent à présent sur l'entretien. 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 boues, les éléments à changer. La **Figure 169** présente un bilan de conformité des points inspectés en 2017 et 2018.

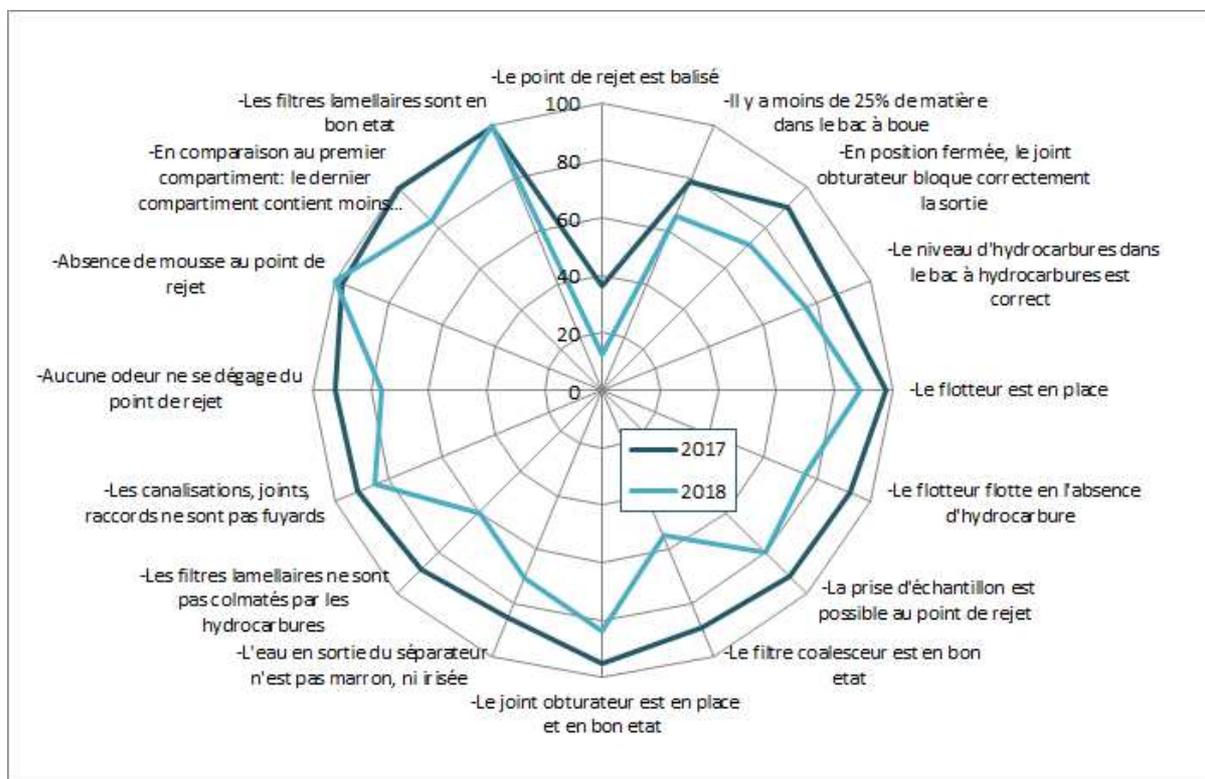


Figure 169 : Conformité des points d'inspection en 2017 et 2018

En 2018, 47 inspections de séparateurs à hydrocarbures ont été menées, 71% des points inspectés sont conformes. En 2017, 102 inspections avaient été réalisées, le taux de conformité était de 78.2%. Cette réduction des inspections a été programmée et a été accompagnée d'une responsabilisation des propriétaires sur l'entretien de leurs équipements.

En 2018, les non-conformités relevées portent essentiellement sur la présence en grande quantité d'hydrocarbures et/ou de boues, sur le bon fonctionnement des flotteurs, des filtres coalesceurs, des joints obturateurs et des filtres lamellaires, et de l'aspect et signalisation du point de rejet.

4.10 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*

La mise en œuvre du plan d'amélioration des connaissances commencera en 2019 notamment avec l'envoi de dossier de demande de travaux minier pour l'installation de piézomètre.

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 programme qui débutera en 2019 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.

Cela comprend notamment un renforcement du réseau d'acquisition de données avec l'installation de :

- 10 à 20 nouvelles plateformes piézométriques dans la plaine des lacs
- 2 nouveaux seuils limnimétriques (Lac en long et Lac en Y)

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 63 : 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 2018 sur les stations de suivi sont présentées aux **Figure 170** à **Figure 177**.

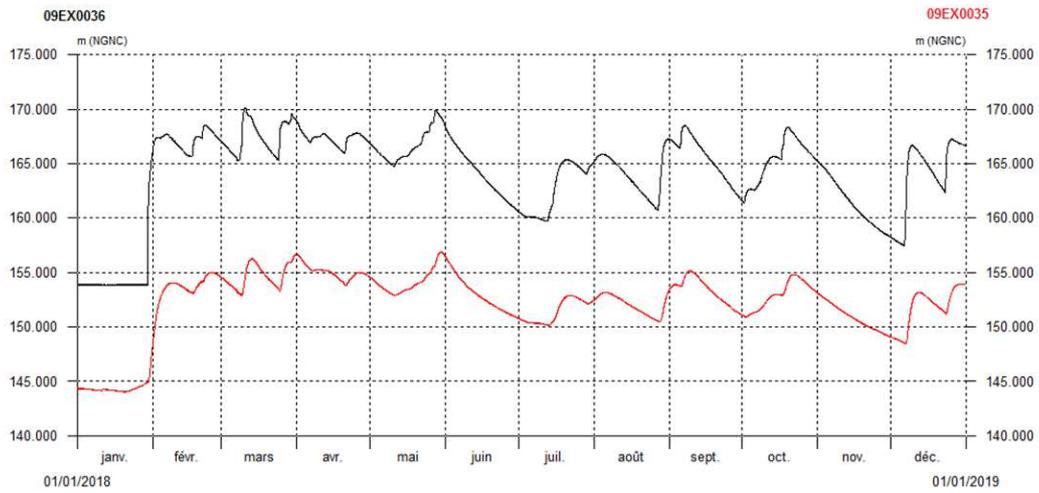


Figure 170 : Données piézométriques disponibles sur 09EX0035 et 09EX0036

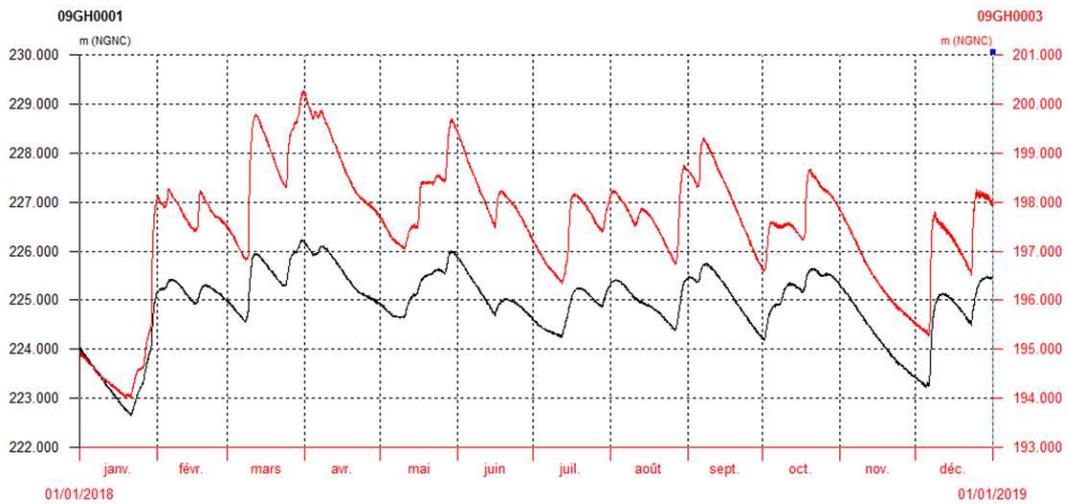


Figure 171: Données piézométriques disponibles sur 09GH0001 et 09GH0003

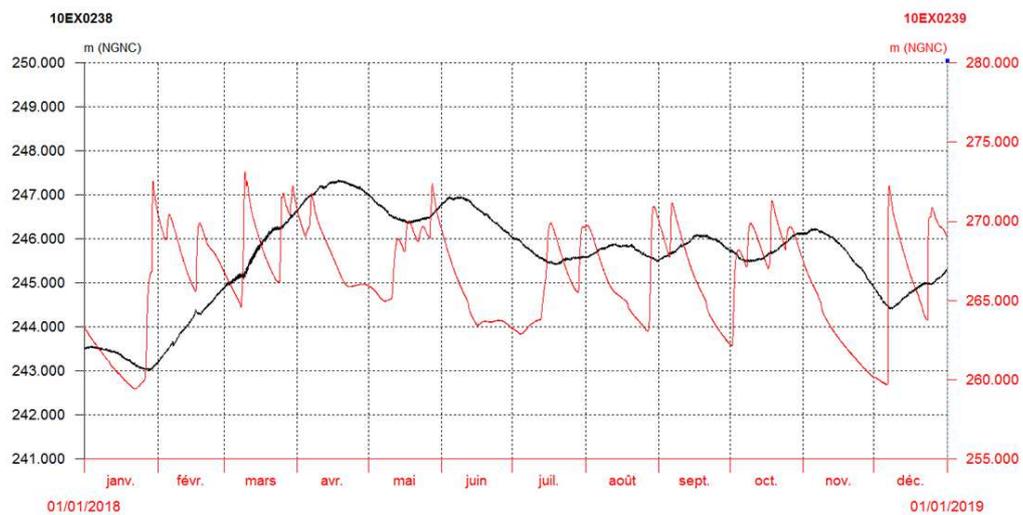


Figure 172: Données piézométriques disponibles sur 10EX0238 et 10EX0239

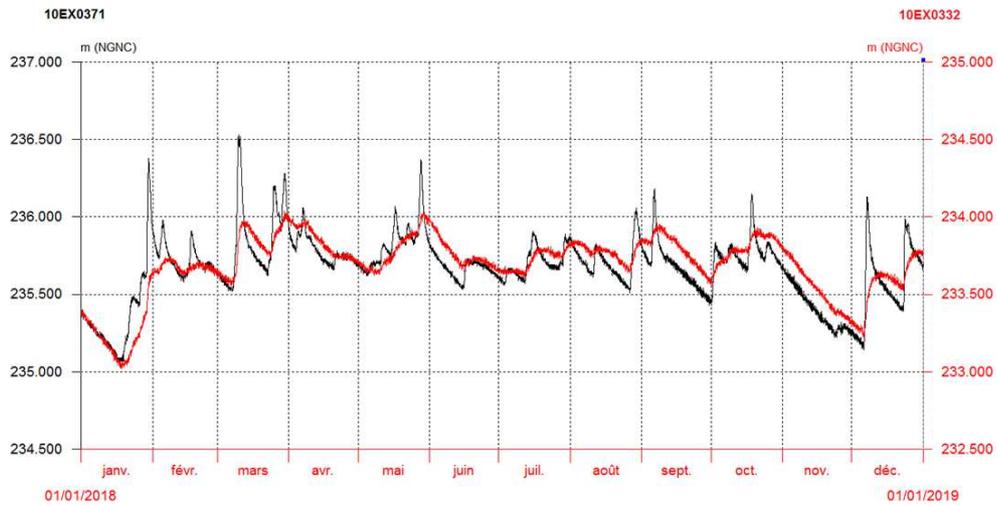


Figure 173: Données piézométriques disponibles sur 10EX0371 et 10EX0332

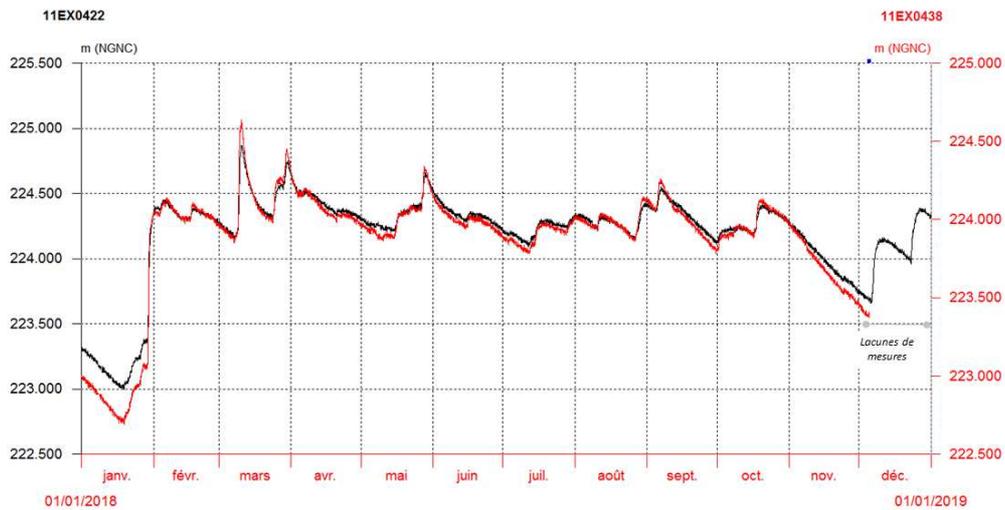


Figure 174: Données piézométriques disponibles sur 11EX0422 et 11EX0438

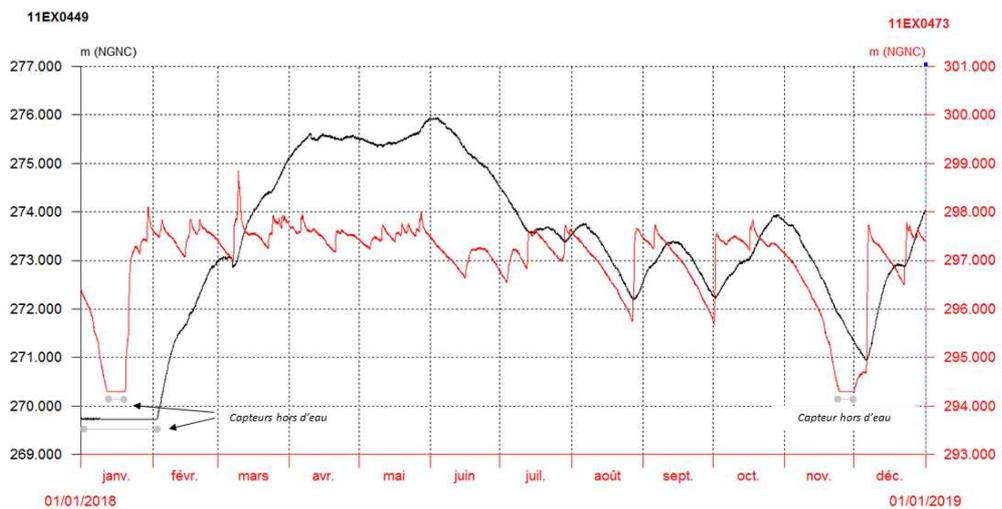


Figure 175: Données piézométriques disponibles sur 11EX0449 et 11EX0473

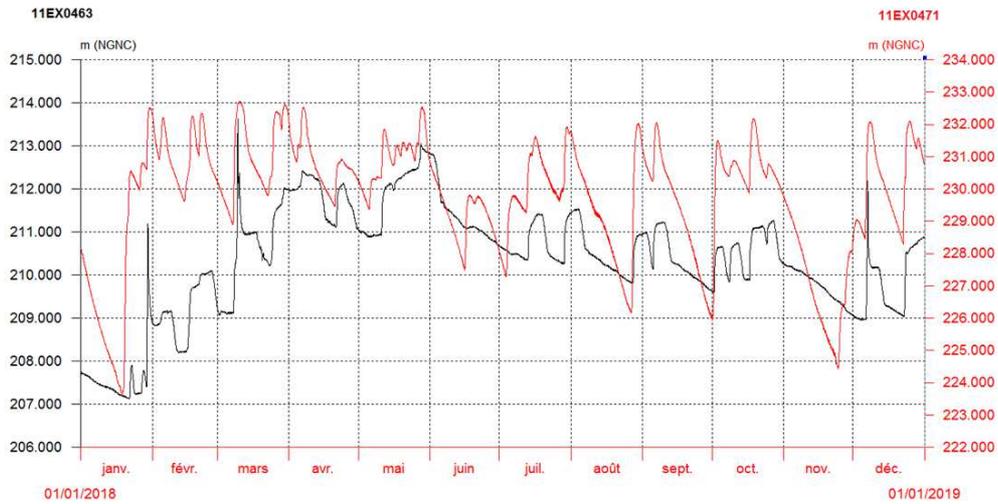


Figure 176: Données piézométriques disponibles sur 11EX0463 et 11EX0471

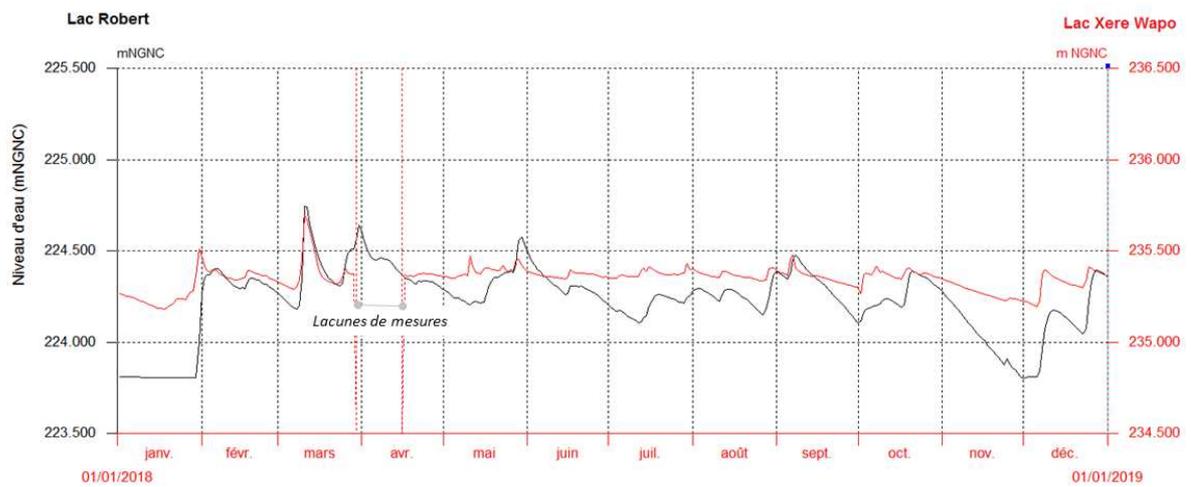


Figure 177: Données limnimétriques disponibles sur le lac Xere Wapo et le lac Robert

Bien que le cumul annuel de pluie soit le plus faible observé depuis 2012, la régularité des précipitations efficace a soutenu les niveaux piézométriques et limnimétriques tout au long de l'année ce qui a permis de les maintenir à des cotes élevées par rapport à la situation observée en 2017.

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 2017 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 2018 à décembre 2018.

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 2018 a été utilisée sur l'ensemble de l'année 2018.

Par rapport à 2017, quelques améliorations ont été apportées au modèle MODFLOW :

- Le pas de temps de calcul a été affiné avec un passage au pas de temps mensuel à la place du pas de temps bimensuel,
- La distribution spatiale de la recharge a été revue afin de refléter au mieux l'hétérogénéité géographique des précipitations constatée dans le secteur de Goro.

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 2017, la zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines s'étend vers le Nord-Est (**Figure 178**). Mais, elle n'a pas encore atteint les piézomètres du suivi réglementaire fin décembre 2018, notamment les ouvrages localisés à proximité des lacs Xere Wapo et Robert (Piézomètres les plus proches de la fosse),
- Si cette tendance se poursuit, la zone d'influence théorique devrait toucher le lac Xere Wapo et le lac Robert dans le courant de l'année 2019 puis s'étendre à l'ensemble de l'emprise de ces plans d'eau au début de l'année 2020.

Ces résultats sont cohérents avec les évaluations d'impact formulées dans le dossier de DAEM. Ces analyses prévoyaient des baisses significatives des niveaux piézométriques à partir de la

9^{ème} et la 12^{ème} année d'exploitation minière (soit 2020 et 2023) à proximité du lac Xere Wapo et du lac Robert respectivement.

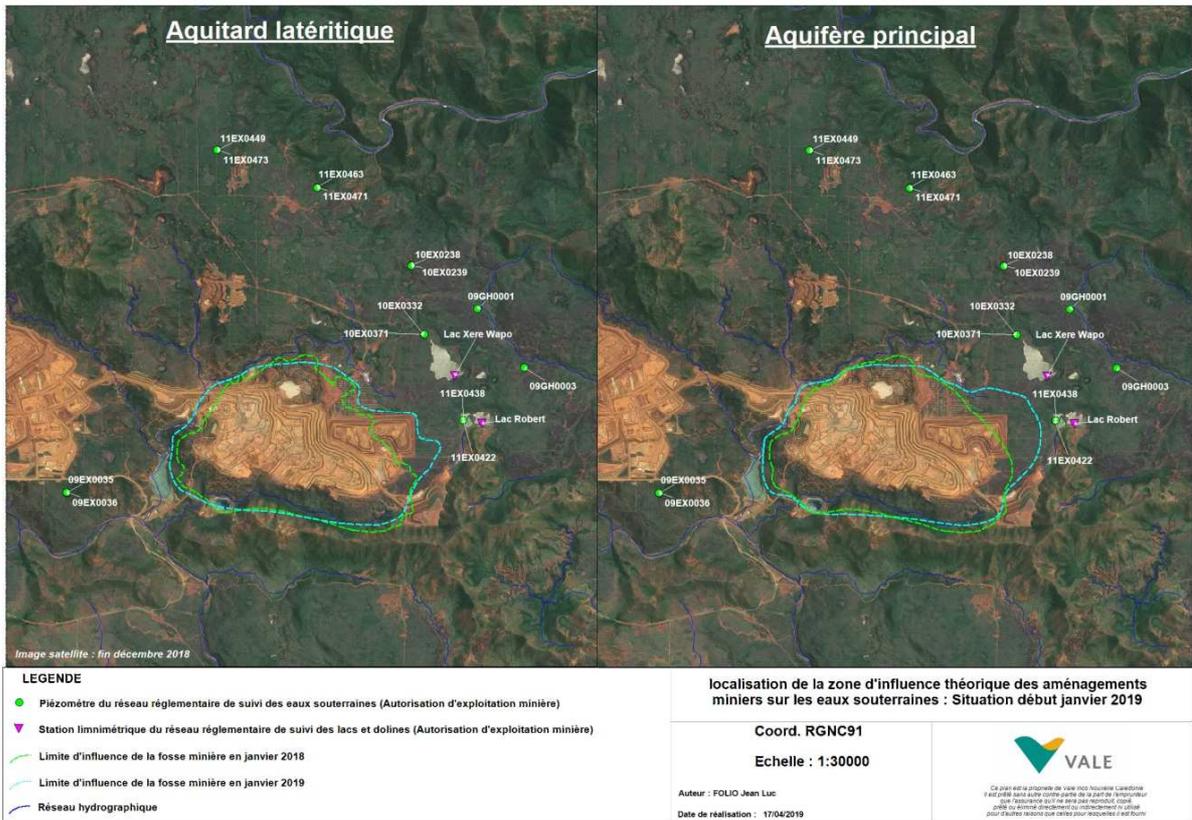


Figure 178: Localisation de la zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines : Situation début janvier 2018

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 aux **Figure 179** à **Figure 190**.

Cette analyse montre que :

- Pour les piézomètres proches des lacs Xere Wapo et Robert et ainsi que dans le secteur de SMLT, la correspondance entre les niveaux simulés et observés est bonne (11EX0438, 11EX0422, 10EX0332, 10EX0371, 09GH0003). Il convient de noter que le changement apporté à la distribution de la recharge engendre une dégradation de la représentativité des niveaux simulés sur le piézomètre 09GH0001. Ce point sera intégré à la liste des tâches d'améliorations du modèle MODFLOW,
- 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,
- Malgré le changement apporté à la recharge, 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).

Pour améliorer la reproduction des amplitudes piézométriques, une révision des coefficients d'emménagement utilisés dans les secteurs concernés a été entreprise dans le modèle. Ce travail est toujours en cours.

Par ailleurs, une révision complète du modèle hydrogéologique est bien prévue en limite Nord du plateau de Goro. Ce travail sera réalisé lorsque les résultats du plan d'amélioration de la connaissance hydrogéologique de la plaine des lacs seront disponibles.

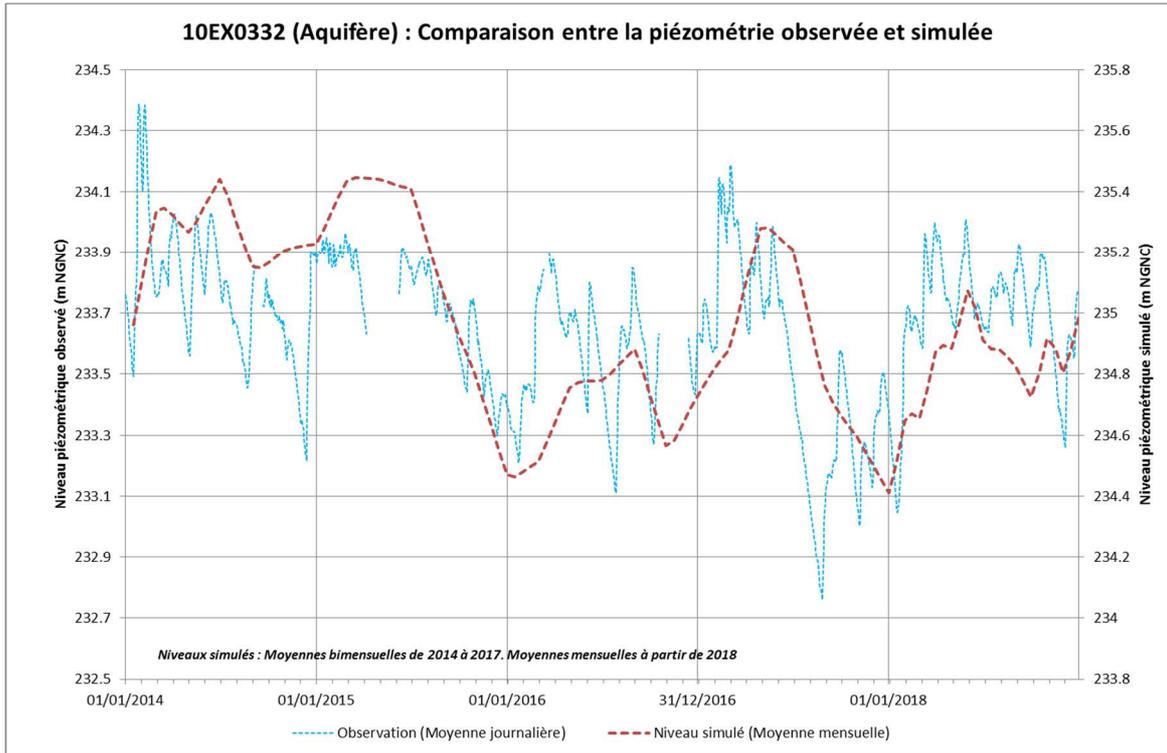


Figure 179 : 10EX0332 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

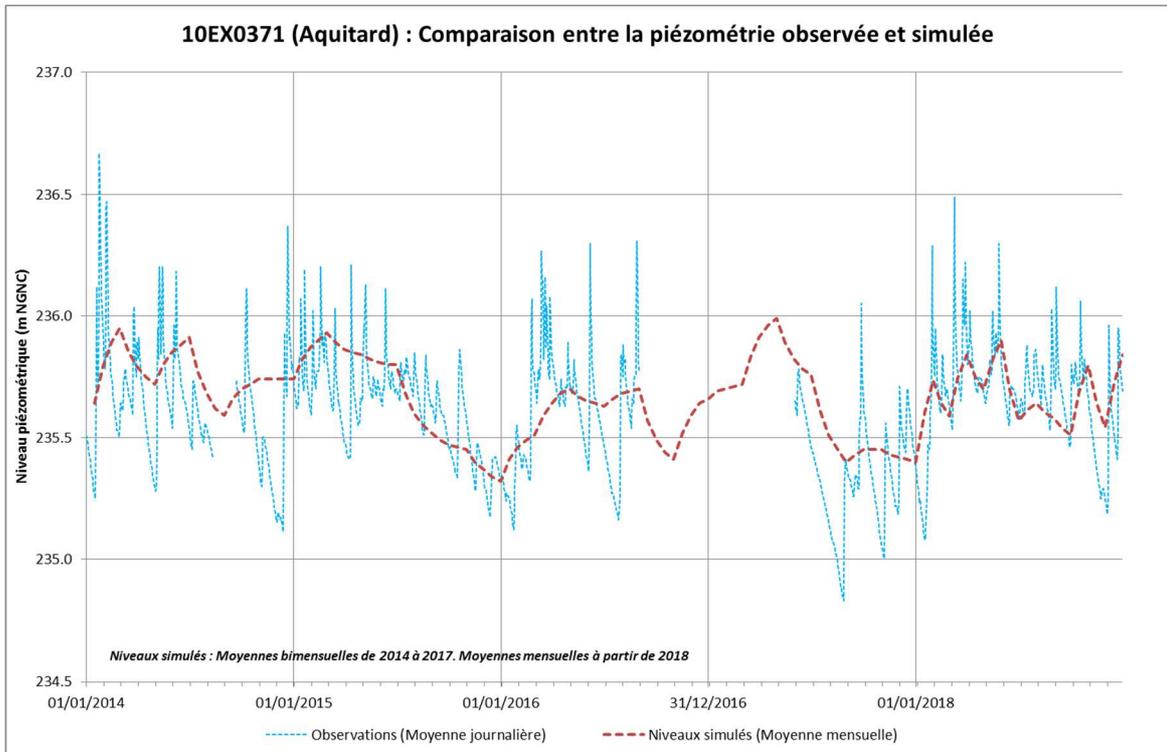


Figure 180 : 10EX0371 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

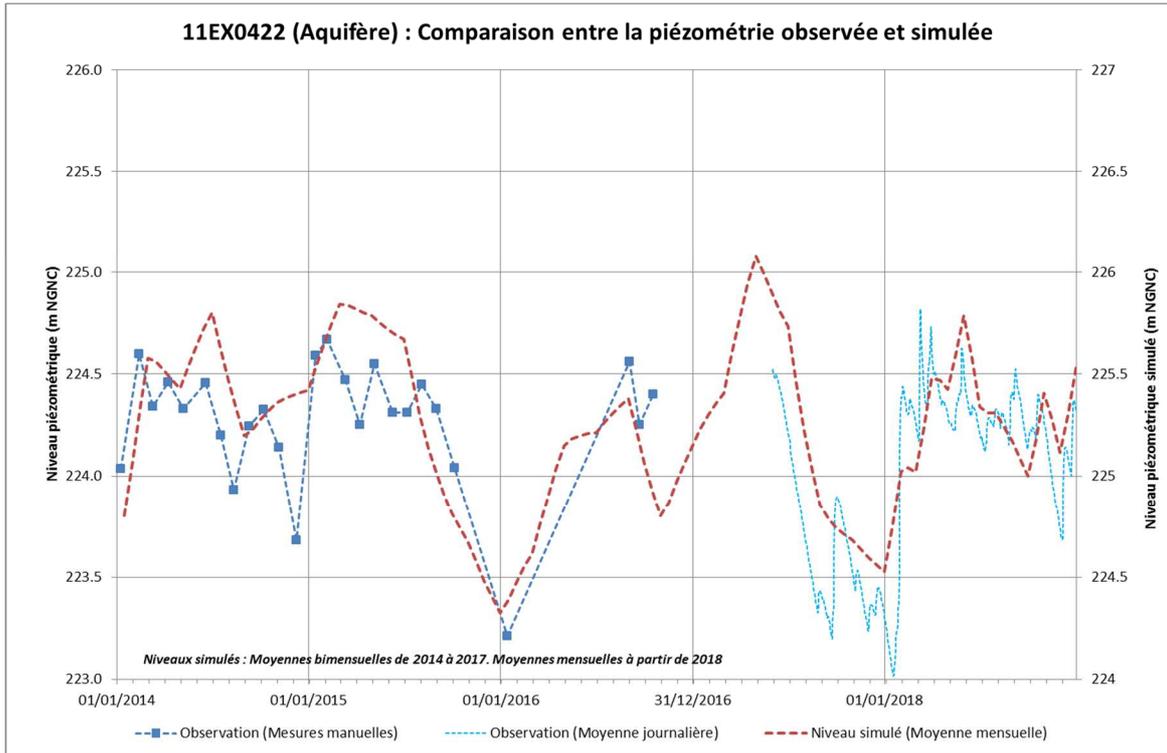


Figure 181 : 11EX0422 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

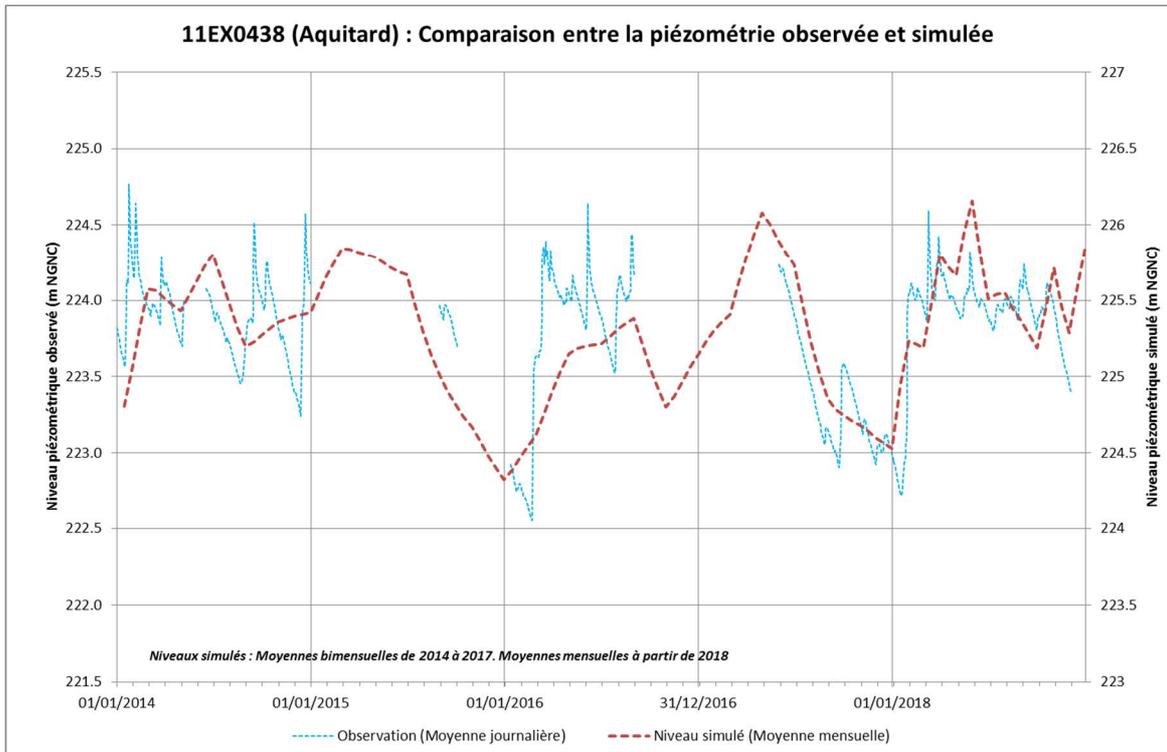


Figure 182 : 11EX0438 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

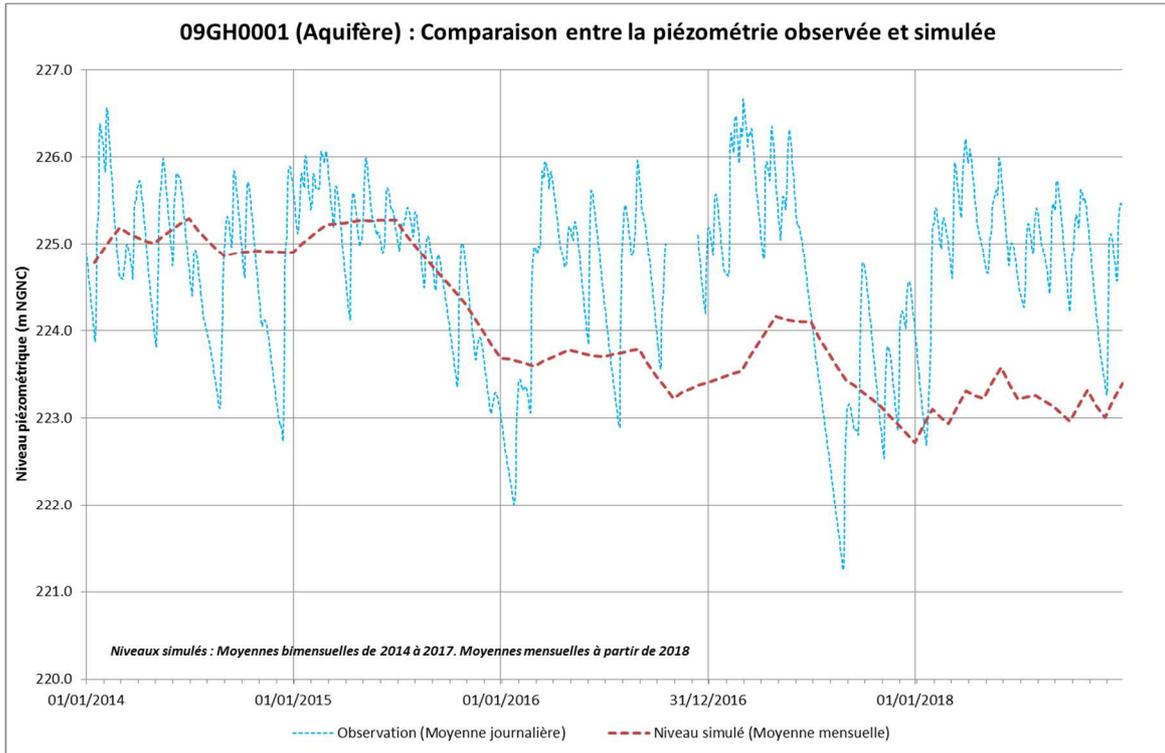


Figure 183 : 09GH0001 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

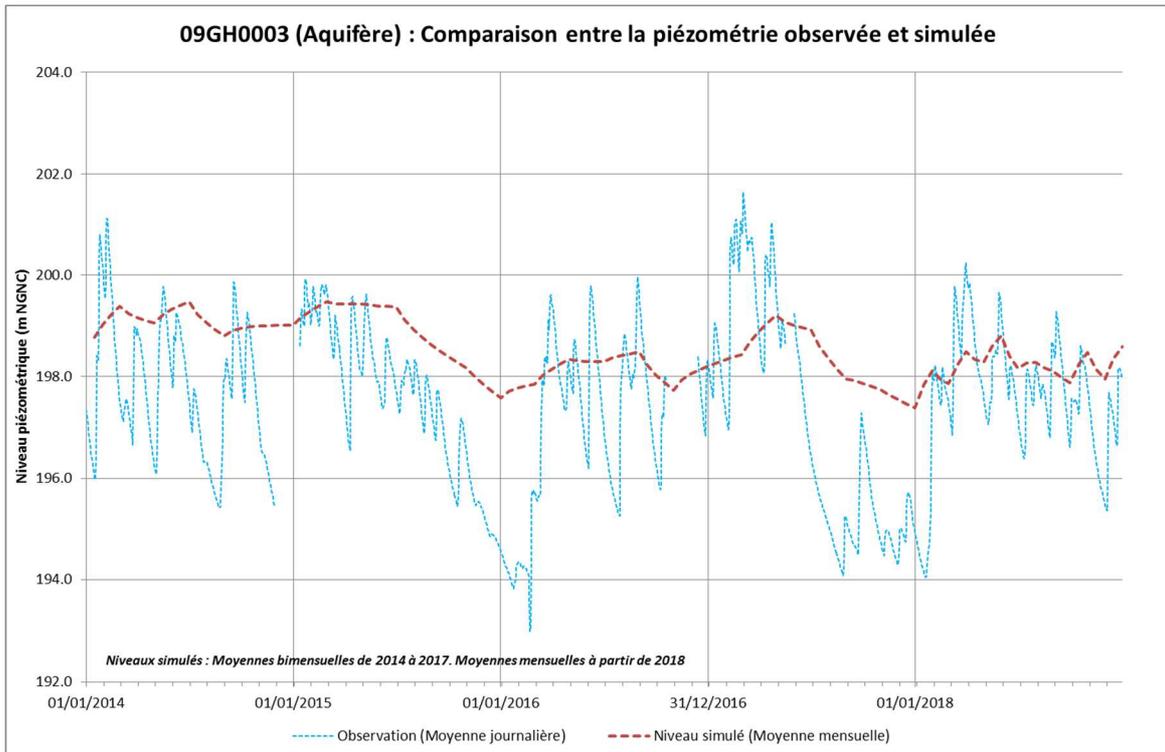


Figure 184 : 09GH0003 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

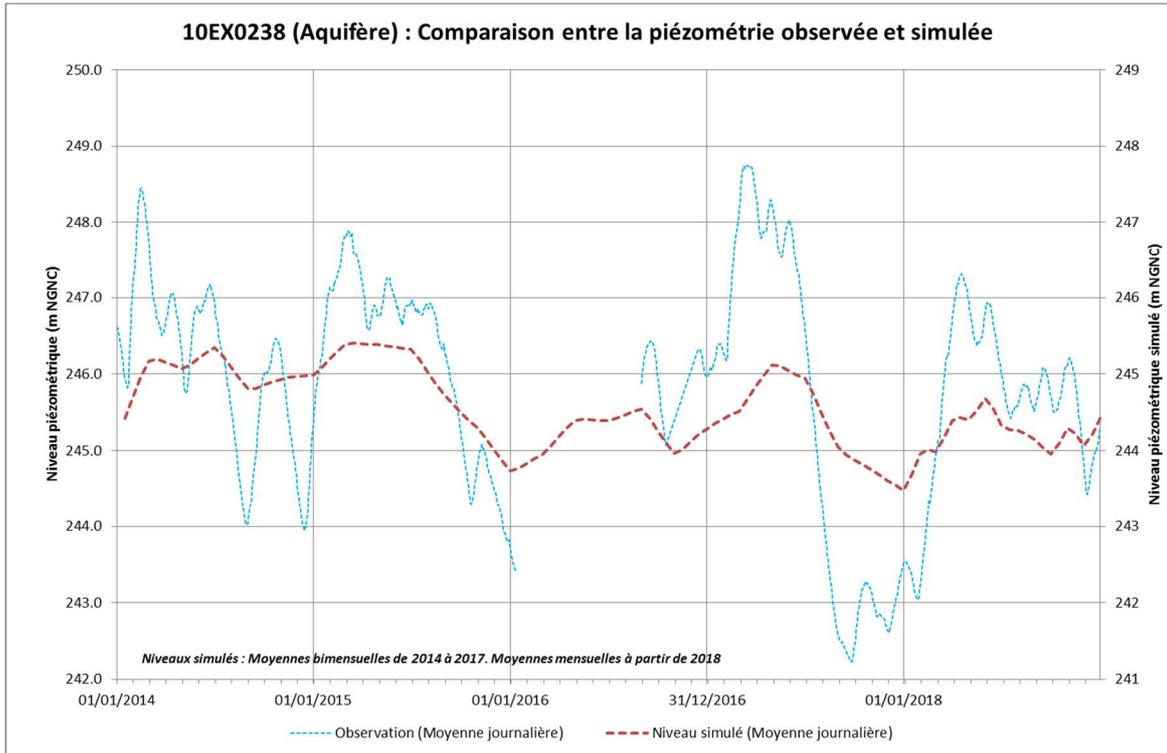


Figure 185 : 10EX0238 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

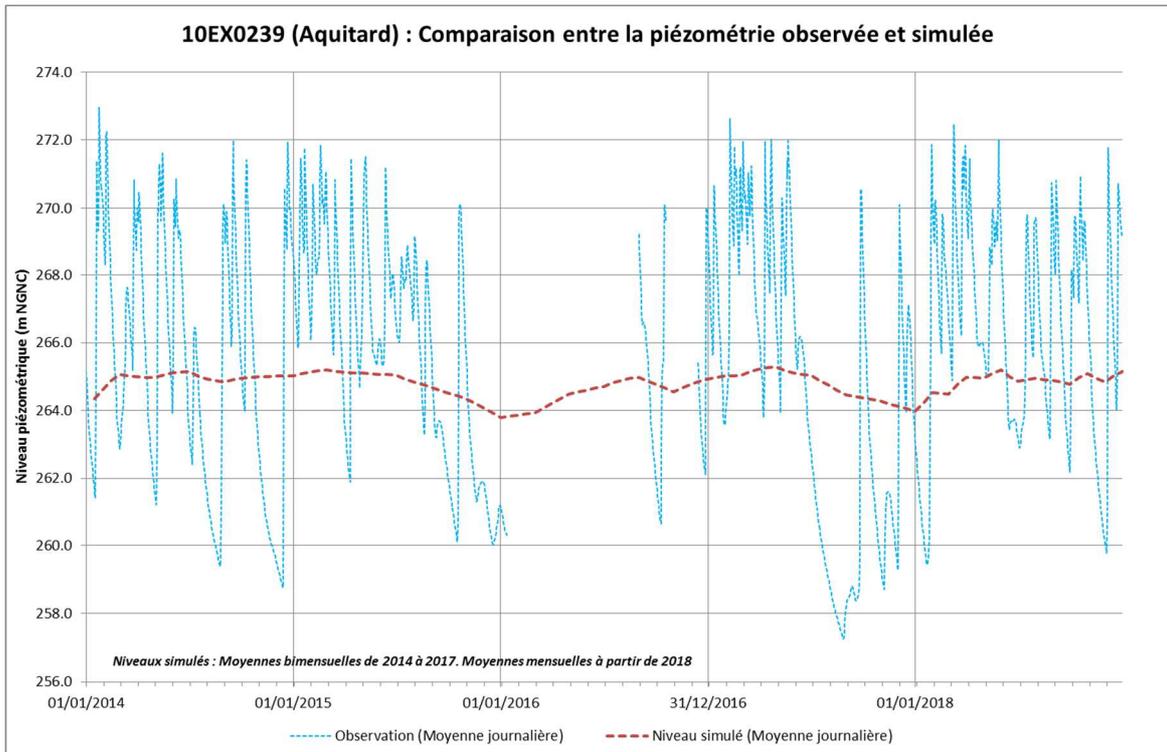


Figure 186 : 10EX0239 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

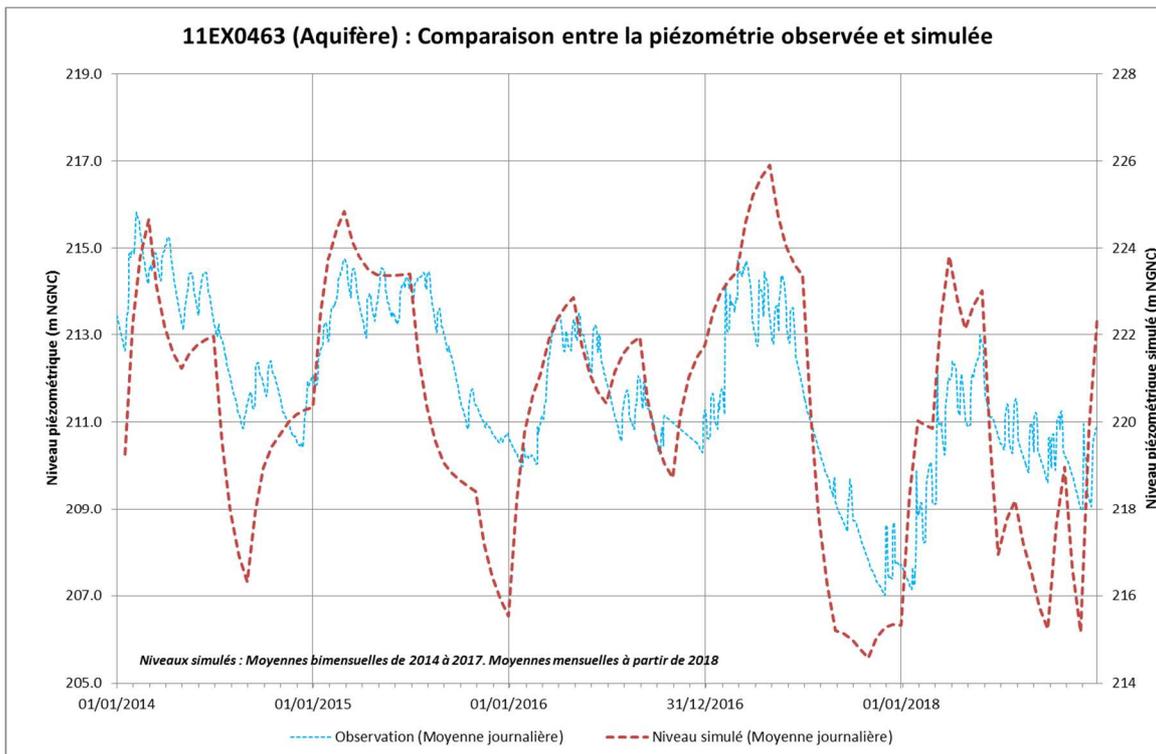


Figure 187 : 11EX0463 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

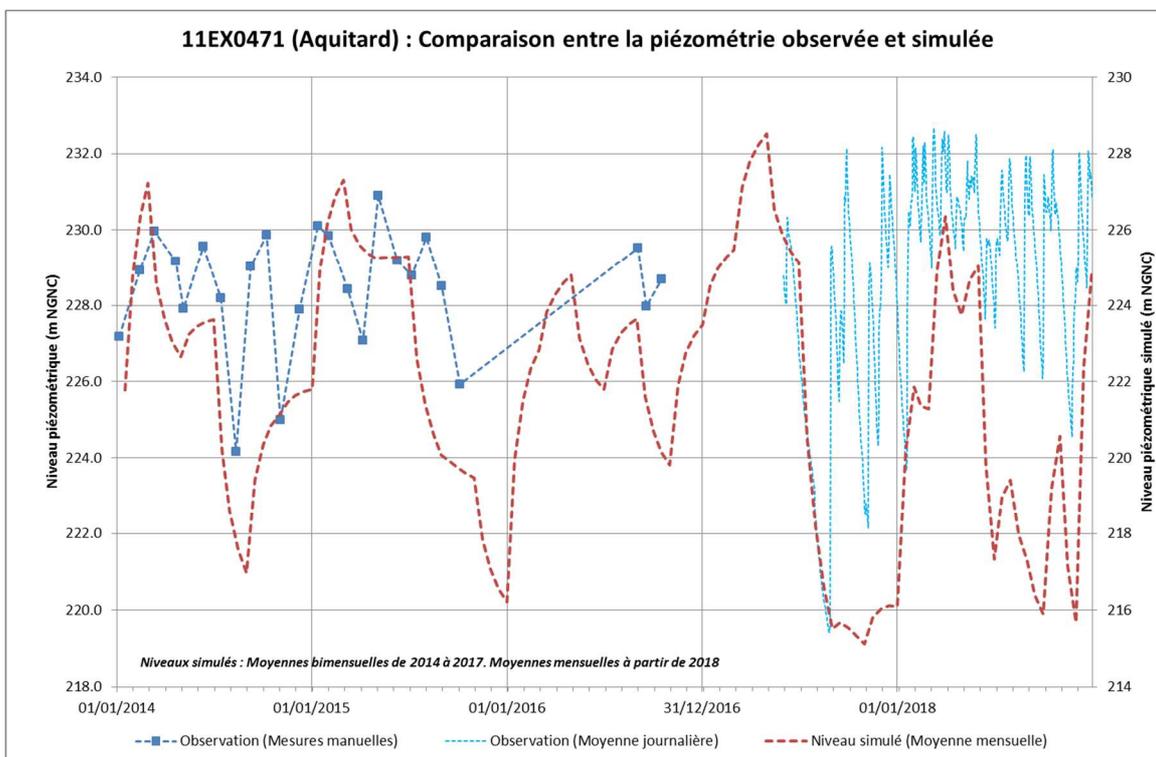


Figure 188 : 11EX0471 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

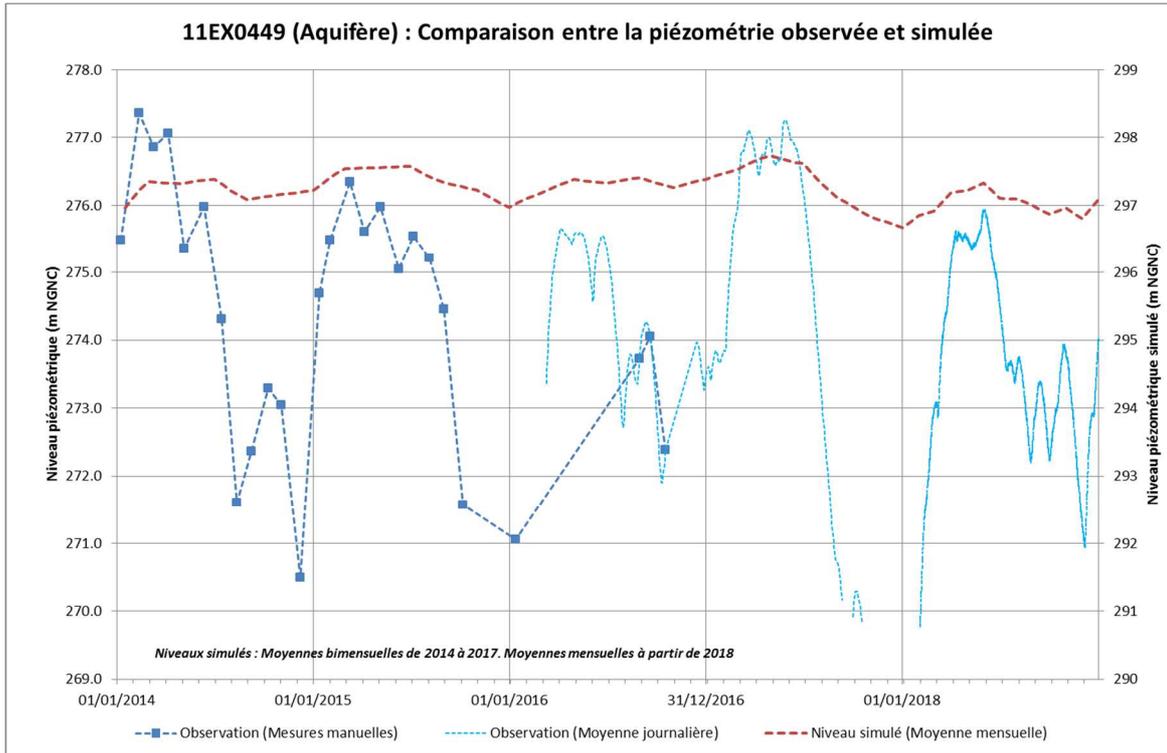


Figure 189 : 11EX0449 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

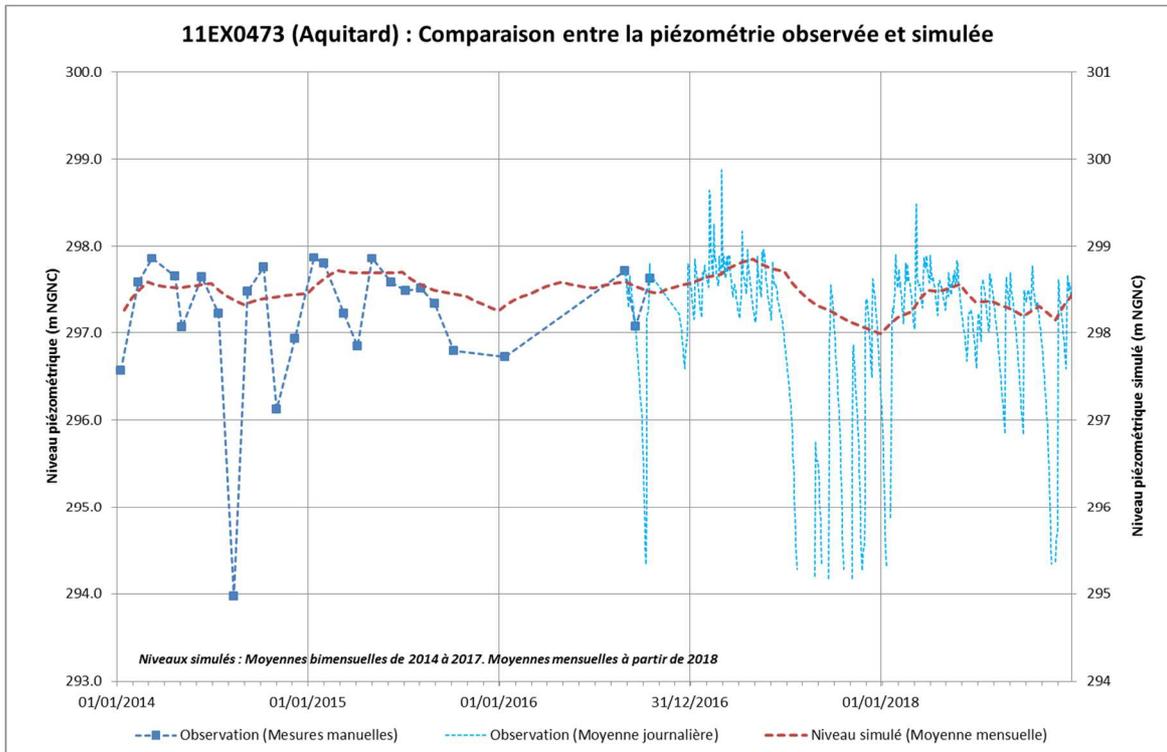


Figure 190 : 11EX0473 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

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 ;
- bio-indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des populations associés ;
- suivi de l'herbier de phanérogames de la baie Kué ;

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.

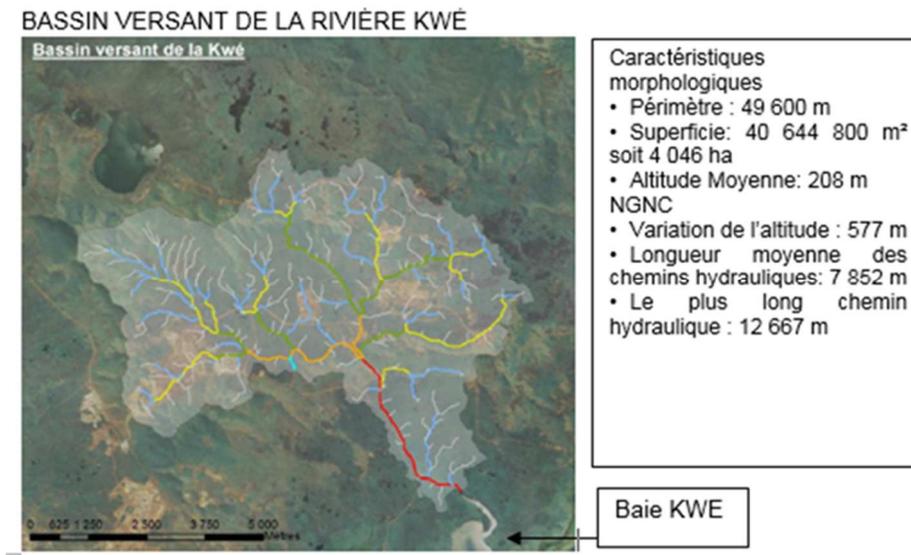


Figure 191 : Caractéristiques morphologiques du bassin versant de la rivière Kwé qui influence du milieu marin au niveau de la baie Kwé

La baie de Port Boisé situé 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, elle 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 au poste. 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 192 présentent les positionnements de ces points.

Tableau 64 : 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 (m)	Nombre de 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 193 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie témoin de Port boisé (St 03) et en 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 65 et la **Figure 194** montrent son point d'implantation.

La station ST08 dite « PUKA » 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. ST08 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.

Rappel : Les zones d'implantation des points et stations de surveillance sont inclus dans le réseau global du plan de suivi du milieu marin, ils n'ont pas été « choisis » par l'industriel mais par les autorités de tutelles, dont la direction de l'environnement de la Province Sud pour les stations écosystémiques.

Tableau 66 : 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

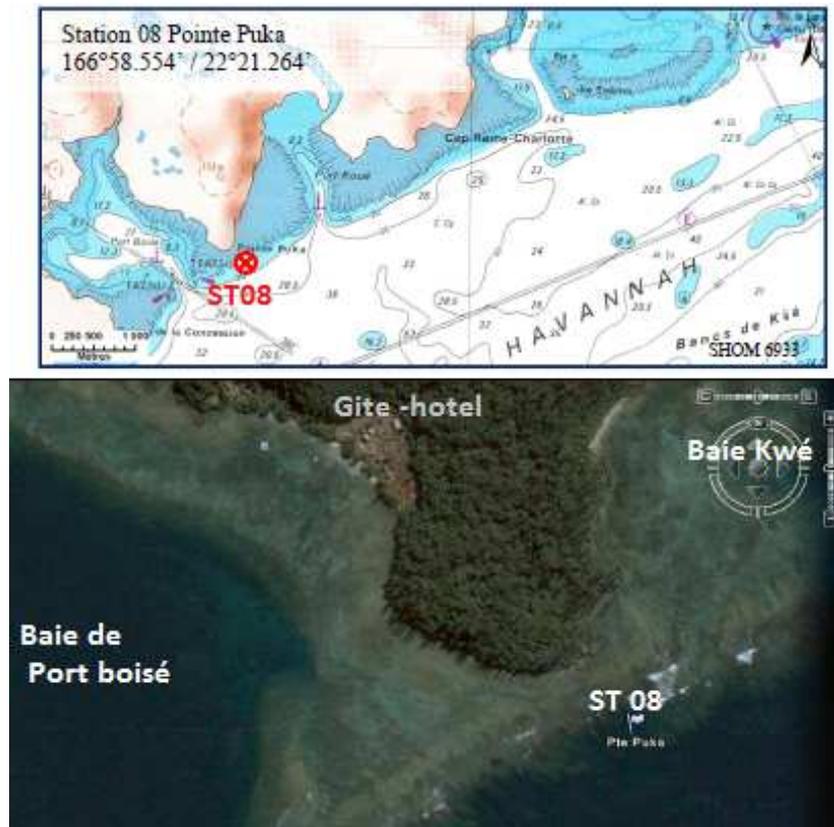


Figure 194 : Localisation de la station ST 08 de suivi des écosystèmes coralliens en zone affectée par les panaches issus de la Baie Kwé

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 196**). 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.

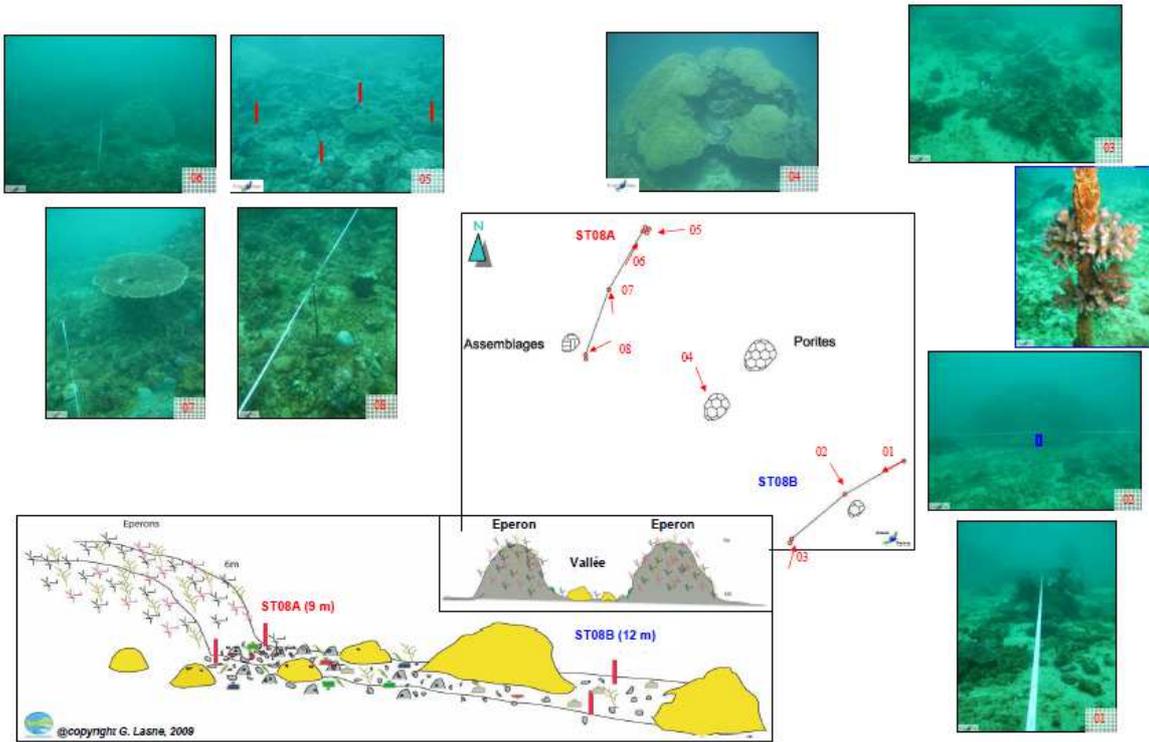


Figure 195 : Schéma structural de la station ST 08- PUKA

6.1.1.3 Surveillance de l'herbier de la baie Kwé

Le **Tableau 67** indique les zones de surveillance de l'herbier de la baie Kwé.

Tableau 67 : 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 196** 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 196 : 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

Suivi semestriel.

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), ils 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.

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 68**.

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.

Des outils spécifiques de prélèvements des sédiments ont été mis au point pour les eaux peu profondes (Convention avec l'IRD-2006/2009) ainsi que des méthodes d'analyses des métaux dissous en quantité infinitésimale en matrice saline, avec des limites de quantification de l'ordre de 0,027 µg/L (Cobalt par exemple). La technique de pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009) a été mise au point pour ces suivis VNC et le laboratoire qui effectue les analyses est certifié à leur égard. (Cf. Méthodologie en annexe des bilans semestriels).

Tableau 68 : Paramètres suivis dans le cadre des missions de suivi de la qualité de l'eau de mer et des sédiments marins

COLONNE D'EAU																							
Suivi	Station	PHYSICO-CHIMIE				ELEMENTS MAJEURS				SELS NUTRITIFS				MATIERE ORGANIQUE				ELEMENTS METALLIQUES					
	T S F turb MES pH	Ca K Mg Na CO3 Cl SO4	NO3 NH4 PO4 SiO4	NOD POD COP NOP POP	Chi HCT Phéo	Cd Co Cu Fe Mn Hf Pb Zn As Cr Cr(VI)																	
semestriel (Février/août)	St03	x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x				
	St06	x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x			

GEOCHIMIE DES SEDIMENTS																										
Suivi	Station	PHYSICO-CHIMIE					GEOCHIMIE (PHASE OXYDABLE)					GEOCHIMIE (PHASE ACIDO-SOLUBLE)					GEOCHIMIE (PHASE REDUCTIBLE)					GEOCHIMIE (PHASE REFRACTAIRE)				
	Gr Min Carb S-llc S-éch	Ca Co Cr Cu Fe Mn Hf Zn	Ca Co Cr Cu Fe Mn Hf Zn	Ca Co Cr Cu Fe Mn Hf Zn	Ca Co Cr Cu Fe Mn Hf Zn	Ca Co Cr Cu Fe Mn Hf Zn																				
triennal	St03	x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x						
	St06	x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x	x x x x x x x x						

TAUX D'ACCUMULATION												
Suivi	Station	PHYSICO-CHIMIE			GEOCHIMIE							
	Kwé St06	Granulo	Minéralo	Densité	Pb-210	Ra-226	Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
triennal	St06	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

DENSITE DE FLUX PARTICULAIRE														
Suivi	Station	PHYSICO-CHIMIE				GEOCHIMIE (ELEMENT TOTAUX)								
	Kwé St06-KW1	Granulo	Minéralo	CaCO3	Obs micros	MES	HCT	Ca	S	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
semestriel	St06-KW1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Les suivis sont semestriels pour la qualité de l'eau et les flux de MES ainsi que le suivi des écosystèmes.

Les suivis ont lieu tous les 3 ans pour la qualité biochimique des sédiments, le taux de sédimentation et la surveillance de l'herbier.

6.1.3 Analyses des résultats et rendus des bilans

L'analyse des données comprend :

- **Une analyse spatiale comparative** des stations entre elles, au temps t_x de la mission, notamment entre une station sous impact potentiel VNC et sa station homologue témoin.
- **Une analyse temporelle comparative** entre l'état au temps t_x de la mission et l'état initial (ou l'état de référence) t_0 et une recherche des tendances évolutives au fil des missions ;
- **Une réflexion sur la cohérence entre les suivis** et les connaissances antérieures (ex : modélisation, courantologie, météo) est conduite à chaque suivi semestriel.
- **Une réunion entre experts des divers domaines de suivis est effectuée**, afin que tous partagent leurs remarques pour un suivi « global » de tous les indicateurs.

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 2018

Les suivis de la qualité de l'eau, des flux de MES et les suivis écosystémiques ont été effectués 2 fois dans l'année : en saison fraîche et en saison chaude. L'année 2018 ne correspond pas à un suivi triennal de l'herbier et des taux de sédimentations, par contre elle correspond au suivi triennal de la qualité des sédiments de surface.

Tableau 69 : Suivis réalisés en 2018

Suivis réglementaires 2018	Indicateur	Jan	Fév	Mar	Av	Ma	Ju	Ju	Ao	S	O	N	D	Jan 2019
Structure de la colonne d'eau 14 stations	Physique Chimique							S1						S2
Qualité de l'eau et concentrations en métaux	Chimique							S1						S2
Suivi des écosystèmes (Corail, benthos poissons)	Biologique Corail Benthos Poissons							S1						S2
Suivi du taux de sédimentation	Physique	Suivi triennal. Dernières campagnes : 2010, 2013, 2017 Prochaine campagne en 2020												
Suivi de la qualité des sédiments	Chimique													A
Suivi des flux sédimentaires	Physique Chimique													A

6.2.1 Valeurs réglementaires et états de références

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 seuils³ 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.

6.2.2 Météorologie et marées

Les données météorologiques dont la pluviométrie 5 jours avant et pendant les missions et les vents (force et secteur) ainsi que l'état de la marée au moment des prélèvements sont des données nécessaires à la compréhension des phénomènes.

En effet, la baie Kwé est une hydro-région de type « *Fond de baie* » soumise à un apport d'eau douce permanent et elle est ouverte sur le sud-sud-est. Le secteur des vents influence aussi la qualité de l'eau et les flux sédimentaires en baie Kwé.

Au cours du premier semestre 2018, la pluviométrie intense due à des dépressions tropicales a été prise en compte. Les campagnes de mesures sont réalisées hors période de cyclones ou intempéries mais elles ne peuvent pas se soustraire totalement de la pluviométrie intense et les renseignements obtenus sont intéressants, même s'il faut les mitiger et relier à une météo exceptionnelle.

³ **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.

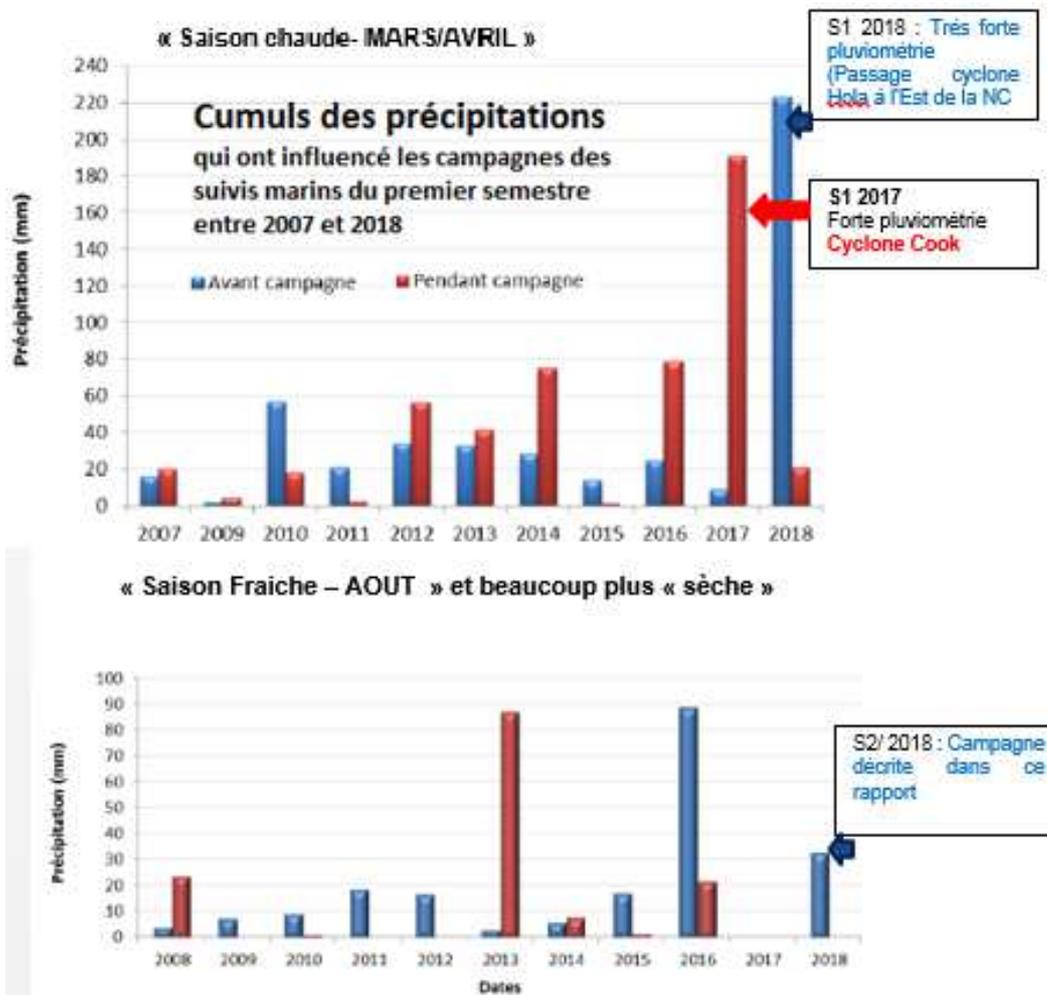


Figure 197 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2007 à 2018 en saisons chaudes et en saisons fraîches

6.2.3 Qualité physico chimique de l'eau en baie Kwé

Sur les stations St 03 et St 06 les prélèvements ont été effectués le 15 mars (S1/2018) et le 03 aout 2018 (S2/2018).

Rappel : Forte pluviométrie enregistrée les 5 jours qui précèdent la mission de mars, prélèvements à marée descendante ; très faible pluviométrie en aout et prélèvements à marée montante. La station de suivi d'impact (St06) et la station homologue-témoins (St03) sont bien échantillonnées le même jour, le plus proche en temps l'une de l'autre.

6.2.3.1 Les éléments majeurs (dont les sulfates) et le pH

Le pH moyen ne diffère pas entre les zones étudiées. Il est particulièrement homogène dans l'ensemble de la colonne d'eau ($8,40 \pm 0,01$).

Tableau 70 : Concentration en éléments majeurs dans l'eau de mer en 2018 – Stations : ST06 et ST03

Concentrations des éléments majeurs, valeurs du pH et concentrations de MES du lagon sud de Nouvelle-Calédonie lors de la campagne semestrielle d'août 2018 en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F).

Station	Niveau	Éléments majeurs et MES (mg/L)							pH
		Ca	K	Me	Na	Cl	SO ₄	MES	
St06	S	436	510	1331	11606	18769	2850	0,495	8,40
	M	444	517	1348	11637	19464	2885	0,264	8,40
	F	457	534	1383	12052	18769	2935	0,330	8,40
St03	S	447	523	1358	11830	20160	2985	0,444	8,30
	M	437	505	1331	11545	19464	2935	0,402	8,40
	F	449	523	1365	11917	20160	2960	0,484	8,40

Le **pH et les éléments majeurs** mesurés au cours des missions depuis 2007 ne montrent aucune variation significative, ni de dérive des données d'une baie par rapport à l'autre.

6.2.3.2 Focus sur les concentrations en sulfates (SO₄)

Les sulfates, ions de composante majeure de l'eau de mer, sont un paramètre suivi mais de faible valeur indicatrice en milieu marin en raison de leur forte concentration naturelle. A leur niveau le parallélisme des concentrations et de leurs fluctuations entre la baie Kwé (St 06) et la baie de Port Boisé (St 03) renforce l'utilisation de la baie de Port boisé comme témoin de la baie Kwé.

Il n'y a aucune tendance évolutive des sulfates en baie Kwé.

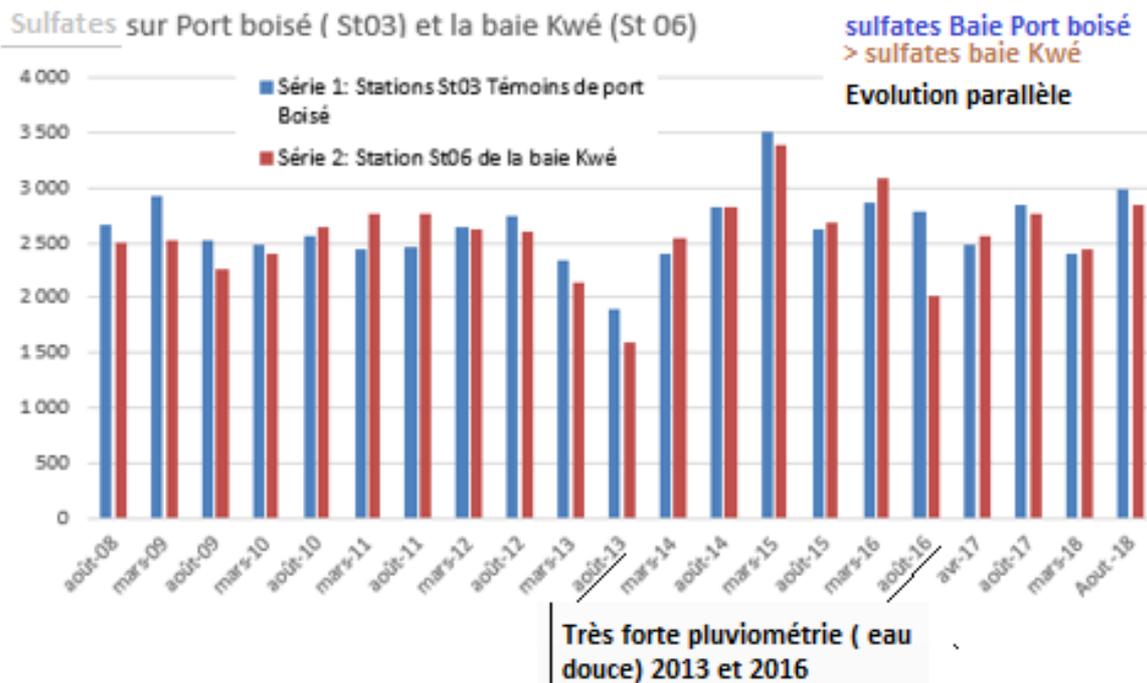


Figure 198 : Concentration en sulfates en mg/L en surface de la colonne d'eau de 2008 à 2018 (eau de surface la plus sensible aux apports via les cours d'eau) en baie Kwé (St06) et en baie de Port Boisé (St 03) son homologue de comparaison

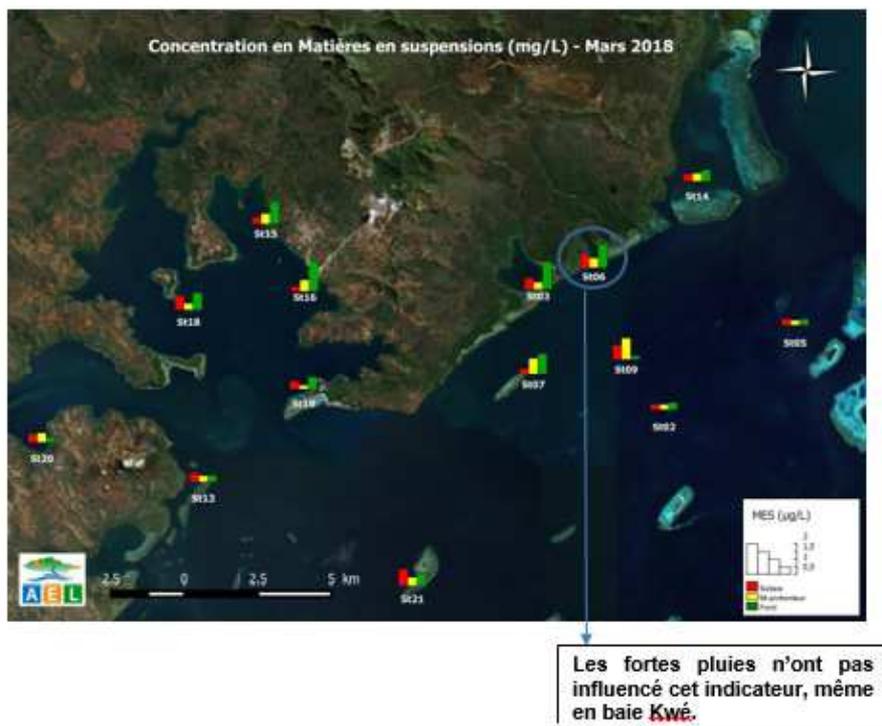
6.2.3.3 Matières en suspension totales (MEST)

Les matières en suspension (MES) sont définies comme étant l'ensemble du matériel particulaire entraîné passivement dans l'eau (qu'il soit vivant ou détritique, minéral ou organique, carbonatées ou non). Les interprétations des relevés ponctuels en MES sont un indicateur de puissance faible, en raison de leur caractère ponctuel et des très faibles quantités de MES recueillies dans de grands volumes d'eau, le suivi intégrateur des flux est privilégié par les experts. (Attention, les flux peuvent être important sur une zone avec un taux de sédimentation faible, deux indicateurs souvent corrélés mais pas toujours).

L'ensemble des concentrations en MES sur toutes les stations lors des missions de mars et d'août 2018 est synthétisé sur les figures suivantes, remarquer le parallélisme entre la baie Kwé et la baie de Port boisé qui ne montrent aucune alerte au niveau des MEST.

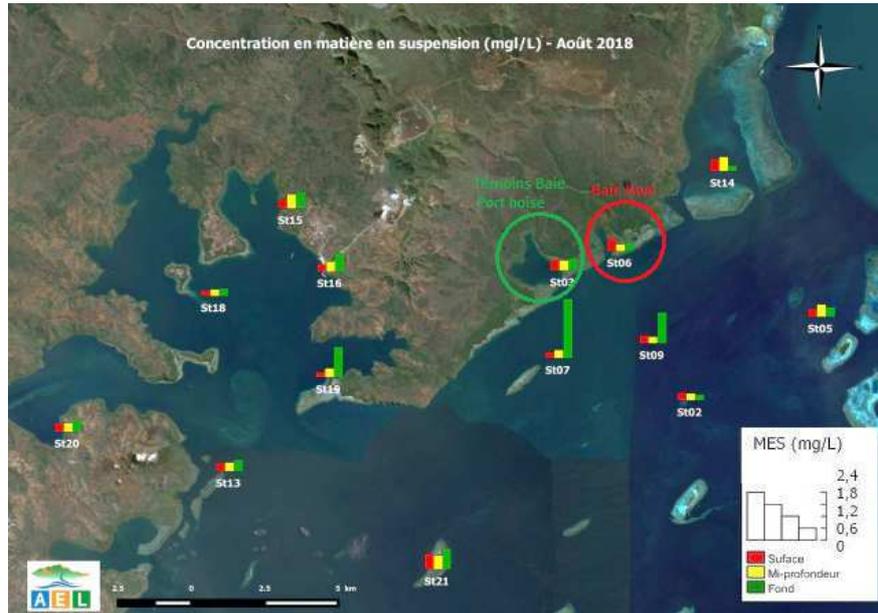
La forte pluviométrie lors des campagnes de prélèvements de mars n'a pas influencé les concentrations en MES des eaux de surface de la baie Kwé et de la baie de Port Boisé qui sont restées faibles (peu chargées en matières en suspension).

Figure 199 : Comparaisons spatiales des concentrations en MES relevées à 3 profondeurs sur l'ensemble des stations du réseau de suivi VNC - Campagnes de mars 2018



En aout 2018, la pluviométrie était faible, les ordres de grandeurs des concentrations en MEST restent très faibles même dans les baies.

Figure 200 : Comparaisons spatiales des concentrations en MES relevées à 3 profondeurs sur l'ensemble des stations du réseau de suivi VNC - Campagnes d'Août 2018



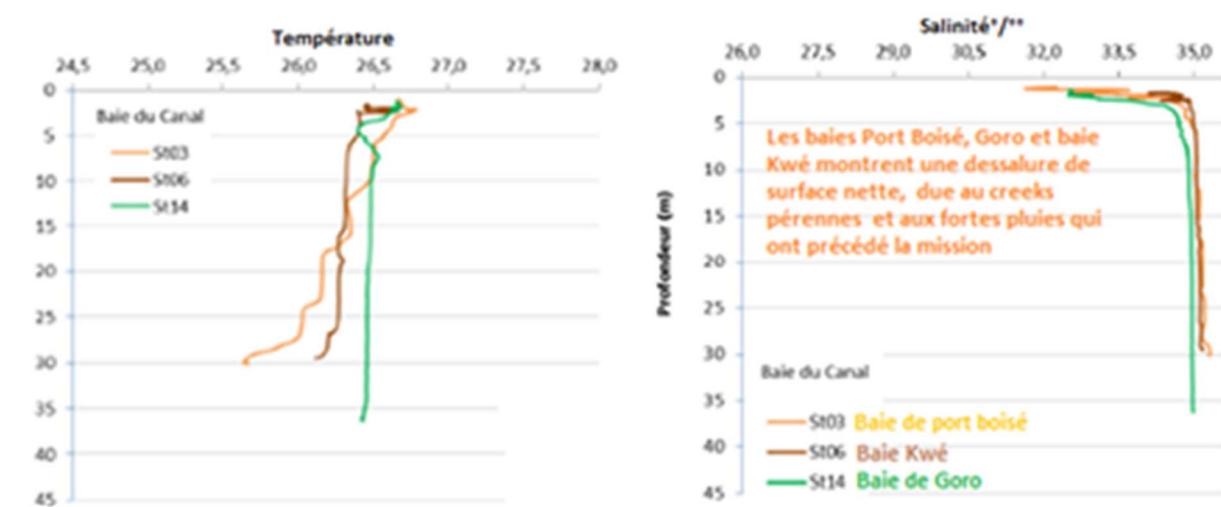
Les concentrations en MES 2018 les plus élevées ont été mesurées en profondeur dans le Canal de la Havannah (St07). (Zone de ressac au bas d'un tombant corallien).

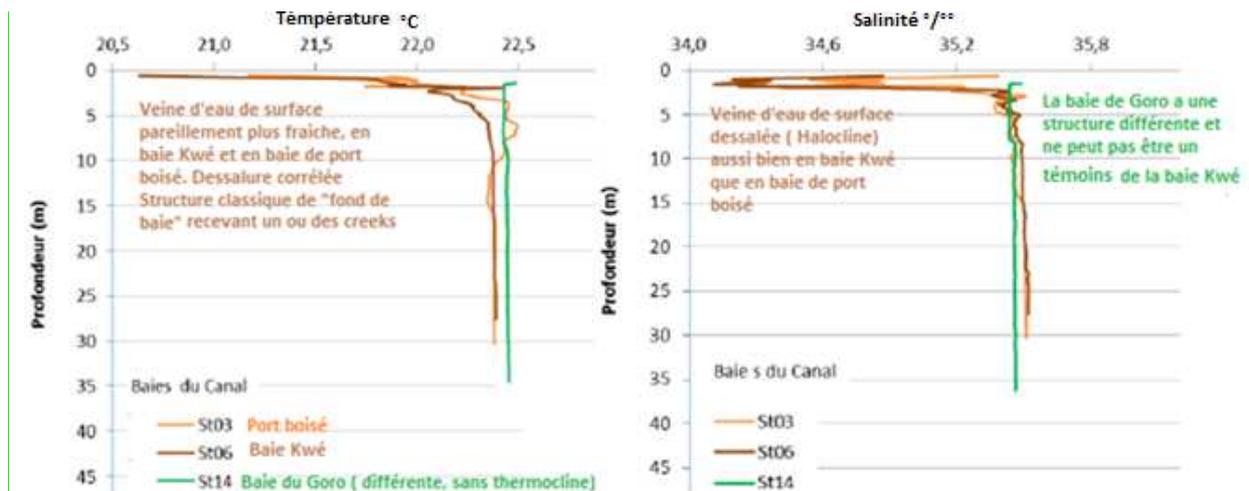
6.2.3.4 Structure de la masse d'eau : Profils de température, salinité, fluorescence et turbidité en fonction de la profondeur

Les couches d'eau des baies Kwé et Port boisé sont stratifiées en raison de l'apport d'eau douce (moins dense). Cette stratification est d'autant plus marquée que la pluviométrie a été intense juste avant ou pendant la campagne de suivi. Les profils obtenus par les sondes sont présentés ci-dessous pour la température et la salinité.

Ces résultats confirment les définitions d'hydro-régions distinctes : Baies Nord du Canal de la Havannah / Canal de la Havannah / Baie du Prony / Baie de Goro / Canal Woodin...avec un gradient d'influence marine ou terrestre qui les sépare.

Figure 201 : Profils de températures et de salinité lors des campagnes du premier et du second semestre 2018





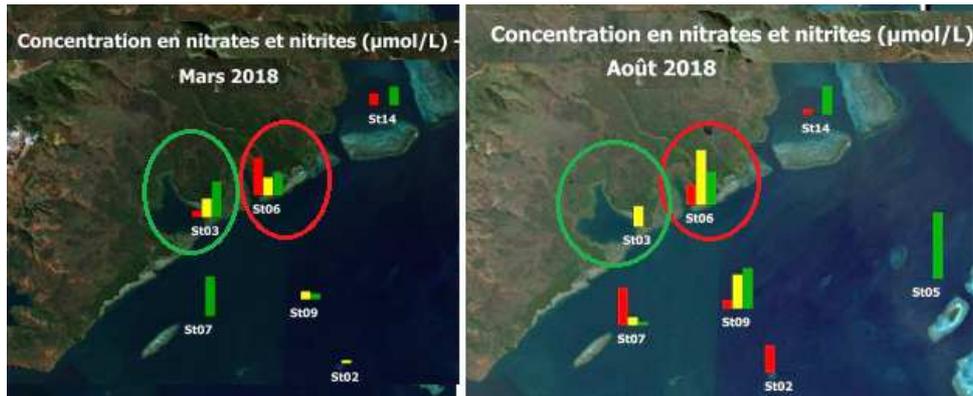
6.2.3.5 Concentrations en sels nutritifs : nitrates et nitrites, ammonium NH_4^+ , phosphates, silicates

Les concentrations en nitrates et nitrites (additionnés NO_3+NO_2 lors des analyses pour VNC, avec une limite de détection de $0,002 \mu\text{mol/L}$) restent inférieures aux recommandations du guide du CNRT-2011 du suivi du lagon calédonien.

Tableau 71 : Concentrations en sels nutritifs sur St06 et St03 en 2018 et indications du guide du lagon CNRT/ZONECO-2011

Station	Niveau	Sels nutritifs ($\mu\text{mol/L}$)			
		NO_3+NO_2	NH_4	PO_4	SiO_4
Mars 2018 ST03 Témoins	S	0,149	0,144	<0,05	10,69
	M	0,417	0,249	0,057	1,28
	F	0,798	0,214	0,112	1,48
Mars 2018 ST06	S	0,842	0,310	0,062	9,80
	M	0,401	0,007	0,068	1,47
	F	0,502	0,415	0,052	1,53
Aout 2018 ST03 Témoins	S	<0,050	0,125	<0,050	10,154
	M	<0,050	0,091	0,080	1,654
	F	<0,050	0,062	<0,050	1,012
Aout 2018 ST06	S	0,456	0,208	<0,050	1,700
	M	0,519	0,082	<0,050	1,514
	F	0,116	0,090	0,079	1,581

Fond de baie, littoral		Milieu considéré comme non perturbé	Milieu considéré comme modérément perturbé	Milieu évoluant probablement vers l'eutrophisation
NH_4^+	($\mu\text{mol/L}$)	< 0.5	[0.5 – 1.0[> 1.0
NO_3 seul	($\mu\text{mol/L}$)	< 0.2	[0.2 – 20[> 20
ORTHOPHOSPHATES	($\mu\text{mol/L}$)	< 0.5	[0.5 – 2.0[> 2.0



Après 10 années de suivi il n'y a pas eu d'eutrophisation ni de risque d'eutrophisation relevés sur l'ensemble du domaine, ni de bloom algal ou phyto-planctonique. Les sels nutritifs, la chlorophylle et les phéo-pigments sont également suivis.

6.2.3.6 Métaux dissous

Le guide du CNRT/ZONECO-2011 donne des indications pour le Cr(VI), le Ni et le Mn. Elles prises en compte dans les tableaux ci-dessous : en encadré **vert** le milieu est dit « **non perturbé** » à leur égard, d'après ce guide du lagon. En encadré **orange** elles indiquent une perturbation (anthropique ou naturelle), due **une signature terrigène plus intense**.

Tableau 72 : Concentration en métaux dissous en 2018 (campagnes de mars et aout 2018) sur ST06 et ST03

Station	Niveau	Métaux dissous (µg/L)										
		As	Cd	Cr ^{VI}	Cr _{total}	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Baie Kwé ST06	S	1,30	<0,025	0,173	0,832	0,051	<0,025	0,138	0,471	0,769	<0,100	<1,000
	M	1,70	<0,025	0,173	0,258	<0,027	<0,025	<0,059	0,062	0,108	<0,100	<1,000
	Mars F	1,70	<0,025	0,141	0,170	0,083	<0,025	0,072	0,547	0,270	<0,100	<1,000
Station témoins Port boisé ST03	S	1,30	<0,025	1,004	1,116	0,130	<0,025	0,135	0,306	1,438	<0,100	<1,000
	M	1,50	<0,025	0,191	0,242	<0,027	<0,025	<0,059	0,056	0,102	<0,100	<1,000
	Mars F	1,60	<0,025	0,134	0,160	<0,027	<0,025	<0,059	0,098	0,121	<0,100	<1,000

Station	Niveau	Métaux dissous (µg/L)										
		As*	Cd	Cr ^{VI}	Cr _{total}	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Baie Kwé ST06	S		<0,025	0,257	0,398	<0,027	<0,025	<0,059	<0,028	<0,022	<0,100	<1,00
	M		<0,025	0,690	0,814	<0,027	<0,025	<0,059	<0,028	<0,022	<0,100	<1,00
	Aout F	En attente résultats analyses pour As	<0,025	0,174	0,282	<0,027	<0,025	0,177	<0,028	<0,022	<0,100	<1,00
Baie Témoins Port Boisé ST03	S		<0,025	0,164	0,188	<0,027	<0,025	0,083	0,151	0,155	<0,100	<1,00
	M		<0,025	0,190	0,216	<0,027	<0,025	0,062	0,051	0,058	<0,100	<1,00
	Aout F		<0,025	0,177	0,196	<0,027	<0,025	0,066	0,034	0,058	<0,100	<1,00

- Au niveau du cuivre et du zinc

Ce sont des marqueurs d'activités urbaines (ou portuaires). Ces concentrations n'ont montré aucune élévation en Baie Kwé.

Aucune trace de pollution par Cu, Zn, Pb.

- Pour As

Les faibles concentrations en As sont associées aux eaux océaniques du large et sont ubiquistes. Aucune perturbation en baie Kwé.

- Au niveau des métaux indicateurs terrigènes : Ni, Co Cr, Cr (VI), et Mn

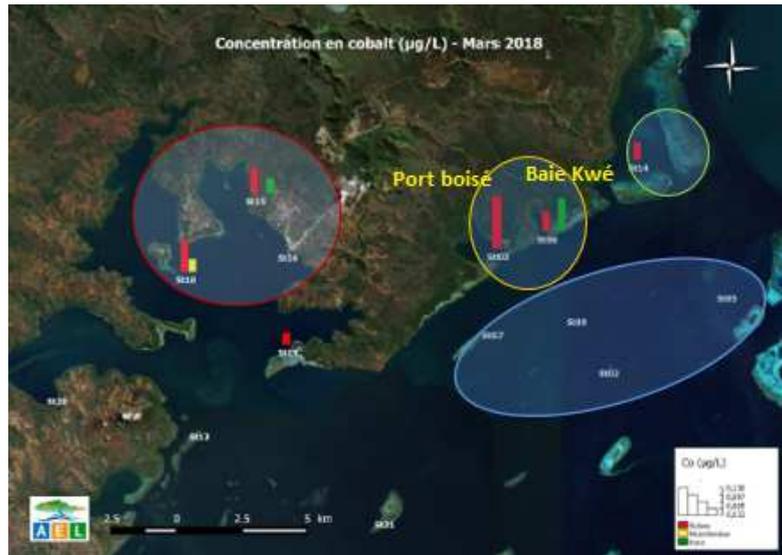
Sont corrélés en indicateurs terrigènes significatifs : Ni, Co et Cr. Dans le lagon calédonien ils présentent à la fois un gradient décroissant de concentrations : cote → large et un gradient naturel et constant : eau de surface → eau du fond. Le Mn aussi, mais de façon moins conservatrice.

Le Fer dissous, en raison de sa participation aux réseaux trophiques ne l'est pas et ne présente pas ce gradient systématique. Il n'est un indicateur terrigène qu'en zone d'estuaire proche de la source et par ailleurs les réseaux trophiques complexes régissent sa répartition.

Les cartes ci-dessous sont une présentation spatiale permettant une comparaison des stations par hydro- régions, seules quelques-unes de ces cartes semestrielles sont présentées ici.

Figure 202 : Concentrations en métaux dissous dans le domaine suivi. Ni, Co à 3 profondeurs Mars 2018





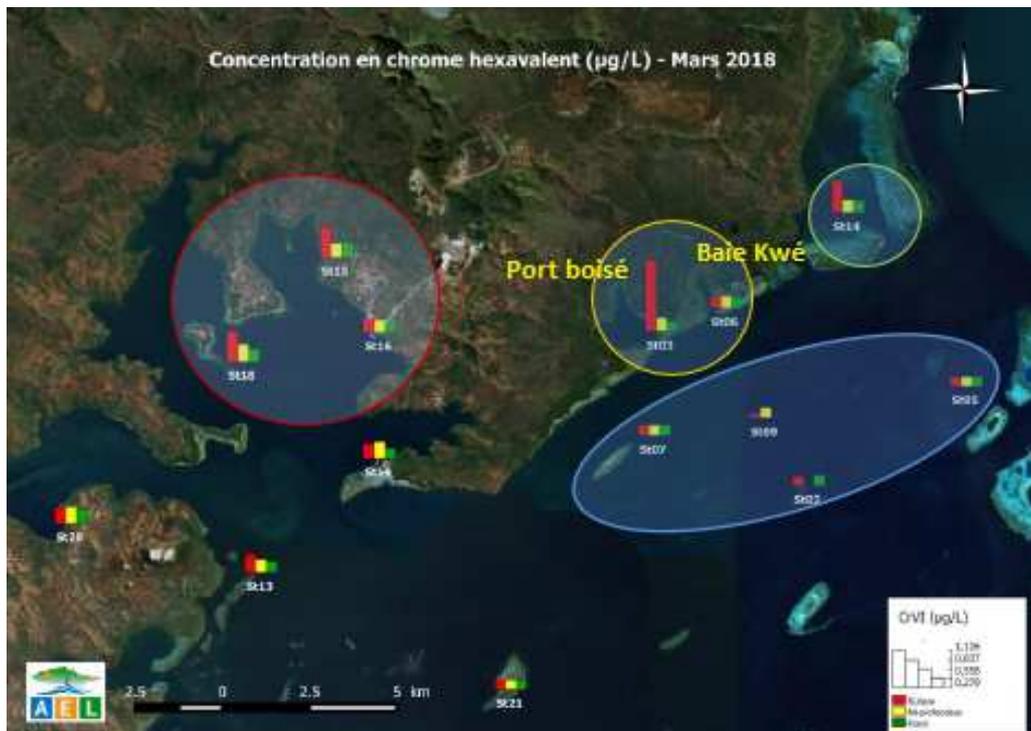
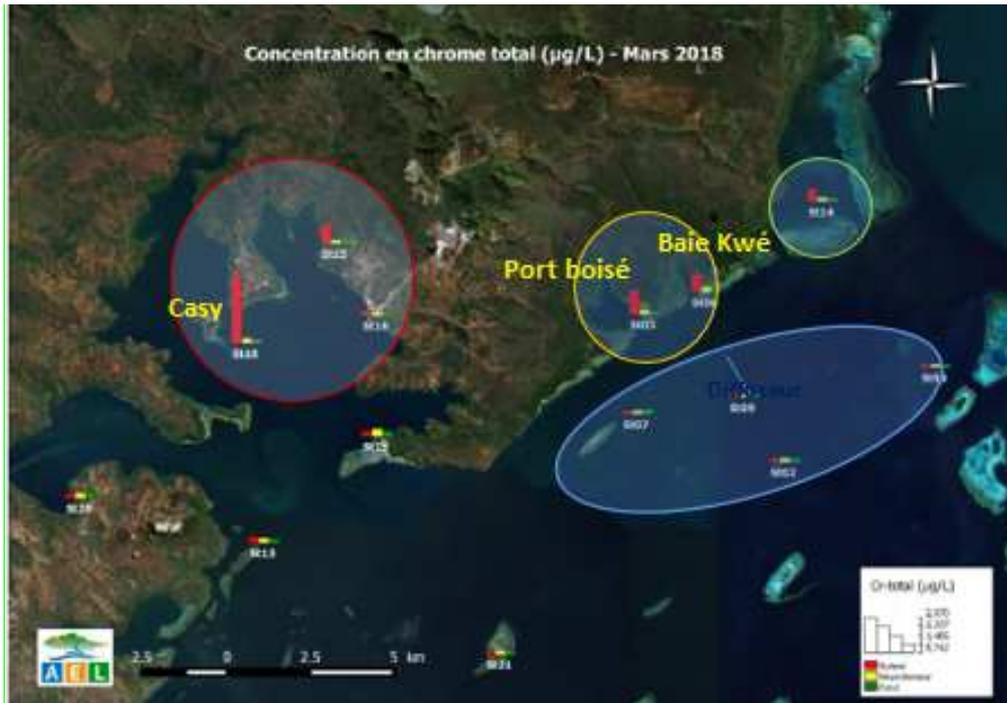
Les campagnes représentées ci-dessus (Mars 2018) ont été effectuées après de fortes pluies pénalisantes par une pression terrigène accentuée. Il faut remarquer :

- Les basses concentrations en indicateurs terrigènes au centre du canal de la Havannah, une barrière hydro dynamique rabat les panaches des rivières sur la côte Nord, vers le SW ou le NE selon la marée.
- Pour la station ST09 proche du rejet de l'effluent marin traité : rien à signaler même dans la couche profonde

La baie Kwé (sous pression minière) et la baie de Port boisé (son homologue témoin) évoluent de façon parallèle et la baie Kwé ne montre aucune dérive quant au Ni et Co dissous même en eaux de surface et après de fortes pluies.

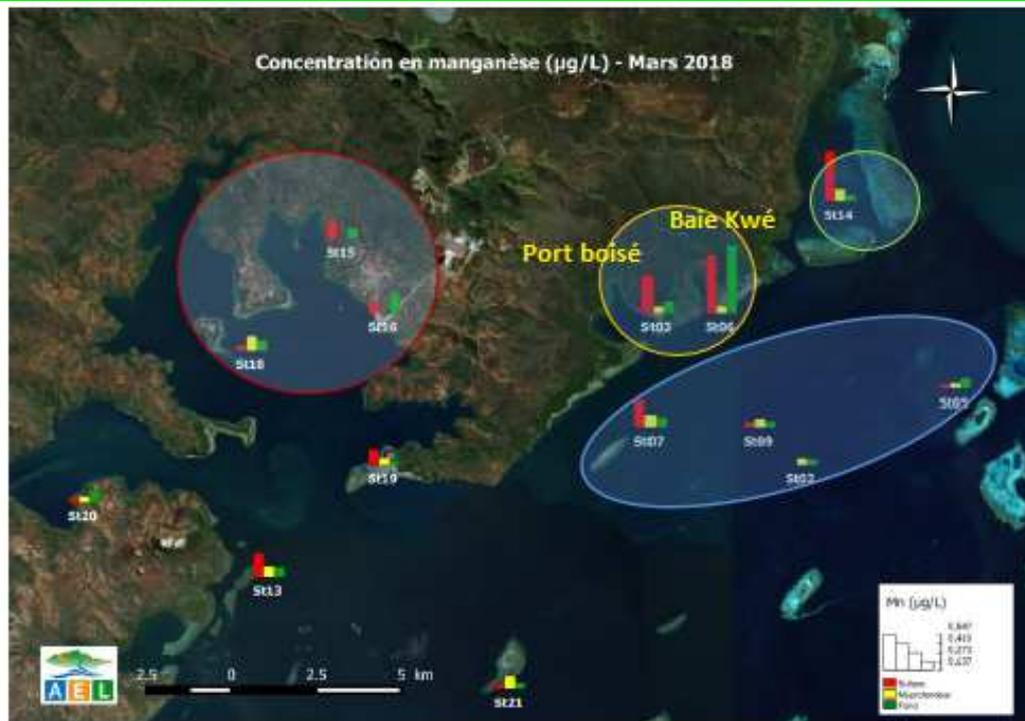
Le même type de comparaison spatiale est effectué pour le manganèse et le Chrome.

Figure 203 : Concentrations en métaux dissous dans le domaine suivi Cr, Cr(VI) et Mn à 3 profondeurs



La baie Kwé ne présente pas de surconcentration en Cr Cr(VI) et Mn en mars 2018 même après les fortes pluies qui ont précédé les prélèvements, elle reste dans la fourchette des concentrations des baies et de son témoins : la baie de port Boisé.

Remarque : En baie de Prony c'est l'îlot Casy qui reçoit les eaux de ruissellement des versants Ouest de la baie du Prony (hors influence Vale NC) qui est souvent la plus « signée » par des métaux terrigènes dissous dont le Chrome.



Pour le Mn, la limite seuil d'alerte du guide CNRT n'est pas atteinte, Ni en baie Kwé ni en baie de Port boisé, ni en baie de Goro.

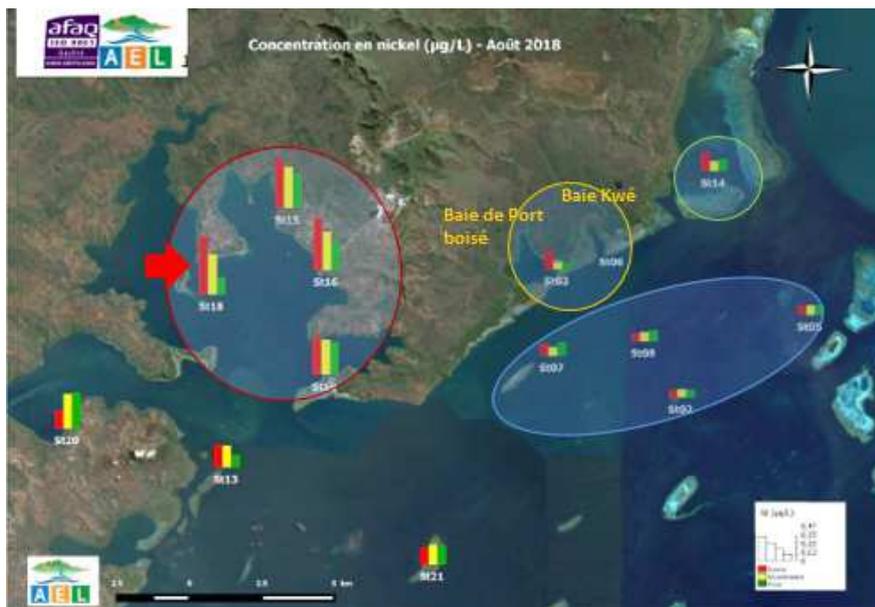
Le tableau suivant indique les concentrations obtenues pour le Chrome et le Chrome VI en mars et en aout, en baie témoins St03 et en baie Kwé St 06, en prenant en compte les indications du guide du lagon CNRT/ZONECO- 2011. D'après ce guide : Aucune perturbation si $[Cr(VI)] < 0,25 \mu\text{g/L}$. Il indique une perturbation notable (sans en donner l'origine anthropique ou naturelle) si $[Cr(VI)] < 0,60 \mu\text{g/L}$. Il ne donne pas d'indication pour le Cr Total.

Figure 204 : Concentrations en métaux dissous Cr Total et Cr (VI) LORS des prélèvements de MARS et d'AOUT 2018 en baie Kwé (ST06) et baie de port Boisé (ST03)

Cr µg/L	2018	Port boisé St03 Témoins			Baie Kwé St06			Canal Havannah St09 Fond proche effluent	Guide CNRT 2011
		Surface	Mi fond	Fond	Surface	Mi fond	Fond	Fond ou mi fond	
Cr Total	Mars (fortes pluies)	1,116	0,242	0,160	0,832	0,258	0,170	0,156	Perturbation si : Cr (VI) > 0,6 dans les baies
	Aout (+ sec)	0,188	0,216	0,196	0,398	0,814	0,282	0,216	
Cr VI	Mars (fortes pluies)	1,004	0,191	0,134	0,173	0,173	0,141	0,145	
	Aout (+ sec)	0,164	0,190	0,177	0,257	0,690	0,174	0,119	
		Veine d'eau de surface perturbée Eau plus profonde non perturbée			Veine eau de surface ponctuellement perturbée. Eau plus profonde non perturbée			Eau non perturbée	

- A titre indicatif : Au niveau du Cr, les concentrations moyennes dans la rade de Nouméa sont de l'ordre de 1,9 µg/L avec des pics à 6 µg/L. (Données : bibliographie site d'CEIL)
- Le guide d'aquaculture du Queensland recommande $[Cr] < 100 \mu\text{g/L}$. (Queensland water Quality Guidelines 2009).
- Le guide du CNRT-2011 indique que l'eau des baies calédonniennes est perturbée et à surveiller si $\text{Cr(VI)} > 0,60 \mu\text{g/L}$. Il ne donne pas d'indication pour le Cr Total.

La campagne de suivi d'août (S2/2018) effectuée en période plus sèche, confirme les résultats de Mars (S1/2018). Il faut comparer la Baie Kwé avec son témoin de Port boisé. La baie Kwé ne présente aucune concentration excessive en métaux dissous indicateurs terrigènes : Ni, Co, Mn



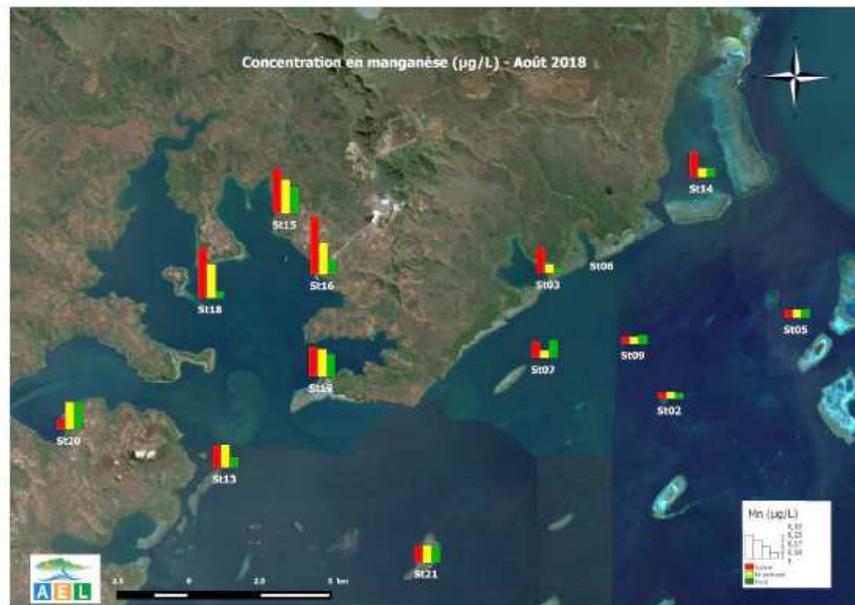


Figure 205 : Concentrations en métaux dissous dans le domaine suivi Ni, Co et Mn à 3 profondeurs lors de la campagne S2/2018 d'août

Après les comparaisons spatiales qui permettent de rapidement détecter un pic de concentration, il faut suivre les évolutions temporelles en les corrélant aux aléas météorologiques.

Sur les figures ci-dessous la ligne rouge indique la **limite de quantification LQ**, la ligne verte inférieure donne l'indication du guide CNRT/ZONCO-2011 en dessous de laquelle les concentrations relevées montrent un **milieu non perturbé**, la ligne verte supérieure est l'indication de ce guide pour laquelle **les concentrations plus élevées sont un indice de milieu perturbé** (de façon anthropique ou naturelle).

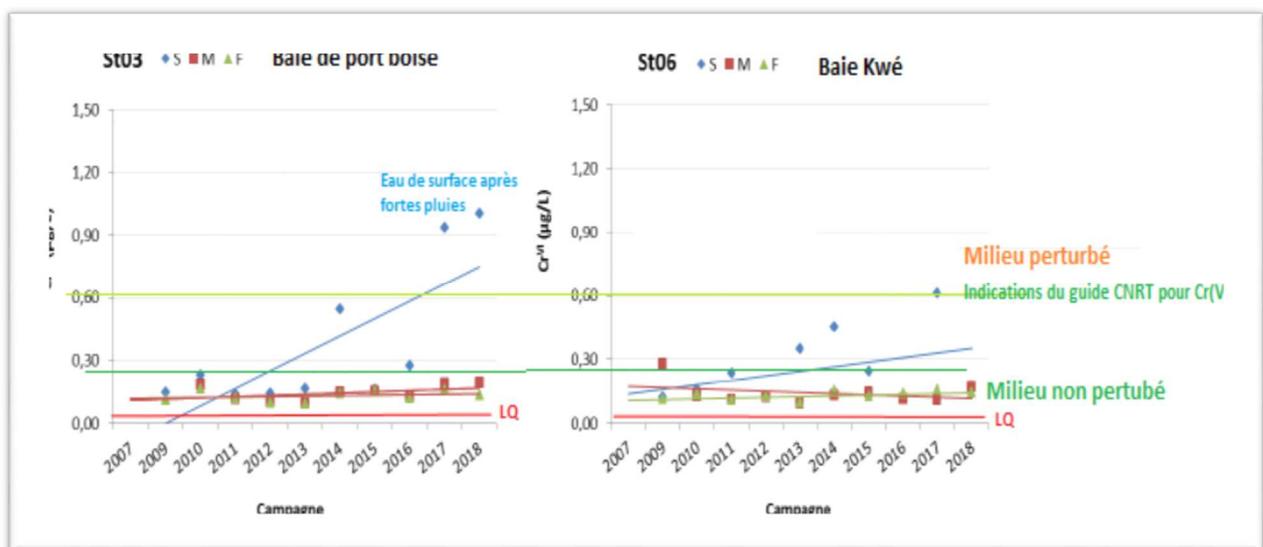


Figure 206 : Evolution temporelle des concentrations en Cr (VI) lors des diverses campagnes de saisons chaudes sur St03 et St 06 (Prélèvements en mars)

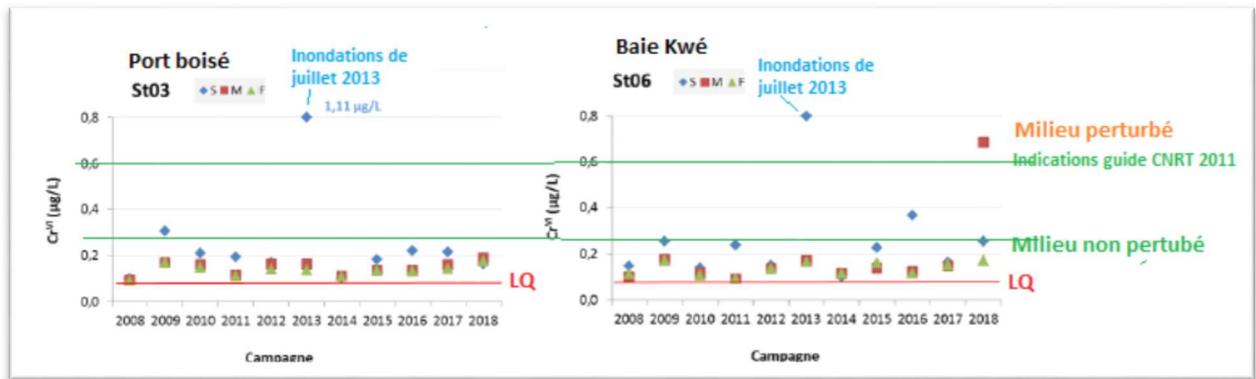


Figure 207 : Evolution temporelle des concentrations en Cr (VI) lors des diverses campagnes de saisons fraîches sur St03 et ST06 (Prélèvements en août)

Ce type de suivi temporel est effectué avec les autres paramètres suivis ; ne sont donnés ici que les indicateurs les plus pertinents.

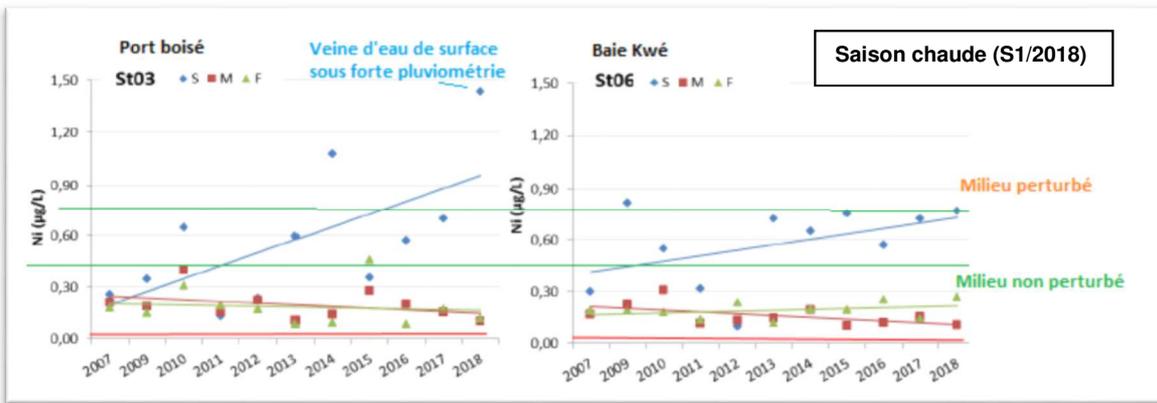


Figure 208 : Evolution temporelle des concentrations en Ni lors des diverses campagnes de saisons chaudes et fraîches sur St03 et St 06 (Prélèvements en mars 2018)

Les saisons chaude et fraîches sont comparées séparément (avis des experts) pour réduire l'hétérogénéité.

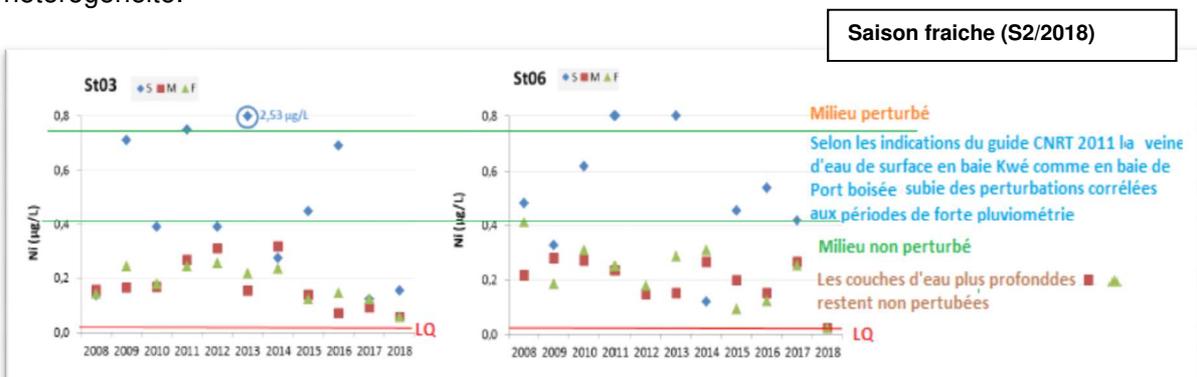


Figure 209 : Evolution temporelle des concentrations en Ni lors des diverses campagnes de saisons chaudes et fraîches sur St03 et St 06 (Prélèvements en août 2018)

- La valeur maximale en baie Kwé est de [Ni] : 0,8µg/L dans la veine d'eau de surface après de très fortes pluies ; les concentrations [Ni] restent < 0,40 µg/L plus en profondeur ce qui indique une eau non perturbée dans le guide CNRT ;
- Le guide du CNRT-2011 indique une perturbation (naturelle ou anthropique) à suivre si [Ni] > 0,75 µg/L ; Cette concentration n'est atteinte en baie Kwé et baie de port boisé que sur la veine d'eau de surface, dessalée, et de façon sporadique après une forte pluviométrie
- Dans la grande rade proche de Nouméa les concentrations en Ni atteignent 5 µg/L avec des pics à 10 µg/L et une moyenne d'environ 3,4µg/L (Bibliographie site de l'Œil) ;
- Le guide du Queensland pour l'aquaculture (Queensland water Quality Guidelines 2009) recommande [Ni] < 10 µg/L ;

Le suivi du Manganèse donne les mêmes indications : Maximum en baie Kwé dans la veine d'eau de surface : 0,9 µg/L après de fortes pluies ; 0,7µg/l en baie de Port boisé cependant les eaux plus profondes (et de surface, sauf épisode pluvieux très intense) restent [Mn] < 0,35 µg/L ce qui indique une eau non perturbée d'après le guide du CNRT-2011.

A titre indicatif la rade de Nouméa présente des pics en [Mn] de 3 µg/L et une moyenne aux alentours de 1,33 µg/L en [Mn]. Le guide du Queensland pour l'aquaculture ainsi que les études éco-toxicologiques sur les biotes du lagon calédoniens recommandent [Mn] < 10 µg/L.

Conclusion : Il ressort de l'ensemble de ce type d'analyse temporelles que seule la veine d'eau de surface (dessalée) montre aussi bien en baie Kwé (St06) que dans la baie témoins de Port boisé (St03) des pics de concentrations en métaux dissous issus du cortège latéritique, suite à une pluviométrie intense qui lessive les bassins versants.

Ce même phénomène est suivi en baie de Prony et montre l'influence des eaux des creeks. La signature terrigène est en tendance haussière faible, mais la baie Kwé ne se démarque pas des autres baies ni de la baie-témoin. Plus en profondeur l'eau de mer reste non perturbée, même suite à de fortes précipitations.

Les prélèvements d'échantillons d'eau de mer, aussi fréquents soient-ils, restent ponctuels et la méthodologie de suivis intégrateurs (séquencés pour plus de finesse) est à privilégier. Par exemple : le suivi des flux de MES (48 jours de prélèvements continus) avec analyses de ces MES ou/et un suivi par capteurs de métaux dissous de type DGT (2 mois de contact ou plus).

6.2.4 Suivi de la qualité des sédiments (triennal)

Les dernières campagnes d'analyses de la qualité des sédiments sur les 14 stations ciblées ont eu lieu en 2012 et 2015 puis 2018. Les résultats 2018 concernant la baie Kwé sont résumés ici.

Les données intégrales, la méthodologie et les analyses détaillées sont dans les rapports semestriels.

6.2.4.1 Composition minéralogique des sédiments de surface (ST06- BAIE KWE)

St 06 comme son témoins St03 présentent des fractions pélitiques (fines) d'origine marine avec une influence terrigène restant relativement marquée, tout comme St16 (Port de Prony), St19 (Rade Est de Prony) et St 20 (Baie Iré du canal Woodin).

En baie Kwé (St06) la fraction de Goethite d'origine terrigène (25%) reste minoritaire par rapport à la fraction de sédiments d'origine marine qui sont dus aux platiers coralliens (69%), de même en baie de Port Boisé (St03). Cela signifie que l'influence marine reste forte et ceci depuis les premiers états initiaux. Au contraire au Nord de la baie de Prony, la goethite est dominante, les hydro- régions présentent des fonds différents.

Le fort hydrodynamisme du centre du canal de la Havannah (St 09 proche du diffuseur et ST 05) est prouvé par l'absence de sédiments relevables par benne.

Le tableau ci-dessous montre que la baie de Prony est sous la plus forte influence terrigène puis les baie de Port boisé (St 03) et Baie Kwé (St06), qui sont sous influence terrigène mais avec tout de même un % élevé (voir majoritaire) de sédiments de surface d'origine marine (Calcite, calcite Mg et aragonite).

Cette observation n'a pas varié depuis les états des lieux.

Tableau 73 : Composition minéralogique de la fraction fine ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) des sédiments de surface-Année 2018

Zone	Station	% Calcite	% Calcite Mg	% Aragonite	% Halite	% Goethite	% Autres*
Baie du Prony	Creek baie Nord St15	5	7	2	0	54	32
	Port de Prony St16	24	26	8	1	23	19
	St18	22	52	12	7	4	3
	St19	25	35	12	0	21	6
Port boisé	St02	17	54	25	4	1	0
	Témoins de St06 St03	20	49	17	2	8	4
Canal de la Havannah	Témoins de St09 St05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Baie Kwé St06	15	39	15	0	25	5
	St07	26	46	17	3	2	5
	Proche diffuseur St09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ile Ouen	St14	16	50	23	2	4	5
	St21	23	49	18	9	1	0
	St13	28	49	20	0	1	2
	St20	21	24	10	1	22	23

Pas de sédiments fins sur le fond (pour St05, St09, St09 Proche diffuseur)

6.2.4.2 Concentration en métaux totaux dans les sédiments (ST06- BAIE KWE)

Les plus fortes concentrations en Co, Cr, Fe, Mn et Ni sont toujours relevées dans les zones soumises aux apports terrigènes directement véhiculés par les creeks, surtout s'ils sont permanents, et caractérisés par un hydrodynamisme faible : Exemple, Nord- ouest et Est de la baie du Prony. C'est le cas des stations localisées dans les baies et les rades à savoir St03 (Port Boisé), St06 (Baie Kwé), St15 (Creek Baie Nord). Cela correspond aux définitions des hydro-régions différentes du lagon, ces trois stations sont en milieu caractéristique de « fond de baie ».

La matrice de corrélation inter-éléments établie à partir des concentrations totales analysées dans la fraction fine (pélimitique) des sédiments a montré que les métaux (Co, Cr, Fe, Mn et Ni) présentent d'importantes similarités de comportement entre eux, ils ont un comportement opposé au Ca. Ces observations permettent de conforter l'hypothèse de l'origine latéritique de ces éléments (Co, Cr, Fe, Mn et Ni).

Le fer est ici un indicateur, il est non pas dissous mais dans les sédiments.

Le tableau suivant montre les concentrations en 7 métaux plus le Calcium, relevées après analyses dans la fraction fine totale des sédiments sur 14 stations. Les résultats sont conformes aux valeurs attendues et confirment les hydro-régions avec la baie de Prony sous très forte signature terrigène (plus forte au Nord qu'au sud de cette baie) et une grande similitude entre la baie Kwé et la baie de Port boisé.

Tableau 74 : Concentrations totales en Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni mesurées dans les fractions fines (pélimitique) des sédiments de surface - 2018

Zone	Station	Concentrations en éléments totaux (mg/kg ps)							
		Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
Baie du Prony	ST15	42410	238	12271	12,96	253875	1616	2828	215
	ST16	175246	87,82	2916	11,49	98628	635	1152	206
	ST18	194745	25,71	669	10,75	29299	260	266	205
	ST19	237013	58,22	2221	10,75	62213	282	794	205
Baie de port boisé	ST02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ST03	259862	25,57	747	10,75	27220	211	305	205
Baie Kwé	ST05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ST06	222497	92,05	2977	10,76	83048	399	1118	206
Canal de la Havannah	ST07	275090	15,68	532	10,81	19758	107	221	204
	ST09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ST14	217594	14,39	839	10,75	17828	119	157	204
	ST21	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ile Ouen	ST13	270275	24,43	852	10,75	26574	167	341	204
	ST20	172997	134	4945	10,75	111193	692	1592	205

ND : valeur non déterminée. Manque de sédiments fins sur un fond soumis à un fort hydrodynamisme.

Le ratio Ca/Fe (dans les MES et les sédiments uniquement) est un indicateur que Vale NC a mis en place (avec le bureau d'études AEL) ; il permet de suivre de façon synthétique rapide l'influence terrigène qui augmente si ce ratio diminue.

Ce ratio est calculé (et suivi) sur toutes les stations, il permet aussi de différencier les hydro-régions, il est >10 en zones marines et il est < 2 au Nord de la baie du Prony en zone d'influence terrigène forte.

En baie Kwé comme en baie de port Boisé, de ratio est le suivant :

Tableau 75 : Evolution des ratios Ca/Fe mesurés dans les fractions pélitiques lors des différentes campagnes du suivi géochimique des sédiments de surface

Zone	Station	ratio Ca/Fe		
		2012	2015	2018
Port boisé	St03	2,77	4,93	9,53
Baie Kwé	St06	2,94	1,64	2,68

Par rapport à 2012, le ratio Ca/fer dans les sédiments fins a augmenté en baie de Port boisé et il reste relativement stable en baie Kwé ; son suivi en temps qu'indicateur intéressant se poursuit. Il faut prendre en compte l'hétérogénéité naturelle du fond et donc une variabilité naturelle de ce ratio.

La station St06 de la baie Kwé ne montre pas un effondrement du ratio Ca/Fe, les sédiments d'origine terrestre ne sont pas dominants, même s'ils sont présents comme dans toutes les baies. Le fort hydrodynamisme de la baie Kwé avec son courant sortant (rabattu en cote par la barrière hydrodynamique de centre du canal de la Havannah) et l'influence marine notamment lors des vents de secteurs Sud, sont à prendre en compte.

6.2.4.3 Comparaisons interannuelles 2006, 2009, 2012, 2015 et 2018

L'évolution temporelle de concentrations en métaux dans les sédiments est donnée dans le tableau suivant, entre 2006 et 2018.

Tableau 76 : Evolution des concentrations totales en Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni mesurées dans les fractions pélitiques des stations sentinelles lors des différentes campagnes du suivi géochimique des sédiments de surface (ST06 et ST 03)

Station	Campagne	Concentrations totales (mg/kg ps)					
		Ca	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Baie de Port boisé St03	2006	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2009	ND	70	1035	30320	485	551
	2012	243045	88	3012	87739	696	1654
	2015	283969	66	2250	57561	435	1013
	2018	259862	26	747	27220	211	305
Baie Kwé St06	2006	ND	67	3326	112500	658	1116
	2009	ND	79	1891	60066	666	1043
	2012	251858	87	2928	85756	677	1604
	2015	225917	115	5510	137848	817	2371
	2018	222497	92	2977	83048	399	1118

La campagne 2018 montre une baisse des concentrations en métaux dans les sédiments, par rapport à l'état de référence de 2006, pour l'ensemble des éléments Co, Cr, Fe, Mn et Ni (métaux représentatifs du cortège latéritique) dans les sédiments de la baie Kwé et également une baisse des concentrations observées pour les mêmes éléments par rapport à l'année 2009 dans les sédiments de la baie de Port Boisé.

Aux stations sentinelles (potentiellement sous influence du complexe minier), aucune hausse n'est observée ; les concentrations en Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les sédiments de surface demeurent, soit stables, soit en baisse par rapport à celles mesurées en 2006/2009.

Les données intégrales, la méthodologie et les analyses détaillées sont dans le rapport annuel des suivis du milieu marin.

A titre comparatif : La bibliographie du site de l'CEIL donne les concentrations suivantes pour 2002 en baie de Boulari, baie Sainte Marie, grande Rade et baie Maa.

Tableau 77 : Concentration en Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn et Pb (mg/kg en MS) en 17 points de Nouvelle Calédonie en décembre 2002 (Source : Dalto et al. (2006))

	Bay Maa			Grande Rade (mg/kg en MS)						Baie de Sainte Marie					Baie de Boulari		
	M23	M25	M26	D02	D07	D09	D11	D16	D64	N04	N10	N12	N19	N26	B03	B08	B17
Co	8,6	5,8	8,2	61,1	90,4	48,6	58,4	31,4	39,2	15	16,7	14,8	15,8	8,7	312,9	115,4	40,3
Cr	96,5	46	86,4	294	363,2	224,5	358,1	248,6	349,2	151	209,9	169,5	192,9	112	3231,5	1412,8	474,3
Cu	5,02	4,58	5,5	13,79	11,94	9,99	15,02	24,86	7,13	16,22	4,81	9,06	5,5	2,4	19,88	9,58	4,2
Mn	100,2	223,8	218,4	302,2	322,3	221,3	357,9	226,1	353,4	160,2	175,2	157,6	209,6	86,3	1875,5	799,2	315,2
Ni	147,2	58,3	124,2	1725,9	2569,3	1241,5	1320	670,9	610,2	221,6	282,7	222,2	255,5	133,1	4439,6	1839,7	606,7
Zn	20,67	13,39	21,36	123,55	160,95	120,18	160,06	96,06	59,48	65,36	30,58	37,93	33,25	17,31	140,87	67,4	31,38
Pb	1,85	1,28	2,01	28,43	32,57	25,82	37,28	28,18	8,57	24,1	6,45	10,98	7,34	5	5,07	3,85	3,22

Pour aller plus loin le suivi VNC des sédiments différencie les concentrations en métaux dans 4 phases différentes. En effet, compte tenu de la précision demandée en termes d'impact des activités minières dans le milieu marin, l'analyse de la concentration totale des métaux contenus dans les sédiments ne fournit qu'une information globale qui ne reflète pas une évaluation potentielle des niveaux de disponibilité de ces éléments chimiques attribuables aux apports industriels. L'analyse des différentes phases géochimiques qui composent le sédiment est préférable.

- Les métaux associés aux deux premières phases géochimiques (oxydable et acido-soluble) fournissent une évaluation des fractions les plus facilement disponibles pour les organismes vivants.
- Les deux dernières phases (réductible et résiduelle) représentent des fractions dans lesquelles les métaux sont de moins en moins disponibles et peuvent être assimilés à des signatures géochimiques d'apports terrigènes.

Synthèse des analyses :

- Cr, Fe et Ni sont présents quasi-exclusivement dans la phase résiduelle (matrice latéritique), quelle que soit la station et la zone d'étude, ils sont donc peu bio disponibles.
- Les faibles teneurs dans les formes oxydables (matière organique) et acido-solubles (carbonates) renseignent sur les quantités bio-disponibles pour ces métaux. En effet, toutes stations confondues, la fraction de métal la plus labile/disponible (oxydable + acido-soluble) ne représente, par rapport aux concentrations totales, qu'environ 4 % du Co total et 1 % du Cr total ; pour Fe et Ni le pourcentage est inférieur à l'unité. A l'inverse, les proportions augmentent significativement pour Mn (environ 22 % du total), cet élément serait potentiellement ainsi le plus disponible pour les organismes vivants

6.2.5 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.

Le suivi des flux de MES a duré 48 jours (12 fois 4 jours) de prélèvements séquentiels automatisés. Il y a 2 campagnes par an.

- S1/2018 : Début de la collecte : 03/03/2018/ Fin : 19/04/2018
- S2/2018 : Début de la collecte : 30 /05/2018/ Fin : 16/07/2018

6.2.5.1 Les masses moyennes collectées sur St 06 - Baie Kwé

Les diverses observations effectuées lors de précédentes missions montrent que la variabilité des masses collectées à cette station ST06-Baie Kwé est dépendante :

- de l'intensité des précipitations ;
- de l'orientation et de la force des vents qui conditionnent la dispersion et/ou confinent des panaches turbides ; les vents de secteur Sud lèvent une houle et un ressac qui remettent en suspension les sédiments du platier.

La fraction fine (pélites < 41µm) domine et plus de la moitié des MES récoltées sont d'origine marine (carbonates) sur la station St06 en baie Kwé. (En accord avec le suivi de la qualité des sédiments, cependant les flux de « MES de passage » peuvent ne pas être comparables aux sédiments déposés).

Les masses collectées sont indiquées dans le tableau ci-dessous (maximum lors de l'immersion par saison pluvieuse : mars 2018, juillet 2013...) mais une analyse plus détaillée s'impose.

Tableau 78 : Compilation des données moyennes ± écart-types des MES totale, des pourcentages massiques en fractions fines (Ø < 41 µm) et des teneurs en carbonates dans la fraction fine lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur ST06 (BAIE Kwé)

St06-KW1							
Campagne	MES totale (g)	% Ø < 41 µm	Carbonate (%)	Campagne	MES totale (g)	% Ø < 41 µm	Carbonate (%)
Oct. - Nov. 2006	1,46 ± 0,74	ND	74 ± 2	Janv. - Mars 2015	13,6 ± 7,2	79 ± 4	73 ± 3
Mars - Avr. 2007	4,61 ± 4,47	ND	76 ± 3	Oct. - Nov. 2015	7,77 ± 6,10	68 ± 6	47 ± 3
Juil. - Août 2011	5,07 ± 4,86	ND	69 ± 4	Juil. - Sept. 2016	5,74 ± 4,58	80 ± 2	60 ± 6
Janv. - Mars 2012	7,89 ± 6,64	75 ± 3	84 ± 5	Oct. - Nov. 2016	3,69 ± 2,78	79 ± 4	70 ± 5
Sept. - Oct. 2012	5,26 ± 2,62	70 ± 4	67 ± 3	Avr. - Mai 2017	9,06 ± 8,06	75 ± 3	71 ± 4
Janv. - Févr. 2013	9,29 ± 5,71	77 ± 5	67 ± 8	Sept. - Nov. 2017	4,08 ± 4,61	83 ± 2	71 ± 6
Juil. - Août 2013	11,6 ± 17,6	74 ± 4	46 ± 13	Mars - Avr. 2018	19,5 ± 27,3	68 ± 6	62 ± 5
Janv. - Mars 2014	12,1 ± 6,8	82 ± 4	84 ± 3	Mai - Juil. 2018	6,01 ± 4,57	84 ± 2	68 ± 3
Sept. - Oct. 2014	2,37 ± 1,68	84 ± 2	65 ± 4	-	-	-	-

ND : valeur non déterminée.

Entre les différentes campagnes, les flux peuvent varier fortement, en fonction de la pluviométrie et des vents qui remettent les sédiments en suspension en augmentant l'hydrodynamisme dans l'entrée de la baie. Un suivi de 48 jours est non-stop et ne s'affranchit pas des effets d'un cyclone. Une analyse plus fine de ces résultats est effectuée.

6.2.5.2 Analyses de la fraction fine de MES récoltés sur St 06 - Baie Kwé

La fraction fine de MES récoltées est analysée depuis 2007 et sa teneur en indicateurs terrigènes est suivie. (Cf. tableau et figure ci-dessous). Les inondations durant la première campagne 2013 montrent nettement leur empreinte ; fin 2018 les concentrations en Ni, Mn, Cr, Co dans les MES recueillies sont inférieures ou égales à celles de 2007. Le fer présente une tendance haussière atténuée fin 2018, quant au calcium il indique des MES d'origine marine constantes et stables.

Tableau 79 : Compilation des données moyennes ± écart-types des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St06- (Kwé).

Campagne	St06-KW1					
	Eléments (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 ± 19 652	82,9 ± 10,2	2 945 ± 287	81 853 ± 6 980	703 ± 75	1 460 ± 132
Janv. - Mars 2012	239 104 ± 5 873	101 ± 10	3 414 ± 302	103 323 ± 6 769	822 ± 77	1 885 ± 144
Sept. - Oct. 2012	264 386 ± 8 238	106 ± 15	3 874 ± 547	111 616 ± 11 753	840 ± 95	1 829 ± 201
Janv. - Mars 2013	236 752 ± 14 017	127 ± 19	4 634 ± 547	123 394 ± 15 208	1 123 ± 162	2 258 ± 321
Juil. - Août 2013	164 585 ± 51 369	215 ± 77	7 111 ± 2 797	189 733 ± 55 033	1 688 ± 656	3 540 ± 1 392
Janv. - Mars 2014	308 430 ± 13 137	46,1 ± 18,4	1 259 ± 257	31 190 ± 8 848	471 ± 210	588 ± 195
Sept. - Oct. 2014	242 858 ± 15 301	115 ± 19	3 829 ± 581	132 978 ± 17 334	885 ± 147	1 999 ± 258
Janv. - Mars 2015	271 510 ± 10 830	82,8 ± 12,1	3 007 ± 354	85 407 ± 11 481	735 ± 94	1 563 ± 233
Oct. - Nov. 2015	165 560 ± 11 919	108 ± 34	4 126 ± 1 307	101 619 ± 24 237	940 ± 267	1 882 ± 421
Juil. - Sept. 2016	219 412 ± 25 986	109 ± 23	3 083 ± 692	136 205 ± 22 923	974 ± 208	2 148 ± 403
Oct. - Nov. 2016	260 620 ± 20 111	86,3 ± 18,3	3 085 ± 557	116 993 ± 22 213	723 ± 149	1 770 ± 370
Avr. - Mai 2017	270 681 ± 14 894	80,8 ± 12,9	2 928 ± 429	110 875 ± 19 017	690 ± 102	1 716 ± 296
Sept. - Nov. 2017	264 210 ± 24 159	95,0 ± 13,6	3 422 ± 417	120 591 ± 12 247	742 ± 101	1 791 ± 224
Mars - Avr. 2018	228 717 ± 18 985	86,7 ± 81,8	3 279 ± 743	113 470 ± 23 892	783 ± 206	1 766 ± 450
Mai - Juil. 2018	249 671 ± 13 443	51,6 ± 8,8	2 001 ± 335	81 583 ± 12 926	448 ± 74	1 056 ± 178

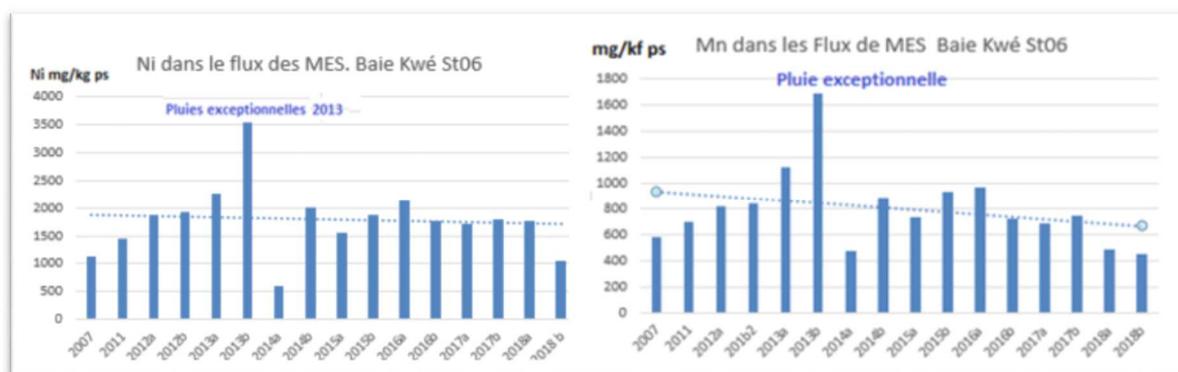


Figure 210 : Evolution des concentrations en Ni et en Mn obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de M.E.S. piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St06 (Baie Kwé)

Il n'y a pas de tendance haussière du Ni et du Mn dans les flux de MES en baie Kwé.

Comme pour les sédiments déposés, le ratio Ca/Fe dans les MES récoltées dans les flux peut donner des indications intéressantes ; s'il augmente l'influence marine augmente et l'influence terrestre diminue. Ce ratio est suivi depuis 2007 par VNC.

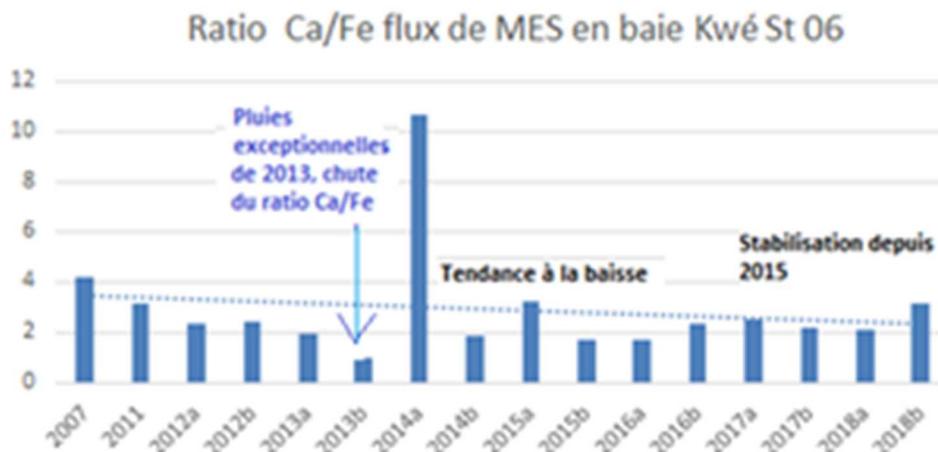


Figure 211 : Normalisation du calcium par le fer obtenu dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de M.E.S. (flux) piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges à St06-Baie Kwé

Le ratio Ca / Fe suivi depuis 2007 (dans la partie fine des M.E.S. récoltés dans les flux, sur la station St 06 de la baie Kwé), montre une légère tendance à la baisse surtout en raison de sa forte valeur en 2007. Au second semestre 2018, il augmente à nouveau.

En 2013 ce ratio avait chuté significativement (Cf. figure ci-dessus) à cause de l'épisode exceptionnel pluvieux de juillet 2013 (inondations dans toute la Calédonie) qui a provoqué une pression terrigène forte ; suivi d'un début 2014 sec et d'un ratio très élevé.

A partir de fin 2014 : le ratio Ca/Fe est stable avec une légère hausse fine 2018, ce qui indique une influence terrestre en légère baisse. Cet indicateur suivi sur proposition VNC/AEL a une variabilité naturelle encore en étude. *Les flux de MES calculés sur St 06 - Baie Kwé*

La densité de flux calculés lors de la campagne mars/avril 2018 sur St 06 est de **97,7 g/m²/j**,

La densité de flux mesurée lors de la seconde campagne sur St 06 est de **30,1 ± 22,8 g/m²/j**

Le guide ZoNeCo/CNRT indique que des flux de MES de **14 g/m²/j à 46 g/m²/j** selon la saison pluvieuse ou plus sèche, sont usuels dans ce type d'hydro-région.

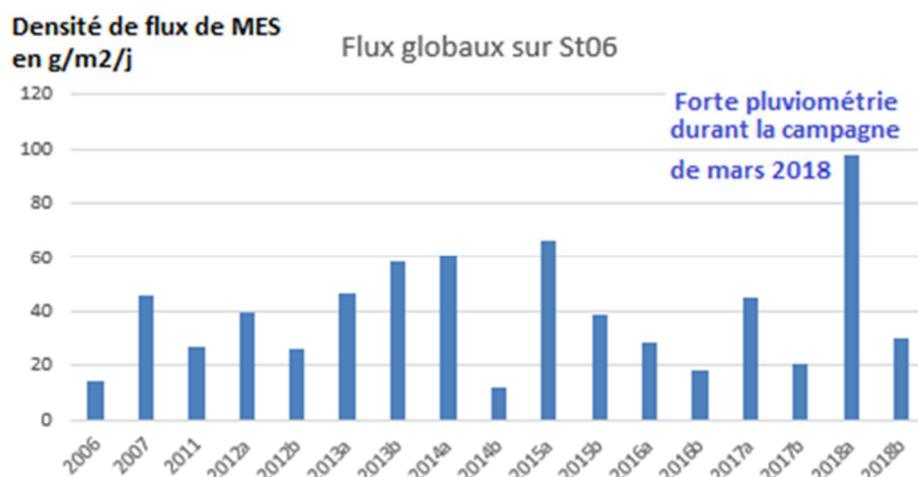


Figure 212 : Compilation des moyennes ± écart-type des flux en matière particulaire totale et des cumuls de masses de MES total piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur St 06

La densité de flux moyen mesurée lors de cette campagne du premier semestre est très supérieure à celle enregistrée en 2006 pour l'état de référence.

Entre les différentes campagnes, les densités moyennes de flux peuvent varier fortement sans montrer une tendance particulière ; la maximale étant mesurée pour la campagne S1/2018. D'après les experts cette forte densité est plutôt à mettre en lien avec les vents de $13,6 \pm 3,3$ m/s, (une intensité est plus haute qu'habituellement durant la campagne) , et leur orientation, en effet la partie carbonatée de ces MES reste très importante, elle ne sont pas un indicateur qui puisse cibler uniquement les MES terrigènes. Les fortes précipitations (631,3 mm) de la campagne qui ont généré des panaches sont aussi à prendre en compte mais la pluviométrie n'est pas le facteur unique.

En effet, du fait de l'emplacement de la station St06, le flux de MES mesuré est directement dépendant de l'effet combiné de la direction du vent, sa vitesse et accessoirement des précipitations. Ceci est mis en évidence par la campagne de janvier-mars 2014 où les 920,2 mm de pluie n'ont pas permis de piéger une densité supérieure que celle de la présente campagne ; les vents pour la campagne en 2014 étant beaucoup plus faibles ($9,3 \pm 4,0$ m/s), ils n'auraient pas favorisé la formation d'un clapot suffisant pour engendrer des remises en suspension des particules d'où la valeur inférieure.

Le suivi des flux de Nickel (dans les MES captées) est plus précis :

L'influence des très fortes précipitations est évidente en juillet 2013 et en mars/avril 2018. En dehors de ces pics la pression terrigène de signature latéritique via les flux de MES est relativement stable sur ST06 (Baie Kwé). Ci-dessous, le flux de l'indicateur terrigène le plus permutable : le nickel, est calculé depuis 2007 sur la station St06 de la baie Kwé.

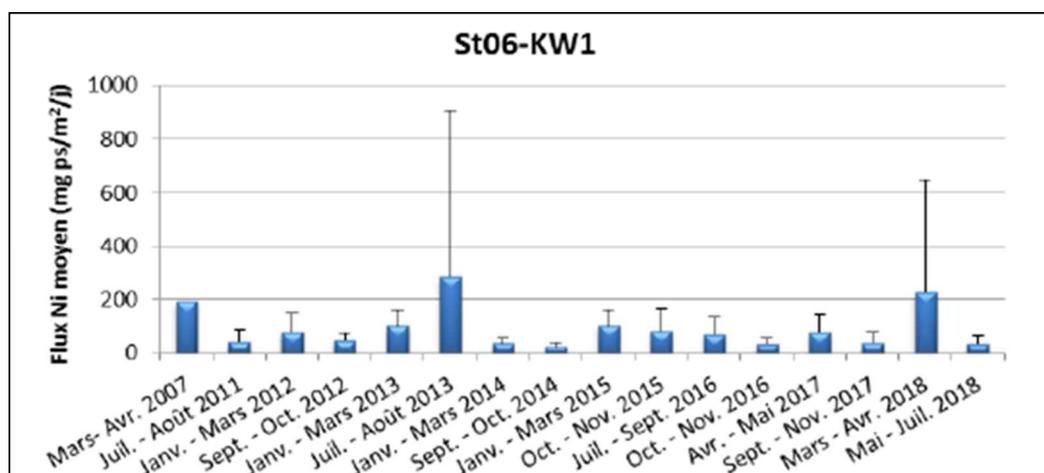


Figure 213 : Compilation des moyennes \pm écart-type des flux en nickel dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St 06

Les particules terrigènes piégées à la station St06-Kwé proviennent d'une même formation géologique. Comme souvent observées, la quantité et la nature de matière piégée est majoritairement influencée par les variations de direction et vitesse du vent, entraînant des courants et du clapot, et occasionnellement, par l'intensité des précipitations. Par ailleurs, la station subit des influences terrigènes et marines alternées. Globalement, entre 2007 (état de référence) et 2013, la diminution importante du ratio moyen Ca/Fe permet de constater une influence grandissante du terme source terrigène. Cette observation est étayée également par les valeurs moyennes des concentrations en métaux qui sont en augmentation sauf pour cette campagne où les concentrations obtenues en Co, Cr, Fe, Mn et Ni ainsi que le ratio Ca/Fe sont, soit comparables aux moyennes enregistrées en 2007, soit les ont rapproché. A noter également, la campagne de juillet-août 2013 présente à ce jour les concentrations métalliques et la densité du flux en Ni les

plus hautes à St06-KW1. Depuis, une stabilisation des apports terrigènes est manifeste. Toutefois, les conditions exceptionnelles de la première campagne de 2018 avec une forte pluviométrie et de forts vents omniprésents ont eu des conséquences sur la densité du flux en Ni ; elle constitue la deuxième plus forte valeur mesurée depuis 2007, ce qui est à relier avec la plus forte masse moyenne de MES piégée. Pour la dernière campagne 2018, avec peu de perturbations météorologiques, la densité de flux en Ni revient dans la grandeur d'ordre habituelle.

6.2.6 Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées

La station ST08 dite de la « pointe Puka » a été choisie dès 2007, (par le service environnement de la PS) parce qu'elle reçoit le panache des eaux (parfois turbides), qui sortent de la baie Kwé. Ces eaux sont régulièrement rabattues sur la côte.

Cette station est très exposée et sensible aux pluies exceptionnelles. Ces pluies provoquent une dessalure de surface, un panache turbide suivi d'une sédimentation ainsi qu'un fort hydrodynamisme sur la zone en cas de forte houle. Elle est aussi sensible à marée descendante aux eaux de la Port boisée. Cette station ST08 est une sentinelle extrêmement exposée aux pressions naturelles et anthropiques.

La station a été affectée en mars 2011 par la tempête tropicale Vania puis par les très fortes dépressions de 2013 (pluies de juillet 2013). En 2014 la résilience est amorcée et elle se poursuit en 2015 où le blanchissement corallien est totalement absent (ce qui est rare). Début 2016 elle reste relativement stable malgré le blanchissement généralisé du au phénomène mondial « El Niño ». Fin 2016 la richesse corallienne augmente.

Les étoiles de mer *Acanthaster* font des ravages à l'Ouest de la baie de Prony et dans le canal Woodin sont absentes sur la station ST08.

6.2.6.1 Suivi du substrat (méthode LIT)

Le transect du fond (ST08B), comme sur toutes les stations du lagon, est peu représentatif en coraux durs. Le transect A, très sensible aux panaches d'eau dessalée, montre un taux de recouvrement en coraux stable et important (33%).

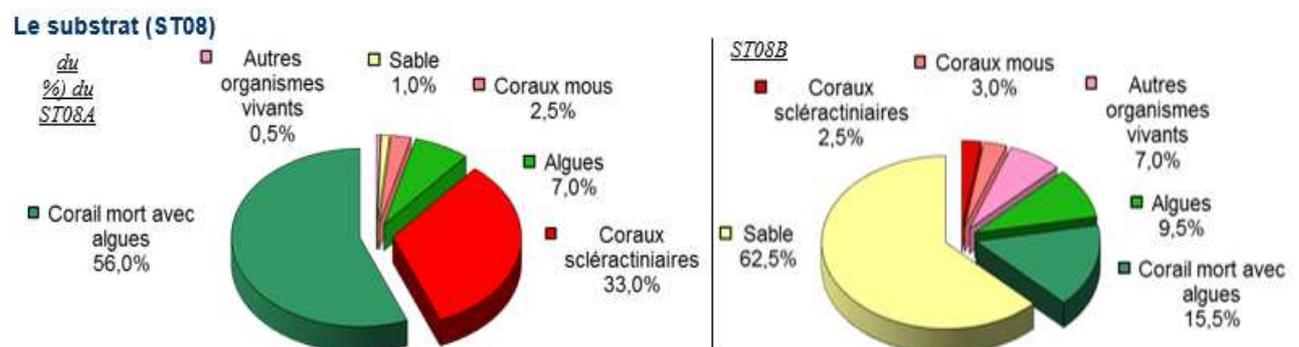


Figure 214 : Composition du substrat sur les deux transects de la station ST08 - Novembre 2018

Les données des suivis depuis 2008 montrent que le transect supérieur (ST08 A) sensible aux variations de salinité et de température, au blanchissement corallien et aux panaches terrigènes, présente une remarquable stabilité dans son % de coraux durs vivants. Le faible taux de blanchissement et le recrutement de juvéniles sont très positifs.

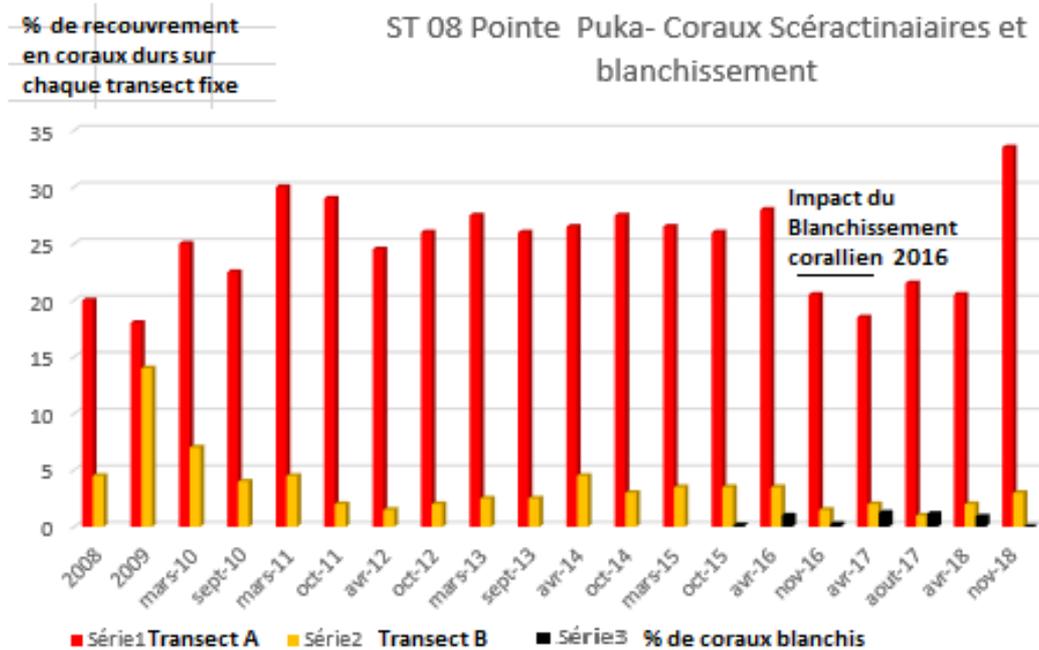


Figure 215 : Evolution de la couverture en coraux durs sur la station ST08 entre 2008 et 2018

Jusqu'à ce jour (novembre 2018) nous n'avons pas observé de bloom algal ou de cyanophycées.

En 2018, le blanchissement corallien sur la station ST08 est nul (ce qui est rare, car la bonne santé d'une station n'exclut pas le moindre stress). La station ST08 montre un recouvrement corallien significativement à la hausse et l'absence de trace d'*Acanthaster*. La station corallienne ST 08 est en bonne santé.

6.2.6.2 Au niveau du benthos évalué sur des couloirs de 100m²

En novembre 2018, la richesse spécifique de la station Puka (ST08) est composée de :

- 43 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 11 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons),
- actiniaires (2 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes :
- astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1
- taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies
- 4 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons), algues brunes (1 taxon), algues vertes (1 taxon)
- 1 espèce de cyanobactéries.

Indicateur Corail :

- **Blanchissement corallien (surface totale observée) :**

Octobre 2015 : 0.13% ; Avril 2016 : 1% ; Novembre 2016 : 0.23% ; Avril 2017 : 1.25% ; Septembre 2017 : 1.15% ; Mai 2018 : 0.9% ; Novembre 2018 : 0 %. Il est très faible.

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche.

- Perturbations sédimentaires : RAS pour cette mission.

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement en stable en A (niveau 2) et en augmentation en B (niveau 2 à 3). Elles colonisent principalement les colonies coralliennes mortes en place et les débris coralliens les débris coralliens et les algues rouges (*Asparagopsis*)
- Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place
- Algue brune *Lobophora* : disparition

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Disparition des *Drupella cornus*

Rapports intégraux des experts et données brutes en annexe des bilans semestriels du suivi marin global VNC

6.2.6.3 Au niveau des poissons (Station ST08)

Sur l'ensemble des *transects* de la station, 122 individus appartenant à 30 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.79 poissons/m² pour une biomasse de 11.04 g/m². 105 espèces complémentaires (hors des *transects* et hors liste restreinte imposée) ont été observées.

Les résultats pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau suivant et les figures suivantes.

Rappel :

- Abondance : nombre d'individus, transects/liste restreinte,
- Densité : en poisson/m², transects/liste restreinte,
- Biomasse : en g/m², transects/liste restreinte,
- Biodiversité 1 : espèces observées sur les transects et de la liste restreinte,
- Biodiversité 2 : espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte,
- Biodiversité 3 : toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte).

Tableau 80 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST08)

POISSONS

Puka ST08		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2018 b	Transect A	39	0,82	4,86	15		
	Transect B	83	2,77	17,22	20		
	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

Une analyse poussée des familles de poissons et de leur régime alimentaire avec les données brutes, est disponible, cf. le rapport de l'ichtyologue en annexe des rapports semestriels de suivi du milieu marin.

Le suivi sur ST08 est effectué depuis 2007, afin d'éviter les biais le même ichtyologue plonge sur cette station depuis 2008.

Figure 216 : Evolution des indicateurs ichtyologiques sur ST08

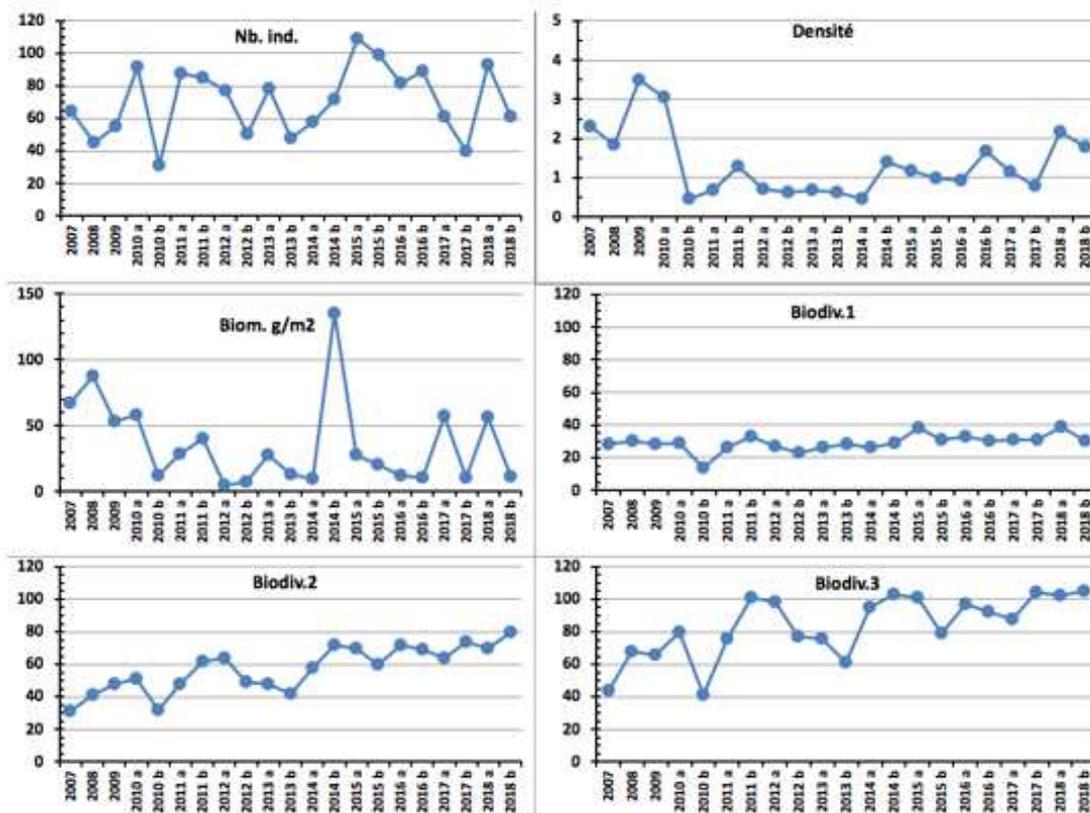
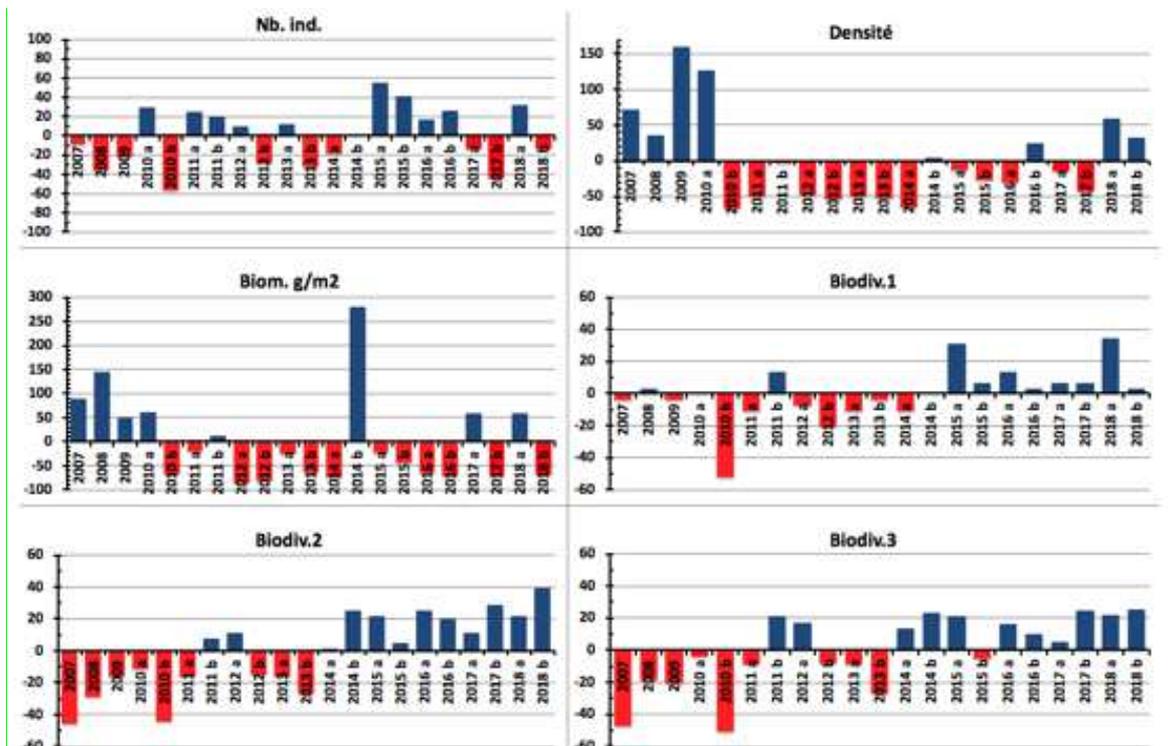


Figure 217 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres ichtyologiques depuis 2007 sur la station ST08



L'année 2018 est une très bonne année au niveau de la station corallienne ST08 et des populations associées, notamment les poissons.

6.3 Conclusion sur le suivi du milieu marin

Station	Famille de paramètres suivis	Résultats 2018
St 06 Centre baie Kwé	Qualité physico chimique de l'eau	L'évolution cyclique de certains paramètres (en fonction des saisons, pluviométrie, température) en baie Kwé est parallèle à celle de la baie-témoin de Port boisé, sans aucune dérive de la baie Kwé. La veine d'eau de surface dessalée est sensible à la pluviométrie dans comme dans toute hydro-région de type : « baie sous influence de creeks pérennes » et elle porte la signature des indicateurs terrigènes. Les veines d'eau sous-jacentes montrent des paramètres non perturbés, même après de fortes pluies comme durant le premier semestre 2018. Pas d'indicateurs de pollution ni d'eutrophisation enregistrés. Pas d'incident.
	Flux de MES transportées	2/3 des MES en circulations ont d'origine marine. La pluviométrie mais surtout les vents de secteur sud sont les causes majeures des variations. La concentration en MES portant une signature terrigène a augmenté depuis 2007 avec un maximum lors de l'année 2013 (inondations en Calédonie), elle tend ensuite vers une stabilisation, en conséquence le ratio Ca/Fe a diminué et se stabilise ensuite. Fin 2018 ce ratio augmente.
	Qualité des sédiments déposés	Sur la station sentinelle sous influence du complexe minier, aucune hausse n'est observée ; les concentrations en Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les sédiments de surface demeurent, soit stables, soit en baisse par rapport à celles mesurées en 2006 et 2009
ST08 Pointe Ouest baie Kwé	Ecosystèmes et populations associées	L'habitat corallien (via le LIT-Substrat et le benthos) ne présente pas de variation significative, il n'y a pas d'alarme de type blanchissement corallien ni d'étoiles de mer prédatrices du corail et le % de couvremet biotique et corallien est en augmentation dans la zone sensible de surface. Pour les poissons : Stabilité. La qualité du milieu marin, jugée à travers le peuplement de poissons, est bonne. L'année 2018 sans cyclone ni incident est une très bonne année pour la qualité des écosystèmes.