



Vale Nouvelle-Calédonie

Rapport annuel 2017 concernant l'activité minière



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

Juin 2018



RAPPORT ANNUEL 2017 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, Juin 2018

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
1.1	Contexte et objectifs du rapport.....	1
1.2	Contenu du rapport	2
2	L'EXPLOITATION MINIERE EN 2017 ET INCIDENCE SUR L'OCCUPATION DES SOLS	3
2.1	Volumes excavés et alimentation de l'usine	3
2.2	Verses à stériles.....	6
2.2.1	Liste des verses actives et des verses inactives.....	6
2.2.2	Principales interventions	6
2.2.3	Résultats du suivi des verses et des stocks.....	7
2.2.3.1	Bilan de l'audit interne des verses	7
2.2.3.2	Bilan de l'audit interne des stocks	11
2.3	Surfaces défrichées et revégétalisées	13
2.3.1	Bilan des défrichements en 2017	13
2.3.2	Bilan des surfaces revégétalisées en 2017	14
2.3.2.1	Chantiers de revégétalisation 2017	14
2.3.2.2	Techniques de revégétalisation utilisées	15
2.3.2.3	Bilan des opérations de revégétalisation	15
2.3.3	Bilan des mesures de compensation des impacts sur la flore.....	16
2.3.3.1	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1-1.2 « Valorisation des itinéraires techniques de production et de réhabilitation »	16
2.3.3.2	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.2 « Compensation des impacts sur les milieux dulçaquicoles »	19
2.3.3.3	Prescriptions techniques de l'AEM - Article E1.4 « Compensation des impacts sur les espèces rares et menacées »	20
2.3.4	Remédiation du passif : réhabilitation de la mine A1	23
3	INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	27
3.1	Suivi des poussières.....	27
3.1.1	Présentation du réseau de suivi des retombées de poussières.....	27
3.1.2	Méthode	28
3.1.3	Disponibilité des données.....	28
3.1.4	Résultats.....	29
3.1.4.1	Valeurs réglementaires	29
3.1.4.2	Valeurs obtenues	29
3.1.5	Mesures d'atténuation	30
3.2	Suivis et mesures relatifs à la flore	31
3.2.1	Suivis	31
3.2.1.1	Suivi annuel de l'état de santé de la végétation des lisières forestières.....	31
3.2.1.2	Suivi annuel de l'état de santé des massifs forestiers.....	34
3.2.1.3	Suivi et contrôle des espèces exogènes	37
3.2.1.4	Suivi et production d'espèces rares et/ou menacées.....	38

3.2.2	Bilan des mesures de préservation et d'atténuation	45
3.2.2.1	Arrosage des pistes et des chantiers.....	45
3.2.2.2	Panneaux de sensibilisation pour réduire la vitesse des véhicules.....	46
3.2.2.3	Récolte de graines, boutures et plantules.....	48
3.2.2.4	Récupération et utilisation du topsoil.....	50
3.3	Suivis et mesures relatifs à la faune	51
3.3.1	Suivis	51
3.3.1.1	Suivi de la faune des massifs forestiers et paraforestiers	51
3.3.1.2	Suivi de l'échouage des oiseaux marins	58
3.3.2	Bilan des mesures d'atténuation.....	58
3.3.2.1	Compilation des inventaires existants sur les fourmis envahissantes.....	58
3.3.2.2	Lutte contre les espèces envahissantes.....	60
3.3.2.3	Optimisation de l'éclairage.....	61
3.4	Gestion des déchets.....	62
3.4.1	Gestion des déchets sur site	63
3.4.1.1	Identification	63
3.4.1.2	Collecte	63
3.4.1.3	Stockage	63
3.4.1.4	Transport	63
3.4.1.5	Elimination/valorisation	63
3.4.2	Méthodes.....	64
3.4.3	Bilan de l'année 2017	65
3.4.4	Commentaires.....	66
4	INCIDENCES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES.....	67
4.1	Pluviométrie.....	67
4.1.1	Présentation des stations météorologiques.....	67
4.1.2	Présentation des données.....	68
4.1.3	Caractéristiques des principaux événements pluvieux	69
4.1.3.1	Evènement pluvieux du 7 au 9 février 2017	69
4.1.3.2	Evènement pluvieux du 15 au 18 février 2017	70
4.1.3.3	Evènement pluvieux du 25 au 27 février 2017	71
4.1.3.4	Episode pluvieux du 2 au 4 mars 2017	72
4.1.3.5	Evènement pluvieux du 10 au 11 avril 2017, dépression tropical forte, nommée Cook	73
4.1.4	Variations interannuelles.....	74
4.1.5	Analyse statistique portant sur la pluie annuelle.....	75
4.1.6	Analyse statistique portant sur la pluie mensuelle.....	75
4.2	Gestion des eaux.....	76
4.2.1	Présentation des ouvrages de gestion des eaux.....	76
4.2.2	Principales interventions sur les ouvrages de gestion des eaux.....	76
4.2.3	Suivi des ouvrages lors des événements pluvieux majeurs	88
4.2.3.1	Evènement pluvieux du 7 au 9 février 2017	88
4.2.3.2	Evènement pluvieux du 15 au 18 février 2017	92
4.2.3.3	Evènement pluvieux du 25 au 27 février 2017	97
4.2.3.4	Evènement pluvieux du 2 au 4 mars 2017	98
4.2.3.5	Evènement pluvieux du 10 au 11 avril 2017 – cyclone Cook	99
4.2.3.6	Synthèse annuelle sur les passages en surverse.....	103
4.2.4	Estimation des volumes d'eau décantée.....	106
4.3	Evolution des figures d'érosion	108
4.4	Suivi des débits de la Kwé Principale et des creeks alentours	110

4.4.1.1	Présentation des stations	110
4.4.1.2	Présentation des données	110
4.5	Suivi hydro-sédimentaire à la station KAL	111
4.5.1.1	Présentation des données disponibles	111
4.5.1.2	Résultats et interprétations	111
4.6	Suivi physico-chimique des eaux de surface	113
4.6.1	Présentation des stations	113
4.6.2	Présentation des résultats	114
4.6.2.1	Résultats à la station Kwé Principale, 1-A (KAL)	114
4.6.2.2	Résultats à la station Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence	126
4.6.2.3	Rivière Truu (TR-01 et TR-02)	136
4.6.2.4	Rivière Wajana (WJ-01)	148
4.6.3	Interprétation des résultats	151
4.6.3.1	Kwé principale, 1-A (KAL)	151
4.6.3.2	Trou Bleu (3-C) : Bassin de référence	153
4.6.3.3	Rivière Truu (TR-01 et TR-02)	153
4.6.3.4	Rivière Wajana (WJ-01)	153
4.7	Suivi biologique des eaux de surface	153
4.7.1	Indices biotiques en périphérie de l'exploitation minière	153
4.7.1.1	Présentation des stations	153
4.7.1.2	Présentation des données	154
4.7.1.3	Analyse	157
4.7.2	Suivi de la faune ichthyenne et carcinologique en périphérie de l'exploitation minière	158
4.7.2.1	Présentation des stations	158
4.7.2.2	Présentation des données pour la faune ichthyenne	159
4.7.2.3	Présentation des données pour la faune carcinologique	167
4.7.2.4	Analyse et interprétation des données de faune ichthyenne et carcinologique	172
4.7.3	Suivi de la faune aquatique des lacs et dolines	173
4.8	Suivi de la ripisylve de la Kwé Principale	173
4.9	Suivi des effluents	174
4.10	Compensation et remédiation du passif – déplacement du captage de la Wajana et réfection de sa piste d'accès	177
5	INCIDENCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES	179
5.1	Plan d'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrogéologique de la Plaine des Lacs 2019-2025	179
5.2	Suivi hydrogéologique : Données disponibles et résultats obtenus	179
5.2.1	Présentation du réseau d'acquisition de données	179
5.2.2	Présentation des données disponibles	180
5.2.3	Analyse des impacts de la fosse minière sur les niveaux piézométriques	183
5.2.4	Analyse des impacts de la fosse minière sur le niveau d'eau des lacs	186
5.2.1	Analyse des impacts de la fosse minière sur le débit des rivières	186
5.3	Actualisation du modèle hydrogéologique	188

6	SUIVI DU MILIEU MARIN.....	195
6.1	Plan de suivi (dédié à la baie Kwé)	195
6.1.1	Stations suivies	195
6.1.1.1	La position réglementaire des points de prélèvement de l'eau de mer et des sédiments.....	196
6.1.1.2	Les stations de surveillance de la santé des écosystèmes par un suivi des peuplements récifaux et des organismes associés (Invertébrés et poissons).....	197
6.1.1.3	La surveillance de l'herbier de la baie Kwé	199
6.1.2	Indicateurs suivis et fréquence	199
6.1.2.1	Les indicateurs biologiques des écosystèmes coralliens et des populations associées.....	199
6.1.2.2	Les indicateurs biologiques pour le suivi de l'herbier de la baie Kwé (Arrêté AEM 2016).....	200
6.1.2.3	Les Indicateurs physico-chimiques	200
6.1.3	Analyses des résultats et rendus des bilans.....	201
6.2	Résultats 2017.....	201
6.2.1	Valeurs réglementaires et états de références.....	202
6.2.2	Météorologie et marées.....	202
6.2.3	Qualité physico chimique de l'eau en baie Kwé.....	204
6.2.3.1	Les éléments majeurs (dont les sulfates) et le pH.....	206
6.2.3.2	Focus sur les concentrations en sulfates (SO ₄) :.....	206
6.2.3.3	Matières en suspension totales (MEST) :.....	207
6.2.3.4	Structure de la masse d'eau : Profils de température, salinité, fluorescence et turbidité en fonction de la profondeur.....	209
6.2.3.5	Chlorophylle « a » et phéo-pigments :.....	210
6.2.3.6	Concentrations en sels nutritifs : nitrates et nitrites, ammonium NH ₄ ⁺ , phosphates, silicates.....	212
6.2.3.7	Au niveau du cuivre et du zinc	214
6.2.3.8	Pour Cd, As et Fe	215
6.2.3.9	Au niveau des métaux indicateurs terrigènes : Ni, Co Cr, Cr (VI), et Mn	216
6.2.4	Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées	220
6.2.4.1	Pour le Substrat (suivi par la méthode LIT)	221
6.2.4.2	Au niveau du benthos évalué sur des couloirs de 100m ² : Stabilité	223
6.2.4.3	Au niveau des poissons :.....	224
6.2.5	L'herbier de la baie Kwé.....	226
6.2.6	Suivi des taux de sédimentation 2017 (triennal).....	230
6.2.6.1	Caractéristiques physiques des carottes prélevées. BAIE KWE (St 06) :.....	230
6.2.6.2	Granulométrie des particules. BAIE KWE (St 06) :.....	230
6.2.6.3	Composition géochimique des sédiments. BAIE KWE (St 06) :.....	232
6.2.6.4	Les taux de sédimentation BAIE KWE (St 06) :.....	233
6.2.7	Suivi de la qualité des sédiments (triennal)	235
6.2.7.1	Composition minéralogique des sédiments de surface (ST06- BAIE KWE).....	236
6.2.7.2	Concentration en métaux totaux dans les sédiments (ST06- BAIE KWE)	236
6.2.7.3	Comparaisons interannuelles 2006, 2009, 2012 et 2015	237
6.2.8	Suivi des flux de matières en suspension	240
6.2.8.1	Les masses moyennes collectées sur St 06 - Baie Kwé:.....	240
6.2.8.2	Analyses de la fraction fine de MES récoltés sur St 06 - Baie Kwé.....	241
6.2.8.3	Les flux de MES calculés sur St 06 - Baie Kwé.....	245
6.3	Conclusion sur le suivi du milieu marin	246

FIGURES

Figure 1 : Vue de la fosse minière en début d'année 2016	4
Figure 2 : Vue de la fosse minière en fin d'année 2017	5
Figure 3 : Localisation des zones de stockages des stériles sur la verse SMLT (fin Octobre 2017)	7
Figure 4 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur la verse SMLT	8
Figure 5 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur la verse V5	8
Figure 6 : Statistiques de répartition des non-conformités - VSKE, V5 et SMLT	9
Figure 7 : Statistiques des non-conformités : exemple de GDE sur les cellules de SMLT	9
Figure 8 : Statistiques des non-conformités de priorité 1 : exemple de merlon sur SMLT	10
Figure 9 : Ecoulement de la mèche principale phase 2, événement pluvieux, février 2017	10
Figure 10 : Traitement de l'effondrement localisé du talus niveau 6, sud de SMLT	10
Figure 11 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur le stock SM1	11
Figure 12 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur le stock SMBT KN2/3	11
Figure 13 : Répartition des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3	12
Figure 14 : Rétablissement du drainage de la piste sur SM1	12
Figure 15 : Exemple de chantier d'hydro-seeding sur la VSKE, 2016	15
Figure 16 : Plantes âgées de 6 mois d' <i>Arillastrum gummiferum</i> – Chêne gomme (à gauche) et <i>Tristaniaopsis glauca</i> (à droite) à l'IAC Port Laguerre inoculées avec des souches d'ectomycorhizes isolées des milieux latéritiques des deux espèces	17
Figure 17 : fichier de diagnostic des lésions noir d'Agathis issus du rapport de Kagy et al, (2017)	18
Figure 18 : Localisation des plantations d'espèces ripisylves sur les berges du Grand Lac	19
Figure 19 : Localisation des populations de <i>Callitris pantheri</i> étudiées	22
Figure 20 : Schéma de détermination du taux de recouvrement d'une plantation.	24
Figure 21 : Carte de localisation des stations réglementaires (AEM) de suivi des poussières ...	27
Figure 22 : Moyennes journalières - Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)	29
Figure 23 : Localisation des stations de suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers	32
Figure 24 : Evolution des surfaces non impactées, impactées et très impactées entre 2011 et juillet 2017	35
Figure 25 : Carte de synthèse de l'indice ISEV traduisant la dynamique observée entre 2011 et juillet 2017	36
Figure 26 : Individus <i>Pycnanthus goroensis</i> à la cascade de Goro	39
Figure 27 : Amélioration de l'habitat de <i>Planchonella latihila</i> avec une diminution des dépôts de poussières	39
Figure 28 : Bilans stationnels des populations d'espèces rares - 2017	41
Figure 29 : Localisation des points d'alimentation des arroseuses	45

Figure 30 : Maquette des panneaux de sensibilisation aux règles de circulation	46
Figure 31 : Localisation des panneaux de sensibilisation aux règles de circulation.....	47
Figure 32 : Triage et rangement des récoltes opérées sur le Plateau de Goro à la Pépinière VNC	49
Figure 33 : Exemple de profil géologique type sur les zones de maquis dense sur cuirasse présents sur la fosse VNC.....	50
Figure 34 : Talus de la verse SMLT ayant reçu un étalage de top-soil. <i>On remarque la présence importante de bloc de cuirasse en pied de talus, due à la nature très rocheuse du top-soil prélevé dans des formations végétales poussant sur cuirasse.</i>	51
Figure 35: Parc de tour d'éclairage (Tecnogen) au centre industriel minière de Vale Nouvelle Calédonie	61
Figure 36 : Localisation des stations de suivi des eaux de surface	67
Figure 37 : Variations interannuelles de la pluviométrie, depuis janvier 2012, sur les quatre stations météorologiques du centre minier de Goro	74
Figure 38 : Evolution de la pluie annuelle au pluviomètre de l'ancienne pépinière entre 1997 et 2017.....	75
Figure 39 : Pluie mensuelle à la station Ancienne Pépinière : Ecart normalisé à la médiane 1951-2009	76
Figure 40 : Déversoir du bassin BS1, 08/02/17	88
Figure 41 : Débordement du BS2 côté Ouest, 08/02/17	88
Figure 42 : Déversoir du bassin BS3, 08/02/17	89
Figure 43 : Déversoir du bassin BS4, 08/02/17	89
Figure 44 : coursier et déversoir du bassin BS5, 08/02/17	89
Figure 45 : Vue d'un des coursiers du BS6 lors de l'évacuation du pic de crue, 08/02/17	89
Figure 46 : déversoir du bassin BS7, 08/02/17	89
Figure 47 : vue du plan d'eau du BS8, 08/02/17	89
Figure 48 : vue du plan d'eau du BS11, 08/02/17	90
Figure 49 : débordement du BSC, 08/02/17.....	90
Figure 50 : coursier du BSO, 08/02/17.....	90
Figure 51 : plan du CR10-BS1, 10/02/17.....	90
Figure 52 : plan du CR10-BS2, 08/02/17.....	90
Figure 53 : plan du CR10-BS3, 08/02/17.....	90
Figure 54 : plan du CR10-BS5, 08/02/17.....	91
Figure 55 : plan du BSLG, 10/02/17	91
Figure 56 : plan du VSEM-BS1, 08/02/17	91
Figure 57 : plan du VSEM-BS2, 08/02/17	91
Figure 58 : Déversoir du BS1 – 16/02/17	93
Figure 59 : Bassin BS2 – 17/02/17	93
Figure 61 : Bassin BS4 – 18/02/17	93
Figure 62 : Bassin BS5 – 16/02/17	93
Figure 64 : Déversoir du BS7 – 16/02/17	94
Figure 65 : Bassin BS8 – 16/02/17	94

Figure 66 : Bassin BS11 – 16/02/17	94
Figure 68 : Débordement du BSC – 16/02/17	94
Figure 69 : Bassin BSO – 16/02/17	94
Figure 70 : Bassin CR10-BS1 – 18/02/17	95
Figure 72 : Bassin CR10-BS3 – 18/02/17	95
Figure 73 : Bassin CR10-BS5 – 18/02/17	95
Figure 74 : Bassin BSLG – 18/02/17	95
Figure 75 : Bassin VSEM-BS1 – 18/02/17	95
Figure 77 : Zones d'érosion sur le bassin BS11 suite au passage du cyclone Cook	100
Figure 78 : Vue du bassin BS1 agrandi – 13/04/2017	100
Figure 79 : bassin BS2 – 13/04/2017	100
Figure 80 : bassin BS3 – 13/04/2017	100
Figure 81 : bassin BS4 – 13/04/2017	100
Figure 82 : bassin BS5 – 13/04/2017	101
Figure 83 : bassin BS6 – 17/04/2017	101
Figure 84 : bassin BS7 – 13/04/2017	101
Figure 85 : bassin BS8 – 13/04/2017	101
Figure 86 : déversoir du BS11 – 13/04/2017	101
Figure 87 : bassin BS13 – 13/04/2017	101
Figure 88 : bassin BS14 – 13/04/2017	102
Figure 89 : bassin BS15 – 13/04/2017	102
Figure 90 : surverse du BSC – 13/04/2017	102
Figure 91 : bassin BSO – 13/04/2017	102
Figure 92 : bassin CR10-BS1 – 13/04/2017	102
Figure 93 : bassin CR10-BS2 – 13/04/2017	102
Figure 94 : bassin CR10-BS3 – 13/04/2017	103
Figure 95 : bassin CR10-BS5 – 13/04/2017	103
Figure 96 : bassin VSEM-BS1 – 13/04/2017	103
Figure 97 : bassin VSEM-BS2 – 13/04/2017	103
Figure 98 : Qualité de l'eau au niveau de la surverse : comparaison entre l'année 2016 et l'année 2017	105
Figure 99 : Localisation des figures d'érosion remarquables sélectionnées pour suivi	109
Figure 100 : Débit et MES mesurés à la station KAL en 2017	112
Figure 101: Evolution de la relation entre le flux sédimentaire et le débit de pointe sur la Kwé principale (station KAL) entre 2006 et 2017	112
Figure 102 : Données de pH de la station 1-A entre janvier 2008 et 1er janvier 2018	115
Figure 103 : Données de conductivité de la station 1-A du 1er janvier 2008 au 1er janvier 2018	116
Figure 104 : Données de température de la station 1-A de 2011 au 1er janvier 2018	117
Figure 105 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1er janvier 2008 et le 1er janvier 2018	118

Figure 106 : Concentrations en manganèse de la station 1-A entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	119
Figure 107 : Concentrations en chlorures de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	120
Figure 108 : Concentrations en nitrates de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	121
Figure 109 : Concentrations en chrome à la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2018	122
Figure 110 : Concentrations en chrome VI à la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2018.....	122
Figure 111 : Concentrations en magnésium de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2018.....	123
Figure 112 : Concentrations en nickel de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2018	124
Figure 113 : Concentrations en potassium de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2010 et 1 ^{er} janvier 2018.....	125
Figure 114 : Concentrations en sodium de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2018.....	125
Figure 115 : Données de pH de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	126
Figure 116 : Données de conductivité de la station 3-C du 1 ^{er} janvier 2008 au 1 ^{er} janvier 2018	127
Figure 117 : Données de température de la station 3-C de 2011 au 1 ^{er} janvier 2018.....	128
Figure 118 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	129
Figure 119 : Concentrations en manganèse de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	130
Figure 120 : Concentrations en chlorures de la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	131
Figure 121 : Concentrations en nitrates de la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2011 et 1 ^{er} janvier 2018.....	132
Figure 122 : Concentrations en magnésium de la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018	133
Figure 123 : Concentrations en nickel à la station 3-C entre le 1 ^{er} janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018	134
Figure 124 : Concentrations en potassium à la station 3-C entre le 1 ^{er} mars 2011 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	135
Figure 125 : Concentrations en sodium à la station 1-A entre le 1 ^{er} mars 2011 et le 1 ^{er} janvier 2018	135
Figure 126 : Mesures de pH pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	136
Figure 127 : Mesures de conductivités pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	137
Figure 128 : Mesures de température pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2011 et le 1 ^{er} janvier 2018	138
Figure 129 : Concentrations en sulfates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	139

Figure 130 : Concentrations en magnésium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	140
Figure 131 : Concentrations en nickel pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018	141
Figure 132 : Concentrations en chlorures pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	142
Figure 133 : Concentrations en nitrates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	143
Figure 134 : Concentrations en chrome pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	144
Figure 135 : Concentrations en chrome VI pour les stations TR-01 et TR-02 entre 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018	145
Figure 136 : Concentrations en sodium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	146
Figure 137 : Concentrations en potassium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	147
Figure 138 : Mesures de pH pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	148
Figure 139 : Mesures de conductivité pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1 ^{er} janvier 2018.....	149
Figure 140 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre 2011 et le 1 ^{er} janvier 2018.	150
Figure 141 : Concentrations en sulfates aux stations situées dans les différents bras de la Kwé et dans la Kwé principale entre janvier 2008 et le 1 ^{er} janvier 2018	152
Figure 142 : Résultats des métriques des suivis macro-invertébrés.....	156
Figure 143 : Résultats IBNC et IBS	156
Figure 144: Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kwé entre janvier 2011 et juin 2017	160
Figure 145 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juin 2017	162
Figure 146 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juin 2017	164
Figure 147 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juin 2017	166
Figure 148 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kwe entre janvier 2011 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	168
Figure 149 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	169
Figure 150 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	170
Figure 151 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)	171
Figure 152 : Localisation des débourbeurs séparateurs de la zone UPM – CIM.....	175
Figure 153 : Localisation des débourbeurs séparateurs de la zone bureaux de la Kwé Ouest.	176
Figure 154 : Données piézométriques disponibles sur 09EX0035 et 09EX0036	180

Figure 155 : Données piézométriques disponibles sur 09GH0001 et 09GH0003.....	181
Figure 156 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0238 et 10EX0239	181
Figure 157 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0371 et 10EX0332	181
Figure 158 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0422 et 11EX0438	182
Figure 159 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0449 et 11EX0473	182
Figure 160 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0463 et 11EX0471	182
Figure 161 : Données limnimétriques disponibles sur le lac Xere Wapo et le lac Robert	183
Figure 162 : Localisation de la zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines : Situation début janvier 2018	185
Figure 163 : Courbe des débits classés à la station KAL : Comparaison entre la période 1998- 2011 et la période 2012-2017	187
Figure 164 : 10EX0332 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	189
Figure 165 : 10EX0371 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	189
Figure 166 : 11EX0422 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	190
Figure 167 : 11EX0438 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	190
Figure 168 : 09GH0001 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	191
Figure 169 : 09GH0003 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	191
Figure 170 : 10EX0238 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	192
Figure 171 : 10EX0239 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	192
Figure 172 : 11EX0463 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	193
Figure 173 : 11EX0471 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	193
Figure 174 : 11EX0449 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	194
Figure 175 : 11EX0473 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée	194
Figure 176 : Caractéristiques morphologiques du bassin versant de la rivière Kwé.....	196
Figure 177 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie Kwé (St 06) et dans la baie témoin de Port boisé (St 03).....	197
Figure 178 : Localisation de la station ST 08 de suivi des écosystèmes coralliens en zone affectée par les panaches issus de la Baie Kwé	198
Figure 179 : Schéma structural de la station ST 08- PUKA	198
Figure 180 : Quadras de suivi de l'herbier en baie Kwé.	199
Figure 181 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2007 à 2017 en saisons chaudes et en saisons fraîches.....	203
Figure 182 : Rose des vents en avril 2017 sur Nouméa	203
Figure 183 : Concentration en sulfates en mg/L en surface de la colonne d'eau de 2008 à 2017 (eau de surface la plus sensible aux apports terrestres via les cours d'eau) en baie Kwé (St06)et en baie de Port Boisé (St 03) son homologue de comparaison.....	206
Figure 184 : Concentration en MES dans la zone du lagon sud calédonien en avril 2017	208
Figure 185 : Concentration en MES dans la zone du lagon sud calédonien en août 2017	208
Figure 186 Profils de températures et de salinité en AVRIL 2017 (S1-2017) - Rappel : Forte pluviométrie au moment de la mission.....	209
Figure 187 : Profils de températures et de salinité en AOÛT 2017 (S2-2017) - Rappel : Période fraîche et pluviométrie très faible lors de la mission	210

Figure 188 : Concentrations de chlorophylle. Campagnes semestrielles d' AVRIL et d'AOUT 2017	211
Figure 189 : Répartition spatiale des concentrations en ammonium. Campagnes d'AVRIL et d'AOUT 2017-.....	212
Figure 190 : Répartition spatiale des concentration en Nitrates & Nitrites lors des campagnes de AVRIL 2017.....	213
Figure 191 : Concentrations en Cu en AVRIL et en AOUT 2017	214
Figure 192 : Concentrations en As dissous dans la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie lors de la campagne semestrielle d'août 2017	215
Figures 193 : Concentrations en Ni, campagnes d' AVRIL et AOUT 2017.....	216
Figures 194 : Concentrations en Co, campagnes d' AVRIL et AOUT 2017	217
Figure 195 : Concentrations en Mn et Cr sur toutes les stations- AOUT 2017.....	217
Figure 196 : comparatif spatial de la distribution en Cr (VI) lors de la campagne d'AOUT 2017.....	218
Figure 197 : Concentrations en métaux indicateur Mn dans les eaux les plus sensibles (de surface) de la baie Kwé et de son témoins la baie de Port Boisé, entre 2007 et 2017.....	219
Figure 198 : Concentrations en métaux indicateur Cr (VI) dans les eaux les plus sensibles (de surface) de la baie Kwé et de son témoins la baie de Port Boisé, entre 2007 et 2017.	219
Figure 199 : Concentrations en métaux indicateur Ni dans les eaux les plus sensibles (de surface) de la baie Kwé et de son témoins la baie de Port Boisé, entre 2007 et 2017	220
Figure 200 : LIT Substrat S2/2017 sur ST 08	221
Figure 201 : Evolution des coraux durs (Scléractinaires) sur la station ST08 entre 2008 et 2017 par suivi LIT du substrat	222
Figure 202 : Evolution du sable et des débris de fond Station ST08-2008 à 2017. Suivi LIT du substrat.	222
Figure 203 : Evolution du ratio Biotique/Abiotique Station ST08-2008 à 2017. Suivi LIT du substrat	222
Figure 204 : Evolution du ratio Biotique/Abiotique -Station ST08- 2008 à 2017. Suivi LIT du substrat du fond.....	223
Figure 205 : Richesse spécifique et densité sur listes restreintes ST08 (et autres stations).....	224
Figure 206 : Biomasse sur listes restreintes ST08 (et autres stations).....	224
Figure 207 : Baie Kwé, herbier de part et d'autre du chenal central. Aquaterra 2014.....	227
Figure 208 : Densité (m ²) des phanérogames et répartition (%) de chaque espèce par station lors du suivi de AVRIL 2017	228
Figure 209 : Répartition (%) des phanérogames par espèce aux stations, pour les deux campagnes de suivi : 2014 et 2017.....	229
Figure 210 : Observations au microscope optique des fractions Ø > 40 µm des 4 horizons de la carotte St 06 (Grossissement x 80).	230
Figure 211 : Evolution du pourcentage en fractions pélitiques (Ø<41 µm) le long des 25 premiers centimètres de la carotte St06 et comparaison temporelle des compositions de 2007, 2010, 2013 et 2017	231

Figure 212 : Composition minéralogique des 4 horizons de la carotte St06. Pourcentages en phases biogènes (Aragonite et Calcite) et terrigènes (Goethite et Antigorite). Et: Teneurs en carbonates de calcium (CaCO ₃) dans les sédiments. Comparaison avec les profils des campagnes 2010 et 2013.....	231
Figure 213 : Profils de concentration de Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les sédiments de la carotte St 06 pour les campagnes 2011, 2013 et 2017.....	232
Figure 214 : Profil de la radioactivité du « 210Pb en excès » (Bq/g) dans les sédiments de la carotte St06 . Année 2013. Estimation du taux	234
Figure 215 : Profil de la radioactivité du « 210Pb en excès » (Bq/g) dans les sédiments de la carotte St06 . St06 BAIE KWE Année 2017. Les datations portées sur l'axe droit correspondent au modèle CRS.	234
Figure 216 : Datation des horizons sédimentaires de la section supérieure (0-10 cm) de la carotte St06 par les modèles CRS, CIC et CRS/MV. (Rapport 2013).....	235
Figure 217 : Evolution temporelle du profil de flux sur St 06 (Baie Kwé). Modèle de datation CRS-2017.....	235
Figure 218 : Analyses semi-quantitatives réalisées en DRX sur la fraction pélitique des sédiments de surface. Campagne 2015	236
Figure 219 : Concentrations totales en Co, Cr, Fe, Mn et Ni pour les sédiments de surface des stations sentinelles St 03 (Baie Port boisé) et St 06 (Baie Kwé) de 2006 à 2015.....	237
Figure 220 : Comparaison des concentrations en Co, Cr et Fe contenues dans les différentes fractions géochimiques des sédiments collectés en 2015 aux stations St03 et St06 et comparaisons de 2006 à 2015.....	239
Figure 221 : Comparaison des concentrations en Co, Cr et Fe contenues dans les différentes fractions géochimiques des sédiments collectés en 2015 aux stations St03 et St06 et comparaisons de 2006 à 2015.....	240
Figure 222 : Evolution des concentrations en Ni obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur St 06 Baie Kwé	243
Figure 223 : Evolution des concentrations en Mn et en Ca obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur St 06 Baie Kwé.....	243
Figure 224 : Compilation des données moyenne $\pm$ écart-type de normalisation du calcium par le fer obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges sur St06-Baie Kwé	244
Figure 225 : Compilation des moyenne $\pm$ écart-type des flux en matière particulaire totale et des cumuls de masses de MES totaux piégés lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St 06 Baie Kwé	245
Figure 226 : Compilation des moyenne $\pm$ 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 – Baie Kwé.....	246

TABLEAUX

Tableau 1: Production de l'année 2017, selon le type de matériaux	3
Tableau 2 : Bilan des non-conformités sur les verses en 2017	8
Tableau 3 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SMLT, V5 et VSKE.....	9
Tableau 4 : Bilan des non-conformités sur les stocks en 2017	11
Tableau 5 : Statistiques des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3	12
Tableau 6: Surfaces défrichées en 2017 par chantier.....	13
Tableau 7: Autorisations de défrichements nécessaires aux chantiers 2017	13
Tableau 8: Travaux de revégétalisation en 2017.....	14
Tableau 9 : Liste des espèces rares inscrites au plan de conservation	21
Tableau 10 : Liste des espèces présentant des inflorescences ou des fructifications sur le chantier de réhabilitation de la mine A1.	25
Tableau 11 : Localisation, dénomination et caractéristiques des sites de mesure des poussières	27
Tableau 12 : Pourcentage de données exploitables - suivi des poussières.....	28
Tableau 13 : Obligations applicables au suivi de la qualité de l'air-poussières en suspension	29
Tableau 14 : Dépôts de poussières sédimentables à la station de la Forêt Nord.....	30
Tableau 15 : Paramètres de suivi d l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers	33
Tableau 16 : Liste des points de suivi de la présence d'espèces exogènes.....	37
Tableau 17 : Résultats des suivis des espèces exogènes végétales sur le point de suivi de la mine.....	38
Tableau 18 : 14 espèces rares jugées prioritaires selon la méthode de hiérarchisation des espèces	40
Tableau 19 : Synthèse des actions de conservation engagées en 2017	43
Tableau 20 : Bilan des transplantations pour l'année 2017	44
Tableau 21 : récapitulatif des récoltes effectuées lors de la saison 2016-2017 par VALE NC sur le Plateau de Goro	48
Tableau 22 : Tableau récapitulatif des boutures réalisées en 2017 par VNC.....	49
Tableau 23 : Tableau récapitulatif des transplantations de plantules réalisées par VNC en 2017	50
Tableau 24 : Efforts de capture par méthode d'échantillonnage (suivie herpétofaune 2017) ...	52
Tableau 25 : Résultats des points d'écoute 2017 sur le plateau de Goro.....	53
Tableau 26 : Maximums contactés annuellement par espèce et tendances d'évolution 2008-2017	54
Tableau 27 : Moyenne des contacts sur la période 2008-2017 par relique forestière et par espèce	54

Tableau 28 : Succès des captures 2017 (pitfall traps).....	56
Tableau 29 : Diversité spécifique des lézards (et statuts UICN révisés, en 2017, en rouge) par site de surveillance.....	56
Tableau 30 : Occurrences d'échouages d'oiseaux marins – zone minière – année 2017	58
Tableau 31 : Suivi des fourmis exogènes – zone FPP – résultats d'avril 2017	59
Tableau 32 : Suivi des fourmis exogènes – zone FPP – résultats d'octobre 2017.....	59
Tableau 33 : Tableau de synthèse des déchets gérés sur le site de Vale NC – Années 2016 / 2017	65
Tableau 34 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations météorologique pour l'évènement pluvieux du 7 au 9 février 2017.....	69
Tableau 35 : Durée de retour pour GORO_MINE.....	69
Tableau 36 : Durée de retour pour GORO_ANCIENNE_PEPINIERE.....	69
Tableau 37 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 15 au 18 février.....	70
Tableau 38 : Période de retour pour la station GORO_MINE	70
Tableau 39 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE.....	70
Tableau 40 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 25 au 27 février.....	71
Tableau 41 : Période de retour pour la station GORO_GISEMENT	71
Tableau 42 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE.....	71
Tableau 43 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 25 au 27 février.....	72
Tableau 44 : Période de retour pour la station GORO_MINE	72
Tableau 45 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE.....	72
Tableau 46 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 10 au 11 avril 2017	73
Tableau 47 : Période de retour pour GORO_MINE	73
Tableau 48 : Période de retour pour GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	73
Tableau 49 : Principales interventions sur les bassins de sédimentation de la zone minière en 2017.....	77
Tableau 50 : Absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 7 au 9 février 2017	88
Tableau 51: Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 7 au 9 février 2017	91
Tableau 52 : absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 15 au 18 février 2017	92
Tableau 53 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 15 au 18 février 2017	96
Tableau 54 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 25 au 27 février 2017	97
Tableau 55 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 2 au 4 mars 2017	98
Tableau 56 : absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 10 au 11 avril 2017.....	99

Tableau 57 : Nombre de passages en surverse par bassin de sédimentation sur l'année 2017	104
Tableau 58 : Volume d'eau vidangé (mm) au niveau des différents bassins en 2017	107
Tableau 59 : Description du suivi des débits prescrit dans l'AEM (6 stations)	110
Tableau 60 : Description du suivi de la physico-chimie prescrit dans l'AEM (5 stations)	113
Tableau 61 : Présentation des stations de suivi des IBNC et IBS	153
Tableau 62 : Localisation des points de suivi réglementaires pour le suivi de la faune ichtyologique	158
Tableau 63 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la Kwé	159
Tableau 64 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les huit stations de suivi du bassin versant de la Kwé	159
Tableau 65 : Caractéristiques physico-chimiques de la station de suivi du bassin versant de la Kuebini	161
Tableau 66 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour la station de suivi du bassin versant de la Kuebini	161
Tableau 67 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana	163
Tableau 68 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les stations de suivi du bassin versant de la Wajana	163
Tableau 69 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu	165
Tableau 70 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu	165
Tableau 71 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les stations de suivi du bassin versant de la Kwé	167
Tableau 72 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour le suivi de la rivière Kuebini..	168
Tableau 73 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour les stations de suivi du bassin versant de la rivière Wajana	170
Tableau 74 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour le suivi de la rivière Truu	171
Tableau 75 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures du site minier	174
Tableau 76 : Coordonnées des stations du suivi hydrogéologique	180
Tableau 77 : 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)	196
Tableau 78 : Localisation de la station ST08 de suivi des écosystèmes coralliens (RGNC 91)	198
Tableau 79 : Position des quadrats de suivi de l'herbier, référentiel RGNC 91-93 LAMBERT	199
Tableau 80 : Paramètres suivis dans le cadre des missions de suivi de la qualité de l'eau de mer et des sédiments marins	200
Tableau 81 : Missions de suivis de la qualité de l'eau en baie Kwé (et son témoins ST03) en 2017 Pluviométrie avant et pendant le prélèvement et états de la marée.	205
Tableau 82: Synthèse pH et concentrations en éléments majeurs	206
Tableau 83 : Evolution de la richesse spécifique du benthos (hors coraux durs) sur ST 08 entre avril et septembre 2017 (gain/perte en taxa)	223
Tableau 84 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST08)	225

Tableau 85 : Densités (m ²) des phanérogames et répartition (%) de chaque espèce- Suivi AVRIL 2017	228
Tableau 86 : Densité (/m ²) des phanérogames aux stations, pour les deux campagnes 2013 et 2017	228
Tableau 87 : Concentrations totales en éléments analysés dans la fraction pélitique (Ø < 41 µm) des sédiments de surface collectés en 2015 et ratio Ca/Fe.....	236
Tableau 88 : Concentrations totales en Co, Cr, Fe, Mn et Ni pour les sédiments de surface des stations sentinelles St 03 (Baie Port boisé) et St 06 (Baie Kwé) de 2006 à 2015	237
Tableau 89 : Compilation des données moyenne ± écart-type des concentrations en métaux et calcium obtenues dans les fractions fines (Ø < 41 µm) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St 06 (Baie Kwé)	242

ANNEXES

- ANNEXE I :** Suivi Instrumentation Géotechnique verses SMLT, VSKE et VSEM, VNC, Avril 2018
- ANNEXE II :** Plan de localisation des défrichements réalisés en 2017, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE III :** Bilan des actions de revégétalisation Vale NC – année 2017, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE IV :** Carte de localisation des opérations d'ensemencement hydraulique sur les talus de la verse SMLT, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE V :** Fichier d'itinéraire technique d'*Austrobuxus carunculatus*, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE VI :** Espèces rares, menacées et/ou protégées dans la zone d'influence des infrastructures industrielles et minières de Vale NC : Bilan 2017 des activités de conservation, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE VII :** Carte de localisation des plantations originelles sur la mine A1, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE VIII :** Résultats du suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers, VNC, Novembre 2017
- ANNEXE IX :** Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro année 2017, Hemispheres, 2018
- ANNEXE X :** Campagne de surveillance 2017 de l'herpétofaune de trois sites forestiers sur le site minier de Vale Nouvelle-Calédonie, Astrongatt, 2017
- ANNEXE XI :** Cartographie des fourmis envahissantes sur la zone minière, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE XII :** Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie à Prony, F. Ravary, avril 2017
- ANNEXE XIII :** Surveillance des fourmis envahissantes sur les zones à risques du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie à Prony, F. Ravary, octobre 2017
- ANNEXE XIV :** Régulation et limitation de la population de chats hantes sur les secteurs « Mine » et « Kwé », Mine de Vale, Goro, Nouvelle-Calédonie, G. Chagneau, 2017
- ANNEXE XV :** Bilan des actions sur le site de VALE, année 2016/2017, Fédération de la Faune et de la Chasse de Nouvelle-Calédonie, Janvier 2018
- ANNEXE XVI :** Procédure tours d'éclairage, VNC, 2014
- ANNEXE XVII :** Plan des différentes zones de dépôts de déchets sur le site de VNC, VNC, 2018
- ANNEXE XVIII :** Données de pluviométrie journalière année 2017, VNC, Janvier 2018
- ANNEXE XIX :** Cartes de localisation des bassins de sédimentation et décanteurs en début et fin d'année 2017, VNC, Avril 2018
- ANNEXE XX :** Modèles de fiches de suivi des figures d'érosion, VNC, Décembre 2017
- ANNEXE XXI :** Données interoperables sur CD (données hydrologiques et dossier au format .pdf)

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs du rapport

La société Vale Nouvelle-Calédonie S.A.S. (Société par actions simplifiée) (ci-après "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, ouvrage de traitement collectif des eaux résiduaires industrielles) associées à une centrale à charbon exploitée par Prony Energies, filiale d'Enercal.
- 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 sur l'année 2017.

Le rapport sera publié annuellement, il s'agit de sa première édition.

1.2 Contenu du rapport

Le présent rapport traite des thématiques suivantes :

- occupation des sols :
 - o ouvrages miniers (verses) ;
 - o défrichement ;
 - o revégétalisation ;
- environnement :
 - o suivi des poussières ;
 - o suivis et mesures de mitigation relatives à la flore ;
 - o suivis et mesures de mitigation relatives à la faune ;
 - o gestion des déchets ;
- eaux superficielles :
 - o pluviométrie ;
 - o suivi des ouvrages de gestion des eaux ;
 - o suivi des figures d'érosion ;
 - o suivi des débits de la Kwé Principale ;
 - o suivi hydrosédimentaire à la station KAL ;
 - o suivi physico-chimique des eaux de surface ;
 - o suivi biologique des eaux de surface ;
 - o suivi des effluents ;
- eaux souterraines :
 - o suivi hydrogéologique ;
 - o 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 2017 ET INCIDENCE SUR L'OCCUPATION DES SOLS

2.1 Volumes excavés et alimentation de l'usine

L'objectif de production pour l'année 2017 était de 11,9 Mth en recourant à une soixantaine d'engins miniers. La production de l'année 2017 a été de 12,2 Mth¹ soit 5,5 Mts².

Tableau 1: Production de l'année 2017, selon le type de matériaux

Horizon	2017
Unité	<i>Mt humides</i>
FCO	0,03
FRE	1,216
OVb	3,1
MBT	
LAT	4,36
LMG	0,806
SAP	0,989
BRK	0,342
Reprise des bandes de roulement	1,385
Excavé Total	12,2

¹ Mth : million de tonnes humides

² Mts : million de tonnes sèches

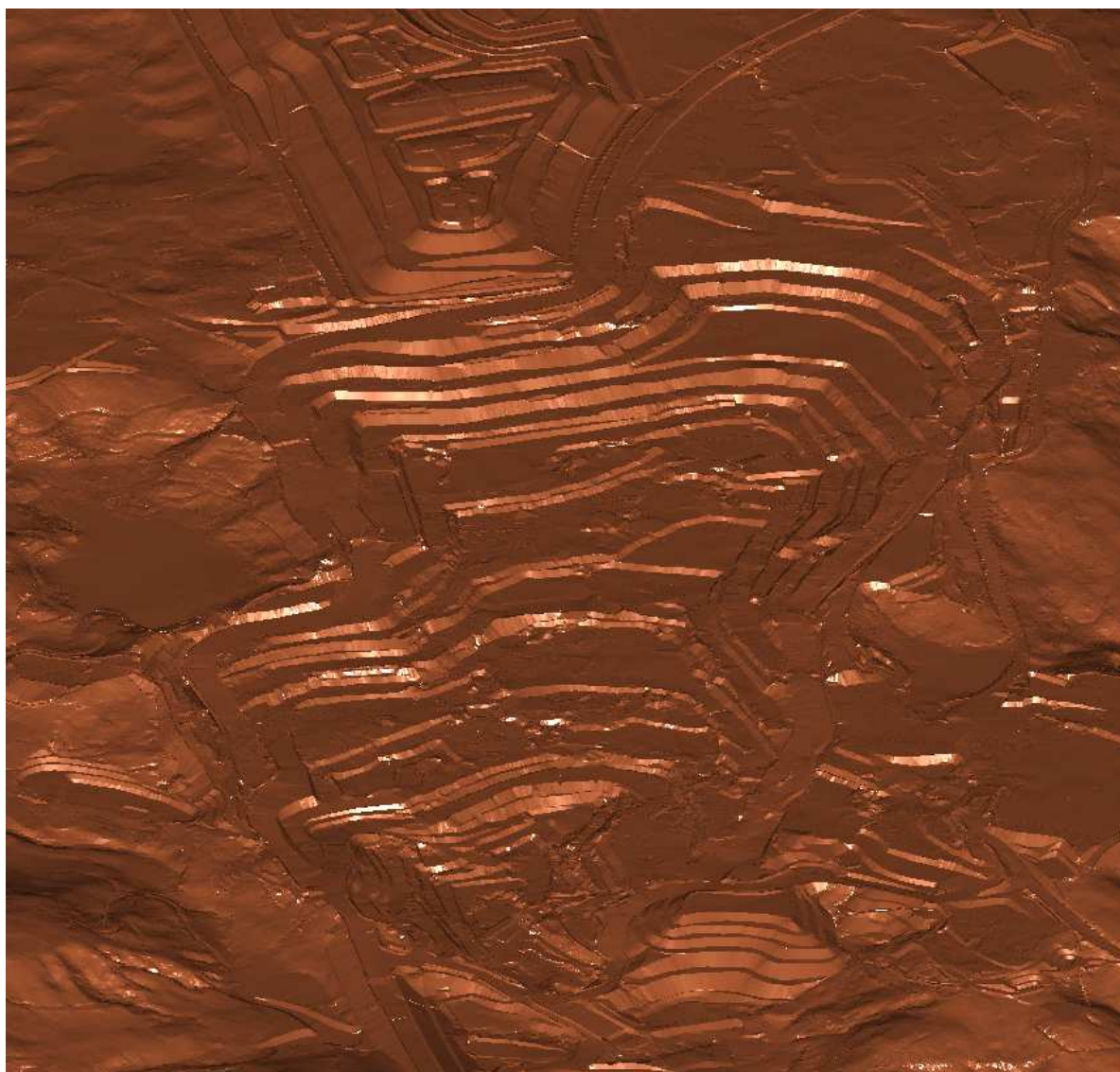


Figure 1 : Vue de la fosse minière en début d'année 2016

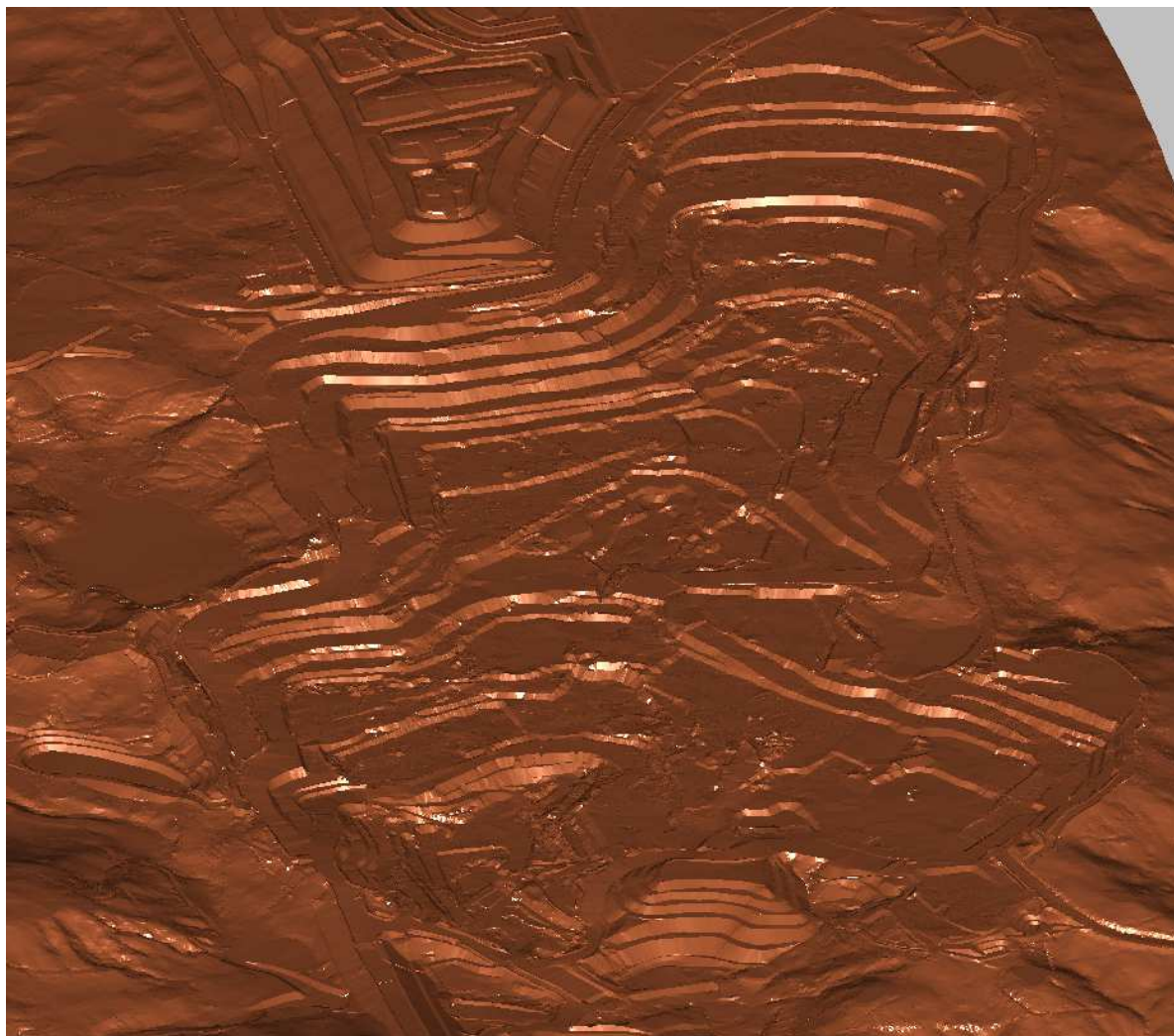


Figure 2 : Vue de la fosse minière en fin d'année 2017

2.2 Verses à stériles

2.2.1 Liste des verses actives et des verses inactives

A la fin de l'exploitation de la verse VSKE en 2012, la dépose des stériles s'est faite sur la verse temporaire V5 jusqu'en 2015. Le stockage des stériles sur la verse SMLT se fait depuis 2015. Depuis, la verse temporaire V4 a été entièrement démantelée vers la verse SMLT, la reprise des stériles de la verse temporaire V5 vers SMLT a débuté au dernier trimestre 2017.

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 une fois le fond de fosse suffisamment disponible.

2.2.2 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 2017 :

- 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. §2.3.2.2) ;
- l'installation des filets sur les talus ouest en préparation d'ensemencement hydraulique en 2018.

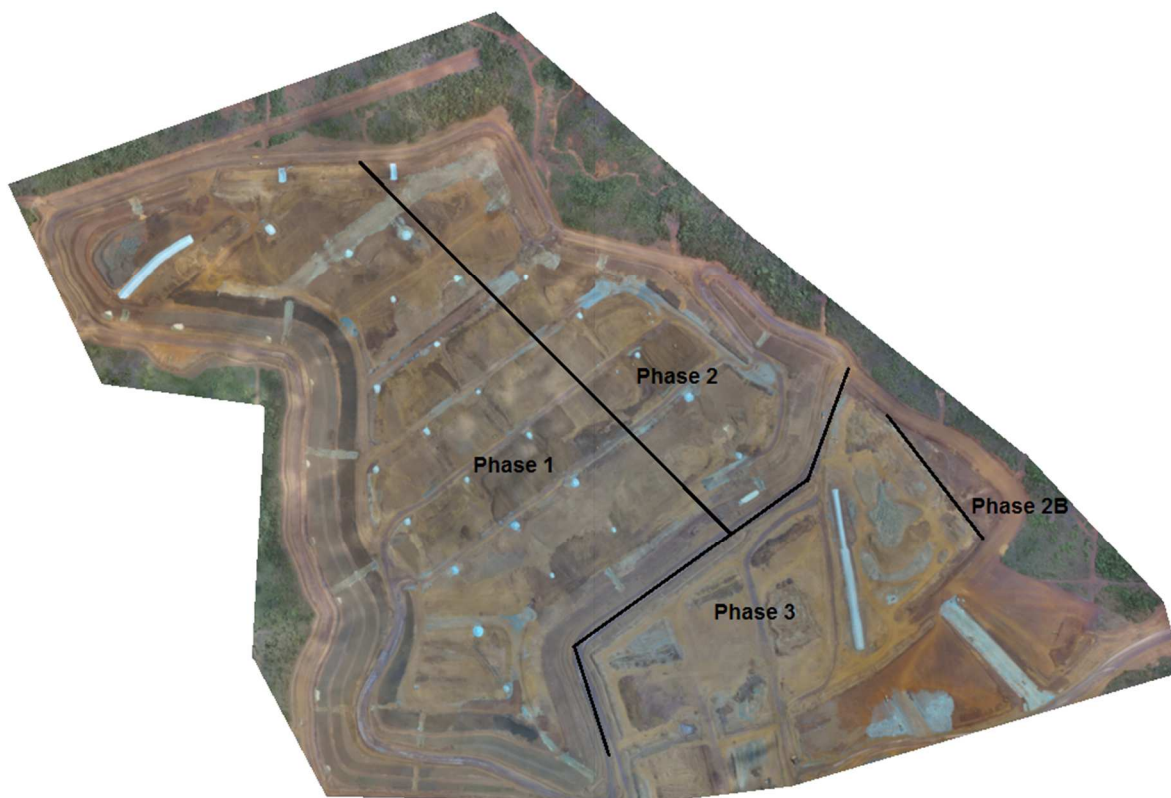


Figure 3 : Localisation des zones de stockages des stériles sur la verse SMLT (fin Octobre 2017)

2.2.3 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 I**.

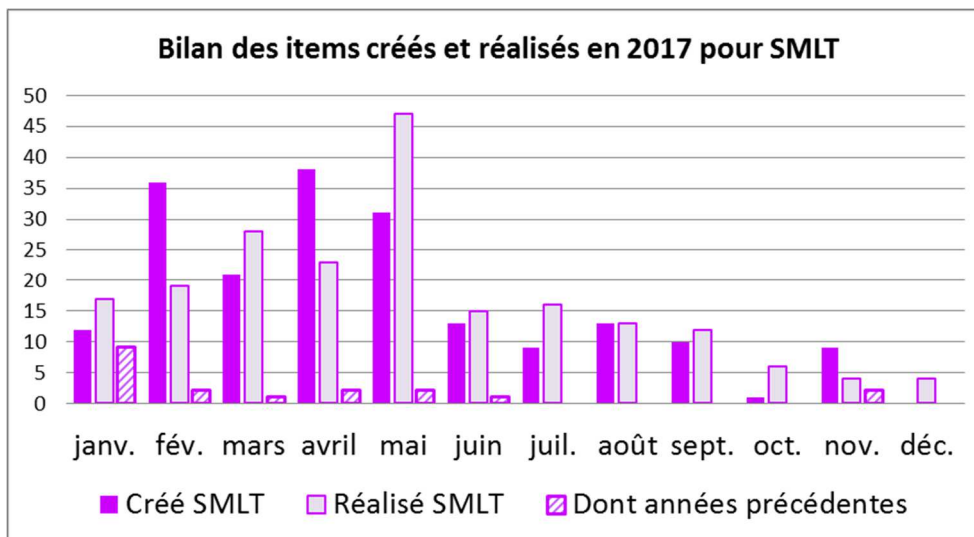
Les ouvrages actifs, en construction ou à maintenir, et les ouvrages « historiques » du centre minier de Goro font l'objet d'une inspection visuelle chaque semaine lors d'audits internes géotechniques effectués par le service géologie et planification de la direction mine. 50 rapports hebdomadaires et 11 rapports mensuels ont été produits au cours de l'année 2017. Les paragraphes ci-dessous présentent une synthèse des observations faites sur les verses et les stocks (verses V5, VSEM, VSKE, SMLT et les stocks SM1 et SMBT KN2/3).

2.2.3.1 Bilan de l'audit interne des verses

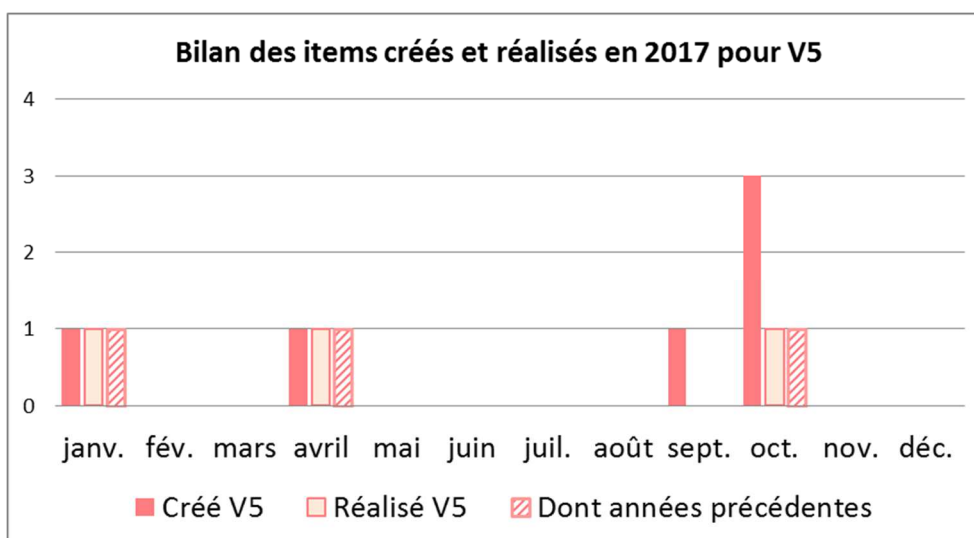
En 2017, les items (ou « non-conformités ») relevés et résolus sur les verses reflètent bien leur niveau d'activité : sur la seule verse active SMLT, malgré un grand nombre de non-conformités relevées, la plupart ont été résolues. A l'inverse, sur V5 et VSKE, il y a eu peu ou pas d'évolution (Tableau 2).

Tableau 2 : Bilan des non-conformités sur les verses en 2017

2017	SMLT	V5	VSKE
Créé	193	6	0
Résolu	204	3	0
Restant fin 2017	9	18	5


Figure 4 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur la verse SMLT

Sur SMLT, la plus grande partie des items a été enregistrée en début d'année (Figure 4). Ceci est à corrélérer avec la saison des pluies (et une saison particulièrement sèche en fin d'année) et aussi avec la modification du design de nouveaux niveaux de la verse.


Figure 5 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur la verse V5

La verse V5 a continué à être entretenue en 2017 (Figure 5).

Les points de suivi des versés sont répartis en quatre grandes catégories : Equipement, Gestion des Eaux (GDE), Remblai et Voies de Roulage. Ainsi, la gestion des eaux constitue la principale source de non-conformités, directement sur les ouvrages de transfert (ex : caniveaux), ou dans les cellules de stockage (Figure 6 et Tableau 3). De plus, une vigilance accrue est demandée sur les voies de roulage, notamment sur les merlons de protection.

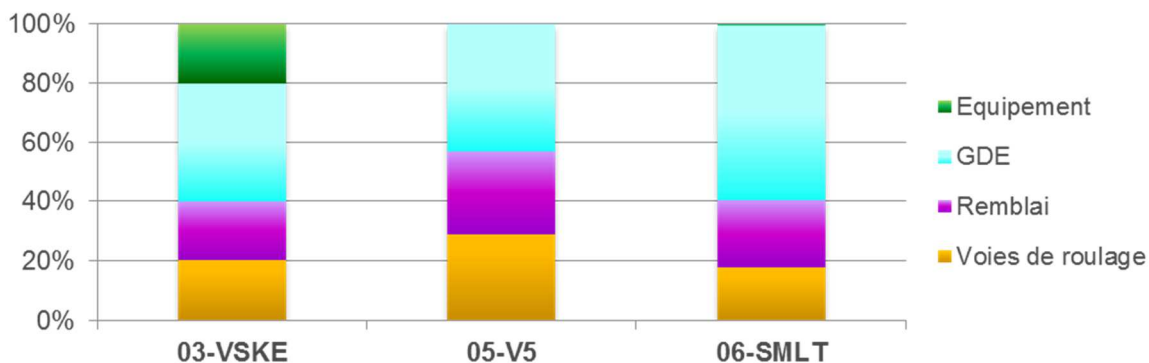


Figure 6 : Statistiques de répartition des non-conformités - VSKE, V5 et SMLT

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

Mine 2017 - Verses	SMLT	V5	VSKE
Le plus grand nombre	Cellules (76 / 213)	Caniveaux et buses (7 / 21)	5 items sur 5 éléments distincts
Le plus de haute priorité d'action "P1"	Merlons (13 / 15)	Aucun	Aucun
Le plus de moyenne priorité d'action "P2"	Cellules (41 / 76)	Voie de roulage (3 / 4)	Aucun
Meilleurs délais moyens de remise en conformité	Cellules (3,3 sem.)	Voie de roulage (12 sem.)	/

La Figure 7 et la Figure 8 présentent des exemples de non-conformités rencontrées le plus fréquemment sur la verse SMLT.

Non-conformités rencontrées sur les cellules SMLT



Figure 7 : Statistiques des non-conformités : exemple de GDE sur les cellules de SMLT



Figure 8 : Statistiques des non-conformités de priorité 1 : exemple de merlon sur SMLT

Seuls les événements pluvieux du début d'année ont engendré des items remarquables. Lors de l'événement pluvieux de février : la mèche principale de la phase 2 s'écoule pour la première fois, peu de temps après la fin de sa construction. L'eau captée entraîne une quantité importante de fines (Figure 9). Cette eau est captée par le cavalier en pied de verse, puis dirigée vers le bassin de sédimentation 6 (BS6).



Figure 9 : Ecoulement de la mèche principale phase 2, événement pluvieux, février 2017

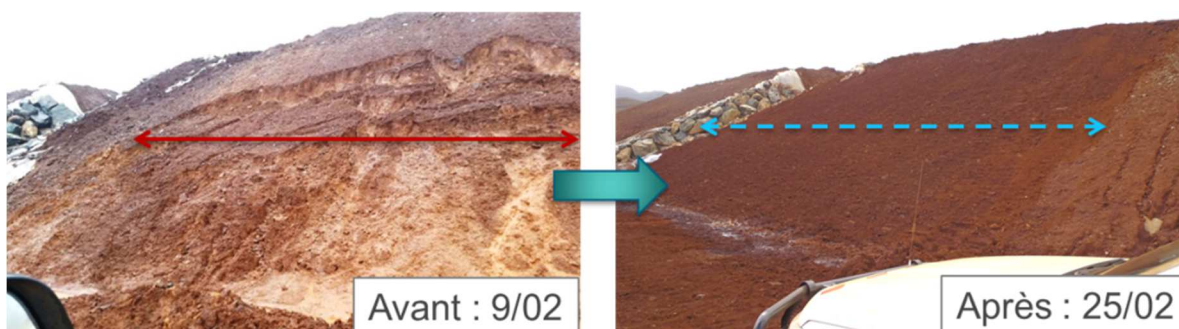


Figure 10 : Traitement de l'effondrement localisé du talus niveau 6, sud de SMLT

Un effondrement localisé du talus niveau 6, sud a été traité rapidement par suppression de l'arrivée d'eau en amont, décaissement des parties meubles et re-talutage (Figure 10).

2.2.3.2 Bilan de l'audit interne des stocks

En 2017, relativement peu de non-conformités ont été relevées sur les stocks. À noter la clôture de bon nombre d'items « anciens » sur SM1 (Tableau 4 et Tableau 5, Figure 11, Figure 12 et Figure 13).

Tableau 4 : Bilan des non-conformités sur les stocks en 2017

2017	SM1	SMBT KN2-3
Créé	14	8
Résolu	20	1
Restant fin 2017	4	2

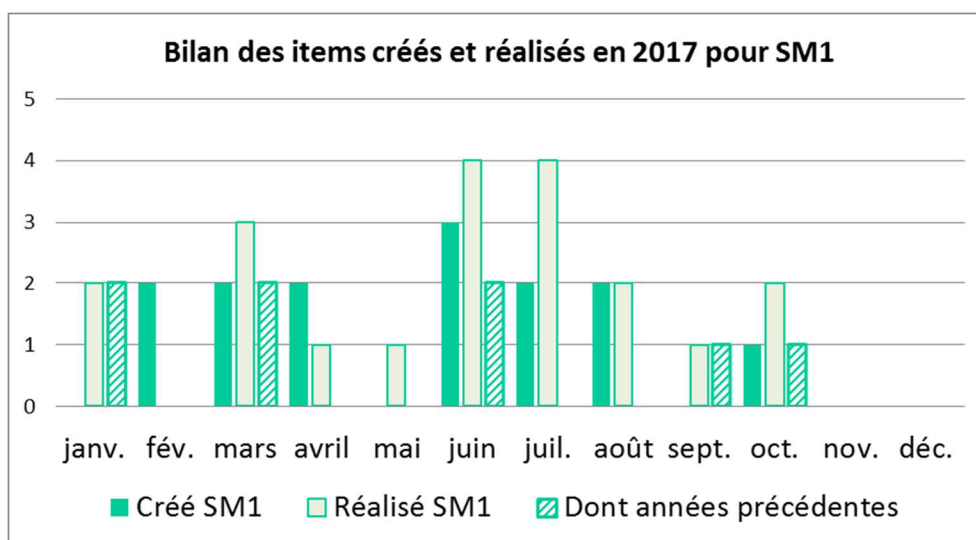


Figure 11 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur le stock SM1

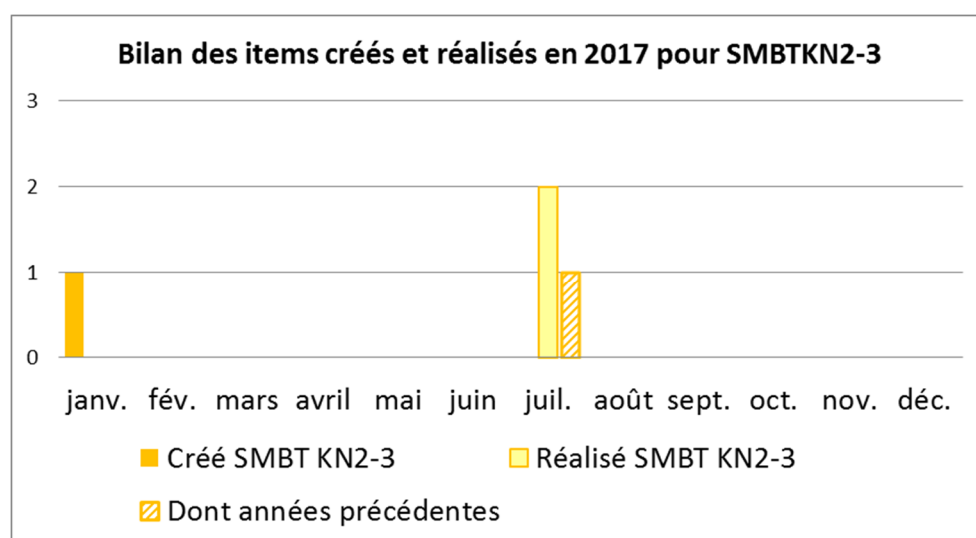


Figure 12 : Bilan des items créés et réalisés en 2017 sur le stock SMBT KN2/3

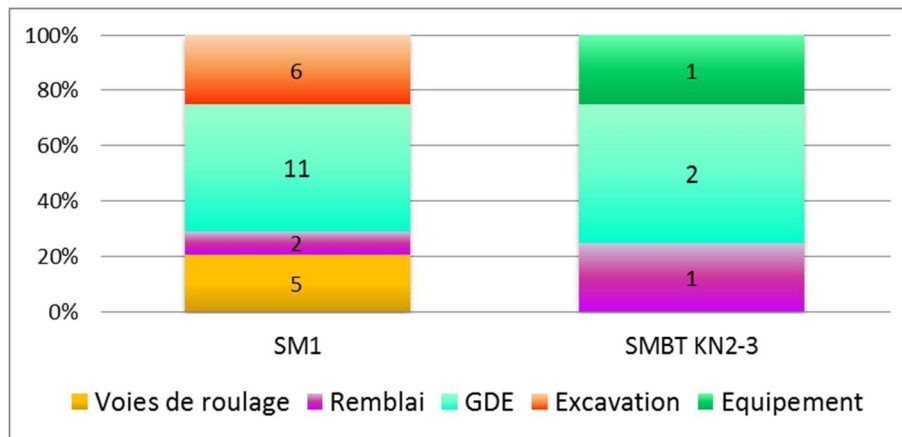


Figure 13 : Répartition des non-conformités sur les éléments des ouvrages SM1 et SMBT KN2/3

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

Mine 2017 - Stocks	SM1	SMBT KN2-3
Le plus grand nombre	Caniveaux et buses (7 / 24)	4 items sur 4 éléments distincts
Le plus de haute priorité d'action "P1"	Stock (1 / 1)	Aucun
Le plus de moyenne priorité d'action "P2"	Caniveaux et buses, Talus (3 et 3 / 13)	Aucun
Meilleurs délais moyens de remise en conformité	Pied de verse ou stock (2 sem.)	Banquettes (24 sem.)

La principale action corrective a concerné le rétablissement du drainage de la piste sur SM1 (Figure 14).



Figure 14 : Rétablissement du drainage de la piste sur SM1

2.3 Surfaces défrichées et revégétalisées

2.3.1 Bilan des défrichements en 2017

☞ Se référer à l'**ANNEXE II** : Plan de localisation des défrichements réalisés en 2017, VNC, Janvier 2018

Les chantiers nécessitant du défrichement en 2017 sont listés dans le tableau ci-dessous et représentés sur le plan figurant en **ANNEXE II**. Se référer au bilan des travaux 2017 pour de plus amples détails sur ces travaux.

Tableau 6: Surfaces défrichées en 2017 par chantier

Chantiers	Végétation défrichée (ha)	Emprise des travaux de défrichement (ha)
Carrière CPA1	2,25	2,39
Extension du bassin BS1	0,14	0,16
Extension du ROM-Pad*	11,16	12,11
Fosse minière 2017	2,11	2,22
Sondages de pré-production 2017	0,36	0,83
Sondages géotechniques Lucy	0,25	0,29
TOTAL	16,26	18,00

* pour le chantier d'extension du ROM-Pad : les surfaces données dans ce tableau correspondent à la somme

- des surfaces coupées et défrichées en 2017 représentées sur le plan en ANNEXE II

- et des surfaces déclarées comme coupées en 2016 et dont le défrichement a été finalisé en 2017

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

Tableau 7: Autorisations de défrichements nécessaires aux chantiers 2017

Chantiers	Références des autorisations de défrichement
Carrière CPA1	Arrêté n° 977-2016/ARR/DENV Arrêté n° 2233-2017ARR/DENV
Extension du bassin BS1	Arrêté n° 2861-2016/ARR/DENV
Extension du ROM-Pad	Arrêté n° 1164-2013/ARR/DENV Arrêté n° 2861-2016/ARR/DENV
Fosse minière 2017	Arrêté n° 2848-2013/ARR/DENV Arrêté n° 1056-2014/ARR/DENV Arrêté n° 2853-2014/ARR/DENV Arrêté n° 1872-2015/ARR/DENV Arrêté n° 987-2016/ARR/DENV
Sondages de pré-production 2017	Arrêté n° 2848-2013/ARR/DENV Arrêté n° 2853-2014/ARR/DENV 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 le plateau KO5/KN1 avec l'extension du ROM-Pad (11,16 ha de végétation défrichée) et la poursuite de l'ouverture de la carrière CPA1 (2,25 ha de végétation défrichée). La fosse Goro s'est étendue vers le sud

(défrichement de 2,11 ha de végétation) tout en conservant une distance de plus de 100 mètres avec la forêt de la Kwé Est.

2.3.2 Bilan des surfaces revégétalisées en 2017

2.3.2.1 Chantiers de revégétalisation 2017

En 2017, l'essentiel des activités de revégétalisation a concerné des travaux de compensation liés à des arrêtés d'autorisations de défrichement. Le détail de ces opérations figure dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8: Travaux de revégétalisation en 2017

Arrêté	Titre minier / Propriétaire	Localisation	Types de travaux	Surfaces (Ha)	Nbr de plants	Nbr d'espèces
Arrêté n° 2848-2013/ARR/DENV du 07 novembre 2013 (" 5 ans de la Mine")	DOMAINE	PPRB	Travaux de plantations de maquis minier	11,4	150 000	67
Arrêté n° 282-2015/ARR/DENV/SICIED du 10 juillet 2015	USINE	Belvédère	Travaux de plantations de maquis minier	4	39 248	40
Arrêté n°2166-2015/Arr/DENV ("Flanc Sud KWRSF")	INVASION 5	Patch forestier au sud d'INVASION 5	Enrichissement forestier	2	2 000	30
Arrêté n°1172-2013/ARR/DENV ("SMLT")	AS3	Pic du Grand Kaori	Enrichissement forestier	5,3	5 339	30
Arrêté n°2857-2015/Arr/DENV octobre 2015 ("Talus Spillway")	INVASION 1 EXT	Pont de la Madeleine	Travaux de plantations de maquis minier	4,6	46 098	40
Arrêté 460-2016-DIMENC (Compensation Chêne gomme sur la zone de dépérissement en aval de l'usine)	DOMAINE	Plaine des Lacs	Enrichissement forestier	2	2 000	1
Arrêté 1349/2017/Arr/DENV (AEM 2017-2020)	DOMAINE	Plaine des Lacs	Enrichissement milieu dulçaquicole	0,8	817	7
Sous-total Travaux de plantations de maquis minier				20	235 346	67
Sous-total Enrichissement forestier				9,3	9 339	30
Sous-total Enrichissement milieu dulçaquicole				0,8	817	7
TOTAL GENERAL				30,1	245 502	91

Des travaux de préparation du chantier de réhabilitation sur la verse SMLT ont été menés en décembre 2017 (cf. §2.3.2.2).

Les opérations de revégétalisation compensatoires sont présentées plus en détail dans le bilan des actions de revégétalisation Vale NC – année 2017 – en **ANNEXE III**.

2.3.2.2 Techniques de revégétalisation utilisées

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

Les futures zones de réhabilitation de la verse SMLT concernant essentiellement les talus de de la verse (cf. carte en **ANNEXE IV**), la technique de l'ensemencement hydraulique ou hydroseeding a été sélectionnée. Le semi était initialement prévu entre mars et avril 2018, la saison la plus propice à cette activité du fait des conditions météorologiques favorables (températures et précipitations). Du fait des fortes précipitations durant cette période, le semi a été retardé à mai 2018. Un suivi de la reprise de la végétation sera effectué sur cinq ans.

Les travaux de pose de toile de jute ont été anticipés en 2017. L'ancrage de la toile en tête de talus se fait à l'aide d'une tige métallique (fer à béton de diamètre 8 mm minimum) passée dans la toile (retroussée vers le talus), disposée dans une rigole creusée préalablement. La tige métallique est fixée par un piquet en « J », tous les 50 cm. La fixation du filet sur le talus se fait par des piquets en « J » de 50 cm de longueur et d'un diamètre de 6 mm avec une densité de 1,5 piquets / m². Au niveau du chevauchement, les bandes de géofilet sont ancrées, à intervalles réguliers d'un mètre. Un soin particulier sera apporté au niveau des descentes d'eau qui parcourent les talus, afin que la toile épouse correctement les bords de celles-ci, ainsi qu'au niveau des plants en cours de développement. Le nombre de piquets sera alors ajusté.

Une surface totale de deux hectares a ainsi été traitée.



Figure 15 : Exemple de chantier d'hydro-seeding sur la VSKE, 2016

En 2017, il n'y a pas eu d'épandage de boues de stations d'épuration.

2.3.2.3 Bilan des opérations de revégétalisation

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

Comme cité précédemment, aucune zone comprise au sein de l'exploitation minière VNC n'a été revégétalisée en 2017. Toutefois, deux hectares de la verse SMLT ont été préparés en vue de la campagne 2018.

2.3.3 Bilan des mesures de compensation des impacts sur la flore

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

2.3.3.1 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 lancées en 2017. 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 ont été faits sur les 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). C'est ainsi que des fichiers d'itinéraires techniques ont été établis pour 11 espèces (*Austrobuxus carunculatus*, *Acridocarpus austrocaledonica*, *Alphitonia neocaledonica*, *Calophyllum caledonicum*, *Carpolepis laurifolia*, *Lomandra insularis*, *Macherina deplanchei*, *Pleioluma sebertii*, *Pleurocalyptus pancheri*, *Stenocarpus umbelliferus* et *Xanthostemon aurantiacum*). Le fichier d'itinéraire technique d'*Austrobuxus carunculatus* est joint en **ANNEXE V** 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 2017. Une dizaine d'espèce fera l'objet de fichiers d'itinéraires techniques en 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 2017, 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 16 jours. 353 taxons de flore ont été évalués selon les critères IUCN par le Groupe RLA de Endemia en 2017. Le département Préservation de l'Environnement de VNC a transféré les données floristiques des inventaires des concessions VNC pour les taxons évalués par Endemia.

❖ ***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 gummiferum* et *Tristaniopsis glauca* inoculées avec des souches d'ectomycorhizes se trouvant sur ces mêmes espèces en milieu naturel afin de mieux déceler les bénéfices 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 (65 : pages 11-21) 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. Des études complémentaires sont à pourvoir pour évaluer les gains selon les souches isolées afin de cibler les souches les plus performantes pour les plantes.



Figure 16 : Plantes âgées de 6 mois d'*Arillastrum gummiferum* – Chêne gomme (à gauche) et *Tristaniopsis glauca* (à droite) à l'IAC Port Laguerre inoculées avec des souches d'ectomycorhizes isolées des milieux latéritiques des deux espèces

❖ ***Identification des pestes et pathogènes des plantes endémiques pour la revégétalisation et l'élaboration des moyens de lutte zoo-sanitaire en pépinière et sur le terrain selon les normes en vigueur***

Une étude financée par VNC de 2015 à 2017 a été effectuée par l'IAC sur l'identification des pestes et pathogènes fongiques les plus courants dans la production des espèces endémiques en culture à la pépinière. Une dizaine d'espèces appartenant aux groupes pionniers de maquis ou forêt (*Agathis*, *Alphitonia*, *Araucaria*, *Codia*, *Cordyline*, *Costularia*, *Dodonaea*, *Grevillea* et *Longetia*) souvent produits par VNC ont fait l'objet d'échantillonnage des pestes en champignons sur les stades de germination en terrine et en élevage des plantes afin d'identifier les espèces néfastes, pour proposer de mesures de lutte pour réduire la mortalité sur ces espèces. Des fichiers ont été faits pour chaque espèce avec un diagnostic de sévérité des symptômes selon les pathogènes. Le fichier de diagnostic des lésions noir d'*Agathis* issu du rapport de Kagy et al, (2017)³ est présenté ci-dessous pour illustrer le détail de l'évaluation.

³ : Kagy, V, Martin C, M'Boeri R-M, Mille, C (2017) Identification des maladies fongiques et ravageurs. Zone d'étude : La pépinière de Vale. Rapport d'étude ; Convention IAC/Vale 185, 36 pages.



Maladies fongiques

Caractéristiques	Symptôme « plage nécrotique »	Symptôme « lésion noire »
Observations <i>in situ</i>		
Incidence sur le lot	Négligeable	Sévère
Incidence sur la plante	Négligeable	Fort
Niveau de sévérité sur les feuilles	Densité moyenne (un seul stade)	Densité faible (stade 1 majoritaire)
Evolution	Pas d'évolution du stade ni de la densité	2 stades et augmentation de la densité
Observations <i>ex situ</i>		
Evolution	Non suivi	Pas d'évolution des stades ni de la densité
Identifications		
<u>Champignon 1</u> : Mycélium blanc à beige plat qui n'a pas sporulé. Issu des prélèvements de janvier 2016	 ID morpho : ND ID molécul : <i>Ceratobasidium sp.</i>	
<u>Champignon 2</u> : mycélium blanc qui devient noir, très volumineux qui n'a pas sporulé. Issu des prélèvements d'avril et décembre 2016.		
ADN des tissus foliaires	ID molécul : <i>Ceratobasidium sp.</i>	ID morpho : ND ID molécul : <i>Rhinoctadiella sp.</i> ITS non amplifié

Figure 17 : fichier de diagnostic des lésions noir d'Agathis issus du rapport de Kagy et al, (2017)

Les captures, isolements et identifications ont permis d'identifier 10 ravageurs appartenant à 13 familles et 8 champignons parmi les plus récurrents pour lesquels la pathogénicité n'a pas pu être prouvée. En effet, l'étude a permis de constater que globalement la pression parasitaire pouvait être due à un excès d'humidité qui impacte les plantes en situation de stress. Des recommandations ont été faites pour assainir la pépinière et revoir le substrat pour permettre un meilleur drainage couplé d'un suivi des symptômes ciblés dans le rapport pour évaluer leur persistance ou non. Des études complémentaires seront lancées sur la pathogénicité persistante, si préoccupante pour la survie des lots de plantes, suite aux mesures culturales mises en place.

2.3.3.2 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. En 2017, une plantation de 354 individus appartenant à quatre espèces dulçaquicoles a été réalisée sur les berges du Grand Lac : *Podocarpus novae-caledoniae*, *Retrophyllum minus*, *Cloezia aquarum* et *Cloezia buxifolia* (Figure 1). 264 individus de *Retrophyllum minus* ont permis de renforcer les populations existantes (Cf. paragraphe §3.2.1.4.2, p42). Ces plantations permettront de stabiliser les berges et ainsi de réduire les dépôts terrigènes vers les eaux peu profondes du Grand Lac.



Figure 18 : Localisation des plantations d'espèces ripisylves sur les berges du Grand Lac

2.3.3.3 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 (Cf. **ANNEXE VI**).

Les actions de conservation engagées en 2017 impliquant l'acquisition de connaissances, 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, p38.

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 caeruleilatax</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 petitiana</i>	LC	
<i>Agathis lanceolata</i>	VU	
<i>Araucaria bernieri</i>	VU	
<i>Tristaniopsis macphersonii</i>	VU	
<i>Sarcochilus rarus</i>	NE	
<i>Araucaria nemorosa</i>	CR	Zone influence
<i>Gmelina lignumvitreum</i>	CR	
<i>Kentiopsis piriformis</i>	EN	
<i>Pycnandra goroensis</i>	CR	
<i>Saribus jeanneneyi</i>	CR	
<i>Dacrydium guillauminii</i>	CR	
<i>Tristaniopsis yateensis</i>	EN	
<i>Pycnandra canaliculata</i>	EN	
<i>Hibbertia favieri</i>	CR	
<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*

VNC a sollicité la société BotaEnvironnement pour une expertise écologique des populations de *Callitris pancheri*. Cette étude a débuté en 2017, la phase de terrain s'est terminée début 2018, le rapport de restitution est en cours de finalisation. L'objet de l'étude est de réaliser l'inventaire de sept populations de *Callitris pancheri* du Grand Sud afin d'évaluer leur étendue, leur structure, leur état de santé et d'identifier des zones de renforcement potentielles. Ce travail permettra d'évaluer la qualité biologique des différentes populations afin de prioriser des mesures de protection et/ou de renforcement des peuplements et ainsi pérenniser les populations dans le Grand Sud. L'ensemble des données récoltées permettra de dresser un état initial des caractéristiques biologiques des différentes populations.

Cette étude concerne les grandes populations de *Callitris pancheri* du Grand Sud comptabilisant plus de 30 individus (Figure 19).

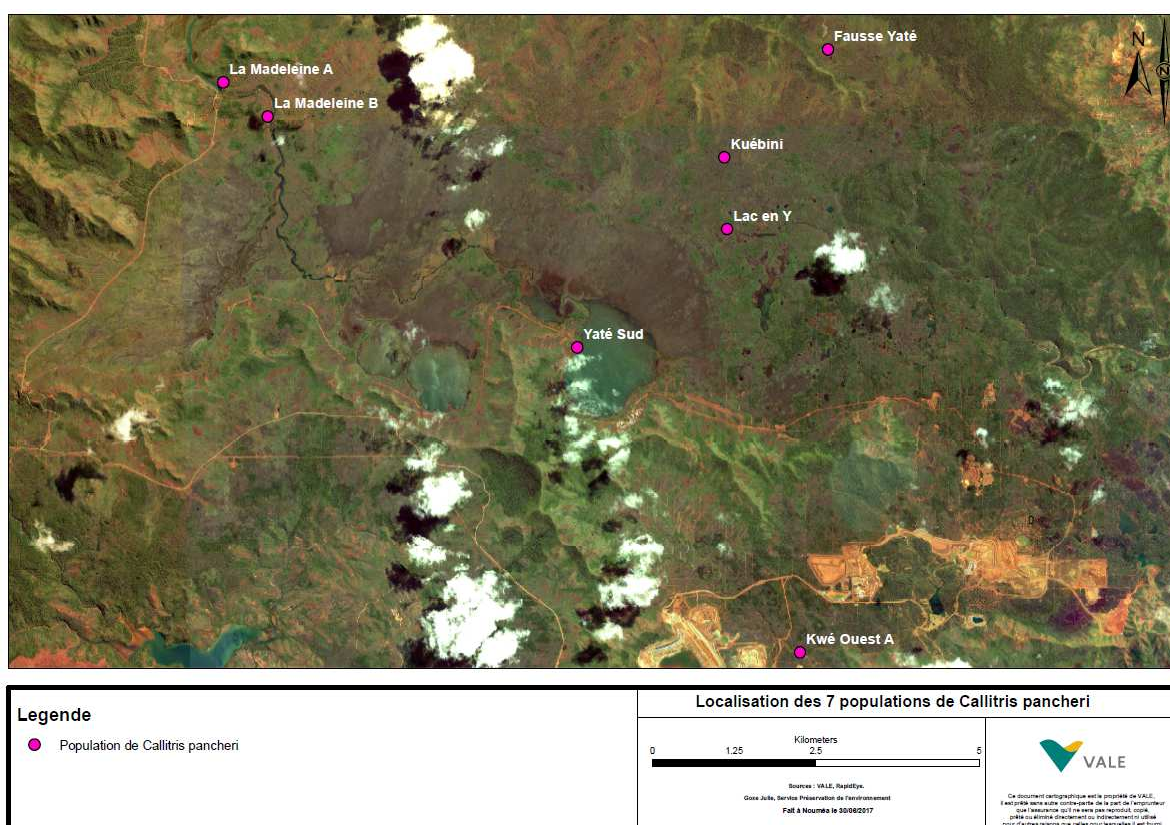


Figure 19 : Localisation des populations de *Callitris pancheri* étudiées

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

VNC participe 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 illustrations et des données issues des inventaires floristiques des concessions de VNC en prévision des ateliers. En 2017, VNC aura participé à la révision de plus de 353 taxons correspondant à 10 jours d'échanges en ateliers.

2.3.4 Remédiation du passif : réhabilitation de la mine A1

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

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 sur les zones illustrées sur la carte en **ANNEXE VII**. 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 six hectares qui ont été revégétalisés à l'aide de 40 000 plants de 36 espèces de maquis miniers.

Par la suite, des relevés ont été réalisés sur cette zone réhabilitée afin d'évaluer le degré de réussite des plantations. Bien que la problématique soit encore assez mal connue en Nouvelle-Calédonie car peu traitée jusqu'à présent, plusieurs critères ont été pris en compte pour donner une image la plus représentative possible de l'évolution de la zone :

- **Taux de mortalité** : Ce paramètre sert notamment à déterminer si les plants ont survécus à la saison sèche suivante. L'Huillier et al. dans leur ouvrage « Mines

et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux ultramafiques et leur restauration », éditions IAC, 2010, notent qu'un taux allant jusqu'à 30% de pertes est toléré. Ces relevés ont été réalisés un an après la plantation soit en 2012. Le taux alors observé était globalement de 15%. A noter toutefois une grande disparité en fonction des zones et plus particulièrement des milieux récepteurs. Les meilleurs taux ont été notamment observés sur les zones de déblais et de piedmonts, soit les zones les plus meubles et souvent les plus abritées du vent. En revanche, la tendance inverse est observée pour les plantations sur sols compactés et/ou situés en plein vent.

- Taux de recouvrement: en raison des faibles croissances sur terrains ultramafiques, celui-ci est à réaliser au moins au bout de 5 ans. Les taux mentionnés font référence au schéma ci-dessous :

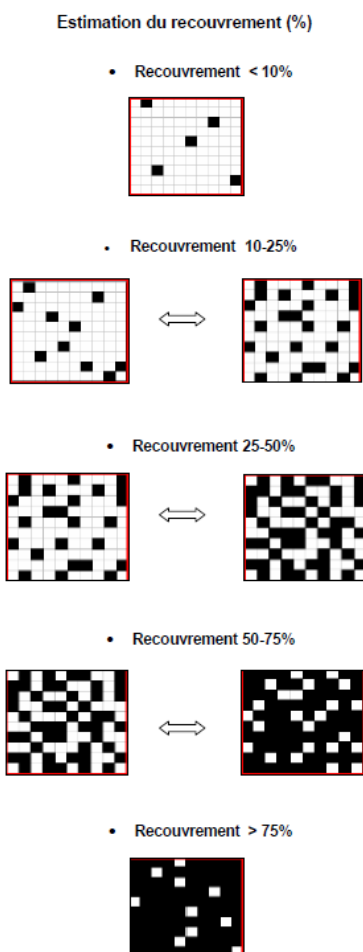


Figure 20 : Schéma de détermination du taux de recouvrement d'une plantation.

Globalement, le taux de recouvrement est de 30%. Mais comme vu pour les taux de mortalité, le site présente de grande disparité en fonction des sols, allant de 50% pour des zones meubles à 10% pour les zones les moins couvertes.

- La capacité de reproduction : elle permet notamment de voir si la plantation s'est bien intégrée et présente un bon fonctionnement. Les espèces présentant cette faculté ont été relevées et figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Liste des espèces présentant des inflorescences ou des fructifications sur le chantier de réhabilitation de la mine A1.

<i>Baumea deplanchei</i>
<i>Cloezia artensis</i>
<i>Cordyline neocaledonia</i>
<i>Costularia comosa</i>
<i>Dodonea viscosa</i>
<i>Grevillea exul</i>
<i>Normandia neocaledonica</i>
<i>Stenocarpus umbelliferus</i>
<i>Xanthostemon aurantiacum</i>

- Présence de recrues : là aussi, elle indique un « retour à la normal » du site : la réussite des plantations favorise et accélère la recolonisation d'un site perturbé par la végétation alentour. Ceci est rendu possible par la génération d'une litière sur des sols qui en sont dépourvues, améliorant de ce fait les conditions d'accueil pour les semences. Dans la mesure du possible, une identification des plantules est effectuée. De manière générale, elles ont été observées quasi uniquement sur les zones basses du site et abritées du vent. Ceci semble suivre une certaine logique, les graines ne pouvant s'établir sur les surfaces les plus exposées aux vents. D'un point de vue des espèces, ce sont les plantules de Cypéracées que l'on retrouve le plus. Ceci peut s'expliquer par leur très grande abondance sur le site et leur caractère pionnier. Quelques ligneux tel *Grevillea exul*, également bien présent sur le site, ont été identifiés.

A noter que l'étude du CNRT « RECONSYNTH », dont les résultats sont attendus en 2018, traitant des différentes techniques de revégétalisation et de leur efficacité sur plusieurs sites en Nouvelle-Calédonie, a sélectionné le site de la Mine A1 dans ses cas à analyser. Le rendu final devrait permettre d'apporter des éléments supplémentaires.

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 11 : Localisation, dénomination et caractéristiques des sites de mesure 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
Base-vie	BV	493627.12	209984.54	181	PM10
MIA	-	497639,23	211487,31	-	Retombées
Fosse	-	499015,38	212248,94	-	Retombées

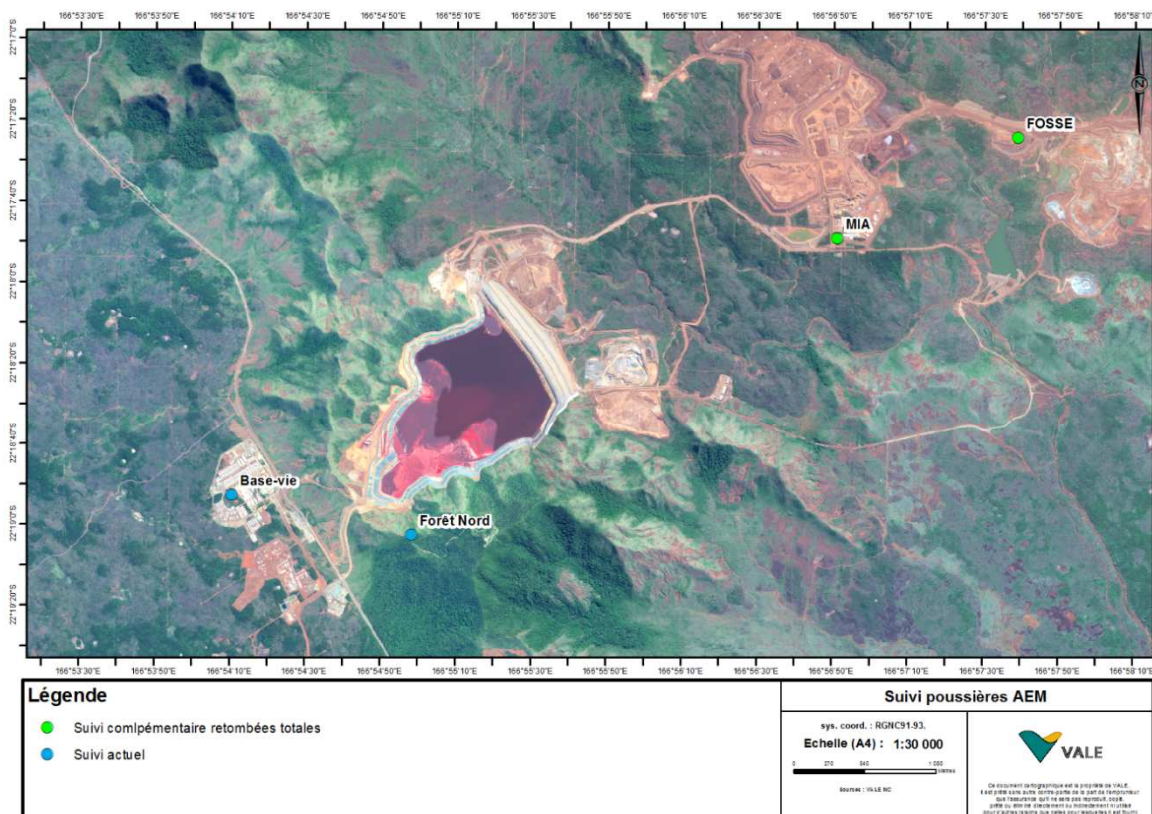


Figure 21 : Carte de localisation des stations réglementaires (AEM) de suivi des poussières

3.1.2 Méthode

Pour le suivi quantitatif des poussières, deux méthodes sont utilisées :

- l'une pour définir les retombées totales et déployée sur l'ensemble des stations,
- l'autre, plus sélective, pour déterminer la quantité de poussières en suspension PM10 et déployée 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 12 : Pourcentage de données exploitables - suivi des poussières

Paramètres/Station		Nombre de mesures horaires / Année	Nombre de valeurs horaires manquantes/Année	Taux mesures horaires
PM10	Forêt Nord	8379	381	96%
	Base-Vie	8567	193	98%

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 tous les deux mois sur la station de la Forêt Nord. En 2017, les six campagnes ont été réalisées. Les mesures sur les sites MIA et Fosse débuteront en 2018.

3.1.4 Résultats

3.1.4.1 Valeurs réglementaires

Mesures continues

Tableau 13 : Obligations applicables au suivi de la qualité de l'air-poussières en suspension

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

Retombées totales

Il n'existe pas de 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)

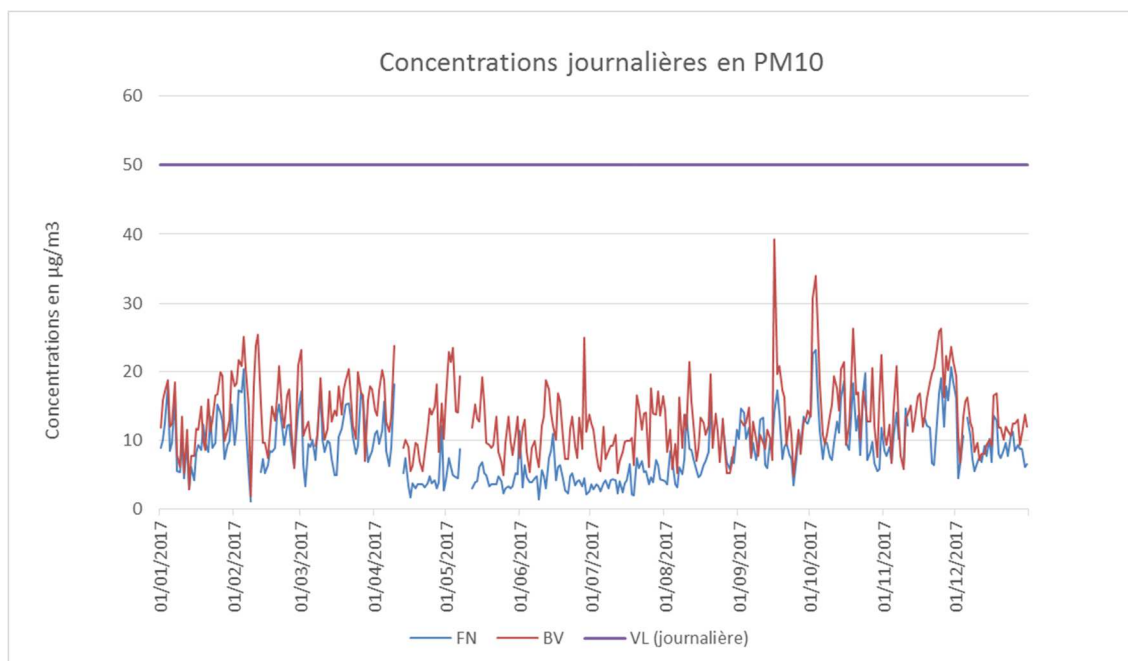


Figure 22 : Moyennes journalières - Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM10)

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 14 : Dépôts de poussières sédimentables à la station de la Forêt Nord

Période	Dépôts Poussière mg/m2/jour
févr-17	29,56
avr-17	54,16
juin-17	<LD
août-17	35,89
oct-17	28,15
déc-17	18,37
Valeur limite de référence TA Luft	350

Les résultats sur les échantillons collectés en 2017 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 relatifs 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 ». Huit sites de suivi ont été sélectionnés à proximité de cinq projets envisagés 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. Les points de suivi sont localisés en lisière de forêt et de maquis paraforestier. Seul le point SM2 est localisé en maquis arbustif ouvert sur les berges de le Kwé Ouest afin d'évaluer l'impact potentiel des travaux planifiés sur KO2, KO4 et KO5 en amont du cours d'eau sur le peuplement de *Callitris pancheri* (Figure 23). 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 (cf. Figure 23).

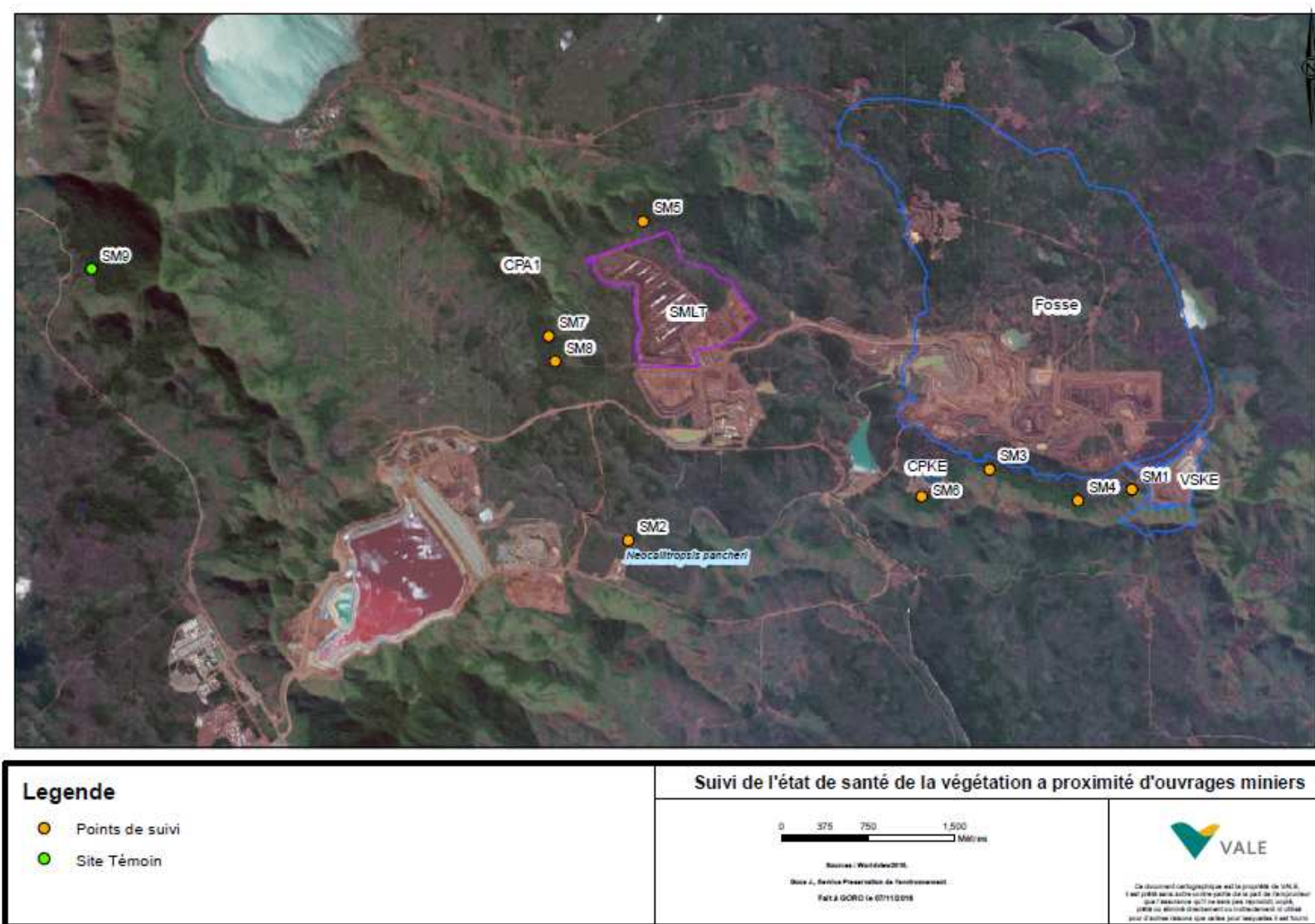


Figure 23 : Localisation des stations de suivi de l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers

Tableau 15 : Paramètres de suivi d l'état de santé de la végétation à proximité d'ouvrages miniers

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-blanket	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

Les résultats liés à l'évaluation des différents paramètres de suivi entre octobre 2015 et novembre 2017 sont présentés dans le tableau en **ANNEXE VIII**. Globalement, l'ensemble des habitats forestiers et paraforestiers situés à proximité de projets miniers sont apparus en bon état de santé avec une très légère dégradation durant la saison sèche. 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 2017. 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 (dépôts de poussière, coupe de bois, déchet) n'ont été constatés sur l'ensemble des sites de suivis durant la période de suivi. On note toutefois une légère augmentation des poussières en septembre 2017 sur SM6 et du bruit sur SM6 et SM3 pouvant être corrélée avec la réouverture de la carrière CPKE mais les dépôts de poussières semblent se stabiliser par la suite (**ANNEXE VIII**). On note également une légère augmentation des symptômes foliaires et la présence de quelques individus séchés ou présentant des branchages séchés en octobre 2016 sur les sites SM1 et SM5 ainsi qu'en septembre et octobre 2017 sur la majorité des sites suivis. Les symptômes de chloroses et/ou de nécroses observés ont concernés moins 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 car il a été constaté une diminution du niveau des cours d'eau sur tous les sites de suivi voir un assèchement complet pour les sites SM1, SM3 et SM4 en octobre 2016 ainsi qu'en septembre et octobre 2017. Il a par ailleurs été observé plusieurs zones de dépérissement de la végétation dans le Grand Sud hors zone d'influence de la mine durant cette même période.

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

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 25).

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 juillet 2017. Les surfaces non impactées et impactées sont restées stables depuis décembre 2011. En juillet 2017, les secteurs impactés représentent 1% contre 99% de surfaces non impactées de la surface totale des massifs forestiers (Figure 24). La carte de synthèse de l'indice ISEV indique une bonne reprise voir une stabilité de l'état de santé de la végétation selon les MFIP observés depuis décembre 2011 (Figure 25).

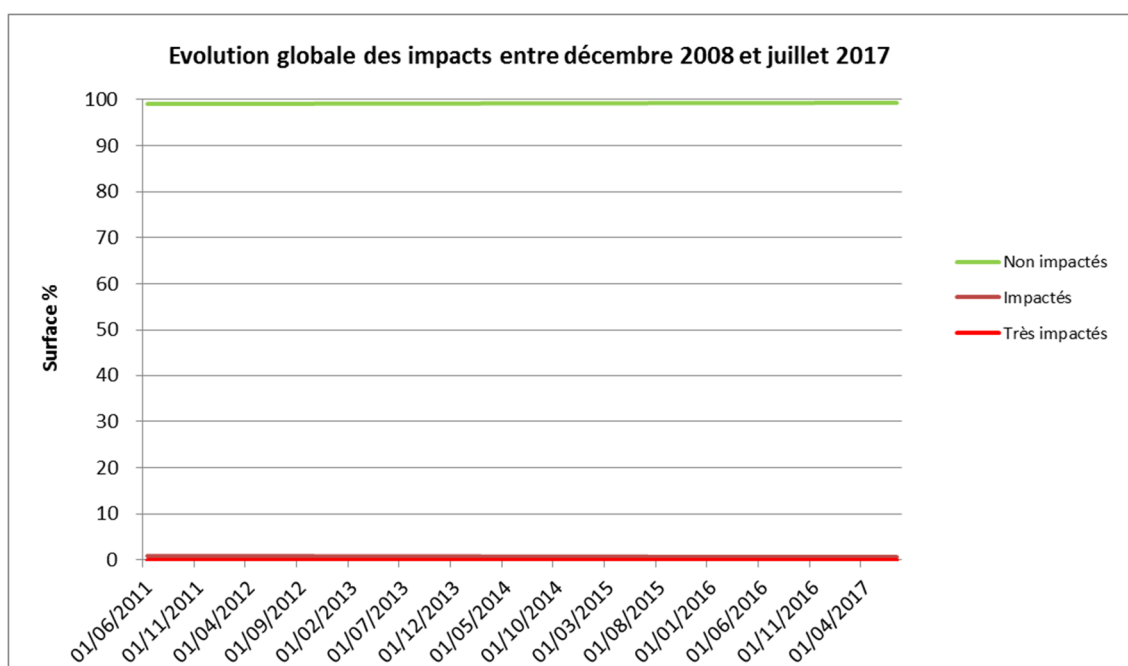


Figure 24 : Evolution des surfaces non impactées, impactées et très impactées entre 2011 et juillet 2017

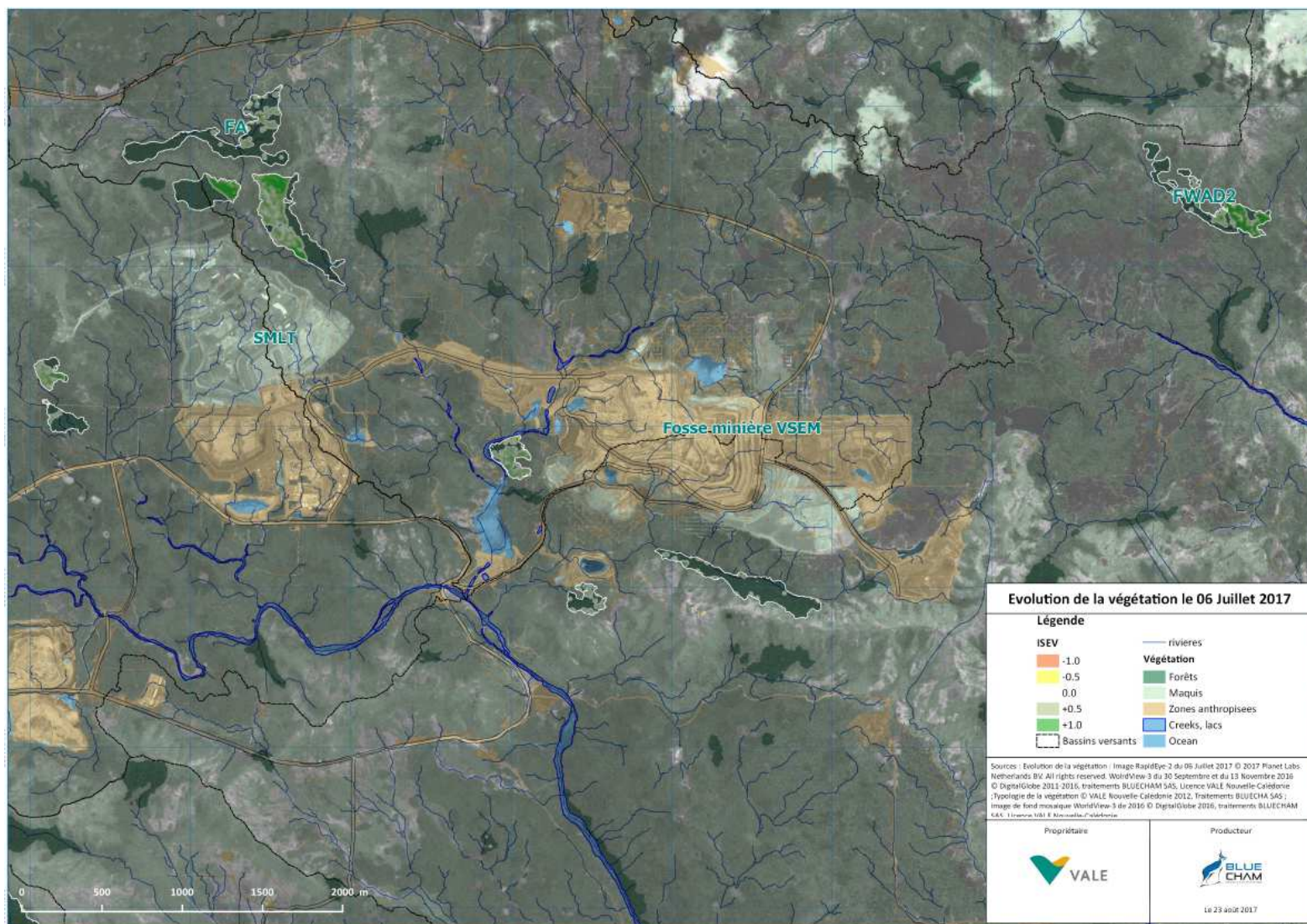


Figure 25 : Carte de synthèse de l'indice ISEV traduisant la dynamique observée entre 2011 et juillet 2017

3.2.1.3 Suivi et contrôle des espèces exogènes

3.2.1.3.1 Présentation du réseau de suivi

Une liste de zones du site industriel et minier de VNC est régulièrement suivie 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 Décanter 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	Forêt 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 2017 sur ce point a donné le résultat suivant :

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	Risque d'envahissement estimé (Fa, M, Fo, T Fo) ⁵
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	+	1	V	Fa
ASTERACEAE	<i>Conyza canadensis</i>	+	6	V	Fa
ASTERACEAE	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	+	1	FL	Fa
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i>	1	2	V	Fa
ASTERACEAE	<i>Emilia sonchifolia</i>	+	1	FL	Fa
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	+	1	V	Fa
FABACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	+	1	V	Fa
OXALIDACEAE	<i>Oxalis corniculata</i>	1	2	FL	Fa
PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus tenellus</i>	+	2	V	Fa
URTICACEAE	<i>Pilea microphylla</i>	+	2	V	Fa
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago</i> sp.	+	1	V	Fa
ASTERACEAE	<i>Pluchea odorata</i>	1	1	V	Fa
POACEAE	<i>Sacciolepis indica</i>	+	1	FR	Fa
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>	+	1	FL	Fa
POACEAE	<i>Sporobolus elongatus</i>	2	2	FL	Fa
POACEAE	<i>Paspalum</i> cf <i>conjugatum</i>	3	3-6	FRP	Fa
LYTHRACEAE	<i>Cuphea carthagenensis</i>	+	1	V	Fa
POACEAE	<i>Digitaria</i> cf <i>sanguinalis</i>	1	1	V	Fa
APIACEAE	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	1	2	V	Fa
BEGONIACEAE	<i>Begonia</i> sp	+	1	FL	Fa

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 = éparse

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

5 Fa= Faible ; M= Moyen ; Fo= Fort ; T Fo = Très Fort

Ainsi, aucune apparition d'espèces notable n'a été relevée. A noter qu'en dehors des zones anthropisées, les espèces exogènes montrent de grandes 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 et les bilans stationnels

❖ Suivis phénologiques

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 2017, 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. 52 jours ont été consacrés aux suivis phénologiques et aux suivis de l'état de

santé des populations de 23 espèces rares en 2017. 69 % 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 2017 sont présentées dans le bilan des activités de conservation 2017 (paragraphe 3.3) en **ANNEXE VI**.



Figure 26 : Individus *Pycnandra goroensis* à la cascade de Goro



Figure 27 : Amélioration de l'habitat de *Planchonella latihila* avec une diminution des dépôts de poussières

Parmi les faits marquants en 2017, on retiendra :

- Le suivi de *Pycnandra goroensis* à la cascade de Goro. L'ensemble des pieds sont apparus en bon état de santé (Figure 26).
- Le suivi d'*Hibbertia bouletii* le 12 juin 2017 a mis en évidence la mortalité d'un individu adulte ayant séché sur pied au niveau du creek Pernod.
- Le suivi de *Planchonella latihila* sur S5 avec un nettoyage des surfaces foliaires des individus juvéniles afin d'éliminer les dépôts de poussières. Les individus suivis sur le Flanc Sud du Parc à résidus sont apparus en bonne santé avec une diminution des dépôts de poussières sur la zone (Figure 27). Le suivi de l'individu

mature de Pic du Grand Kaori a permis d'observer huit fruits sur l'arbre entre octobre et novembre 2017 dont deux tombés au sol. Un de ces deux fruits a été récupéré pour mise en germination. Le second fruit tombé au sol présentait des attaques de rats.

❖ Bilans stationnels :

Une des actions inscrites au plan de conservation des espèces rares est la réalisation de bilans stationnels des populations des 41 espèces rares jugées prioritaires selon la méthode de hiérarchisation des espèces (Tableau 9, p21). Les bilans stationnels constituent des états initiaux indispensables à l'évaluation et au suivi de l'état de conservation des populations d'espèces rares et de leur habitat. Ces bilans doivent permettre à terme de proposer des mesures de conservation adaptées, opérationnelles et évolutives. La définition de protocoles de suivi standardisés permet ainsi d'obtenir des données comparables entre les différents observateurs et de développer des indicateurs fiables pour le suivi de l'espèce.

Chaque bilan stationnel intègre une description de l'habitat (formation végétale, substrat), une évaluation du degré de menace et de l'état de conservation des populations. Les données recueillies lors des bilans stationnels permettront d'actualiser la cartographie de l'aire de répartition des espèces rares et d'établir un plan de suivi des espèces les plus menacées.

17 bilans stationnels ont été réalisés en 2017 et ont concernés 14 espèces rares prioritaires inscrites au plan de conservation (Tableau 18 ci-dessous).

Tableau 18 : 14 espèces rares jugées prioritaires selon la méthode de hiérarchisation des espèces

Especies	Localités
<i>Agathis ovata</i>	Aérodrome
<i>Callitris pancheri</i>	Kwé Ouest
<i>Canacomyrca monticola</i>	FPP
<i>Dacrydium guillauminii</i>	Lac en 8
<i>Gmelina ligum-vitrum</i>	Forêt Nord
<i>Hibbertia bouletii</i>	Pernod
<i>Kermadecia pronyensis</i>	Aérodrome
<i>Pandanus lacuum</i>	Cofremi, Aérodrome
<i>Pittosporum murricatum</i>	col de l'antenne
<i>Planchonella latihila</i>	PGK, S5
<i>Planchonella pronyensis</i>	Kwé Est
<i>Pycnandra Canaliculata</i>	Pernod
<i>Raulvofia sevenetii</i>	Col Paillard
<i>Xanthostemon sulfureus</i>	Aérodrome, Route du port

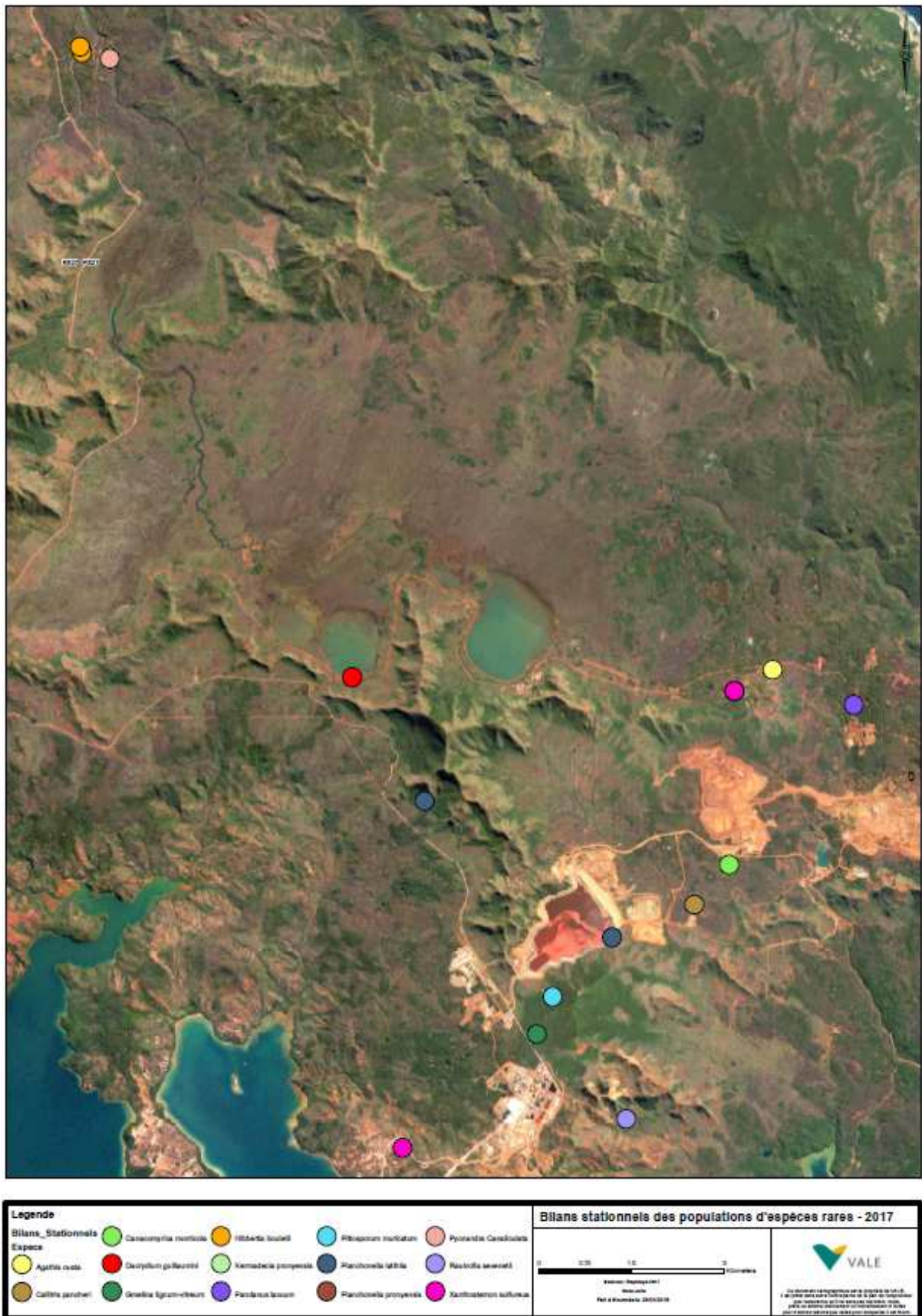


Figure 28 : Bilans stationnels des populations d'espèces rares - 2017

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

Les résultats du programme de conservation engagé en 2017 s'avèrent positifs avec une augmentation de la production de plants d'espèces rares appartenant à la catégorie CR et EN. Les chiffres à retenir en 2017 sont 2702 plantes produites pour les espèces rares, dont 2649 et 53 qui ont été obtenues respectivement par germination et transplantation. Un total de 564 plants d'espèces rares est sorti des stocks de la pépinière de VNC en 2017. Des espèces telles que *Planchonella latihila*, *Hibbertia bouletii*, *Araucaria goroensis*, *Canacomyrica monticola*, *Araucaria nemorosa* et *Tristaniopsis yateensis* ont été produits. A noter également la germination de 5 plantules de *Dacrydium guillauminii*, espèces rencontrant des difficultés en termes de germination depuis de nombreuses années (Tableau 19).

Tableau 19 : Synthèse des actions de conservation engagées en 2017

Espèce	Statut UICN/ Province Sud	Nombre de fruits ou poids des graines (gr)	Nombre de plants repiqués	Nombre d'individus transplantés	Plantation en nombre d'individus
Espèces prioritaires					
<i>Rauvolfia sevenetii</i>	EN	984,4 / 3 fruits	133		
<i>Pandanus lacuum</i>	EN	2367 / 23 fruits	151		
<i>Araucaria goroensis</i>	EN			51	69
<i>Araucaria muelleri</i>					20
<i>Araucaria rulei</i>					1
<i>Agathis ovata</i>	EN	247 / 7 cônes	391		
<i>Dacrydium guillauminii</i>	CR	0,5 / 13 graines			
<i>Pycnandra canaliculata</i>	NT	10 040	70		
<i>Araucaria nemorosa</i>	CR	1640	494		110
<i>Araucaria bernierii</i>	VU	820			
<i>Canacomyrca monticola</i>	NT	8	26	2	
<i>Callitris pancheri</i>	EN	59,2 + 25 fruits	840		
<i>Planchonella latihila</i>	CR	0,3, 1 graine	38		
<i>Xanthostemon sulfureus</i>	VU	260			
<i>Saribus jeanneneyi</i>	CR	23 fruits			
<i>Tristaniopsis yateensis</i>	EN	EN	25		
<i>Planchonella pronyensis</i>	VU		28		
<i>Xanthostemon cf sebertii</i>	Cf. EX		181		
<i>Hibbertia bouletii</i>	CR		14		
<i>Retrophyllum minus</i>	EN		70		264
Espèces produites de manière opportuniste					
<i>Podocarpus lucienii</i>	LC	260	60		5
<i>Cunonia deplanchei</i>	VU	140			
<i>Pancheria gatopensis</i>	LC		50		
<i>Pandanus balansae</i>	LC		8		
<i>Pandanus bernardii</i>	LC		50		
<i>Pycnandra pubiflora</i>	LC		20		
<i>Cloezia aquarum</i>					10
<i>Cloezia buxifolia</i>					26
<i>Podocarpus novae-caledoniae</i>					59
Total		16 826,40	2649	53	564

Les opérations de transplantations représentent une faible part du nombre de plantes rares obtenues, mais sont parfois la seule solution pour protéger une espèce. Les taux de réussite restent très aléatoires et sont dépendants de l'espèce et du stade de développement de l'individu transplanté. Un individu dont l'axe principal est lignifié ou dépassant un mètre présentera systématiquement un taux de survie inférieur à 60 %. Le sol souvent constitué de blocs de cuirasse fragilise également le système racinaire lors des opérations de transplantations. Des difficultés sont également rencontrées lors de la transplantation d'espèces épiphytes pour lesquelles il est nécessaire de récupérer le support.

En 2017, 53 individus appartenant à 2 espèces rares ont été produits par transplantation (Tableau 20).

Tableau 20 : Bilan des transplantations pour l'année 2017

Especies	Nombre d'individus	Localité	Date
<i>Araucaria goroensis</i>	51	Fosse Population MGL Est - Hors emprise Fosse 2019-2020	04/04/2017
<i>Canacomyrica monticola</i>	2	FPP	17/08/2017

❖ Transplantation d'*Araucaria goroensis* :

Des opérations de récupération de plantules d'*araucaria goroensis* géoréférencées située à l'est de la zone de pré-production 2020 ont été engagées le 08 mai 2016 et le 04 avril 2017. Ces campagnes se sont déroulées durant la saison des pluies, en coopération avec les opérateurs miniers. Cette collaboration confère l'avantage de sensibiliser les opérateurs miniers sur la problématique des espèces rares et plus particulièrement sur la nécessité d'engager des actions de conservation pour cette espèce d'intérêt écologique et patrimonial. En tout, ce sont 91 individus qui ont été récupérés, soit 40 individus durant la campagne de 2016 et 51 durant la campagne de 2017. L'ensemble des individus ont été placés en phase d'acclimatation à la pépinière.

En janvier 2018, on relève un taux de survie de 66 % sur l'ensemble des individus récupérés. Le taux de mortalité apparaît plus élevé pour les individus placés en rocket pot et atteint 62 % contre 30 % pour les individus placés en poche de 5 L. L'enlèvement des mottes de terre étant plus conséquent pour les individus placés en rocket pot, il est probable que le système racinaire et les mycorhizes associés aient été endommagés. Une partie des transplants issus de la campagne de 2016 seront plantés en 2018 à la Wadjana et un suivi de la mortalité des individus sera réalisé annuellement. Les opérations de récupération de plantules seront poursuivies durant la saison des pluies (**ANNEXE VI**).

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. :

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

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

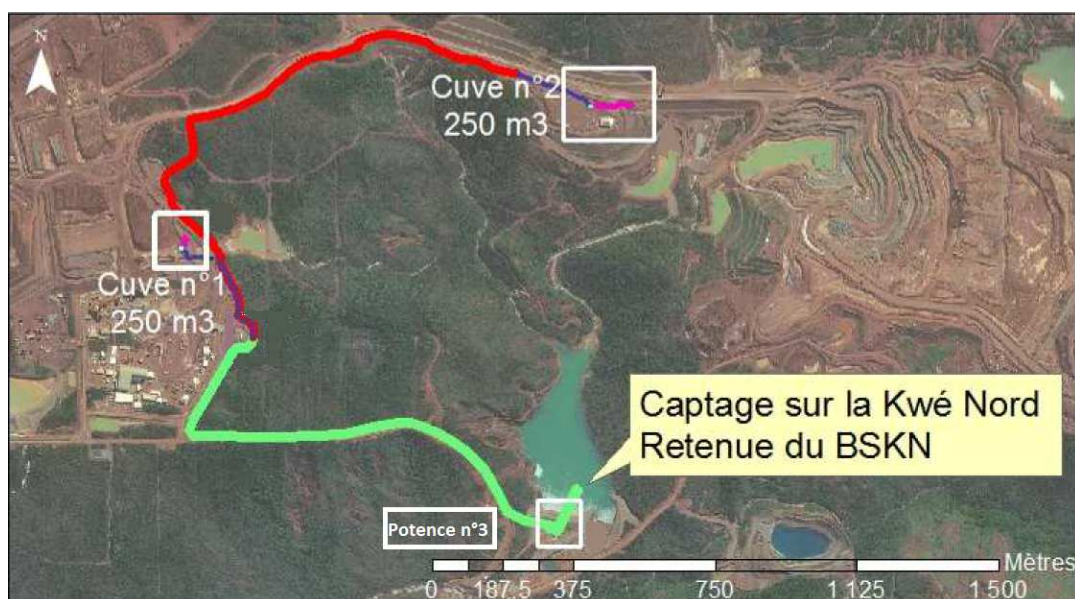


Figure 29 : Localisation des points d'alimentation des arroseuses

Un compteur volumétrique est installé au niveau du point de captage permettant de recenser un volume total prélevé de 232 700 m³ dédié à l'arrosage des pistes en 2017.

Un second compteur volumétrique installé au niveau du ROM-Pad permet de recenser un volume d'eau de 131 000 m³ en 2017 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 a été mise en service le 13 janvier 2017. A partir de cette date, le compteur d'eau a été relevé et permet de quantifier un volume de 35 800 m³ distribué au niveau de cette potence au cours de l'année 2017. Cette eau a été principalement dédiée à l'arrosage des pistes de la fosse minière.

3.2.2.2 Panneaux de sensibilisation pour réduire la vitesse des véhicules

Des panneaux de signalisation ont été mis en place en juillet 2017 à chaque entrée de la mine rappelant les règles Hygiène – Sécurité et les règles de circulation. La mention explicite de la limitation de vitesse à 40 km/h figure notamment au niveau du croisement du CR10 avec la route de la Wadjana, juste avant d'entrer dans un habitat dense au nord de la fosse minière.

La maquette des panneaux et leur plan de localisation figurent ci-dessous.



Figure 30 : Maquette des panneaux de sensibilisation aux règles de circulation

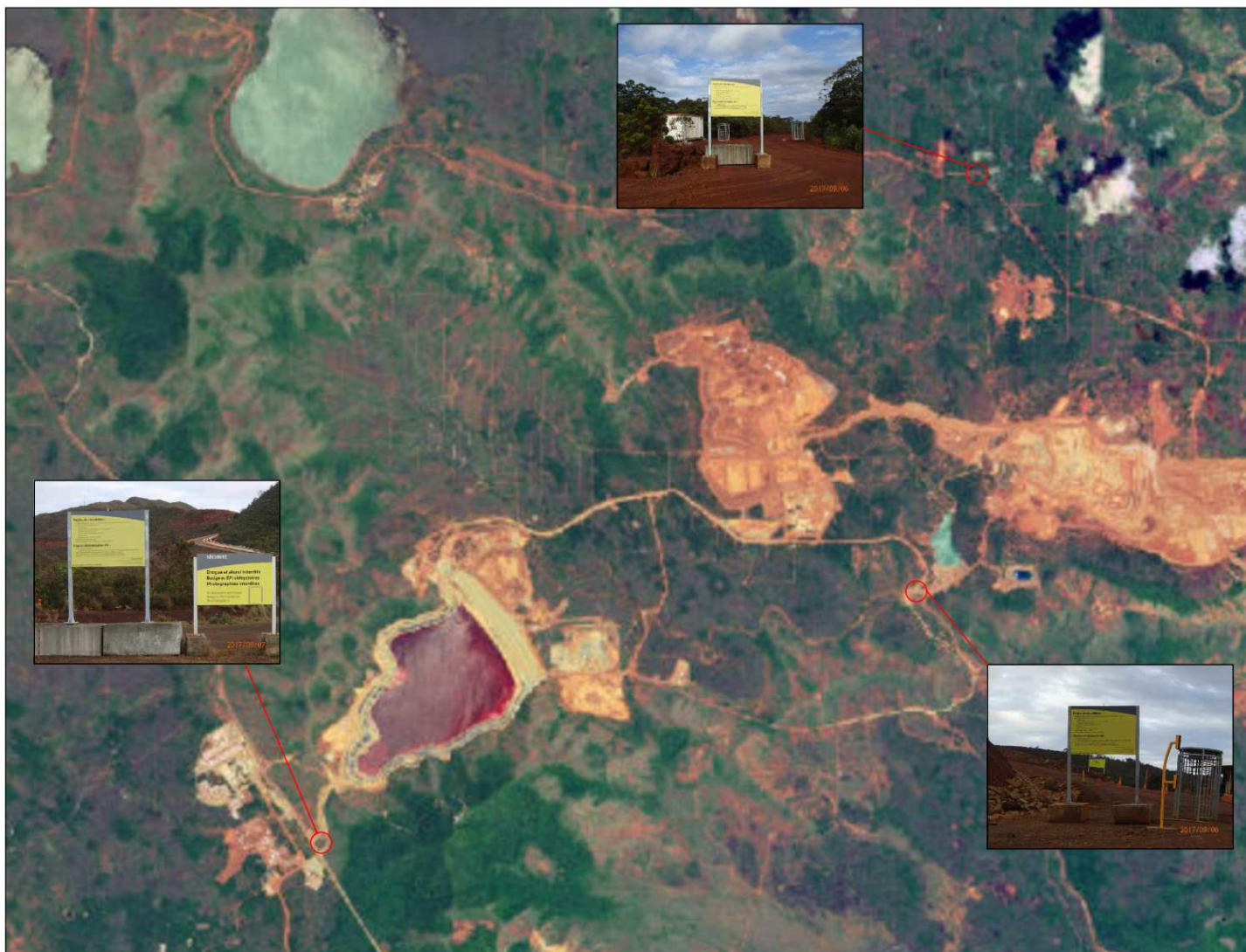


Figure 31 : Localisation des panneaux de sensibilisation aux règles de circulation

3.2.2.3 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 2016-2017 a permis de récolter 252,24 kg de fruits de 62 espèces différentes. Le détail des récoltes figure dans le tableau ci-dessous :

Tableau 21 : récapitulatif des récoltes effectuées lors de la saison 2016-2017 par VALE NC sur le Plateau de Goro

Espèces	Poids (kg)	Espèces	Poids (kg)
<i>Agathis ovata</i>	0,247	<i>Longetia buxoides</i>	0,3
<i>Alphitonia neocaledonica</i>	9,1	<i>Neisosperma miana</i>	1,2
<i>Araucaria bernierii</i>	0,82	<i>Ochrosia sp</i>	0,98
<i>Araucaria columnaris</i>	0,34	<i>Pancheria alaternoides</i>	0,16
<i>Araucaria nemorosa</i>	1,64	<i>Pancheria billardierie</i>	0,06
<i>Atractocarpus heterophyllus</i>	0,1	<i>Pandanus lacuum</i>	0,22
<i>Austrobuxus carunculatus</i>	4,9406	<i>Piliocalyx laurifolius</i>	12,7686
<i>Austrobuxus cuneatus</i>	0,14	<i>Planchonella endlicheri</i>	2,26
<i>Beccariella crebifolia</i>	0,06	<i>Planchonella reticulata</i>	0,36
<i>Cerberiopsis candelabre</i>	4,36	<i>Planchonella sphareocarpa</i>	24,5
<i>Codia discolor</i>	0,04	<i>Planchonella wakere</i>	21,34
<i>Cryptocarya guillauminii</i>	0,6	<i>Pleioluma baueri</i>	0,06
<i>Dacrydium araucarioides</i>	0,8	<i>Pleioluma crebifolia</i>	0,1
<i>Dodonea viscosa</i>	3,78	<i>Pleioluma sebertii</i>	3,39
<i>Dysoxylum sp</i>	0,24	<i>Plerandra gabriellae</i>	0,68
<i>Elaeocarpus speciosus</i>	3,72	<i>Podocarpus lucienii</i>	3,16
<i>Elaeodendron cunninghamii</i>	1,06	<i>Pycnandra acuminata</i>	15,56
<i>Gacinia balansae</i>	0,06	<i>Pycnandra decandra</i>	3,24
<i>Gahnia novocaledonensis</i>	6,14	<i>Pycnandra gatopensis</i>	5,2988
<i>Garcinia balansae</i>	1,8	<i>Rauvolfia sevenetii</i>	0,45
<i>Garcinia neglecta</i>	0,6	<i>Semecarpus sp</i>	1,42
<i>Garnieria spathulaefolia</i>	1,68	<i>Serianthes sachetae</i>	0,314
<i>Grevillea exul</i>	46,9	<i>SP</i>	9,9
<i>Grevillea gillivrayi</i>	0,86	<i>Stenocarpus comptonii</i>	11,12
<i>Guettarda eximia</i>	0,66	<i>Stenocarpus trinervis</i>	1,46
<i>Guioa villosa</i>	0,04	<i>Stenocarpus umbelliferus</i>	4,8
<i>Gymnostoma deplancheanum</i>	34,4	<i>Storthocalyx pancheri</i>	0,0706
<i>Gymnostoma leucodon</i>	0,12	<i>Syzygium multipetalum</i>	0,1
<i>Hedycarya sp</i>	0,12	<i>Tarenna hexamera</i>	0,2
<i>Hibbertia lucens</i>	0,8	<i>Xylopiia pancheri</i>	0,22
<i>Jaffrea xerocarpa</i>	0,12		
<i>Jaffrea xerocarpa</i>	0,26	Total général	252,24



Figure 32 : Triage et rangement des récoltes opérées sur le Plateau de Goro à la Pépinière VNC

VNC pratique également le bouturage d'espèces endémiques dans la cadre de sa production horticole. En effet, certaines espèces pionnières pourtant commune dans les maquis du Grand Sud présentent des particularités physiologiques (ex : dormance) gênant leur production en serre. C'est afin de garantir une plus grande diversité en réhabilitation et préserver le patrimoine génétique de ses populations qu'est pratiquée cette méthode.

Ci-dessous le détail des boutures réalisées en 2017 :

Tableau 22 : Tableau récapitulatif des boutures réalisées en 2017 par VNC

Familles	Espèces	Total plants
CUNONIACEA	<i>Codia albifrons</i>	4 660
RUTACEA	<i>Halfordia kendack</i>	720
DILLENIACEA	<i>Hibbertia pulchella</i>	800
VIOLACEA	<i>Hybanthus austrocaledonicus</i>	40
RUBIACEA	<i>Normandia neocaledonica</i>	1 080
OLEACEA	<i>Osmanthus austrocaledonicus</i>	640
LABIATEA	<i>Oxera nerifolia</i>	2 560
CELASTRACEA	<i>Peripterygia marginata</i>	1 600
MYRTACEA	<i>Sannantha leratii</i>	3 720
	Total général	15 820

Enfin, VNC a recours à la transplantation de jeunes 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 ses transplants figure dans le tableau ci-dessous :

Tableau 23 : Tableau récapitulatif des transplantations de plantules réalisées par VNC en 2017

Familles	Espèces	Total plants
RHAMNACEAE	<i>Alphitonia neocaledonica</i>	17 502
CUNONIACEA	<i>Codia spathulata</i>	616
CYPERACEAE	<i>Costularia comosa</i>	12 763
CASUARINACEAE	<i>Gymnostoma deplancheanum</i>	17 664
CYPERACEAE	<i>Lepidosperma perteres</i>	30 981
CYPERACEAE	<i>Machaerina deplanchei</i>	9 711
MYRTACEA	<i>Myrtopsis sellingii</i>	1 900
CUNONIACEA	<i>Pancheria billardierii</i>	353
ARALIACEAE	<i>Polyscias pancheri</i>	200
GOODENIACEAE	<i>Scaevola balansae</i>	400
	Total général	92 240

3.2.2.4 Récupération et utilisation du topsoil

Les défrichements opérés en 2017 se sont concentrés autour de la fosse 2017-2022, sur le chantier de l'extension ROM-Pad, et sur la carrière « CPA1 ». Ces défrichements ont permis de récupérer environ 4 000 m³ de topsoil. A noter que le topsoil prélevé, notamment au niveau de la fosse et de l'extension du ROM-Pad, est très rocailleux et l'essentiel de la matière organique provenant des opérations de gyrobroyage réalisées en amont du défrichage.



Figure 33 : Exemple de profil géologique type sur les zones de maquis dense sur cuirasse présents sur la fosse VNC

Le topsoil ainsi récupéré est envoyé sur la verse SMLT pour stockage puis étalage dans le cadre de la réhabilitation de l'ouvrage. Environ sept hectares de pentes ont été recouvertes de ce substrat depuis le début de la construction de la verse jusqu'au 31 décembre 2017. La vitesse de traitement des pentes sera fonction de la montée de la verse SMLT.



Figure 34 : Talus de la verse SMLT ayant reçu un étalage de top-soil. *On remarque la présence importante de bloc de cuirasse en pied de talus, due à la nature très rocheuse du top-soil prélevé dans des formations végétales poussant sur cuirasse.*

Ces zones seront progressivement réhabilitées par la méthode d'ensemencement hydraulique. Deux hectares ont été préparés en 2017 (pose de la toile de jute) pour l'exécution du semi en 2018 (cf. §2.3.2.2, p15) et carte en **ANNEXE IV**.

3.3 Suivis et mesures relatifs 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 10minutes, 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 2017 les trois forêts suivies sont : la forêt du pic du pin, la forêt Nord et la forêt du pic du grand kaori.

Effort de recherche :

Tableau 24 : Efforts de capture par méthode d'échantillonnage (suivie herpétofaune 2017)

	Sites	Transects	Réplicats	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
Pitfall traps	3	2 * 10 pitfall	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 2017.

Tableau 25 : Résultats des points d'écoute 2017 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	0,2	23%	EE	NT
BAPE	<i>Pandion haliaetus cristatus</i>	Balbuzard	0,0	2%	LR	LC
COCA	<i>Corvus moneduloides</i>	Corbeau	0,1	8%	EE	LC
COCU	<i>Chrysococcyx lucidus layardi</i>	Coucou cuivré	0,5	42%	LR	LC
COEV	<i>Cacomantis flabelliformis pyrrhophanus</i>	Coucou à éventail	0,5	40%	SE	LC
COTU	<i>Chalcophaps indica chrysochlora</i>	Tourterelle verte	0,0	0%	LR	LC
DIPS	<i>Erythrura psittacea</i>	Cardinal	0,5	33%	EE	LC
ECCA	<i>Coracina caledonica</i>	Echenilleur calédonien	0,4	38%	SE	LC
ECPI	<i>Lalage leucopyga montrosieri</i>	Echenilleur pie	0,7	52%	SE	LC
GEME	<i>Gerygone flavolateralis flavolateralis</i>	Gérygone	1,4	90%	SE	LC
LAVE	<i>Artamus leucorhynchus</i>	Hirondelle busière	0,1	8%	SE	LC
LOTE	<i>Trichoglossus haematodus deplanchei</i>	Loriquet	0,8	23%	SE	LC
MACH	<i>Todiramphus sanctus canacorum</i>	Martin-chasseur	0,0	0%	SE	LC
MEBA	<i>Glycifohia undulata</i>	Méliphage barré	2,7	98%	EE	LC
MEOR	<i>Lichmera incana incana</i>	Suceur	2,9	83%	SE	LC
MISI	<i>Haliastur spheonurus</i>	Milan siffleur	0,0	0%	LR	LC
MIVE	<i>Eopsaltria flaviventris</i>	Miro	1,1	77%	EE	LC
MOBR	<i>Clytarchus pectoratorius pectoratorius</i>	Monarque brun	0,3	25%	SE	LC
MOME	<i>Myiagra caledonica</i>	Monarque à large bec	0,7	56%	SE	LC
MYCA	<i>Myzomela caledonica</i>	Sucrier	4,1	100%	EE	LC
NOTO	<i>Ducula goliath</i>	Notou	0,5	35%	EE	NT
PEFR	<i>Cyanoramphus novaezelandiae saisseti</i>	Perruche à front rouge	0,9	54%	SE	NT
PIGO	<i>Columba vitiensis hypoleucos</i>	Pigeon collier blanc	0,0	2%	SE	LC
POMO	<i>Philemon diemenensis</i>	Polochion moine	0,0	4%	EE	LC
RHCO	<i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i>	Petit rhipidure	1,0	75%	SE	LC
RHTA	<i>Rhipidura verreauxi verreauxi</i>	Rhipidure tacheté	0,9	67%	SE	LC
SASO	<i>Collocalia esculenta albidior</i>	Salangane soyeuse	0,0	4%	SE	LC
SICA	<i>Pachycephala caledonica</i>	Sourd à ventre jaune	2,6	100%	EE	LC
SIIT	<i>Pachycephala rufiventris xanthetreae</i>	Sourd à ventre roux	1,1	73%	SE	LC
STCA	<i>Aplonis striata striata</i>	Stourne calédonien	0,7	52%	SE	LC
ZODV	<i>Zosterops xanthochrous</i>	Lunette à dos vert	3,1	98%	EE	LC
ZODG	<i>Zosterops lateralis griseonata</i>	Lunette à dos gris	0,0	0%	SE	LC

Ind. Ab = indice d'abondance ponctuel en 2017, Fq. occ. = fréquence d'occurrence en 2017

End. = niveau d'endémisme (Barré et al 2009), LR = espèce à large répartition régionale, SE = sous-espèce endémique, EE = espèce endémique
UICN = statut UICN (IUCN 2017), LC=Least Concern soit considéré « non menacé », NT = Near Threatened soit considéré « quasi menacé »

Tableau 26 : Maximums contactés annuellement par espèce et tendances d'évolution 2008-2017

	AUNE	BAFE	COCA	COCU	COEV	COJU	DES	ECOA	ECPI	GENE	LAVE	LOTE	MACH	MEGA	MEOR	MES	MOVE	MEER	MEME	MOYA	NOYO	PEPR	PDD	POMO	RHCO	REDA	SAGO	SCA	SET	SICA	ZOUV	ZOOG	
2008	10	0	1	6	2	0	47	13	18	62	1	10	4	130	111	0	36	16	40	192	24	30	6	2	53	29	12	82	3	4	206	0	
2009	17	2	0	16	2	1	32	10	17	77	3	9	3	148	131	0	43	11	34	200	42	33	4	2	59	25	14	100	17	17	184	0	
2010	9	0	5	6	21	3	42	12	25	77	1	6	4	120	117	0	46	18	34	203	33	28	2	1	45	29	21	82	6	5	232	0	
2011	13	0	3	4	3	4	48	15	22	80	3	4	0	150	148	0	52	13	31	209	32	29	4	20	60	32	19	101	12	0	210	0	
2012	7	0	3	11	12	0	78	17	20	65	3	8	1	124	88	0	39	21	41	187	23	26	9	4	45	40	23	85	12	12	203	0	
2013	9	2	7	7	10	7	39	17	25	92	6	14	1	161	107	0	53	18	34	179	35	43	5	20	46	47	21	84	14	10	243	0	
2014	14	0	2	28	18	4	52	25	37	78	6	22	7	140	104	0	54	20	51	210	35	59	4	21	44	46	20	107	21	9	296	2	
2015	3	2	2	18	10	6	57	22	31	86	11	28	1	142	77	1	61	20	31	150	30	52	3	36	49	47	19	82	16	1	195	4	
2016	NA																																
2017	11	1	4	26	25	0	23	19	32	66	4	37	0	131	140	0	53	13	34	196	25	41	1	2	49	42	2	123	51	32	147	0	
Pente	-0,5	0,1	0,2	2,1	1,9	0,2	-0,5	1,3	1,9	0,6	0,7	3,3	-0,3	0,3	-1,3	0,0	2,1	0,3	0,0	-2,2	-0,5	2,4	-0,3	1,9	-0,9	1,6	-0,3	2,5	3,7	1,5	-4,0	0,2	
Moyenne	10,3	0,5	3,0	13,6	11,4	2,8	46,4	16,7	25,2	78,0	4,2	15,3	2,3	138,8	113,7	0,1	48,6	16,7	36,7	191,7	31,0	40,1	4,2	12,0	50,1	39,7	17,8	94,0	16,9	10,0	202,9	0,7	
Var. ann. th.	-4%	12%	8%	18%	11%	9%	-1%	8%	8%	1%	17%	22%	-11%	0%	-1%	28%	4%	2%	0%	-1%	-1%	9%	-7%	18%	-2%	4%	-2%	2%	23%	13%	-3%	33%	

Codes espèce : voir Tableau 2, pente = pente de régression linéaire 2008 – 2017 ou variation annuelle du nombre d'individus, moyenne = moyenne des maximums contactés entre 2008 et 2017 (gras = supérieures à 10 contacts / an), var. ann. th. = pente rapportée à la moyenne qui donne une vision simplifiée de la tendance, indices d'abondance ponctuels obtenus en divisant les effectifs reportés dans le tableau par 48. Tendances en augmentation (vert), stables (bleu), ou jugées arbitrairement non significatives (pas de couleur) car la moyenne des contacts annuelles est inférieure à 10 %

Tableau 27 : Moyenne des contacts sur la période 2008-2017 par relique forestière et par espèce

	AUNE	BAFE	COCA	COCU	COEV	COJU	DES	ECOA	ECPI	GENE	LAVE	LOTE	MACH	MEGA	MEOR	MES	MOVE	MEER	MEME	MOYA	NOYO	PEPR	PDD	POMO	RHCO	REDA	SAGO	SCA	SET	SICA	ZOUV	ZOOG	N. sp.
FC	0,3	0,1	0,0	0,7	0,9	0,8	4,4	1,1	2,1	7,8	0,4	0,0	0,0	10,6	9,1	0,0	4,9	2,4	3,7	15,6	2,2	2,3	0,6	0,6	3,2	3,9	2,8	7,8	1,7	0,1	21,1	0,0	27
FJ	1,8	0,0	0,1	1,0	0,9	0,4	3,8	1,1	3,6	6,9	1,0	2,3	0,0	12,7	1,3	0,0	4,9	2,2	3,7	17,1	1,8	4,9	0,8	0,7	4,3	4,6	1,6	8,9	2,2	0,2	14,9	0,3	29
FN	0,2	0,0	0,4	2,8	2,3	0,1	2,1	3,3	1,7	6,8	0,4	2,0	0,1	8,2	7,6	0,0	5,1	2,4	2,9	13,7	6,1	3,8	0,0	1,0	5,0	3,7	0,0	8,9	1,6	3,4	18,9	0,1	28
FN2	1,2	0,0	0,0	2,7	1,1	0,8	3,2	1,8	1,3	6,0	0,2	3,0	0,1	15,2	11,6	0,1	6,3	2,4	4,6	18,6	9,6	3,7	0,1	2,4	3,8	3,9	0,0	7,6	0,6	2,4	24,2	0,1	29
FT	1,6	0,0	0,0	1,8	2,0	0,0	5,4	1,9	4,0	6,7	0,9	1,2	0,0	10,9	9,1	0,0	5,3	0,8	3,4	17,9	0,2	4,9	1,0	1,0	4,6	5,0	4,1	8,1	1,3	0,4	16,8	0,0	26
KE	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	4,8	1,2	2,4	7,4	0,2	0,7	0,0	8,8	2,9	0,0	3,7	0,4	2,1	14,2	0,2	1,4	0,0	0,6	3,4	3,1	0,3	7,6	1,1	0,6	13,6	0,0	25
KEC	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,6	0,3	1,2	5,0	0,3	1,3	0,0	7,8	7,3	0,0	1,2	0,0	0,7	10,1	0,0	0,2	0,0	0,6	3,1	1,2	1,0	4,9	0,6	0,7	11,6	0,0	22
KN	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	5,5	1,4	2,6	5,6	0,4	3,9	0,0	11,8	8,8	0,0	4,3	0,0	3,9	17,3	0,0	2,0	0,1	0,5	3,5	3,5	1,3	7,1	0,8	0,1	17,9	0,0	23
PDP	2,1	0,0	1,8	1,2	0,8	0,1	7,0	1,4	1,9	7,0	0,3	0,0	1,4	15,7	11,3	0,0	3,7	3,1	4,9	14,6	1,1	7,3	0,1	1,1	7,0	4,3	6,0	9,8	2,9	0,6	15,7	0,0	28
PGK	1,6	0,0	0,4	2,4	1,9	0,2	1,9	1,7	3,2	6,4	0,0	0,0	0,0	12,8	22,7	0,0	5,2	2,2	4,8	17,1	6,8	5,3	0,2	1,0	3,4	3,8	0,8	8,6	2,3	0,3	14,9	0,0	26
S2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	10,7	5,4	0,0	1,0	0,0	0,2	15,6	0,0	1,8	0,0	0,0	4,1	0,4	0,0	5,2	0,1	0,4	12,9	0,0	15
WA	0,2	0,7	0,1	0,1	1,1	0,0	3,6	0,6	0,7	6,1	0,0	0,0	0,1	11,0	13,6	0,0	2,0	0,2	1,0	15,0	1,8	1,3	1,2	0,0	3,8	1,2	0,3	8,0	1,3	0,4	17,1	0,0	26

N. sp. Nb total d'espèces contactées durant les points d'écoute par relique forestière

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 forestière 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 – 2017 doivent être inversement considérés avec prudence pour plusieurs espèces ; le loriquet, à cause de son comportement grégaire et sa forte mobilité, 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 2017, est fourni en **ANNEXE IX**.

❖ **Volet herpétofaune**

Seize espèces de lézards (8 Scincidae et 8 Diplodactylidae) ont été enregistrées au cours de la campagne de surveillance 2017, au sein des stations prospectées (toutes méthodes d'échantillonnage confondues) :

- 13 espèces (6 Scincidae et 7 Diplodactylidae) détectées en Forêt Nord / Col de l'Antenne ;
- 12 espèces (8 Scincidae et 4 Diplodactylidae) détectées au Pic du grand Kaori ;
- 12 espèces (7 Scincidae et 5 Diplodactylidae) détectées au Pic du Pin.

Tableau 28 : Succès des captures 2017 (pitfall traps)

Sites prospectés	2017
Tous sites confondus	28%
Forêt Nord	27%
Pic du grand Kaori	21%
Pic du Pin	36%

Tableau 29 : Diversité spécifique des lézards (et statuts UICN révisés, en 2017, en rouge) par site de surveillance

	Espèces	Statut UICN	Forêt Nord / CA	Pic du grand Kaori	Pic du Pin
Scinques	<i>C. austrocaledonicus</i>	LC	x	x	x
	<i>C. festivus</i>	LC			
	<i>C. notialis</i>	NT	x	x	x
	<i>G. shonae</i>	VU	x	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			
	<i>S. deplanchei</i>	LC	x	x	x
Geckos	<i>T. variabilis</i>	LC		x	x
	<i>B. geitaina</i>	NT	x		
	<i>B. robusta</i>	NT	x		
	<i>B. cf. sauvagii</i>	EN	x		x
	<i>B. septuiclavis</i>	NT	x	x	x
	<i>E. symmetricus</i>	NT	x	x	
	<i>R. auriculatus</i>	LC	x		x
	<i>R. ciliatus</i>	VU			
	<i>R. leachianus</i>	LC		x	x
Total espèces / Site			13	12	12

Les résultats issus de la campagne de surveillance herpétofaunique 2017, avec la détection de 506 lézards (230 scinques et 276 geckos), reflètent de prime abord la bonne santé générale de la communauté des lézards des sites forestiers cibles.

Les espèces communes de scinques (*C. austrocaledonicus*, *C. notialis*, *M. tricolor* et *S. deplanchei*) ont été détectées, selon des effectifs de populations différents suivant les sites de surveillance. Ainsi que pour le *Marmorosphax tricolor*. L'effet cumulatif de la forte nébulosité associée à de nombreuses précipitations, rencontrées au cours des prospections, sont responsables de cette baisse enregistrée. En revanche, on observe une certaine stabilité concernant les effectifs de *Sigaloseps deplanchei* détectés (espèce vraisemblablement moins tributaire de la durée d'insolation). Les rares scinques semi-fouisseurs comme *Graciliscincus shonae* et *Nannoscincus mariei* ont une nouvelle fois été détectés au cours de ce suivi. Ce dernier est essentiellement détecté sous les pierres et/ou bois morts ; il a été décidé, depuis 2016, de stopper les fouilles sous ces sites d'abris afin de préserver la qualité d'accueil de ces micro-habitats (habitats partagés également avec *G. shonae* et *N. mariei*). Peu de lézards héliophiles, comme *Caledoniscincus austrocaledonicus* et *Caledoniscincus notialis* ont été observés durant ce monitoring, à cause d'une nébulosité importante.

Des espèces non observées dans des sites prospectés depuis de nombreuses années peuvent être découvertes ou redécouvertes fortuitement, comme le taxon remarquable *Rhacodactylus ciliatus* (détecté en novembre 2016 au Pic du grand Kaori et forêt SMLT, mais absent au cours de cette mission 2017), l'espèce *Bavayia robusta*, redécouverte au Col de l'Antenne en novembre 2017, après neuf ans sans contact.

Vingt-sept *Rhacodactylus auriculatus* ont été détectés dans les réserves forestières, dont vingt-deux au Col de l'Antenne, en lisière de la formation forestière dense humide et dans des habitats de maquis ligno-herbacé à arbustif (habitat préférentiel de ce taxon). De nombreux *Rhacodactylus sarasinorum* ont été observés dans tous les sites de prospections nocturnes (22 spécimens, dont 9 au Pic du Pin), ainsi que six *Rhacodactylus leachianus* (Pic du grand Kaori et Pic du Pin), dont deux sur une même branche au Pic du grand Kaori (forte possibilité de couple mâle/femelle). 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 (canopée), le rendent difficilement détectable.

À cette diversité spécifique enregistrée s'ajoute des spécimens de geckos non identifiés (animaux inaccessibles, le plus souvent perchés, sur les troncs et/ou branches de la canopée), avec de nombreux *Bavayia* sp. enregistrés (55 spécimens) dans tous les sites étudiés, ainsi que six spécimens de *Rhacodactylus* sp., en Forêt Nord et Pic du Pin. La non identification de certains lézards induit également une sous-estimation de la richesse spécifique et abondance des espèces des sites prospectés.

Un contexte anticyclonique établi pendant plus de 6 mois en Nouvelle-Calédonie, suivi d'une dépression atmosphérique ayant perturbé la campagne de suivi 2017 (70 % de jours de pluies, avec des accalmies, mais une nébulosité quasi totale la plupart du temps), ont limité la détection des espèces principalement héliophiles, et, en contrepartie, ont vraisemblablement favorisé une activité accrue des geckos, et donc leur observation après une longue période de sécheresse.

La probabilité de détection des individus, peut être également sensible à d'autres variables, telles que l'espèce, le type d'habitat, la période de prospection, la zone étudiée, la taille de la population, ou l'observateur (Kéry, 2002).

Le rapport de restitution de la campagne de surveillance 2017 de l'herpétofaune de trois sites forestiers sur le site minier de Vale Nouvelle-Calédonie est fourni en **ANNEXE X**.

3.3.1.2 Suivi de l'échouage des oiseaux marins

Les occurrences d'échouages d'oiseaux marins répertoriées en 2017 sur la zone minière sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 30 : Occurrences d'échouages d'oiseaux marins – zone minière – année 2017

Année	Espèce	Age	Nombre d'individus	Date de découverte	Date de relache	Lieu
2017	Anous Minutus	Juv	1	26/03/2017	27/03/2017	Mine
2017	Puffin Fouquet	Ad	1	23/04/2017	24/04/2017	CIM
2017	Puffin Fouquet	Ad	2	19/05/2017	22/05/2017	FPP
2017	Puffin Fouquet	Ad	4	20/05/2017	22/05/2017	FPP
2017	Puffin Fouquet	Ad	1	23/05/2017	22/05/2017	Dispatch mine
2017	Puffin Fouquet	Ad	1	24/05/2017	24/05/2017	Dispatch mine
2017	Puffin Fouquet	Ad	2	24/05/2017	24/05/2017	Fosse minière
2017	Puffin Fouquet	Ad	1	25/05/2017	25/05/2017	Dispatch mine
2017	Puffin Fouquet	Juv	1	27/05/2017	30/05/2017	Dispatch mine
2017	Puffin Fouquet	Juv	10	Entre 20/05 et 21/05	22/05/2017	Dispatch mine
2017	Puffin Fouquet	Ad	1	04/10/2017	04/10/2017	Dispatch mine

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

En 2017, un spécimen d'*Anous Minutus* juvénile a été secouru à la mine et 24 Puffins Fouquet ont pu être relâchés soit au port de Prony soit sur Port Boisé.

Sur les 25 individus échoués sur la zone de la mine et de la FPP-MIA, tous ont pu être relâchés et sauvés.

3.3.2 Bilan des mesures d'atténuation

3.3.2.1 Compilation des inventaires existants sur les fourmis envahissantes

La carte en **ANNEXE XI** 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.

Parmi les cinq différentes zones à risques pour l'introduction d'espèces de fourmis exogènes sur le site industriel de VNC, la zone Mine-FPP fait l'objet d'une attention particulière. Les résultats du suivi bisannuel des fourmis envahissantes, réalisé en 2017, sont synthétisés dans les tableaux suivants et fournis en **ANNEXE XII** et **ANNEXE XIII**.

Tableau 31 : Suivi des fourmis exogènes – zone FPP – résultats d'avril 2017

Sous famille	Espèces	Status	Présence en NC connue	Mine FPP
Dolichoderinae	<i>Iridomyrmex cf. calvus</i>	Eloc	Oui	
	<i>Leptomyrmex pallens</i>	Eloc	Oui	x
	<i>Ochetellus cf. glaber</i>	Eloc	Oui	
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Eint	Oui	x
Formicinae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	Eint	Oui	
	<i>Brachymyrmex obscurior</i>	Eint	Oui	x
	<i>Nylanderia vaga</i>	Eint	Oui	x
	<i>Paratrechina longicornis</i>	Eint	Oui	x
	<i>Plagiolepis alluaudi</i>	Eint	Oui	
	<i>Polyrhachys guerini</i>	Eloc	Oui	x
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla emeryi</i>	Eint	Oui	
	<i>Monomorium floricola</i>	Eint	Oui	x
	<i>Pheidole oceanica</i>	Eloc	Oui	x
	<i>Pheidole GOR2</i>	Eint	Oui	
	<i>Solenopsis geminata</i>	Eint	Oui	x
	<i>Solenopsis cf. papuana</i>	Eloc	Oui	x
	<i>Wasmannia auropunctata</i>	Eint	Oui	
Ponerinae	<i>Odontomachus cf. simillimus</i>	Eloc	Oui	x

Tableau 32 : Suivi des fourmis exogènes – zone FPP – résultats d'octobre 2017

Sous famille	Espèces	Status	Présence en NC connue	Mine FPP
Dolichoderinae	<i>Iridomyrmex cf. calvus</i>	Eloc	Oui	x
	<i>Leptomyrmex nigriceps</i>	Eloc	Oui	x
	<i>Leptomyrmex pallens</i>	Eloc	Oui	
	<i>Ochetellus cf. glaber</i>	Eloc	Oui	
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	Eint	Oui	x
Formicinae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	Eint	Oui	
	<i>Brachymyrmex obscurior</i>	Eint	Oui	x
	<i>Nylanderia vaga</i>	Eint	Oui	x
	<i>Paraparatrechina cf. foreli</i>	Eloc	Oui	x
	<i>Paratrechina longicornis</i>	Eint	Oui	x
	<i>Plagiolepis alluaudi</i>	Eint	Oui	x
	<i>Polyrhachys guerini</i>	Eloc	Oui	x
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla emeryi</i>	Eint	Oui	
	<i>Monomorium floricola</i>	Eint	Oui	
	<i>Pheidole megacephala</i>	Eint	Oui	
	<i>Pheidole oceanica</i>	Eloc	Oui	
	<i>Solenopsis geminata</i>	Eint	Oui	x
	<i>Solenopsis cf. papuana</i>	Eloc	Oui	
	<i>Wasmannia auropunctata</i>	Eint	Oui	
Ponerinae	<i>Odontomachus cf. simillimus</i>	Eloc	Oui	x

En 2017 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 trois espèces de fourmis envahissantes les plus néfastes dans le monde (*Anoplolepis gracilipes*, *Wasmannia auropunctata* et *Pheidole megacephala*) et qui sont déjà présentes sur le territoire, aucune n'a été contactée sur le site de Mine FPP. Seule la fourmi de feu tropicale *Solenopsis geminata* reste globalement assez présente sur les ateliers et bureaux de la zone FPP, notamment dans les zones où l'abondance de graminées constitue une importante ressource pour ces fourmis granivores.

3.3.2.2 Lutte contre les espèces envahissantes

❖ **Volet chats :**

Une campagne de régulation des populations de chats harets (chats retournés à l'état sauvage) a été mise en place en 2017 sur les zones de la Mine et de la Kwé (cf. **ANNEXE XIV**).

➤ Méthodologie

Mise en 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 :

- Deux femelles stérilisées et relâchées sur place
- Deux mâles stérilisés et relâchés sur place
- Neuf individus adultes euthanasiés (dont 2 femelles gestantes)
- Six chatons euthanasiés

Un bilan de 19 chats capturés : 4 stérilisation et 15 euthanasie +/- 8 embryons

❖ **Volet cochons :**

Une campagne de régulation des cochons sauvages a débutée en juillet 2017 pour se terminer en décembre 2017 (cf. **ANNEXE XV**).

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.

➤ Résultats :

Malheureusement aucun cochon n'a été pris en 2017. Ceci peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- L'accoutumance aux grains de maïs est assez longue.
- L'accoutumance à un élément perturbateur de l'environnement du cochon, c'est-à-dire le piège, est assez longue : entre 6 mois et 1 an.
- La forte période de sécheresse qui a sévi durant les mois de la campagne.

Habituellement le piégeage prend une année afin que le cochon s'habitue à la cage, qui est un élément nouveau dans son environnement. Même s'il a goûté au grain de maïs, cela peut prendre du temps avant qu'il n'entre effectivement dans la cage. Toutefois la présence de cochons a bien été avérée (traces fraîches sur les lieux et photos issues des caméras) mais elle coïncide avec la présence d'un chien, qui a potentiellement fait fuir le cochon.

Les conditions météorologiques ont aussi un impact sur la réussite du piégeage. L'hiver semble ne pas être une période favorable pour la capture de cochons. De plus, la très forte sécheresse de 2017 a probablement eu une incidence sur la quasi-absence de cochons dans la zone. Cette hypothèse est renforcée par les résultats 2017 de la FFCNC sur l'ensemble de leurs actions de régulation dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie (chasse et piégeage sur les différentes réserves provinciales).

3.3.2.3 Optimisation de l'éclairage

Un inventaire du parc de tours d'éclairage amovibles utilisées sur la zone minière en 2017 a dénombré 36 tours d'éclairage appartenant à VNC et 12 à la société Dumez. Sur le parc VNC, 21 tours sont de marque Tecnogen, modèle MT9810PK équipé de Hi LED et le restant des tours VNC sont de marque Allight, modèle MS6K-9. Le parc de tours d'éclairage Tecnogen de la mine de VNC est présenté en Figure 35.



Figure 35: Parc de tour d'éclairage (Tecnogen) 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 :

- 2 sur CPA1
- 7 sur ROM PAD
- 2 au BSKN
- 18 sur la fosse minière
- 7 à la maintenance
- 12 sur la verse SMLT (Dumez).

L'utilisation des tours éclairage se fait selon la procédure G-MIEXP-PR-01 en **ANNEXE XVI** établie et revue en 2014 par les opérations minières de VNC.

Une cartographie de l'emplacement des tours fixes sera élaborée, ainsi que pour les zones de préférence pour les tours amovibles. Cette cartographie définira les orientations des projecteurs 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 recommandations concernant l'usage des tours et l'orientation des projecteurs pourront être intégrées dans une mise à jour de la procédure existante. La procédure mise à jour comprendra également les données techniques des tours Tecnogen. La mise à jour de la procédure validée sera ensuite communiquée « pour exécution » lors de la réunion « toolbox » à l'ensemble du personnel et des sous-traitants utilisant les tours. La cartographie des tours d'éclairage pourra être revue selon le planning de fin des chantiers et elle sera mise à jour sur une fréquence annuelle.

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 **ANNEXE XVII**.

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 TRECODEC. 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 TRECODEC 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 2017, 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 Gadgi (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 2017

Pour l'année 2017, 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 33 : Tableau de synthèse des déchets gérés sur le site de Vale NC – Années 2016 / 2017

Désignation du déchet	Code 1	Code 2	Quantités mesurées 2016 (tonnes)	Quantités mesurées 2017 (tonnes)	Origine du déchet	Transporteur	Eliminateur	Mode de traitement (1)
Déchets industriels dangereux	08 01 11* 15 01 10* 15 02 02*	Y6	460,159	2036,831	Divers : laboratoire , ateliers,...	SOCADIS	SOCADIS	PC
Déchets d'équipement électronique	16 02 13*	Y22, Y31	23,70	6,411	Service Informatique	EMC	SIMS Métal	PC
Batteries	16 06 01*	A1160	18,184	14,181	Ateliers	EMC	TRECODEC	PC
Chiffons souillés	15 02 02*	Y6	25,152	23,811	Divers: procédés, ateliers,...	EMC	SOCADIS	IE
Filtres à huiles	16 01 07*	--	19,511	15,802	Divers: procédés, ateliers,...	EMC	SOCADIS	VAL
Huiles usagées	13 02 05* 13 01 10*	--	561,6	417,500	Divers: procédés, ateliers,...	AD Vidange (à partir de septembre 2011) TRECODEC	SLN	IE
DASRI	18 01 03*	--	0,0227	0,0613	Centre médical	PROMED	PROMED / SOCADIS	IE/PC ou PRE
DIB collectés en bennes	20 03 01	--	1032,17	1139,860	Divers: toutes zones	VEOLIA	VEOLIA	DC2
Déchets métalliques collectés en bennes	17 04 07	--	702,67	617,123	Divers: toutes zones	EMC	EMC	VAL

Désignation du déchet	Code 1	Code 2	Quantités mesurées 2016 (tonnes)	Quantités mesurées 2017 (tonnes)	Origine du déchet	Transporteur	Eliminateur	Mode de traitement (1)
DIB collectés par la Sodexho	20 03 01	--	517,120	397,500	Newrest, base-vie	NGU MWA	VEOLIA	DC2
Déchets de station d'épuration	19 08 05	--	25	25	Stations d'épuration de la base vie	EMC	CSP	DC2
Bacs à graisse	19 08 09	--	4,5	9,780	Activité NEWREST	YATCHE E VIDANG E	CSP	DC2

(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

L'année 2017 montre une baisse significative de la production de déchets réglementés DEEE. En effet suite à une demande de clarification de notre fonctionnement par TRECODEC, nos filières étaient en suspend courant 2017. Les clarifications ont été transmises et validées par l'Eco-organisme. Les éliminations des DEEE reprendront courant 2018.

Dans l'ensemble, sur les autres déchets, on constate une stabilisation en terme de volume, voire une légère diminution.

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 présentées sur la Figure 36 ci-dessous.

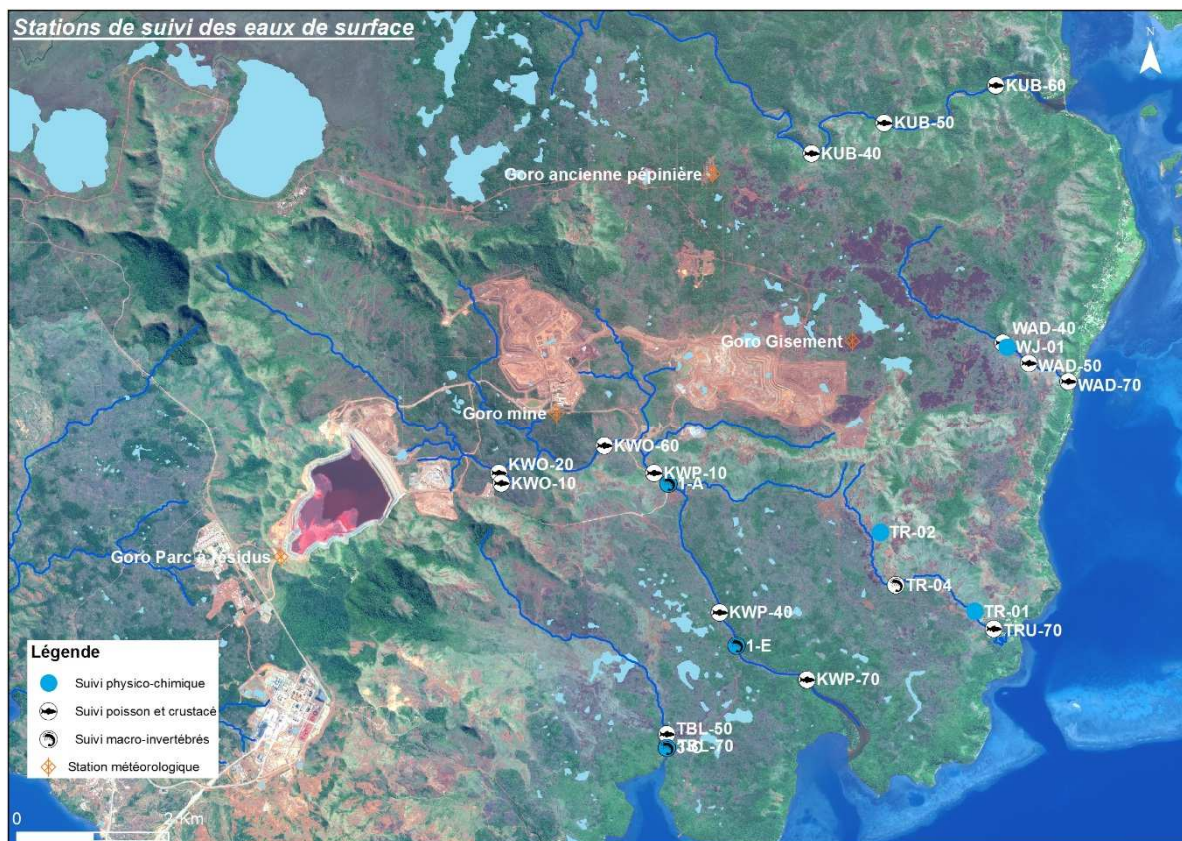


Figure 36 : Localisation des stations de suivi des eaux de surface

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 ;
- sur le gisement ;
- à proximité du col de l'antenne, côté parc à résidus.

La station située sur le gisement n'est plus fonctionnelle depuis décembre 2017 suite à des détériorations.

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 cinq évènements pluviométriques majeurs :

- période du 7 au 9 février 2017 ;
- période du 15 au 18 février 2017 ;
- période du 25 au 27 février 2017 ;
- période du 2 au 4 mars 2017 ;
- période du 10 au 11 avril 2017, passage du cyclone tropical Cook.

Les données de pluviométrie journalière sont présentées graphiquement pour l'année 2017 en **ANNEXE XVIII**.

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.

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 7 au 9 février 2017

L'intensité pluviométrique la plus élevée sur 24h (284,7 mm/24h) a été mesurée par la station de l'ancienne pépinière. L'intensité horaire 1h, soit 44,3 mm, est enregistré sur la station de la Mine (Cf. Tableau 34).

Tableau 34 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations météorologique pour l'évènement pluvieux du 7 au 9 février 2017

	30min	1H	2H	3H	6H	24H
GORO_MINE	29,1	44,3	49,6	60,7	105,1	263,9
GORO_GISEMENT	20,9	29,9	43,5	54,2	95,9	259,1
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	20,9	35,5	46,3	56,0	89,0	284,7
GORO_RESIDUS	24,7	40,7	42,9	47,9	81,4	242,1

Pour ces deux stations où les intensités ont été les plus fortes, (Goro_Mine et Goro_Ancienne_Pepiniere), les périodes de retour ci-après ont été évaluées suivant les courbes IDF spécifiques à chaque station. Les périodes de retour sont inférieures à 1 an pour toutes les durées et équivalentes à 2 ans pour une durée de 24h.

Tableau 35 : Durée de retour pour GORO_MINE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	8,1	
30min	29,1	0,4
1h	44,3	0,5
2h	49,6	0,3
3h	60,7	0,3
6h	105,1	0,5
12h	164,4	0,8
24h	263,9	1,7

Tableau 36 : Durée de retour pour GORO_ANCIENNE_PEPINIERE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	5,7	
30min	20,9	0,1
1h	35,5	0,3
2h	46,3	0,3
3h	56,0	0,3
6h	89,0	0,4
12h	154,9	0,7
24h	284,7	2,1

4.1.3.2 Evènement pluvieux du 15 au 18 février 2017

L'intensité pluviométrique la plus élevée sur 24h (soit 160,7 mm / 24h) et l'intensité horaire 1H la plus élevée (soit 57,7 mm / 1h) sont enregistrées sur la Mine. (Cf. Tableau 37).

Tableau 37 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 15 au 18 février

	30min	1H	2H	3H	6H	24H
GORO_MINE	34,5	57,7	75,2	95,4	125,9	160,7
GORO_GISEMENT	28,2	44,5	67,0	82,8	111,7	130,1
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	21,1	37,0	58,3	83,3	117,3	135,8
GORO_RESIDUS	26,6	43,7	56,0	65,7	100,3	107,3

Pour la station Mine où les intensités pluviométriques ont été les plus fortes, les périodes de retour sont inférieures ou équivalentes à 1 an pour toutes les durées d'intégration. Il en est de même pour les intensités pluviométriques relevées à la station Goro_Ancienne_Pépinrière.

Tableau 38 : Période de retour pour la station GORO_MINE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	8,6	
30min	34,5	0,6
1h	57,7	1,0
2h	75,2	0,7
3h	95,4	0,9
6h	125,9	0,9
12h	135,2	0,6
24h	160,7	0,6

Tableau 39 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	5,3	
30min	21,1	0,1
1h	37,0	0,3
2h	58,3	0,4
3h	83,3	0,6
6h	117,3	0,7
12h	125,7	0,5
24h	135,8	0,4

4.1.3.3 Evènement pluvieux du 25 au 27 février 2017

Les intensités pluviométriques les plus élevées (soit 164,5 mm / 24 h ou 54,3 mm / h) ont été enregistrées à la station située sur le gisement. (Cf. Tableau 40).

Tableau 40 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 25 au 27 février

	30min	1H	2H	3H	6H	24H
GORO_MINE	17,5	27,8	40,6	58,0	89,1	129,1
GORO_GISEMENT	35,7	54,3	61,5	87,0	109,7	164,5
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	18,1	23,3	37,3	49,0	64,2	87,4
GORO_RESIDUS	20,5	39,7	51,4	62,6	92,7	112,0

Pour la station Gisement où les intensités pluviométriques les plus élevées ont été observées, les périodes de retour sont inférieures ou équivalentes à 1 an pour toutes les durées d'intégration. Il en est de même pour les intensités pluviométriques relevées à la station Goro_Ancienne_Pépinière, Goro_Mine, Goro_Residus.

Tableau 41 : Période de retour pour la station GORO_GISEMENT

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	13,2	
30min	35,7	0,1
1h	54,3	0,2
2h	61,5	0,2
3h	87,0	0,3
6h	109,7	0,4
12h	149,0	0,5
24h	164,5	0,4

Tableau 42 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	7,4	
30min	18,1	0,1
1h	23,3	0,1
2h	37,3	0,2
3h	49,0	0,2
6h	64,2	0,3
12h	80,2	0,2
24h	87,4	0,2

4.1.3.4 Episode pluvieux du 2 au 4 mars 2017

L'intensité pluviométrique la plus élevée sur 24h (soit 253,9 mm / 24h) et l'intensité horaire 1h la plus élevée (soit 89,1 mm / 1h) sont enregistrées à la station Goro_Ancienne_Pepiniere. (Cf. Tableau 43).

Tableau 43 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 25 au 27 février

	30min	1H	2H	3H	6H	24H
GORO_MINE	33,5	57,5	108,4	131,5	145,5	187,7
GORO_GISEMENT	35,2	59,7	89,1	118,7	135,6	179,2
GORO_ANCIENNE_PEPINIERE	50,2	89,1	131,8	163,5	185,3	253,9
GORO_RESIDUS	26,0	45,1	57,2	57,6	73,0	115,2

Pour la station Goro_Ancienne_Pepiniere, les intensités pluviométriques pour les durées d'intégration de 1h, 2h et 3h sont assez exceptionnelles.

On estime à 5 ans la récurrence de l'évènement pour ces durées d'intégration.

Tableau 44 : Période de retour pour la station GORO_MINE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	8,7	
30min	33,5	0,6
1h	57,5	1,0
2h	108,4	1,9
3h	131,5	2,7
6h	145,5	1,4
12h	164,8	0,8
24h	187,7	0,7

Tableau 45 : Période de retour pour la station GORO_ANCIENNE_PEPINIERE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	11,3	
30min	50,2	3,9
1h	89,1	6,2
2h	131,8	4,9
3h	163,5	7,6
6h	185,3	2,5
12h	216,1	1,8
24h	253,9	1,5

4.1.3.5 Évènement pluvieux du 10 au 11 avril 2017, dépression tropical forte, nommée Cook.

L'intensité pluviométrique la plus élevée sur 24h, soit 182,3 mm / 24 h, est enregistrée sur l'ancienne pépinière. L'intensité pluviométrique horaire 1h, soit 35,9 mm / 1h, est enregistrée sur la station de la Mine. (Cf. Tableau 46).

Tableau 46 : Intensités pluviométriques sur les 4 stations de VNC pour l'évènement pluvieux du 10 au 11 avril 2017

Maximum Pluviométrique	30 min	1H	2H	3H	6H	24H
GORO_MINE	21,3	35,9	64,4	75,6	98,2	176,9
GORO_GISEMENT	20,7	30,3	47,2	55,3	80,8	163,7
GORO_ANTIENNE_PEPINIERE	20,6	32,1	54,5	64,1	85,1	182,3
GORO_RESIDUS	15,2	30,2	51,3	60,8	83,2	150,9

Pour ces deux stations où les intensités pluviométriques maximales ont été observées (cf. paragraphe précédent, Goro_Mine et Goro_Ancienne_Pepiniere), les périodes de sont inférieures à 1 an pour toutes les durées d'intégration.

Tableau 47 : Période de retour pour GORO_MINE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	7,1	
30min	21,3	0,2
1h	35,9	0,3
2h	64,4	0,5
3h	75,6	0,5
6h	98,2	0,5
12h	154,4	0,7
24h	176,9	0,7

Tableau 48 : Période de retour pour GORO_ANTIENNE_PEPINIERE

Durée d'observation	Cumul max (mm)	Période de retour Vale (année)
6min	6,0	
30min	20,6	0,1
1h	32,1	0,2
2h	54,5	0,4
3h	64,1	0,3
6h	85,1	0,4
12h	147,6	0,6
24h	182,3	0,6

4.1.4 Variations interannuelles

Les graphes ci-dessous représentent les variations interannuelles de la pluviométrie intégrée sur un pas de temps mensuel, depuis janvier 2012.

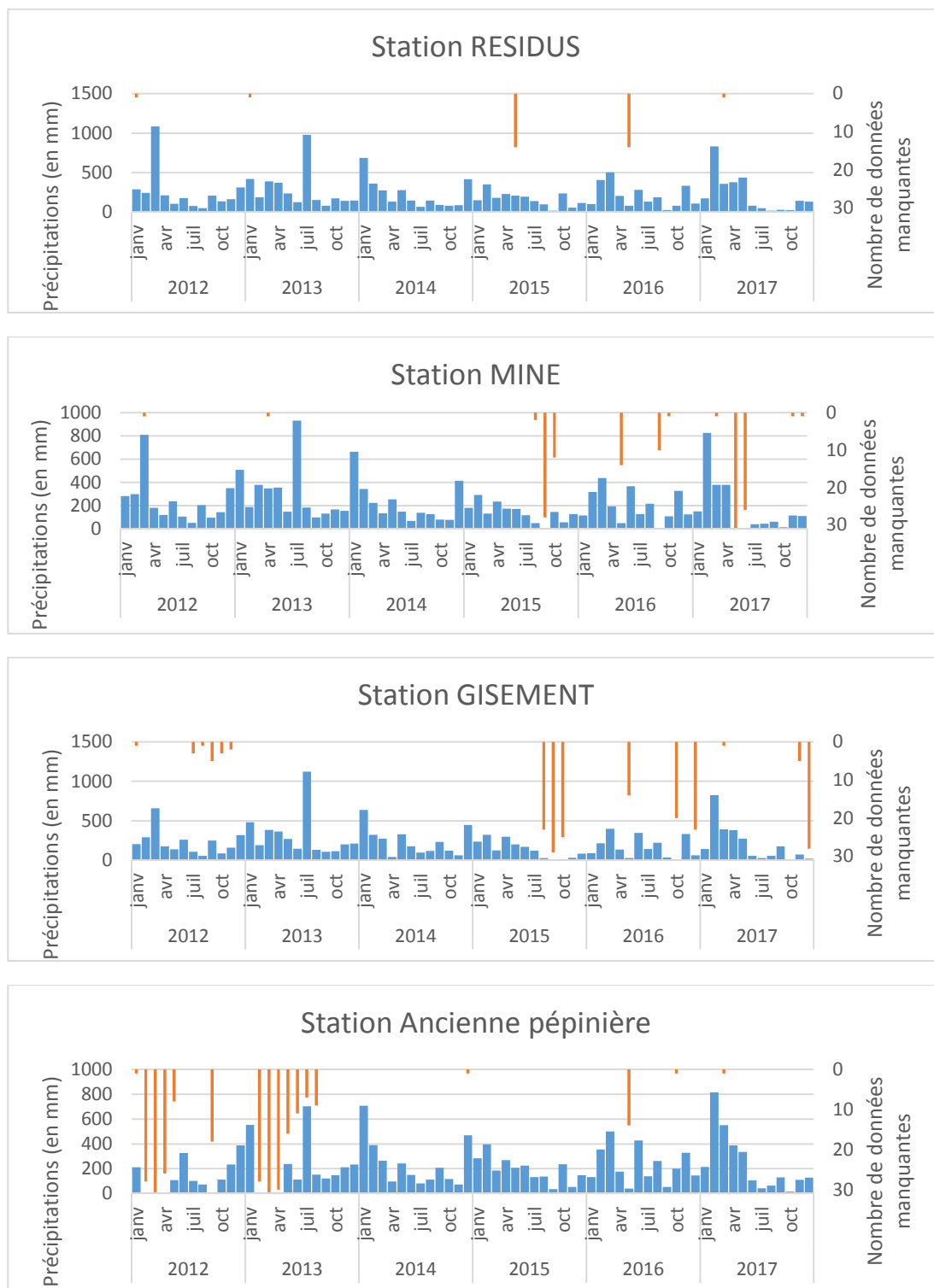


Figure 37 : Variations interannuelles de la pluviométrie, depuis janvier 2012, sur les quatre stations météorologiques du centre minier de Goro

4.1.5 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 21 ans (1997-2017).

Avec une lame d'eau cumulée de 2 905 mm, l'année 2017 présente un déficit pluviométrique de l'ordre de -10% par rapport à la moyenne 1997-2017 (3 237 mm).

Il s'agit de la cinquième année la moins pluvieuse sur 18 années d'observations (En excluant 2010, 2012 et 2013 qui présentent des lacunes importantes de données).

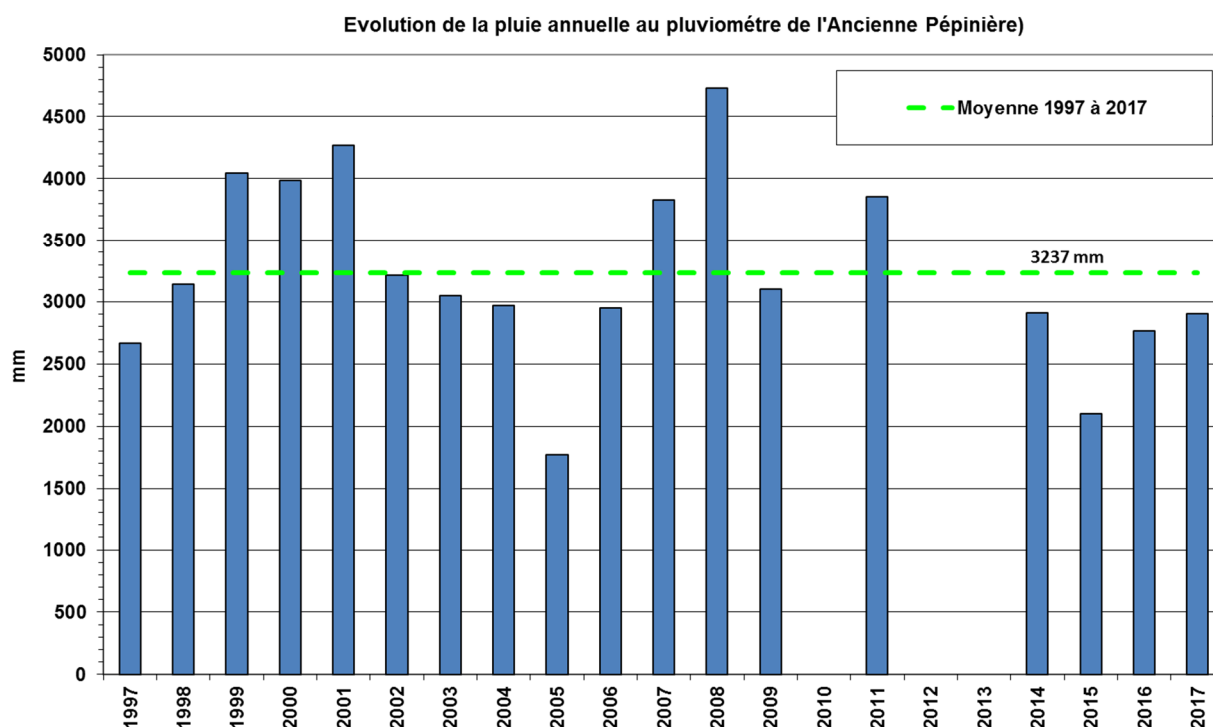


Figure 38 : Evolution de la pluie annuelle au pluviomètre de l'ancienne pépinière entre 1997 et 2017

4.1.6 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 1997-2017 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 2017 est marquée par :

- des cumuls pluviométriques globalement supérieurs à la normale durant la saison des pluies,
- un déficit extrêmement marqué en saison sèche avec les mois de juillet, août et octobre 2017 les plus secs jamais observés depuis 21 ans.

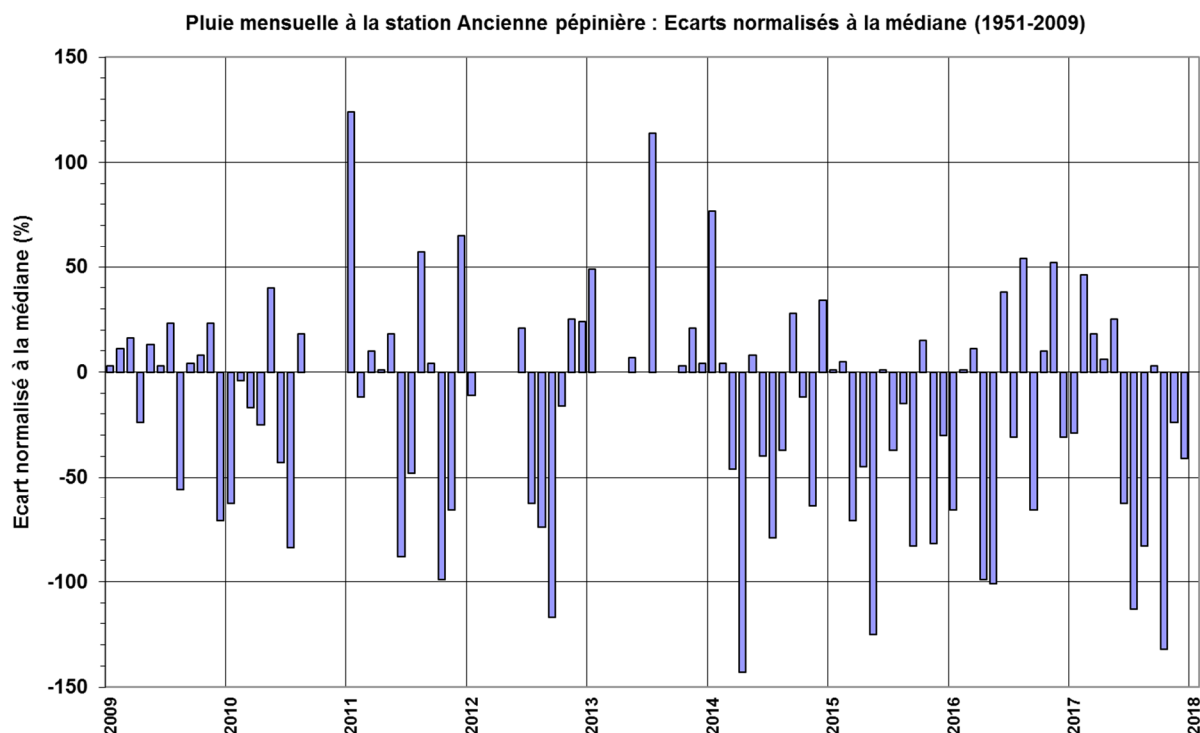


Figure 39 : Pluie mensuelle à la station Ancienne Pépinière : Ecart normalisé à la médiane 1951-2009

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 2017 sont présentés sur les cartes de localisation des bassins de sédimentation et de leurs bassins versants en **ANNEXE XIX**.

4.2.2 Principales interventions sur les ouvrages de gestion des eaux

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

Le tableau ci-dessous illustre les principales interventions sur les bassins de sédimentation en 2017.

Tableau 49 : Principales interventions sur les bassins de sédimentation de la zone minière en 2017

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS1	6 600	11 625			Création d'un second bassin à l'est du BS1 initial
BS2	1 300	1 300			Pas de travaux en 2017

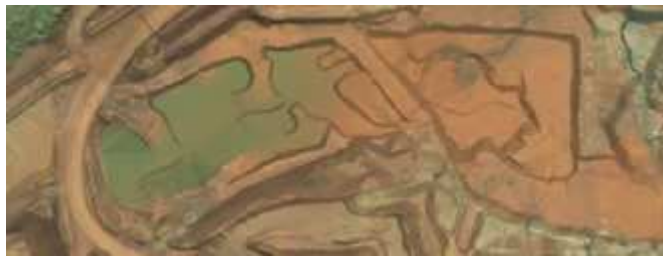
Bassins	Volume (m³) début 2017	Volume (m³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS3	16 500	35 294			Curage et Agrandissement du BS3
BS4	5 581	5 581			Pas de travaux en 2017

Bassins	Volume (m³) début 2017	Volume (m³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS5	18 350	18 350			Pas de travaux en 2017
BS6	93 102	93 102			Pas de travaux en 2017

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS7	34 500	34 500			Pas de travaux en 2017
BS8	32 500	32 500			Pas de travaux en 2017

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS11	25 586	25 586			Pas de travaux en 2017
BS12	6 600	6 600			Pas de travaux en 2017

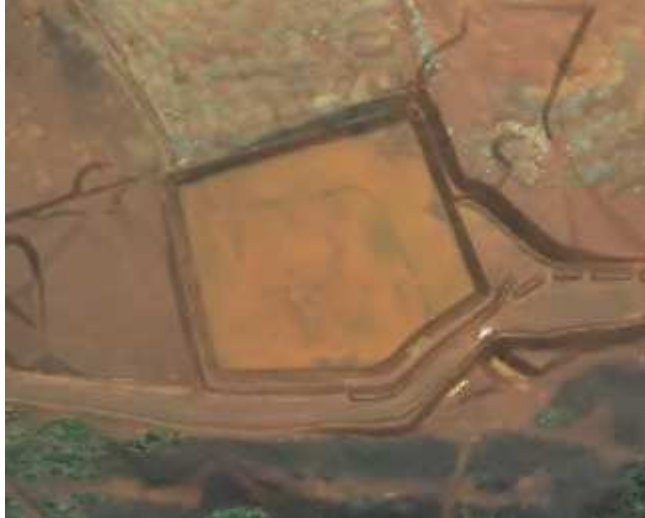
Bassins	Volume (m³) début 2017	Volume (m³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS13	5 782	5 782			Pas de travaux en 2017
BS14	4 172	4 172			Reprise de la descente d'eau Nord + rallonge de sous-verse et fixation d'un flotteur.

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BS15	NA	2 800			Mise en service fin 2017
BS16	NA	2 200			Inexistant en 2017
BSC	83 000	95 000			Agrandissement de la partie EST côté fosse minière

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
BSO	9 000	9 000			Pas de travaux en 2017
VSEMBS1	560	560			Pas de travaux en 2017

Bassins	Volume (m³) début 2017	Volume (m³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
VSEMBS2	745	745			Pas de travaux en 2017
CR10 BS1	2 360	0			Bassin détruit Avril 2017

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
CR10 BS2	2 489	2 489			Pas de travaux en 2017
CR10 BS3	2 909	2 909			Pas de travaux en 2017

Bassins	Volume (m ³) début 2017	Volume (m ³) Fin 2017	Début 2017	Fin 2017	Remarques
CR10 BS5	15 280	15 280			Pas de travaux en 2017

4.2.3 Suivi des ouvrages lors des événements pluvieux majeurs

4.2.3.1 Évènement pluvieux du 7 au 9 février 2017

4.2.3.1.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 7 au 9 février 2017 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 284,7 mm à la station GORO_ANCIENNE_PEPINNIERE (cf. §4.1.3.1, p69), aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages de gestion des eaux du secteur Mine.

Tableau 50 : Absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 7 au 9 février 2017

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
BS8		X		X		X
BSC		X		X		X
BSO		X		X		X
VSEM BS1		X		X		X
VSEM BS2		X		X		X
CR10 BS1		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



Figure 40 : Déversoir du bassin BS1, 08/02/17



Figure 41 : Débordement du BS2 côté Ouest, 08/02/17



Figure 42 : Déversoir du bassin BS3, 08/02/17



Figure 43 : Déversoir du bassin BS4, 08/02/17



Figure 44 : coursier et déversoir du bassin BS5, 08/02/17



Figure 45 : Vue d'un des coursiers du BS6 lors de l'évacuation du pic de crue, 08/02/17



Figure 46 : déversoir du bassin BS7, 08/02/17



Figure 47 : vue du plan d'eau du BS8, 08/02/17



**Figure 48 : vue du plan d'eau du BS11,
08/02/17**



Figure 49 : débordement du BSC, 08/02/17



Figure 50 : coursier du BSO, 08/02/17



Figure 51 : plan du CR10-BS1, 10/02/17



Figure 52 : plan du CR10-BS2, 08/02/17



Figure 53 : plan du CR10-BS3, 08/02/17



Figure 54 : plan du CR10-BS5, 08/02/17



Figure 55 : plan du BSLG, 10/02/17



Figure 56 : plan du VSEM-BS1, 08/02/17



Figure 57 : plan du VSEM-BS2, 08/02/17

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 51: Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 7 au 9 février 2017

	08/02/2017		09/02/2017	
	Matières en suspension (mg/l)	Turbidité (NTU)	Matières en suspension (mg/l)	Turbidité (NTU)
VSEMB2	13	56	Pas de surverse	
CR10BS1	10	63,8	7,8	31
CR10BS2	22	105	14	19
BSO	5	38,9	19	58
BS7	25	151	12	18
BS11	260	802	23	45

	08/02/2017		09/02/2017	
	Matières en suspension (mg/l)	Turbidité (NTU)	Matières en suspension (mg/l)	Turbidité (NTU)
BSC	100	320	<5	12
BS5	10	46,8	11	10
BS4	34	129	37	107
BS3	<5	22,5	16	40,5
BS1	28	53	31	19
BS2	82	299	9,5	21
BS6	270	1200	41	50
BS13	44	125	12	27,2

4.2.3.2 Evènement pluvieux du 15 au 18 février 2017

4.2.3.2.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 15 au 18 février 2017 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 160,7 mm à la station GORO_ MINE (cf. §4.1.3.2, p70), aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages du secteur Mine.

Tableau 52 : absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 15 au 18 février 2017

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
BS8		X		X		X
BSC		X		X		X
BSO		X		X		X
VSEM BS1		X		X		X
VSEM BS2		X		X		X
CR10 BS1		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



Figure 58 : Déversoir du BS1 – 16/02/17



Figure 59 : Bassin BS2 – 17/02/17



Figure 60 : Déversoir du BS3 – 18/02/17



Figure 61 : Bassin BS4 – 18/02/17



Figure 62 : Bassin BS5 – 16/02/17



Figure 63 : Bassin BS6 – 17/02/17



Figure 64 : Déversoir du BS7 – 16/02/17



Figure 65 : Bassin BS8 – 16/02/17



Figure 66 : Bassin BS11 – 16/02/17



Figure 67 : Bassin BS13 – 17/02/17



Figure 68 : Débordement du BSC – 16/02/17



Figure 69 : Bassin BSO – 16/02/17



Figure 70 : Bassin CR10-BS1 – 18/02/17



Figure 71 : Bassin CR10-BS2 – 18/02/17



Figure 72 : Bassin CR10-BS3 – 18/02/17



Figure 73 : Bassin CR10-BS5 – 18/02/17



Figure 74 : Bassin BSLG – 18/02/17



Figure 75 : Bassin VSEM-BS1 – 18/02/17



Figure 76 : Bassin VSEM-BS2 – 18/02/17

4.2.3.2.2 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 53 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 15 au 18 février 2017

Produit	Bassin		Date et Heure de Prélèvement	MES_mg/L	Turbidité_NTU
ENV	BS11	DEV	18/02/2017 13:25	5.8	16.5
ENV	BSO	DEV	18/02/2017 13:20	<5	12.7
ENV	BSC	DEV	18/02/2017 13:15	5.5	21
ENV	BS5	DEV	18/02/2017 13:10	<5	6.7
ENV	BS4	DEV	18/02/2017 13:05	<5	16
ENV	BS3	DEV	18/02/2017 13:00	5.8	14
ENV	BS2	DEV	18/02/2017 10:10	<5	11.9
ENV	BS6	DEV	18/02/2017 10:05	6.8	15.2
ENV	BS1	DEV	18/02/2017 10:00	5	14.2
ENV	BS11	DEV	17/02/2017 10:10	6.5	16.4
ENV	BSO	DEV	17/02/2017 10:05	5.9	10.6
ENV	BSC	DEV	17/02/2017 10:00	7.2	11.2
ENV	BS5	DEV	17/02/2017 09:55	6.2	5.4
ENV	BS4	DEV	17/02/2017 09:40	11	44.4
ENV	BS3	DEV	17/02/2017 09:30	<5	6.8
ENV	BS1	DEV	17/02/2017 09:20	6.6	21.6
ENV	BS6	DEV	17/02/2017 09:15	<5	1.7
ENV	BS2	DEV	17/02/2017 07:10	5.5	9.9
ENV	BS7	DEV	16/02/2017 10:50	7.2	26.5

Produit	Bassin		Date et Heure de Prélèvement	MES_mg/L	Turbidité_NTU
ENV	BS11	DEV	16/02/2017 10:40	5.4	12.4
ENV	BSO	DEV	16/02/2017 10:30	7.2	21.6
ENV	BSC	DEV	16/02/2017 10:25	<5	6.3
ENV	BS5	DEV	16/02/2017 10:20	5.6	16.9
ENV	BS4	DEV	16/02/2017 09:55	34	108
ENV	BS3	DEV	16/02/2017 09:50	11	33.2
ENV	BS6	DEV	16/02/2017 09:45	6.4	10.2
ENV	BS1	DEV	16/02/2017 09:45	25	64.1
ENV	BS2	DEV	16/02/2017 09:40	34	50.7
ENV	BS13	DEV	16/02/2017 09:30	17	47.2

4.2.3.3 Evènement pluvieux du 25 au 27 février 2017

4.2.3.3.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 25 au 27 février 2017 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 164,5 mm à la station GORO_ GISEMENT (cf. §4.1.3.3, p71), aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages du secteur Mine. Aucune photographie n'est disponible.

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 54 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 25 au 27 février 2017

Bassin	Date et Heure de Prélèvement	MES_mg/L	Turbidité_NTU
BS11	26/02/2017 09:05	<5	10.2
BSC	26/02/2017 09:00	8.2	17
BSO	26/02/2017 08:55	<5	8.6
BS5	26/02/2017 08:40	11	26.6
BS4	26/02/2017 08:25	37	79
BS3	26/02/2017 08:20	<5	3.9
BS1	26/02/2017 08:13	<5	17.6
BS6	26/02/2017 08:10	21	28.2
BS2	26/02/2017 08:10	20	47.9
BS13	26/02/2017 07:45	13	31.3

4.2.3.4 Evènement pluvieux du 2 au 4 mars 2017

4.2.3.4.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 2 au 4 mars 2017 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 253,9 mm à la station GORO_ ANCIENNE_PEPINIERE (cf. §4.1.3.44.1.3.3 , p72), aucune dégradation n'a été constatée sur les ouvrages du secteur Mine. Aucune photographie n'est disponible.

4.2.3.4.2 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 55 : Analyses des MES lors des passages en surverse des principaux bassins lors de l'épisode pluvieux du 2 au 4 mars 2017

Bassin	Date et Heure de Prélèvement	MES_mg/L	Turbidité_NTU
BS7	05/03/2017 10:05	6.7	6.8
BS11	05/03/2017 09:55	8.3	13.7
BSO	05/03/2017 09:45	5.6	10.1
BS5	05/03/2017 09:40	<5	12.4
BS4	05/03/2017 09:35	7.9	18.1
BS3	05/03/2017 09:30	7.8	18.8
BS2	05/03/2017 09:25	<5	2.9
BS1	05/03/2017 09:20	12	6.2
BS6	05/03/2017 09:15	<5	2.8
BS13	05/03/2017 09:00	6.1	3.3
CR10BS2	04/03/2017 09:50	16	19.1
CR10BS1	04/03/2017 09:40	13	16.9
BS7	04/03/2017 09:30	<5	15.1
BS11	04/03/2017 09:15	6.2	20.8
BSO	04/03/2017 09:05	5.2	9.9
BSC	04/03/2017 08:55	<5	12.5
BS5	04/03/2017 08:45	<5	21.5
BS4	04/03/2017 08:40	<5	18.5
BS3	04/03/2017 08:35	<5	12.5
BS2	04/03/2017 08:30	6	9.7
BS1	04/03/2017 08:25	<5	15.3
BS6	04/03/2017 08:20	<5	14.3
BS13	04/03/2017 08:00	8	18.2
BS6	03/03/2017 14:40	40	121
BS2	03/03/2017 14:35	61	166
BS3	03/03/2017 14:15	16	41.2
BS4	03/03/2017 09:20	230	552

Bassin	Date et Heure de Prélèvement	MES_mg/L	Turbidité_NTU
BS5	03/03/2017 09:15	320	661
BSC	03/03/2017 09:10	150	179
BSO	03/03/2017 09:05	21	45.8

4.2.3.5 Évènement pluvieux du 10 au 11 avril 2017 – cyclone Cook

4.2.3.5.1 Comportement des ouvrages

Lors de l'épisode du 10 au 11 avril 2017 présentant une intensité maximale sur 24 heures de 182,3 mm à la station GORO_ ANCIENNE_PEPINIERE (cf. §4.1.3.5, p73), aucune dégradation importante n'a été constatée sur les ouvrages du secteur Mine.

Tableau 56 : absence de dégradation sur les bassins de sédimentation – Secteur Mine – évènement du 10 au 11 avril 2017

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
BS8		X		X		X
BSC		X		X		X
BSO		X		X		X
VSEM BS1		X		X		X
VSEM BS2		X		X		X
CR10 BS1		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

Quelques marques d'érosion ont été observées sur la partie sud du bassin BS11. Elles ne sont pas préjudiciables à la stabilité de l'ouvrage.



Figure 77 : Zones d'érosion sur le bassin BS11 suite au passage du cyclone Cook

Des dégradations ont été observées sur le parement amont de la digue du BS6, avec perte de la couche extérieure. Comme pour le BS11, ces petites dégradations ne sont pas préjudiciables à la stabilité de la digue. Ce diagnostic a été confirmé par la société MECATER à l'occasion d'un audit externe.



Figure 78 : Vue du bassin BS1 agrandi – 13/04/2017



Figure 79 : bassin BS2 – 13/04/2017



Figure 80 : bassin BS3 – 13/04/2017



Figure 81 : bassin BS4 – 13/04/2017



Figure 82 : bassin BS5 – 13/04/2017



Figure 83 : bassin BS6 – 17/04/2017



Figure 84 : bassin BS7 – 13/04/2017



Figure 85 : bassin BS8 – 13/04/2017



Figure 86 : déversoir du BS11 – 13/04/2017



Figure 87 : bassin BS13 – 13/04/2017



Figure 88 : bassin BS14 – 13/04/2017



Figure 89 : bassin BS15 – 13/04/2017



Figure 90 : surverse du BSC – 13/04/2017



Figure 91 : bassin BSO – 13/04/2017



Figure 92 : bassin CR10-BS1 – 13/04/2017



Figure 93 : bassin CR10-BS2 – 13/04/2017



Figure 94 : bassin CR10-BS3 – 13/04/2017



Figure 95 : bassin CR10-BS5 – 13/04/2017



Figure 96 : bassin VSEM-BS1 – 13/04/2017



Figure 97 : bassin VSEM-BS2 – 13/04/2017

4.2.3.5.2 Résultats du suivi des MES

Le site minier ayant été évacué, aucun échantillonnage n'a pu être effectué au niveau des déversoirs des principaux bassins.

4.2.3.6 Synthèse annuelle sur les passages en surverse

Le principe directeur est de suivre la qualité des eaux de surverse par l'analyse d'échantillons prélevés en cas de surverse du bassin (Cf. Figure 98) :

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

Le suivi des bassins de sédimentation a été renforcé en 2017. La répartition des passages en surverse par bassin de sédimentation est la suivante :

Tableau 57 : Nombre de passages en surverse par bassin de sédimentation sur l'année 2017

Bassin	Nombre de passages en surverse
BS1	47
BS2	46
BS3	43
BS4	21
BS5	19
BS6	25
BS7	8
BSC	11
BSO	48
CR10-BS1	4
CR10-BS2	4
CR10-BS3	0
CR10-BS5	0
VSEM BS1	0
VSEM BS2	1
BS8	0
BS13	15
BS12	ND
BS11	33
TOTAL	325

La fréquence des débordements des bassins en 2017 a été un légèrement supérieure à l'année 2016. Néanmoins la proportion de ces débordements présentant une concentration supérieure à 35 mg/L n'est pas significativement différente de l'année 2016 (cf. Figure 98).

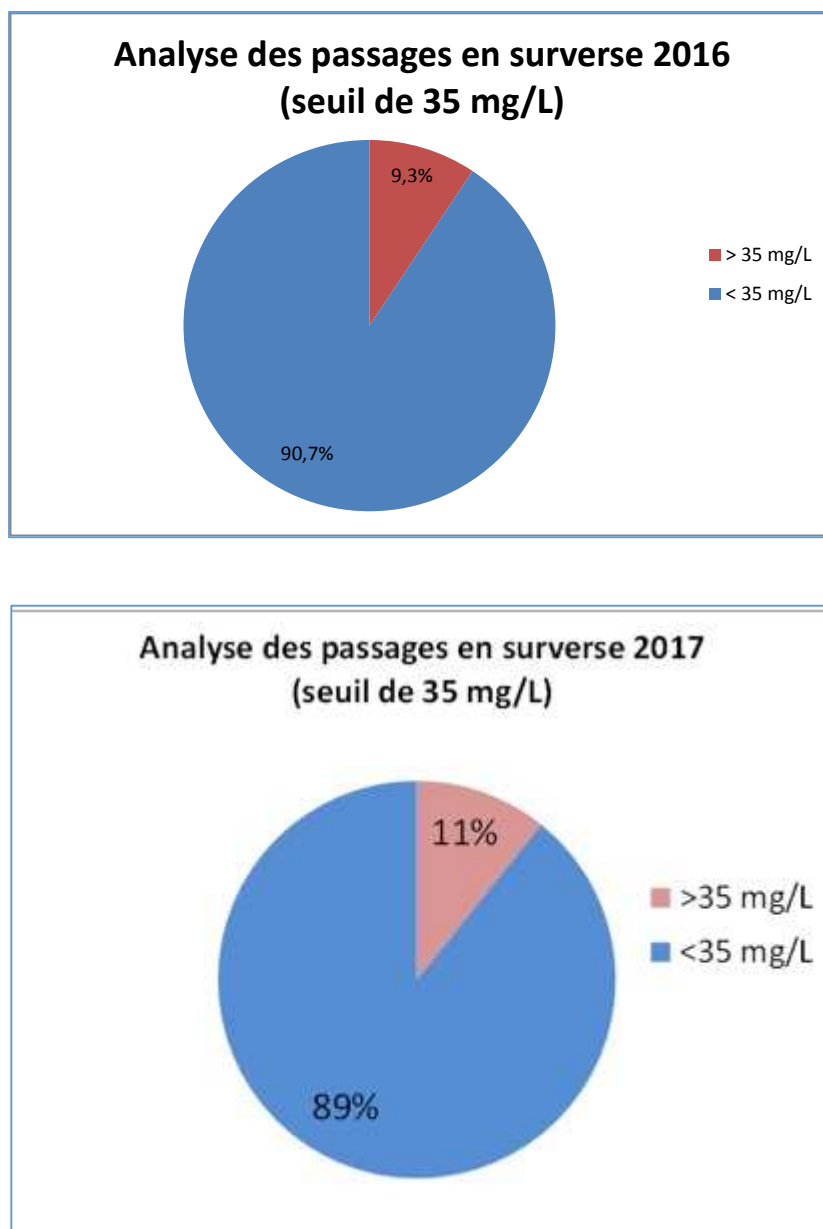


Figure 98 : Qualité de l'eau au niveau de la surverse : comparaison entre l'année 2016 et l'année 2017

4.2.4 Estimation des volumes d'eau décantée

Une estimation des volumes d'eau vidangée en mm et en % du volume des bassins de sédimentation est fournie sur les tableaux suivants.

En période très pluvieuse la proportion des précipitations qui transite par les bassins et qui est évacuée par les sous-verse est faible car le temps entre deux évènements pluvieux est trop court pour que la vidange permette de vider complètement les bassins.

Durant la période sèche, certain bassin reste vide pendant plusieurs semaines car les précipitations ne sont pas suffisantes et s'infiltrent à travers le plancher du bassin et avant même d'atteindre le bassin.

En juillet 2017 une partie des précipitations tombées en juin était restée stockée dans les bassins. Par conséquent le volume d'eau vidangé en juillet a été supérieur au volume des précipitations.

Le bassin BS8 est un cas particulier car l'eau s'infiltrerait rapidement. Il n'est donc pas équipé de vanne de vidange. Le volume d'eau indiqué dans le tableau correspond donc au volume qui s'infiltrerait naturellement à travers le plancher du bassin.

Tableau 58 : Volume d'eau vidangé (mm) au niveau des différents bassins en 2017

Précipitation	213	810	559,7	389,9	338,9	107,4	42,5	64,2	130,9	15,8	108,4	131,2
Bassin	janv.	Févr.	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
BS1	60,1	3	45	5,3	0	10,6	10,6	21,2	15,9	58,2	111,1	126,9
BS11	30,6	2,5	40,8	33,1	7,6	10,2	28	0	0	28	2,5	17,8
BS13	ND	0	108,9	29,3	75,4	0	4,2	8,4	0	0	0	0
BS14	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration	infiltration
BS2	20,1	21,6	20,1	0,7	25,3	1,5	0,7	3,7	11,2	0	3,7	5,2
BS3	70,1	24,8	33	4,1	0	8,3	66	8,3	4,1	8,8	26,5	61,8
BS4	139,5	148,8	390,7	83,7	307	18,6	57,9	0	4,5	0	4,5	26,7
BS5	23,9	39,9	123,7	8	91,8	8	27,9	0	4	0	12	4
BS6	33	3,7	77,1	11	62,4	0	36,7	0	7,3	3,7	7,3	36,7
BS7	0	0	57,3	57,5	8,8	26,5	17,7	13,3	4,4	4,4	4,4	0
BS8	72,2	187,8	173,3	209,4	101,1	65	0	21,7	14,4	0	0	7,2
BSC	29,7	215,5	147,1	112,2	89,7	49,5	0	4,1	0	0	9,3	9,3
BSO	220	10	140	0	0	30	70	0	50	78,6	14,3	100

BS1	28%	0%	8%	1%	0%	10%	25%	33%	12%	368%	102%	97%
BS11	14%	0%	7%	8%	2%	9%	66%	0%	0%	177%	2%	14%
BS13		0%	19%	8%	22%	0%	10%	13%	0%	0%	0%	0%
BS14	Les précipitations se sont toutes infiltrées avant d'atteindre le bassin											
BS2	9%	3%	4%	0%	7%	1%	2%	6%	9%	0%	3%	4%
BS3	33%	3%	6%	1%	0%	8%	155%	13%	3%	56%	24%	47%
BS4	65%	18%	70%	21%	91%	17%	136%	0%	3%	0%	4%	20%
BS5	11%	5%	22%	2%	27%	7%	66%	0%	3%	0%	11%	3%
BS6	15%	0%	14%	3%	18%	0%	86%	0%	6%	23%	7%	28%
BS7	0%	0%	10%	15%	3%	25%	42%	21%	3%	28%	4%	0%
BS8	34%	23%	31%	54%	30%	61%	0%	34%	11%	0%	0%	5%
BSC	14%	27%	26%	29%	26%	46%	0%	6%	0%	0%	9%	7%
BSO	103%	1%	25%	0%	0%	28%	165%	0%	38%	497%	13%	76%

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 99). Les critères retenus pour retenir les figures d'érosion sont l'accessibilité, la pente moyenne et la valeur d'indice potentiel d'érosion.

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

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

Comme aucun événement pluvieux majeur n'a eu lieu entre septembre 2017 et décembre 2017, aucun résultat de suivi n'est actuellement disponible. Les modèles de fiches de suivi sont fournis en **ANNEXE XX** avec les renseignements de l'état des lieux décrit ci-avant.

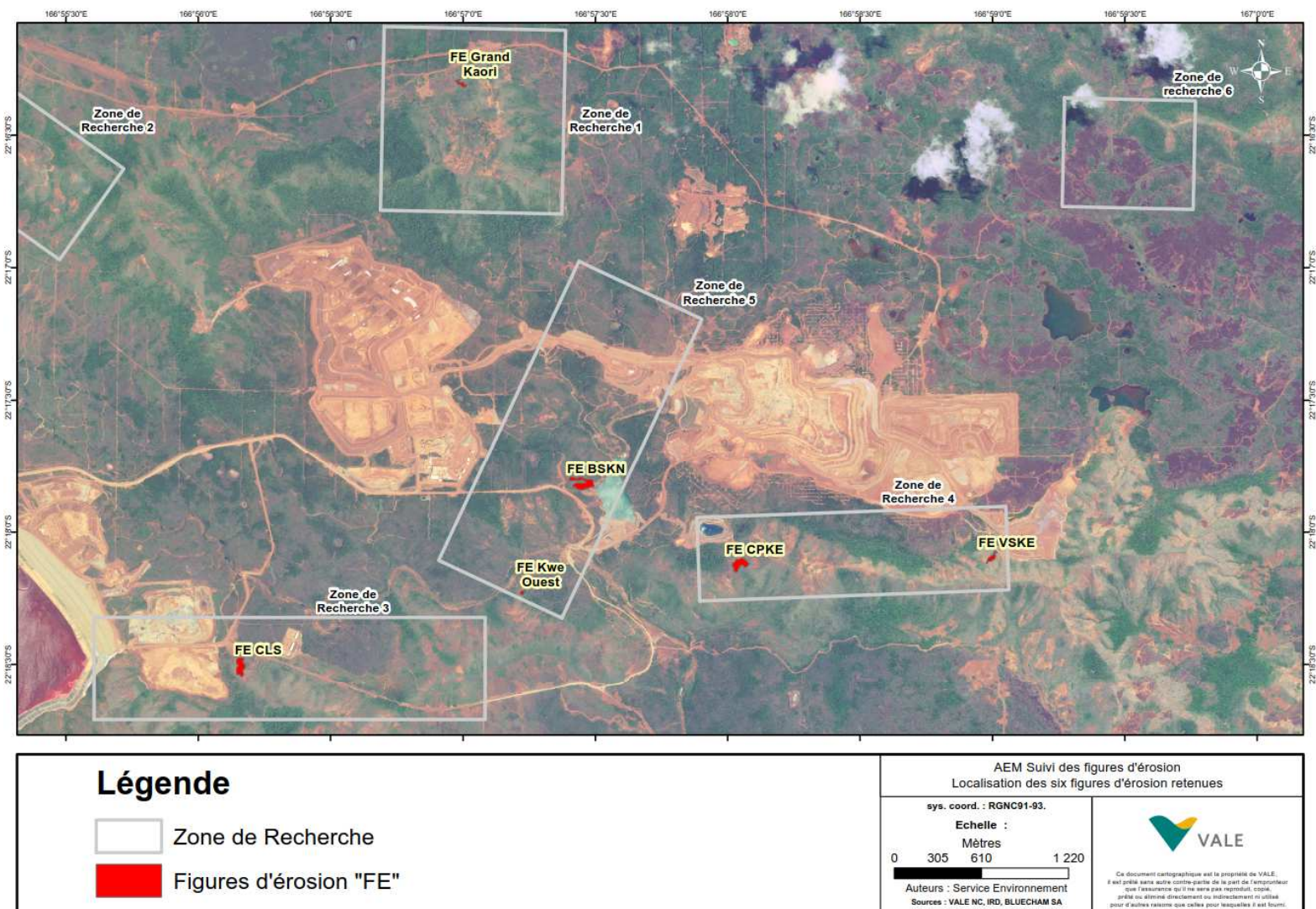


Figure 99 : Localisation des figures d'érosion remarquables sélectionnées pour suivi

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 59 : 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-02 (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

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. Les résultats seront présentés lors du prochain bilan.

Les données de jaugeages et de suivi limnimétrique continu sont disponibles sur l'ensemble des autres stations depuis octobre 2017. Elles seront présentées et

interprétées lors du prochain bilan annuel sauf pour la station KAL développée ci-dessous.

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 deux 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 2017 (Pas de lacunes de données).

12 mesures de contrôles de la hauteur d'eau ont été réalisées au cours de l'année 2017 (Fréquence mensuelle de contrôle).

4.5.1.1.2 Jaugeages

Quatre jaugeages ont été réalisés entre octobre et décembre 2017.

4.5.1.1.3 Matières En Suspension (MES)

Des données de MES sont disponibles pour trois des cinq épisodes significatifs de précipitation qui ont marqué l'année 2017 : 7 au 9 février (Période de retour de 1 an), 15 au 18 février (Période de retour de 1 an) et la dépression tropicale Cook du 10 au 11 avril (Période de retour inférieure à 1 an).

Les épisodes du 25 au 27 février (Période de retour inférieure à 1 an) et du 2 au 4 mars (Période de retour supérieure à 5 ans) n'ont pas été enregistrés en raison d'un problème technique sur l'échantillonneur.

Des données de MES sont également disponibles pour trois petits épisodes de crues : 12 au 13 mars, 21 au 22 avril et 21 au 22 mai 2017.

4.5.1.2 Résultats et interprétations

Les données de débit et de MES disponibles à la station KAL en 2017 sont présentés à la Figure 100.

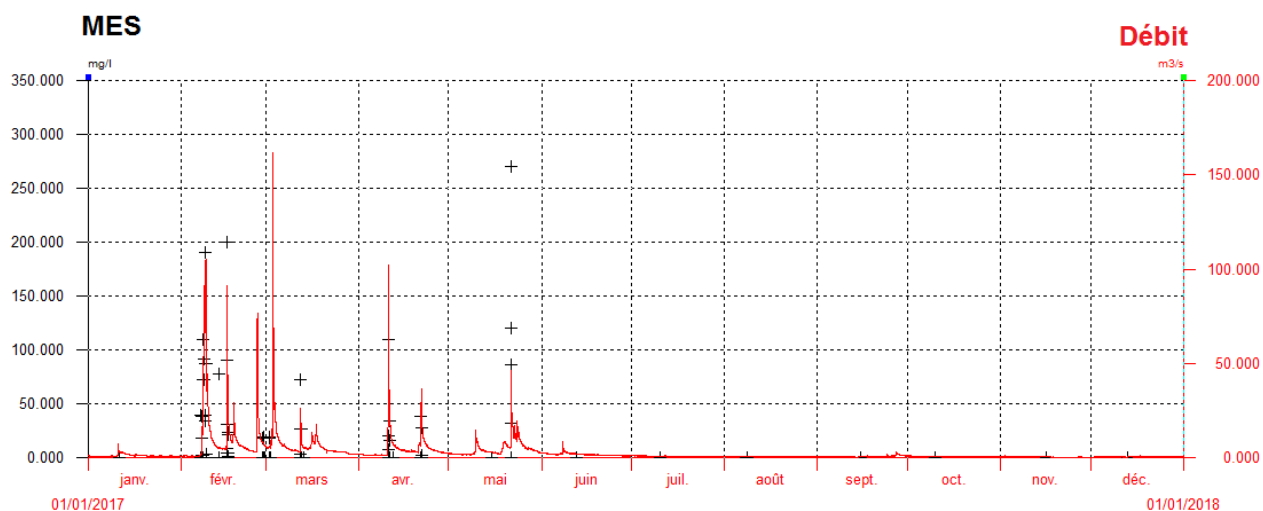


Figure 100 : Débit et MES mesurés à la station KAL en 2017

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 101 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 2006-2017 (soit 39 épisodes de crue).

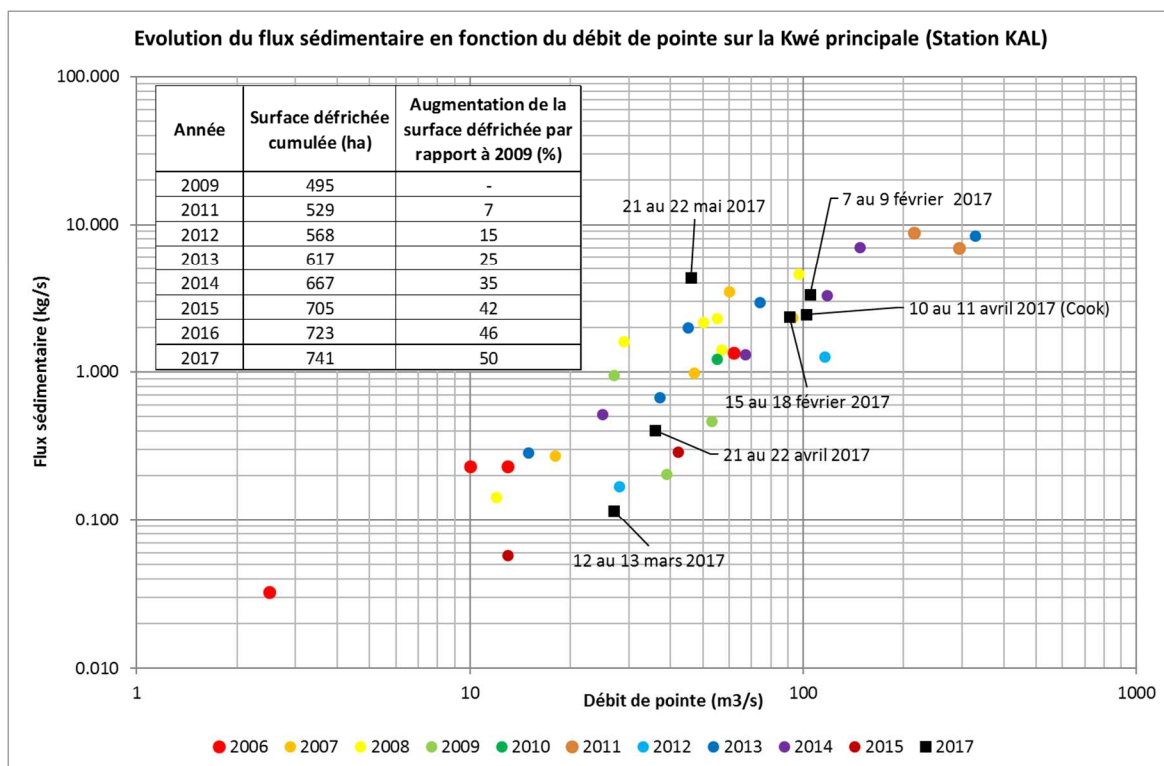


Figure 101: Evolution de la relation entre le flux sédimentaire et le débit de pointe sur la Kwé principale (station KAL) entre 2006 et 2017

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 +50% entre 2009 et 2017.

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 60 : 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

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence*	RGNC 91 Est	RGNC 91 Nord
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 le prochain bilan.

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

En 2017, la limite de quantification du laboratoire interne n'a jamais été atteinte voir rarement pour cette station à 1-A pour les paramètres suivants : aluminium, arsenic, cadmium, calcium cobalt, chrome VI, cuivre, étain, fer, ammoniac, nitrites, plomb, manganèse, zinc, demande chimique en oxygène, hydrocarbures totaux, et carbonates.

Les résultats sont en majorité inférieurs à la limite de détection pour les paramètres suivants : chrome, nickel, potassium.

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 102 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle à 1-A

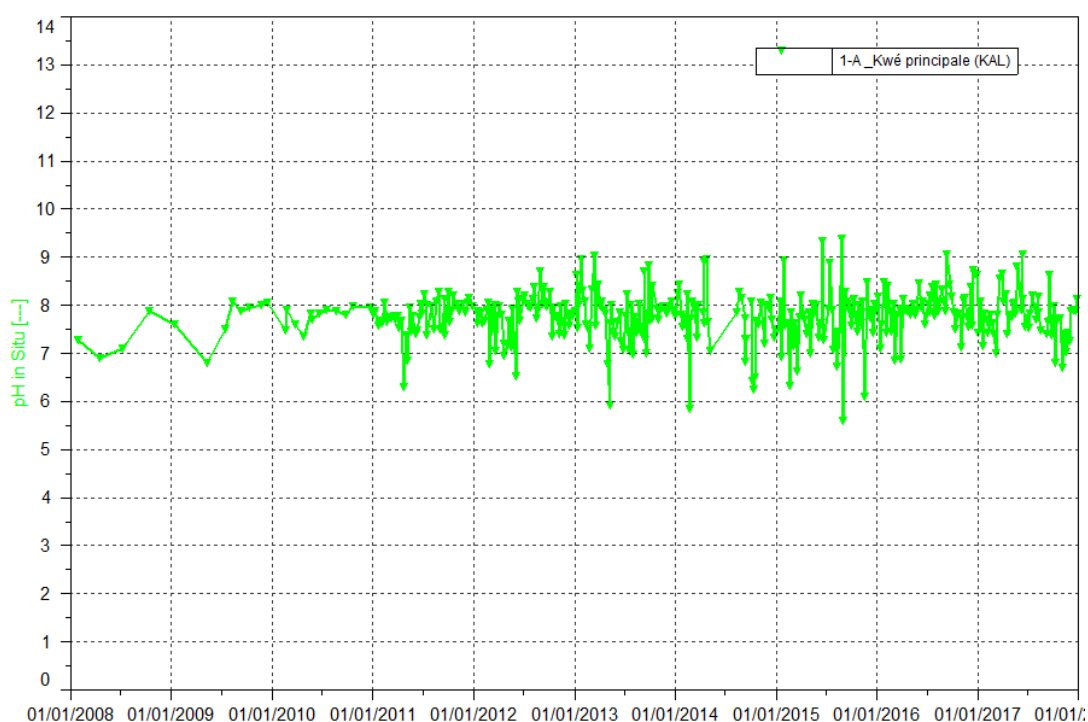


Figure 102 : Données de pH de la station 1-A entre janvier 2008 et 1er janvier 2018

Les résultats de la station 1-A indiquent une variabilité du pH. Les valeurs sont comprises entre 6,6 et 9,06 en 2017.

4.6.2.1.2 Mesures de conductivité

La Figure 103 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence mensuelle à 1-A.

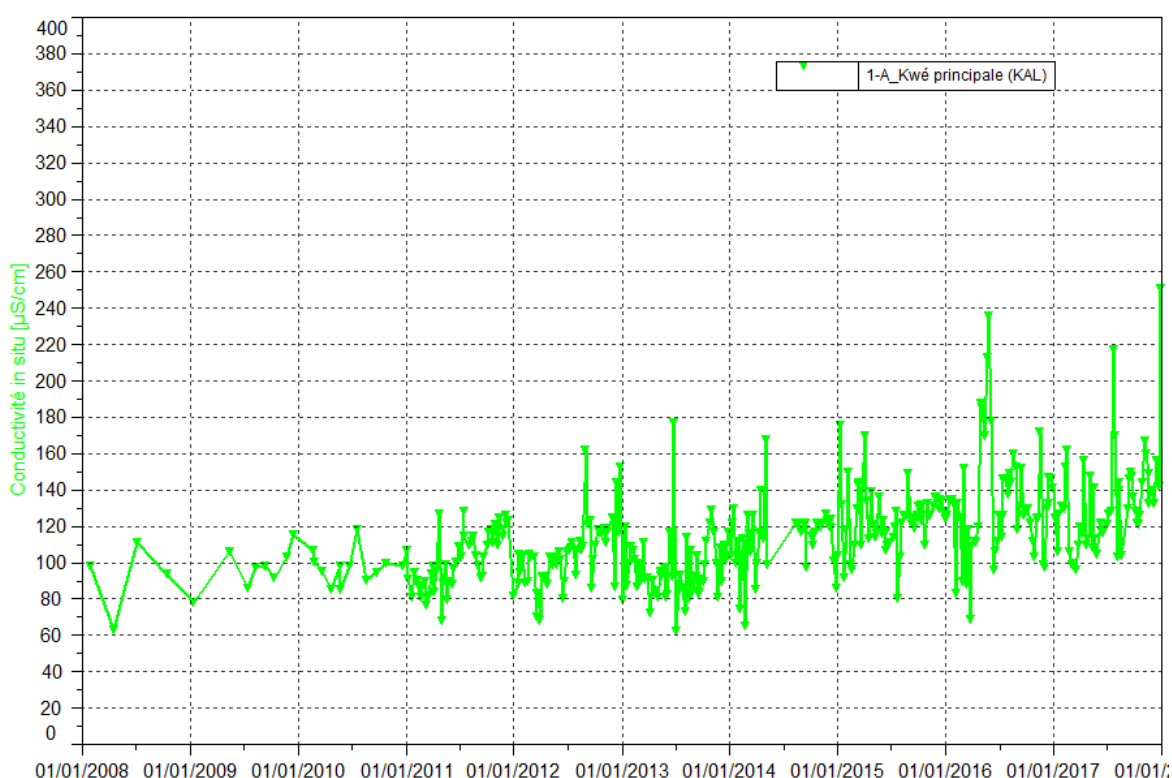


Figure 103 : Données de conductivité de la station 1-A du 1er janvier 2008 au 1er janvier 2018

Les mesures de conductivité en 2017 à la station 1-A sont comprises entre 95,8 et 251 $\mu\text{S/cm}$. Cette valeur maximale enregistrée le 27 décembre correspond à la maximale relevée depuis 2008.

4.6.2.1.3 Mesures de température

La Figure 104 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle à 1-A

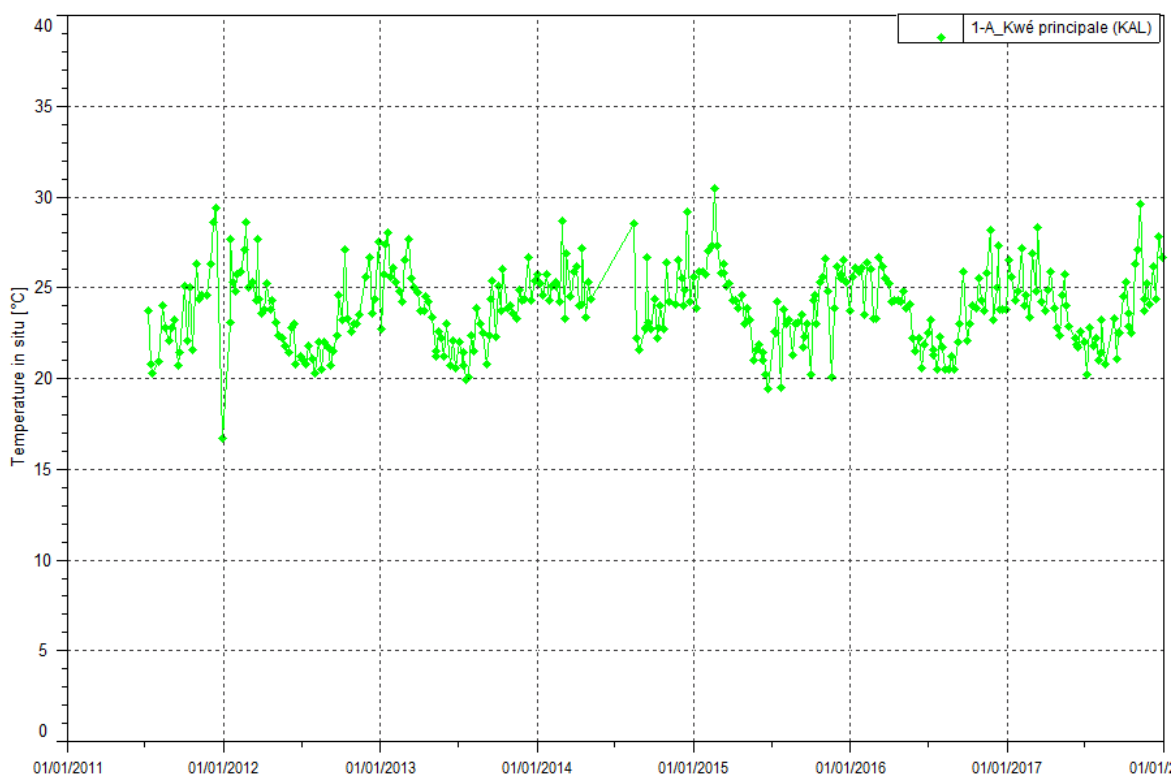


Figure 104 : Données de température de la station 1-A de 2011 au 1^{er} janvier 2018

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.

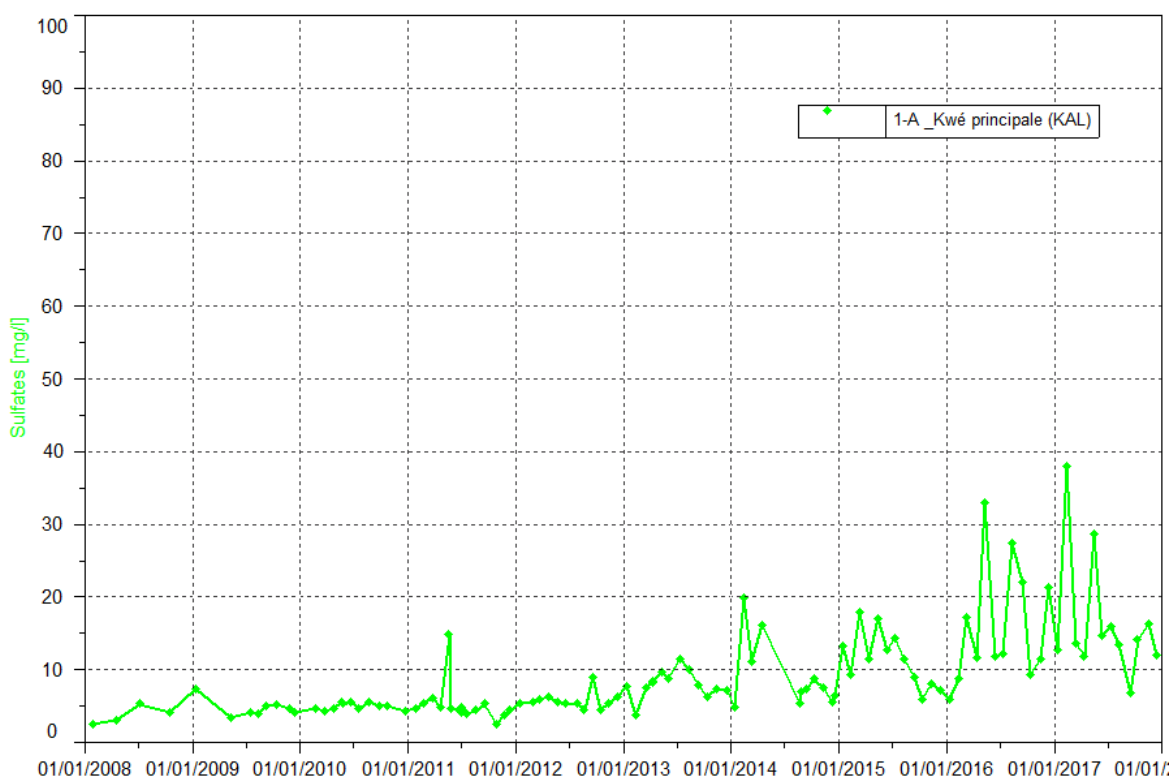


Figure 105 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

Durant le second semestre 2017, les concentrations en sulfates sont légèrement en baisse par rapport au 1^{er} semestre 2017 au niveau de la station 1-A.

Depuis 2013, les concentrations en sulfates sont en moyenne plus élevées que les années précédentes. A partir de 2016, des variations plus fréquentes et plus accentuées des concentrations en sulfates sont observées dans la Kwé principale.

4.6.2.1.5 Concentrations en manganèse

La Figure 106 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

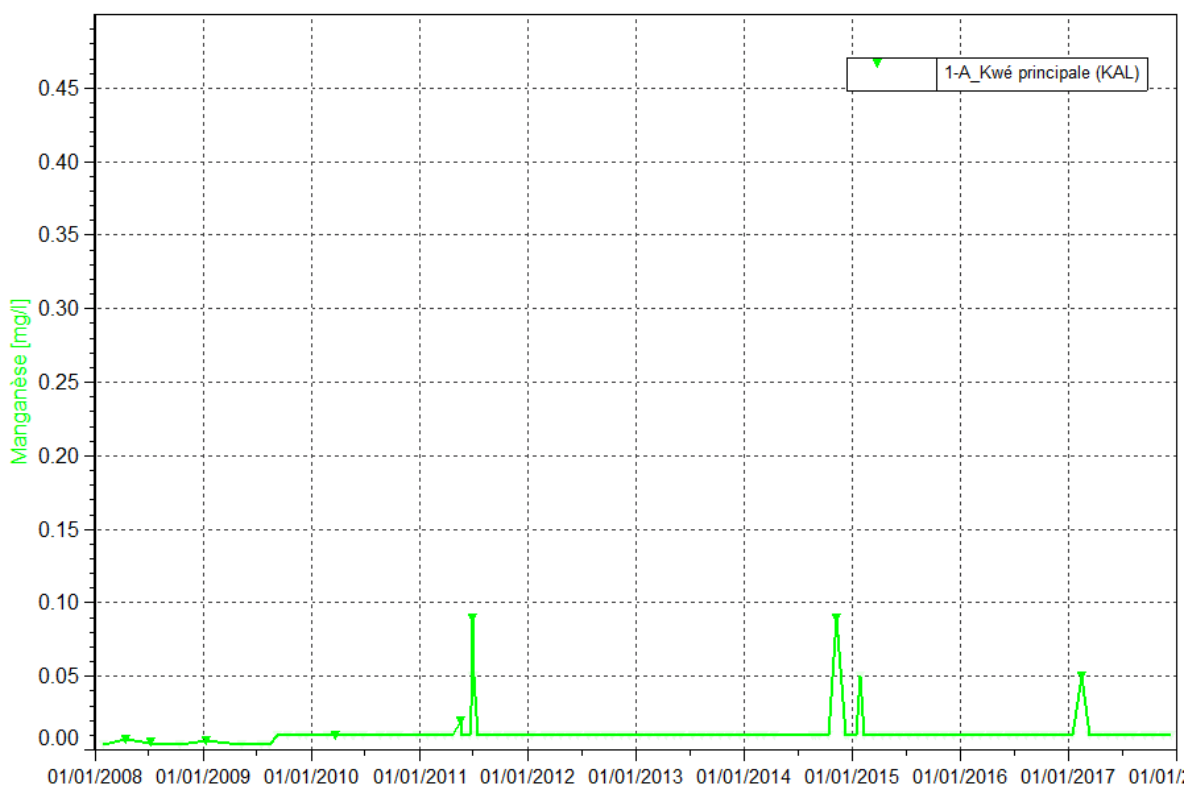


Figure 106 : Concentrations en manganèse de la station 1-A entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

En 2017, le manganèse est détecté ponctuellement et faiblement le 13 février au niveau de la rivière de la Kwé principale. Une concentration de 0,05 mg/L est relevée correspondant à la limite de détection du laboratoire.

4.6.2.1.6 Concentrations en chlorures

La Figure 107 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

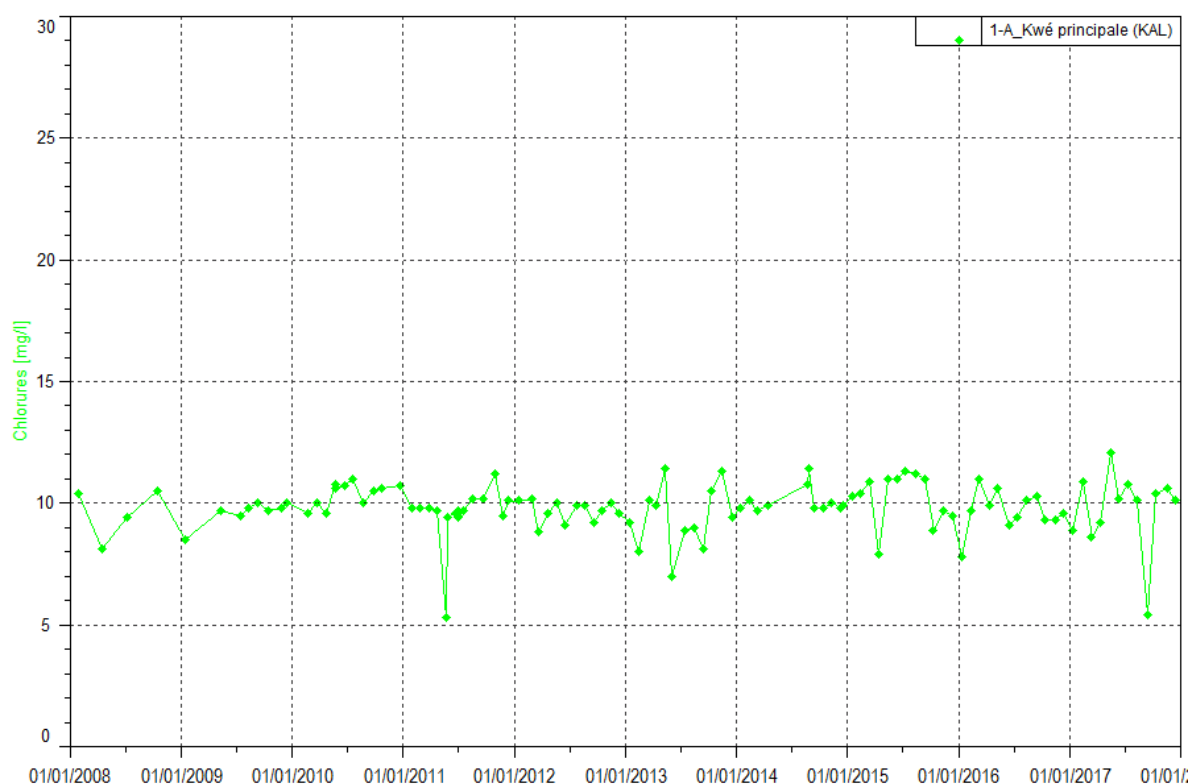


Figure 107 : Concentrations en chlorures de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

Depuis 2011, les résultats en chlorures au niveau de la Kwé principale évoluent de la même manière que depuis 2008. En 2017, une faible teneur en chlorure est relevée au mois de septembre, soit 5,4 mg/L.

4.6.2.1.7 Concentrations en nitrates

La Figure 108 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

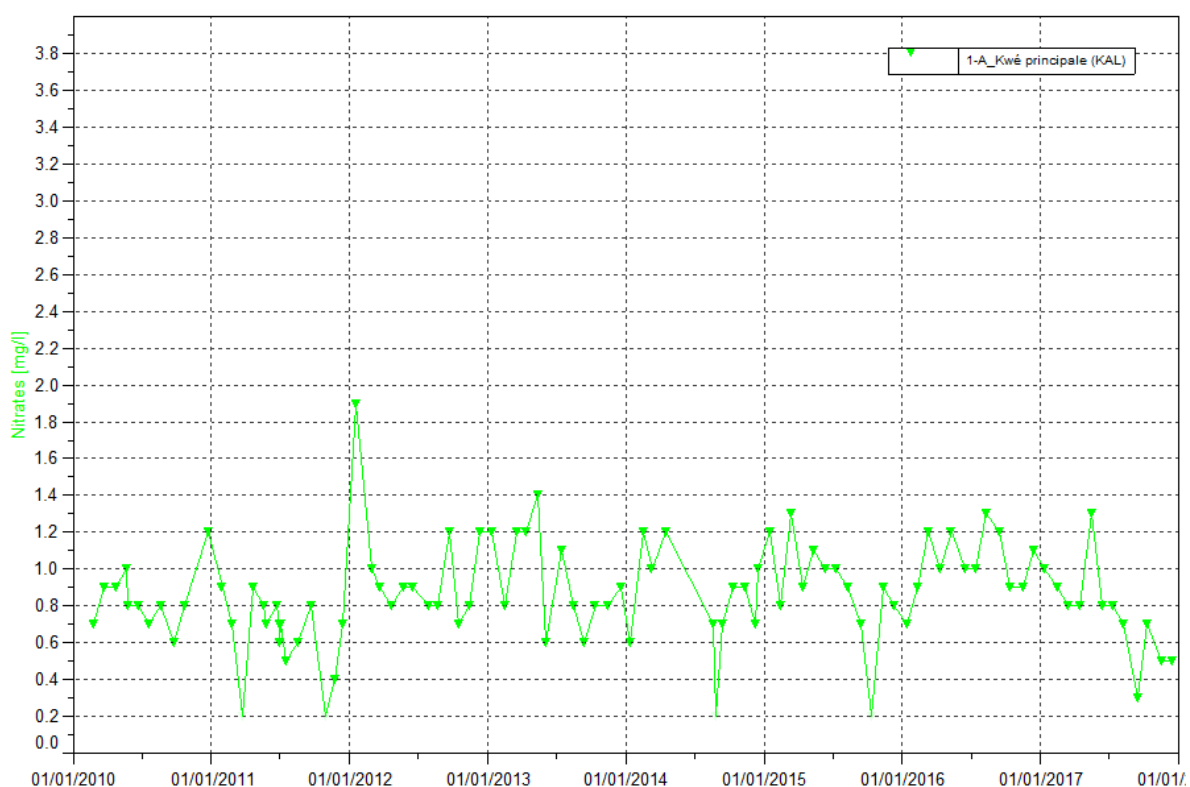


Figure 108 : Concentrations en nitrates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Les concentrations en nitrates dans les Kwé principale sont variables depuis 2010. Les teneurs en nitrates sont en baisse en 2017 mais les valeurs mesurées sont comparables aux années précédentes.

4.6.2.1.8 Concentrations en chrome et chrome VI

La Figure 109 et la Figure 110 présentent les concentrations en chromes et chrome VI obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

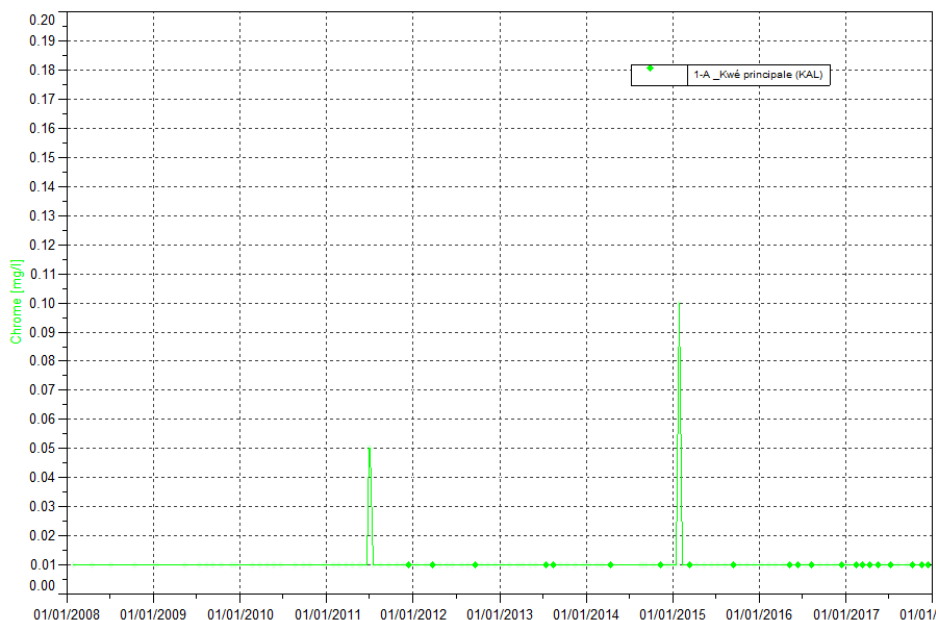


Figure 109 : Concentrations en chrome à la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2018

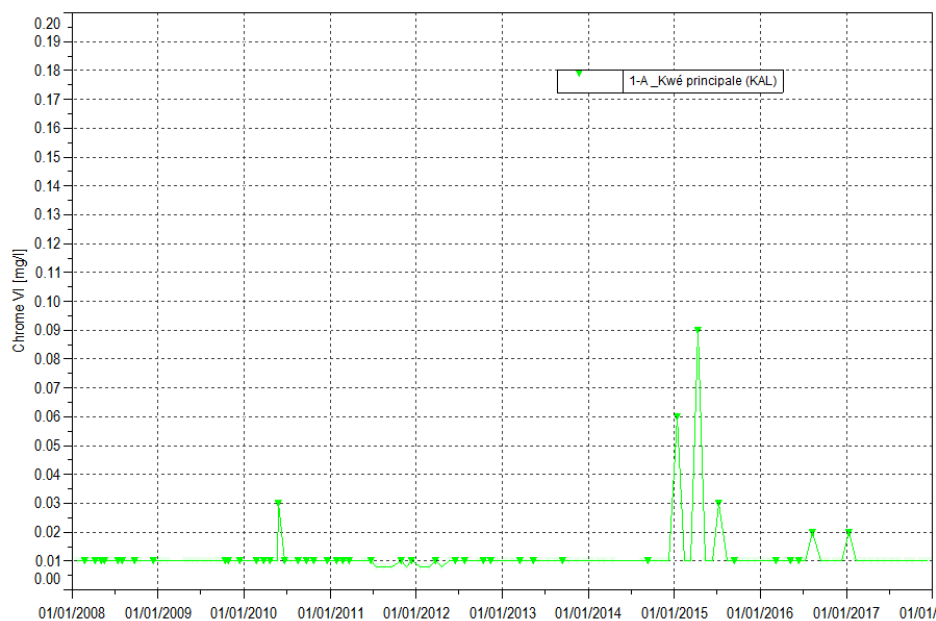


Figure 110 : Concentrations en chrome VI à la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2018

Depuis 2008, les concentrations en chrome et chrome VI sont en majorité inférieures à la limite de détection dans la rivière Kwé principale. En 2017, ces paramètres ne sont pas détectés dans la rivière de la Kwé principale.

4.6.2.1.9 Concentrations en magnésium

La Figure 111 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

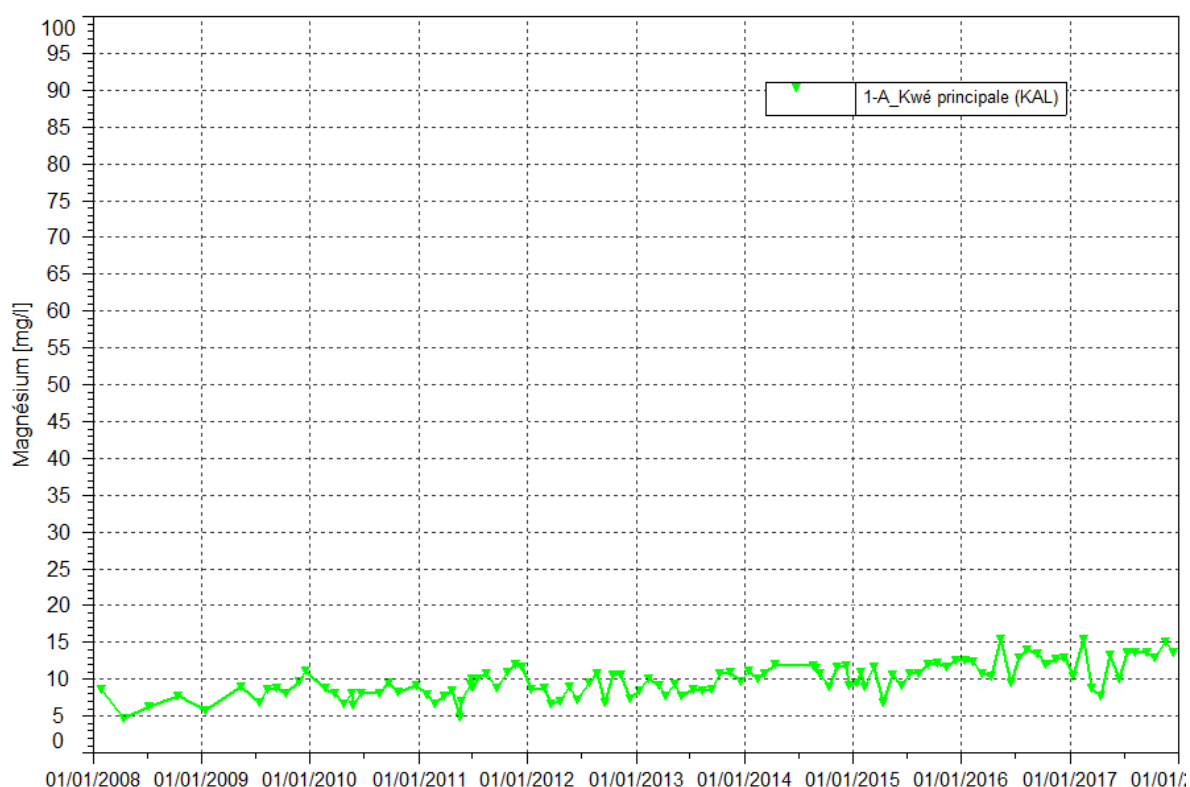


Figure 111 : Concentrations en magnésium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2018

Depuis 2008, les concentrations en magnésium oscillent entre 5 et 15 mg/L cependant une tendance légère à la hausse peut être notifiée.

4.6.2.1.10 Concentrations en nickel

La Figure 112 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

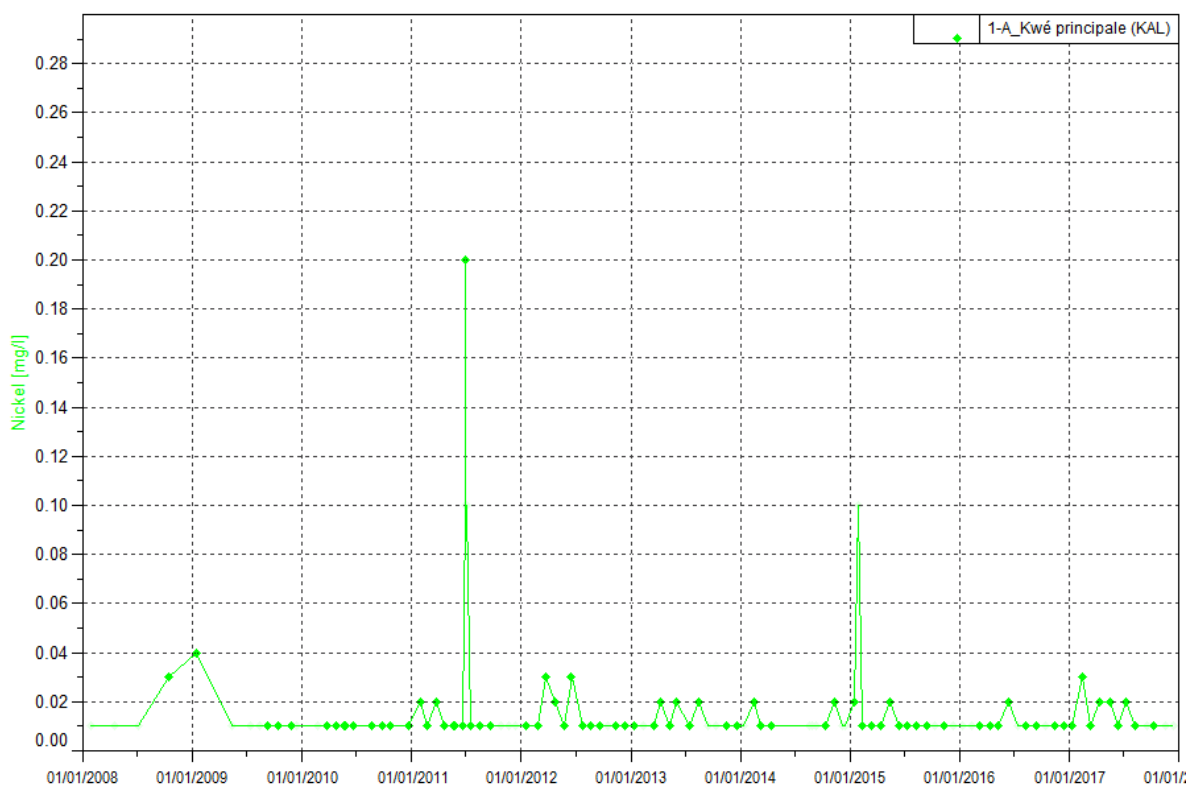


Figure 112 : Concentrations en nickel de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2018

4.6.2.1.11 Concentrations en potassium et sodium

La Figure 113 et la Figure 114 présentent les concentrations en potassium et sodium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 1-A.

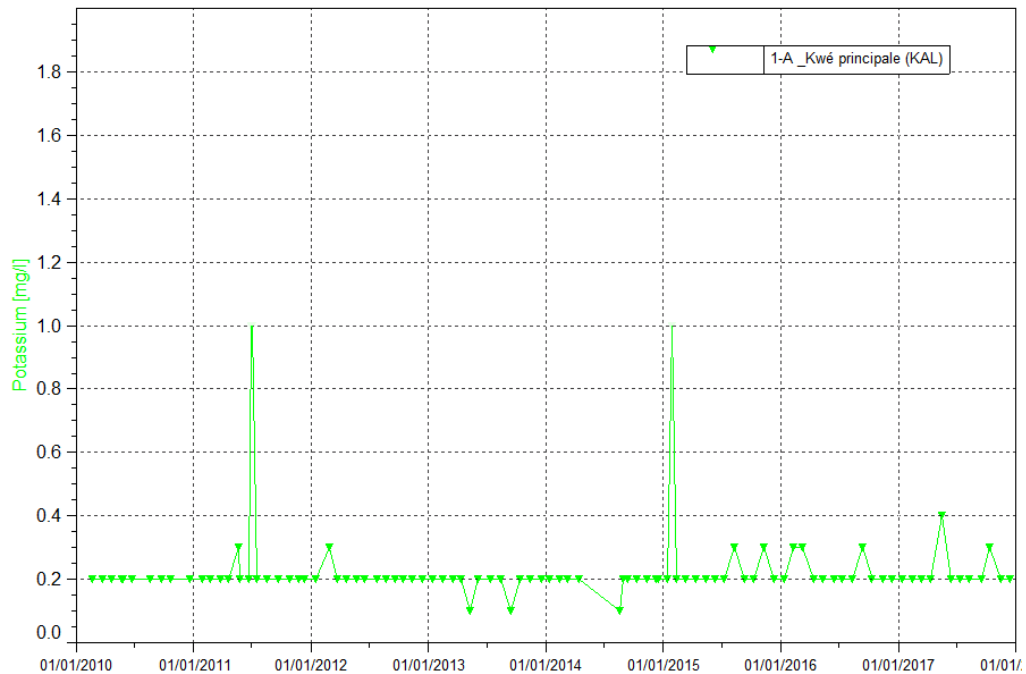


Figure 113 : Concentrations en potassium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2010 et 1^{er} janvier 2018

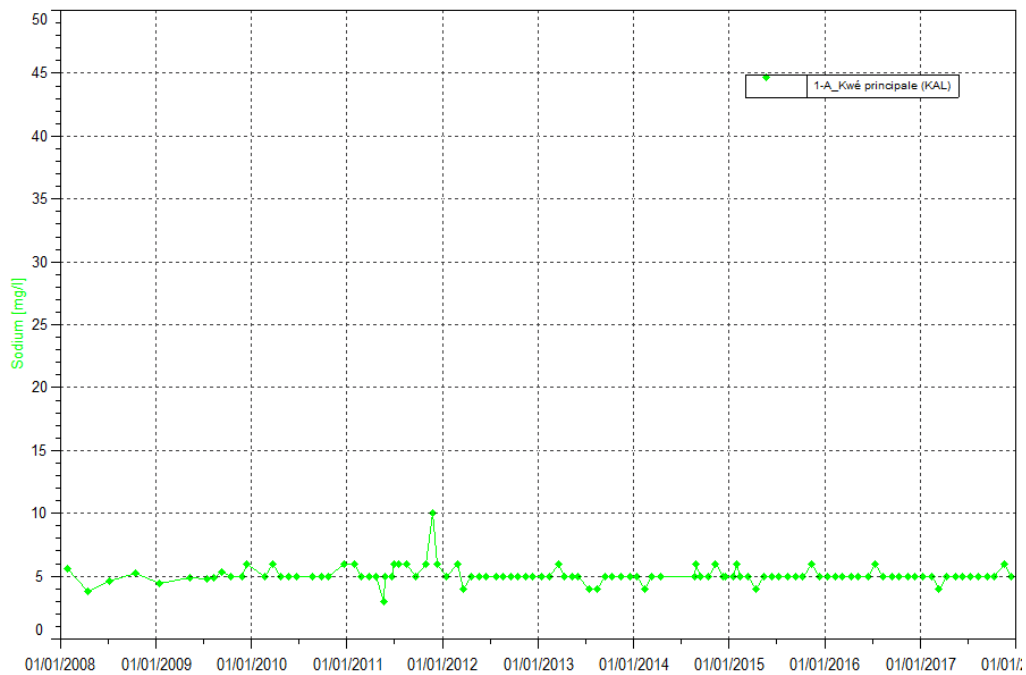


Figure 114 : Concentrations en sodium de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et 1^{er} janvier 2018

En 2017, les concentrations en potassium n'indiquent pas d'évolution particulière. Les concentrations en sodium sont stables depuis 2008.

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, chrome, chrome VI, cuivre, étain, fer, ammoniac, nitrites, nitrates, plomb, manganèse, zinc, demande chimique en oxygène, hydrocarbures totaux, et carbonates.

Les résultats sont en majorité inférieurs à la limite de détection pour les paramètres suivants : chrome, nickel, potassium et carbonates.

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 115 présente les mesures de pH obtenues à une fréquence mensuelle à 3-C

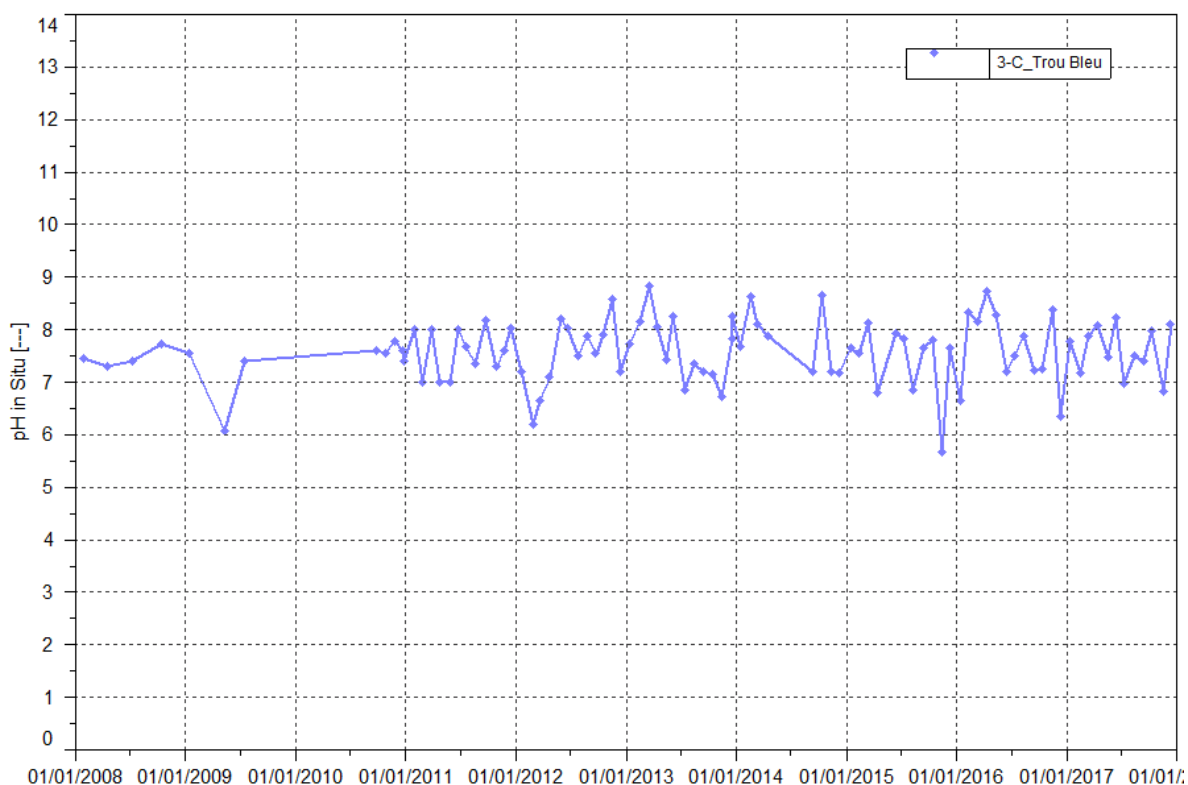


Figure 115 : Données de pH de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

En 2017, le pH oscille entre 6,8 et 8,2.

4.6.2.2 Mesures de conductivité

La Figure 116 présente les mesures de conductivité faites à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

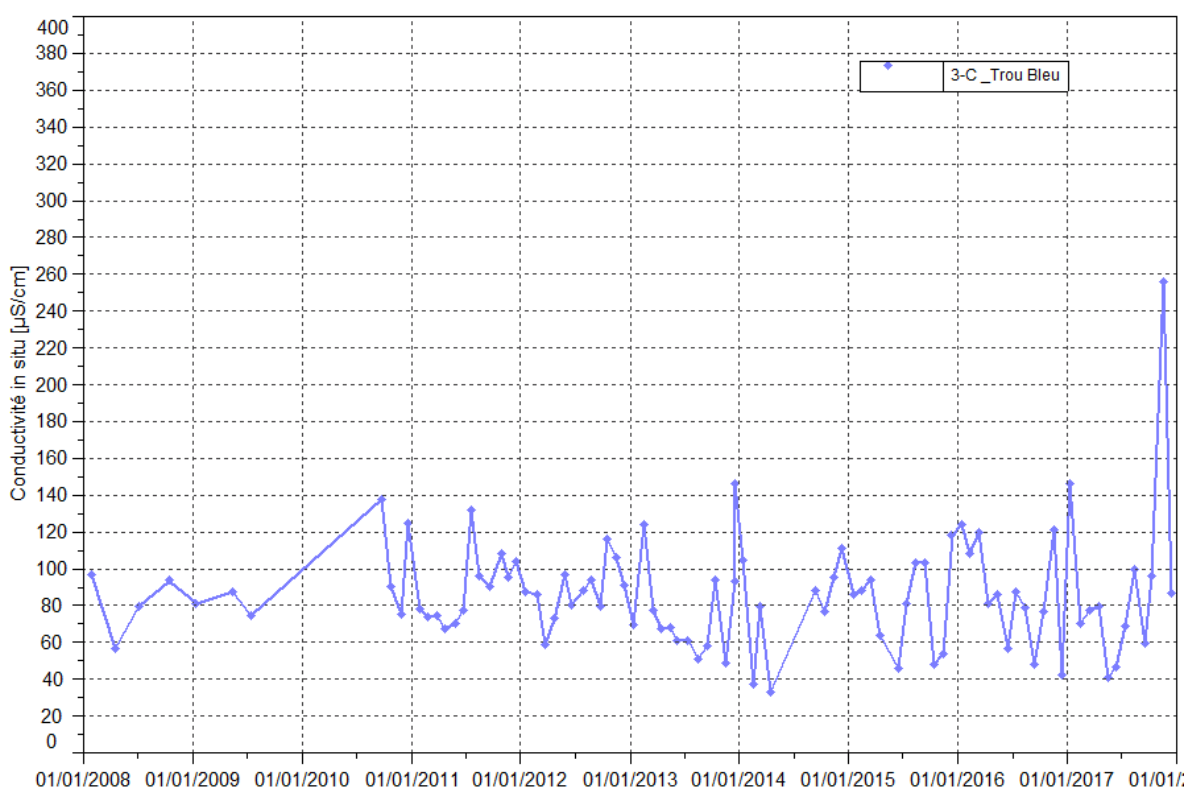


Figure 116 : Données de conductivité de la station 3-C du 1^{er} janvier 2008 au 1^{er} janvier 2018

En 2017, la conductivité est comprise entre 41,2 et 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cette conductivité maximale, relevée le 15 novembre, correspond au maximum depuis le début des suivis. Cette forte conductivité est le résultat du faible niveau d'eau du cours d'eau. Cette baisse a engendré un déséquilibre de la qualité physico-chimique de la rivière Trou bleu.

4.6.2.2.3 Mesures de température

La Figure 117 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

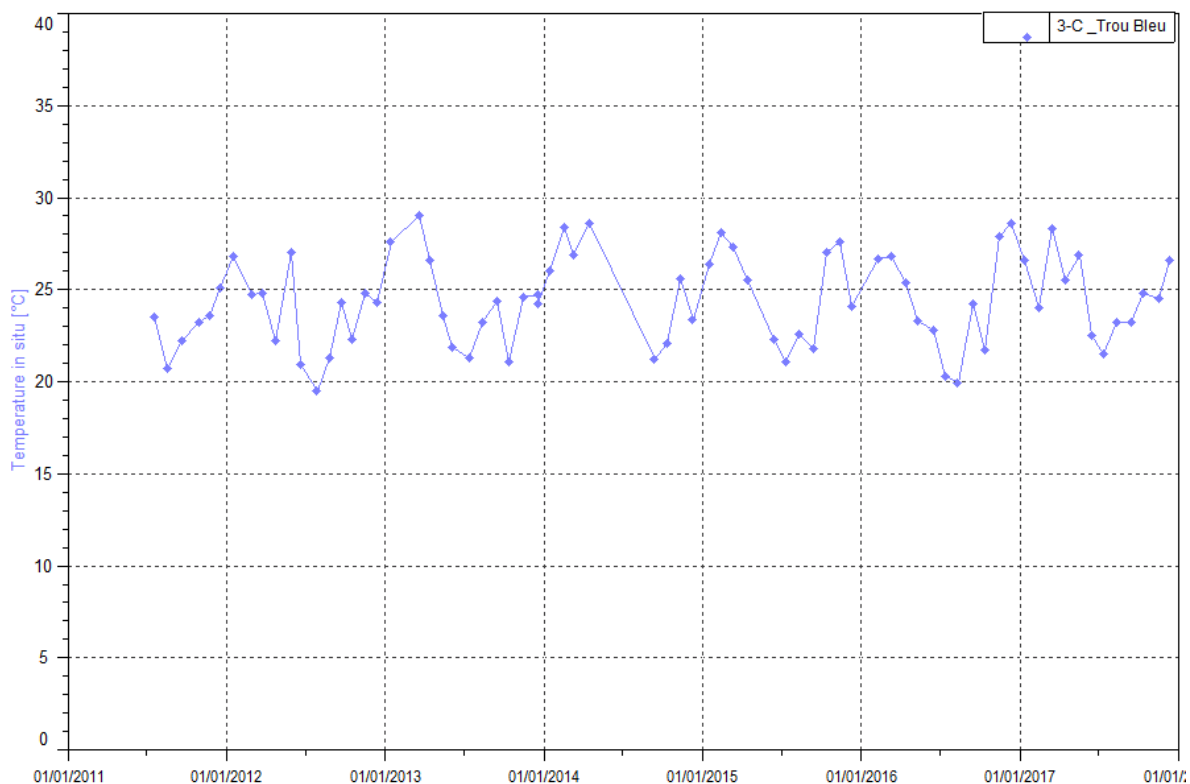


Figure 117 : Données de température de la station 3-C de 2011 au 1^{er} janvier 2018

4.6.2.2.4 Concentrations en sulfates

La Figure 118 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

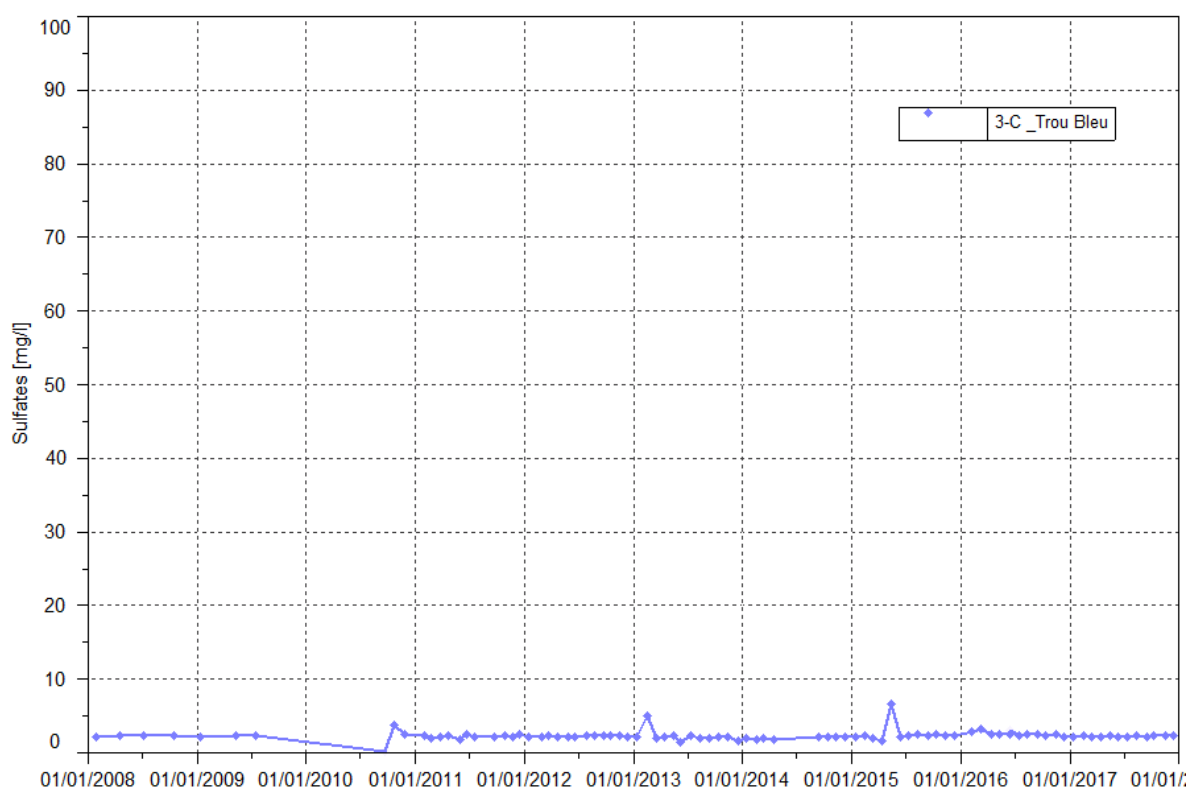


Figure 118 : Concentrations en sulfates de la station 1-A entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

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

4.6.2.2.5 Concentrations en manganèse

La Figure 119 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

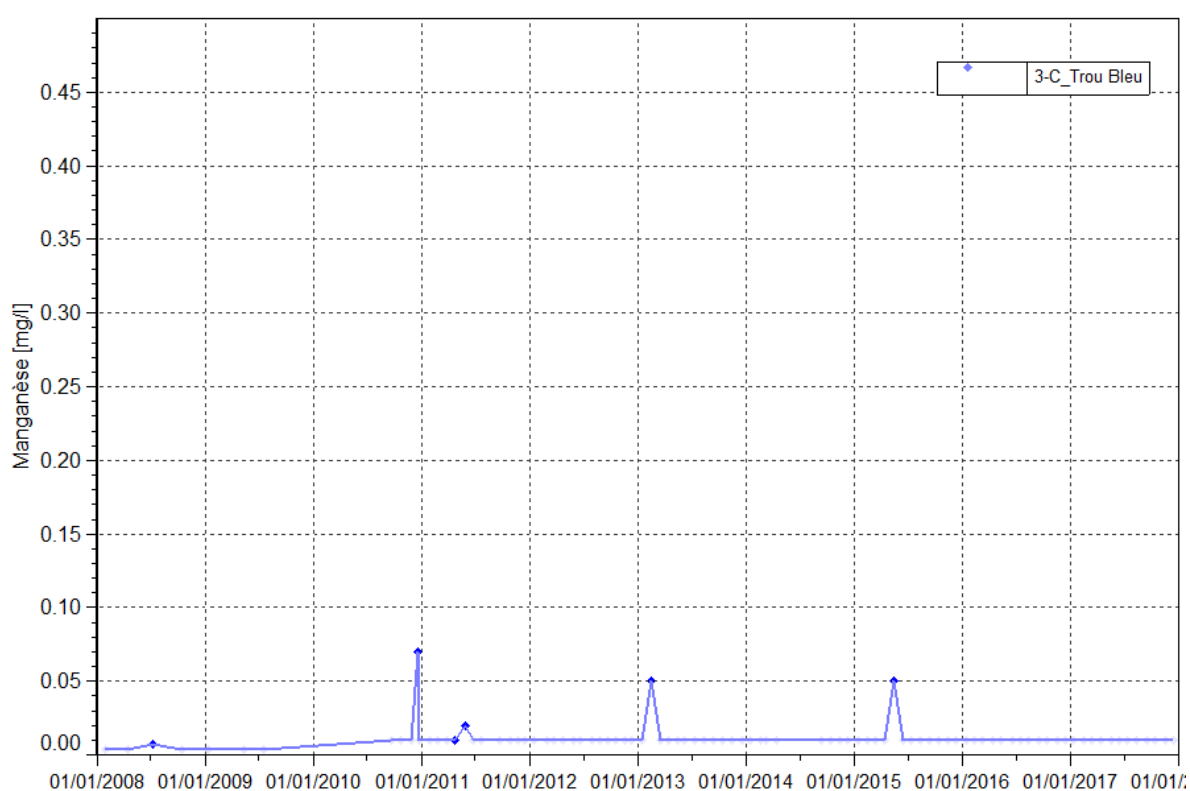


Figure 119 : Concentrations en manganèse de la station 3-C entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

Le manganèse n'est pas détecté en 2017 au niveau de la rivière Trou Bleu.

4.6.2.2.6 Concentrations en chlorures

La Figure 120 présente les concentrations en chlorures obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

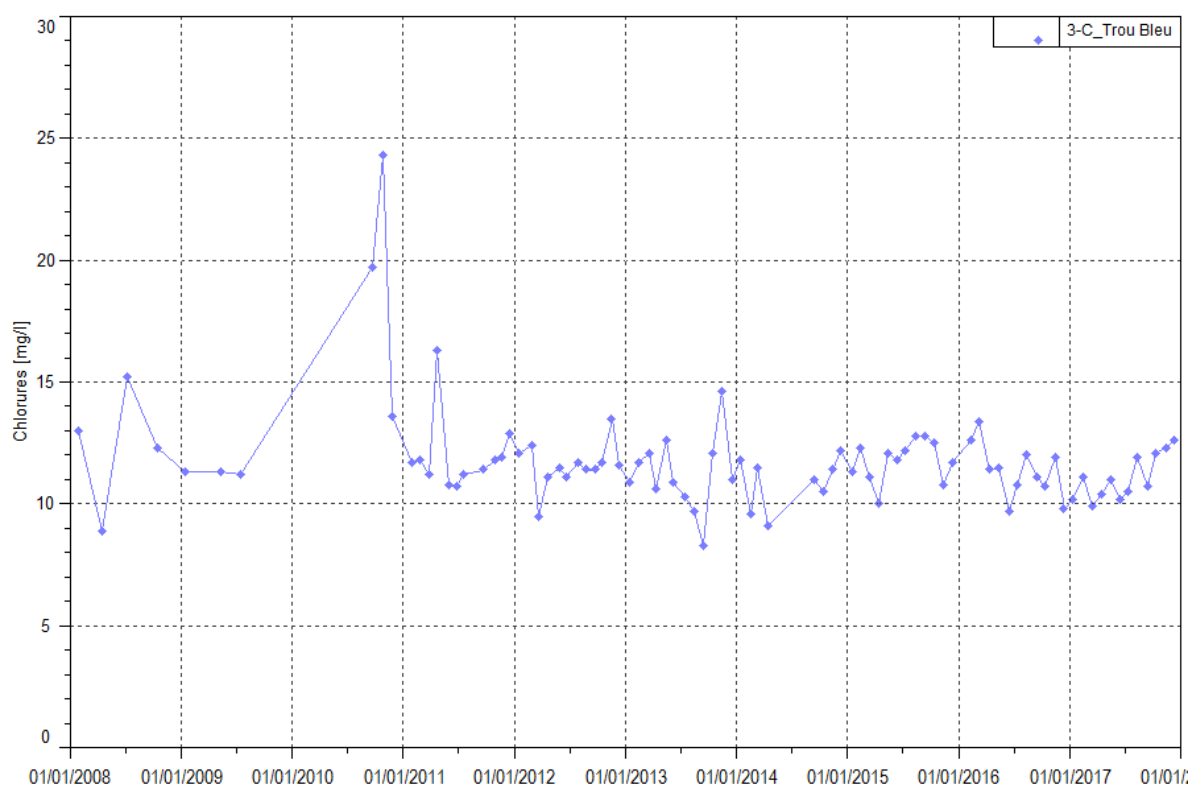


Figure 120 : Concentrations en chlorures de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

Les résultats de suivi de 2017 ne montrent pas d'évolution particulière en comparaison avec les années précédentes.

4.6.2.2.7 Concentrations en nitrates

La Figure 121 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

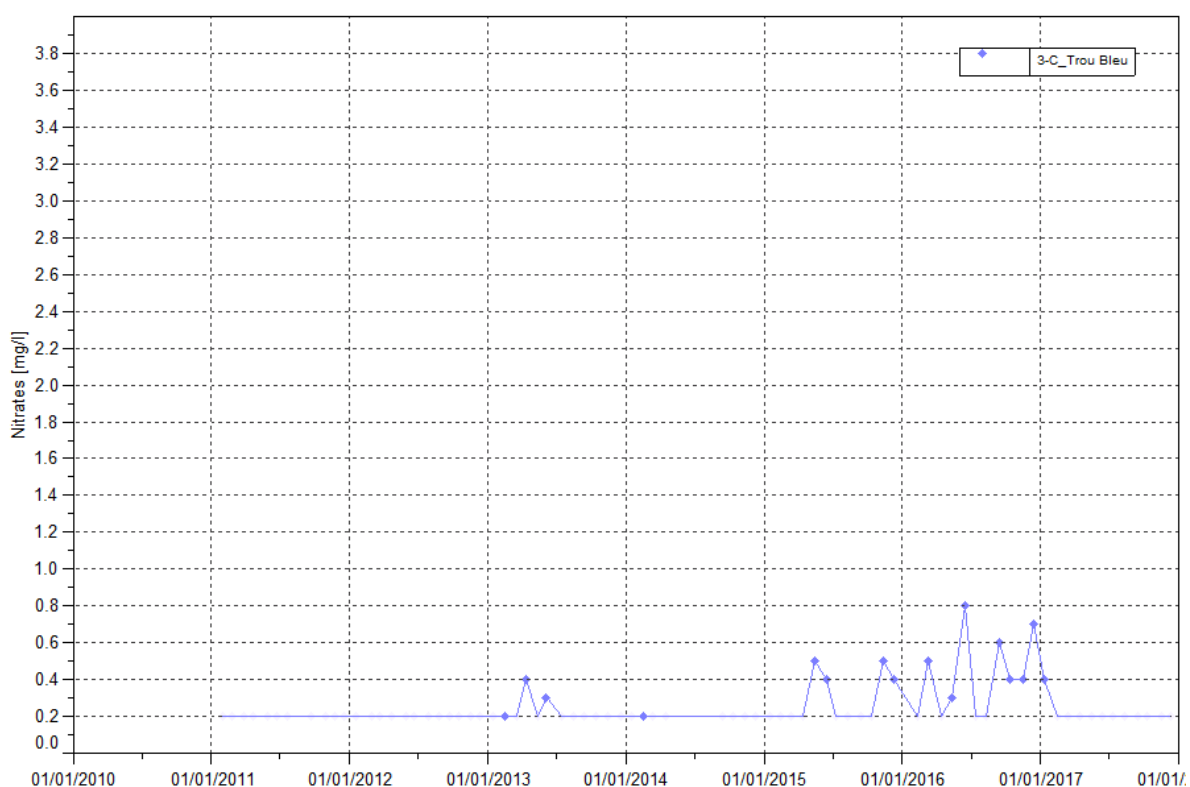


Figure 121 : Concentrations en nitrates de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2011 et 1^{er} janvier 2018

Les nitrates ont été détectés partiellement depuis 2010. Ils sont quantifiés à deux reprises en 2013, à quatre reprises en 2015 et plusieurs fois en 2016. En 2017, ce paramètre n'est pas quantifié dans la rivière Trou Bleu.

4.6.2.2.8 Concentrations en magnésium

La Figure 122 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

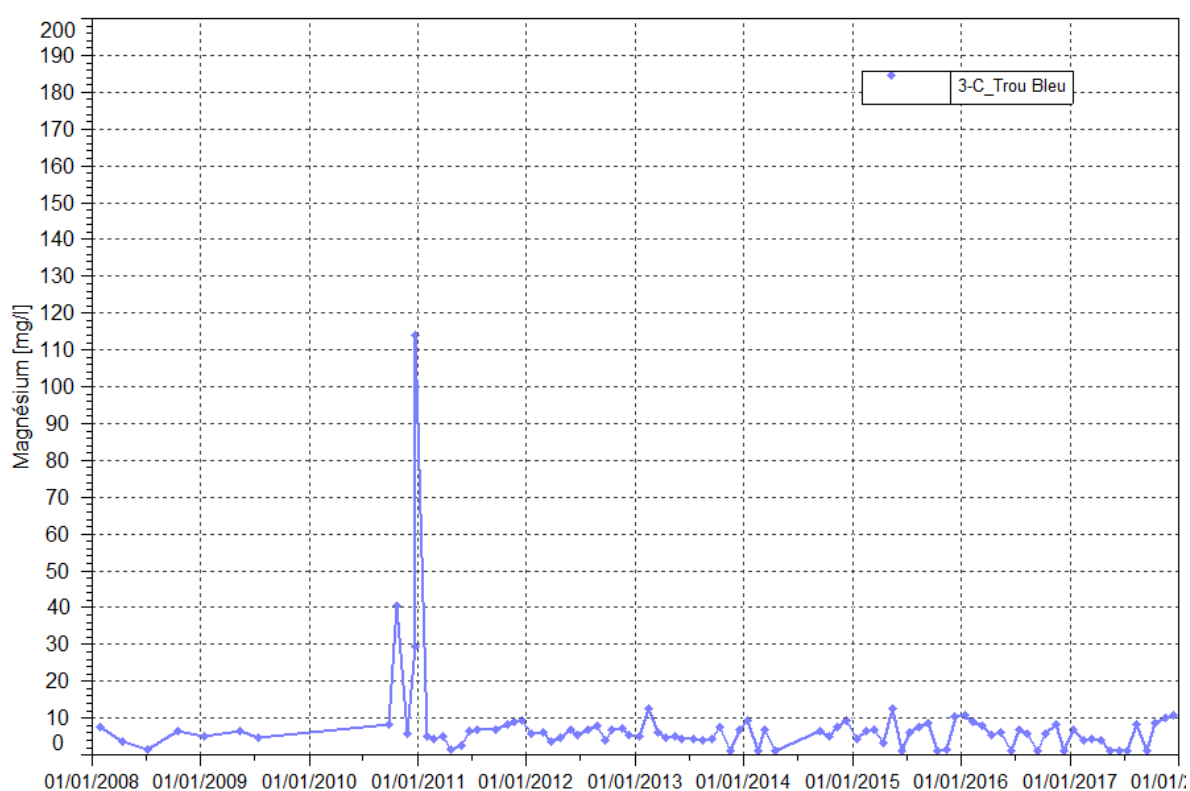


Figure 122 : Concentrations en magnésium de la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

En 2017, les teneurs en magnésium n'indiquent aucune évolution particulière.

4.6.2.2.9 Concentrations en nickel

La Figure 123 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

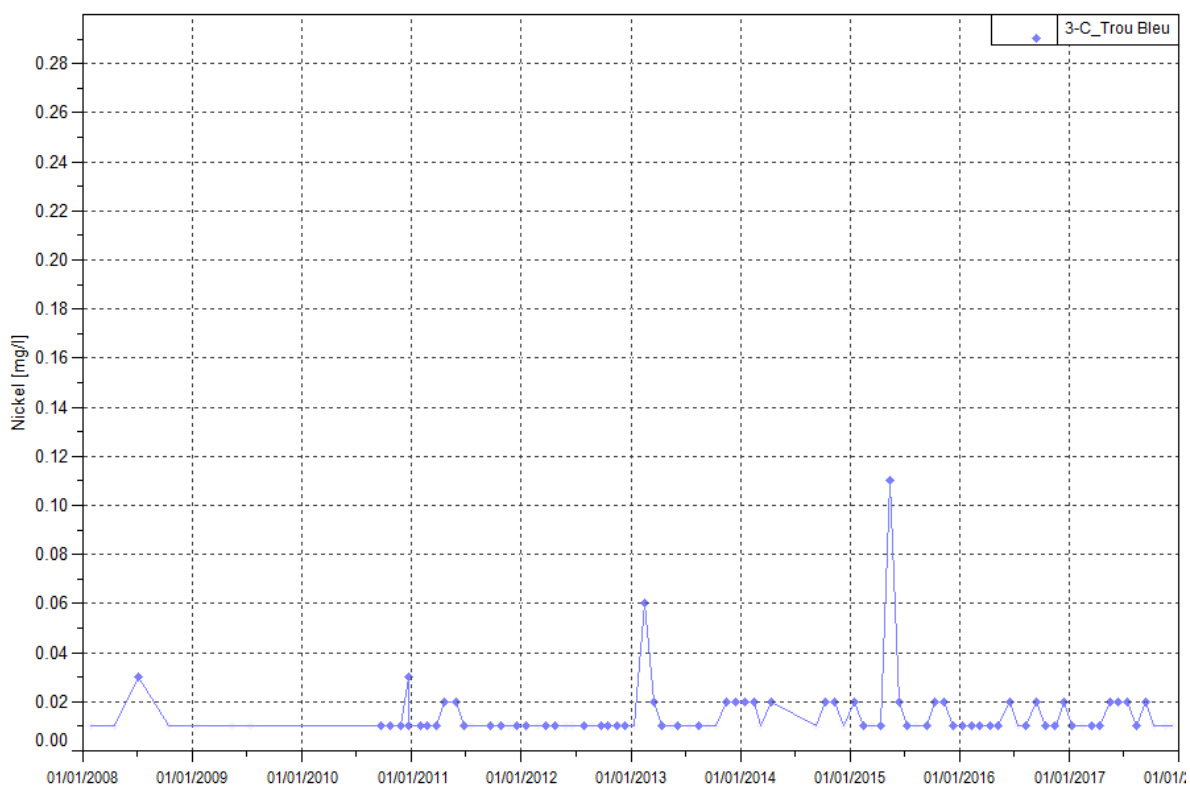


Figure 123 : Concentrations en nickel à la station 3-C entre le 1^{er} janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

Le nickel est faiblement détecté dans la rivière Trou bleu. En 2017, les teneurs sont comprises entre 0,01 et 0,02 mg/L.

4.6.2.2.10 Concentrations en potassium et sodium

La Figure 124 et la Figure 125 présentent les concentrations en potassium et sodium obtenues à une fréquence mensuelle à la station 3-C.

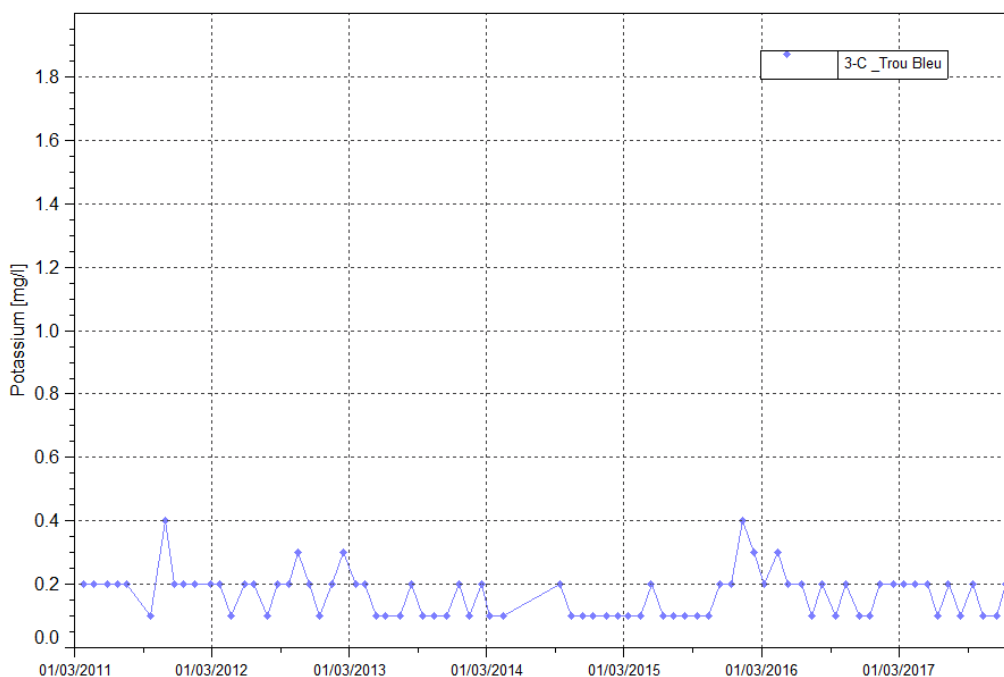


Figure 124 : Concentrations en potassium à la station 3-C entre le 1^{er} mars 2011 et le 1^{er} janvier 2018

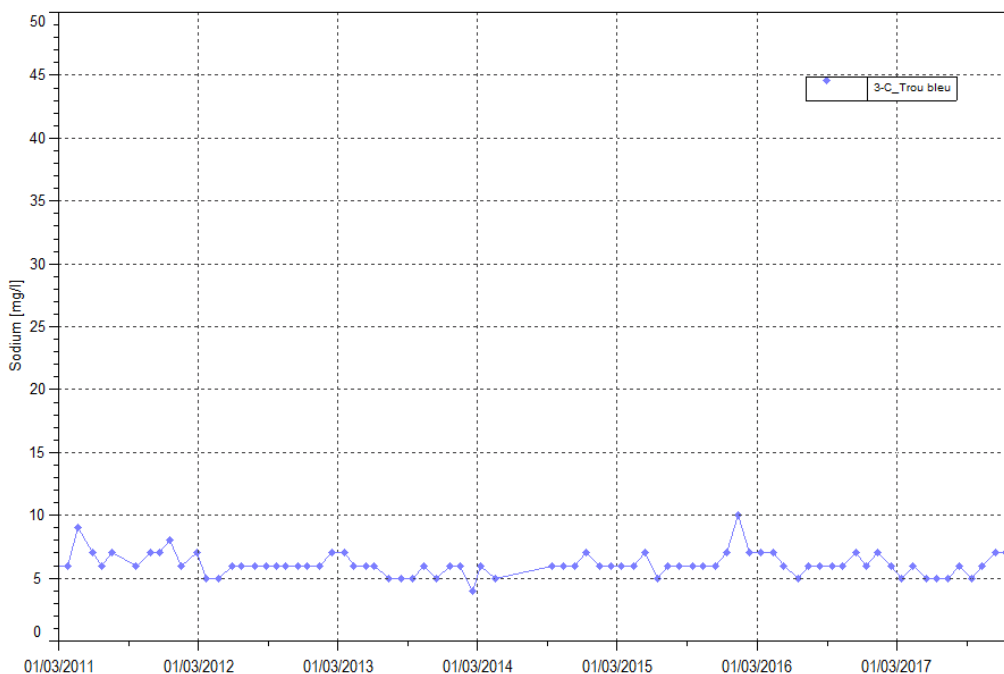


Figure 125 : Concentrations en sodium à la station 1-A entre le 1^{er} mars 2011 et le 1^{er} janvier 2018

Concernant les concentrations en potassium et sodium, les résultats de suivi de 2017 ne montrent aucune évolution particulière.

4.6.2.3 Rivière Truu (TR-01 et TR-02)

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

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

Au cours du second semestre 2017, 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, arsenic, cadmium, calcium, cobalt, cuivre, fer, ammoniac, manganèse, nitrites, plomb, zinc, demande chimique en oxygène, hydrocarbures totaux, et carbonates.

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

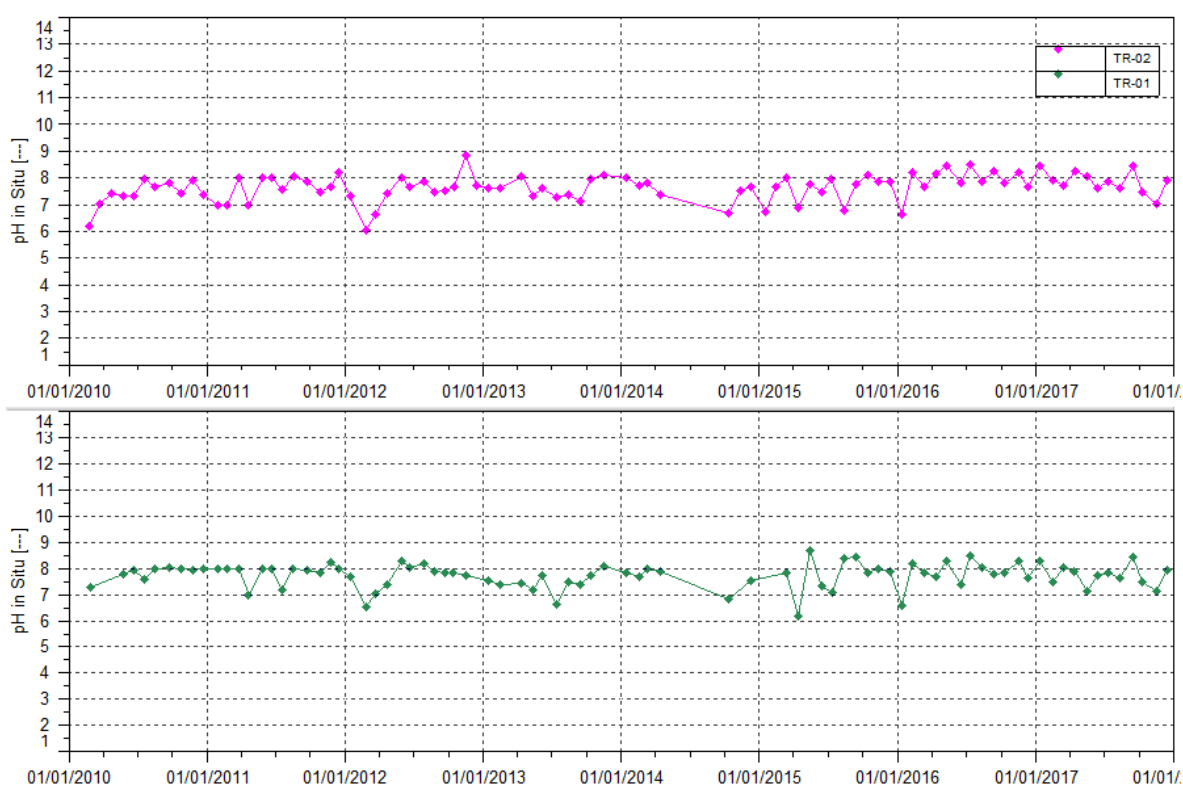


Figure 126 : Mesures de pH pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Les résultats de suivi en 2017 du bassin versant de la rivière Truu ne montrent aucune évolution particulière. Les mesures de pH oscillent entre 7,3 et 8,4.

4.6.2.3.2 Mesure de conductivité

La Figure 127 présente les mesures de conductivités obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

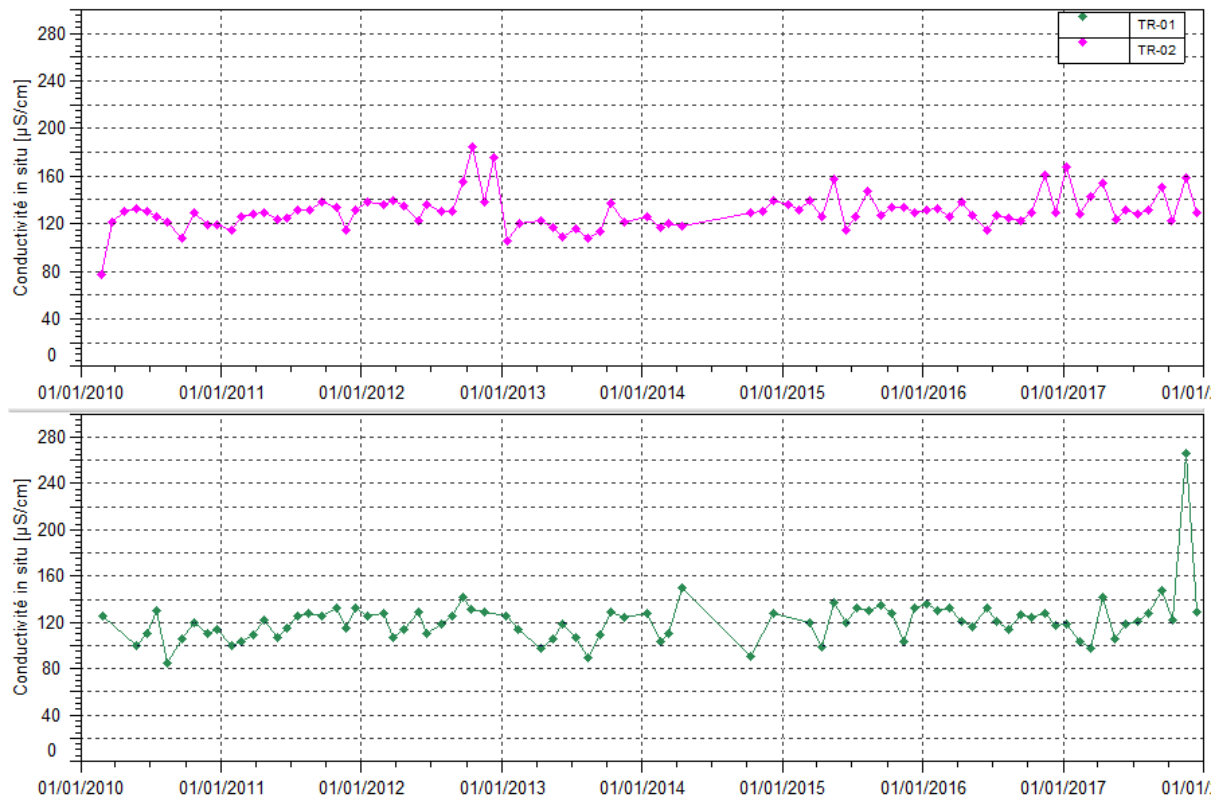


Figure 127 : Mesures de conductivités pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : Les mesures de conductivité au niveau de la source TR-02 sont variables en 2017 et oscillent entre 122 et 168 $\mu\text{S/cm}$.

Station TR-01 : en 2017, les mesures de conductivité varient entre 97,2 et 266 $\mu\text{S/cm}$. Cette conductivité maximale est enregistrée le 16 novembre 2017 et correspond à la maximale enregistrée depuis le début des suivis.

4.6.2.3.3 Mesures de température

La Figure 128 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

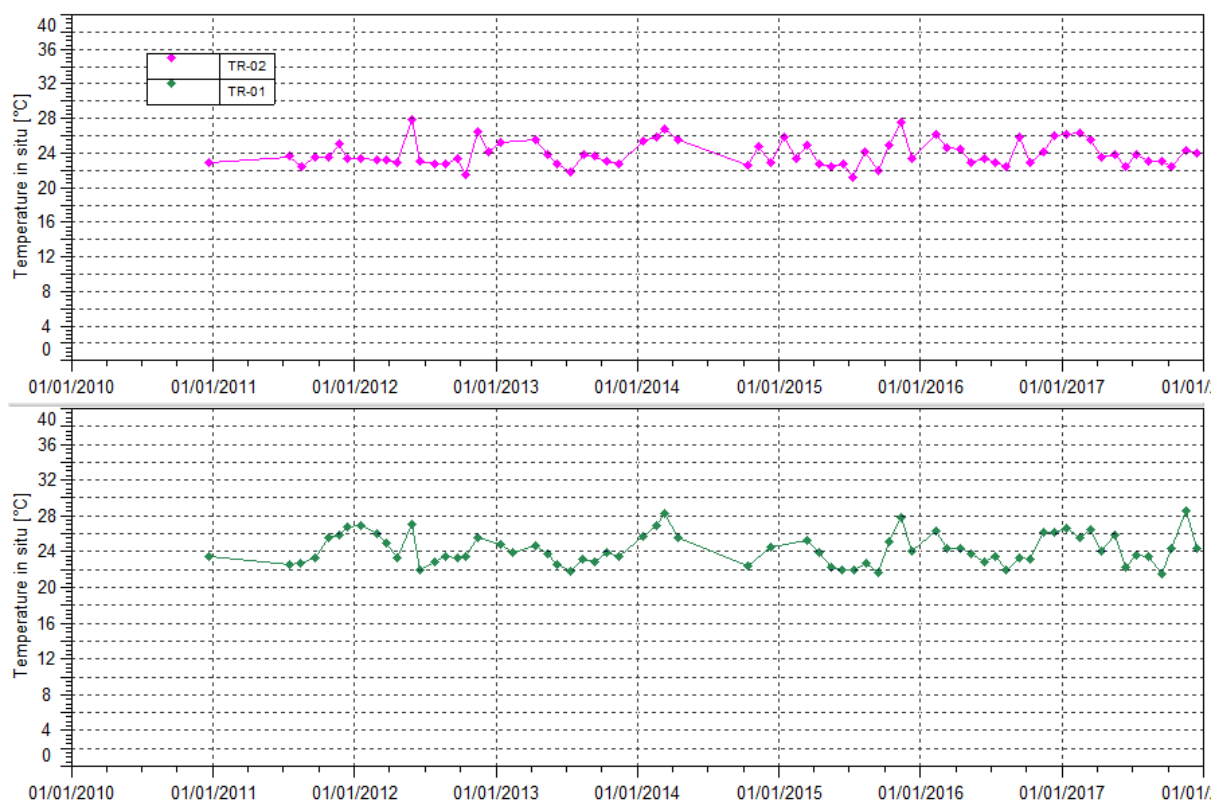


Figure 128 : Mesures de température pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2011 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 et TR-01 : les relevés de température sont variables depuis 2011. Une légère hausse de la température est enregistrée en fin de semestre au niveau du radier. Les températures oscillent entre 21,5 et 28,6 °C.

4.6.2.3.4 Concentrations en sulfates

La Figure 129 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

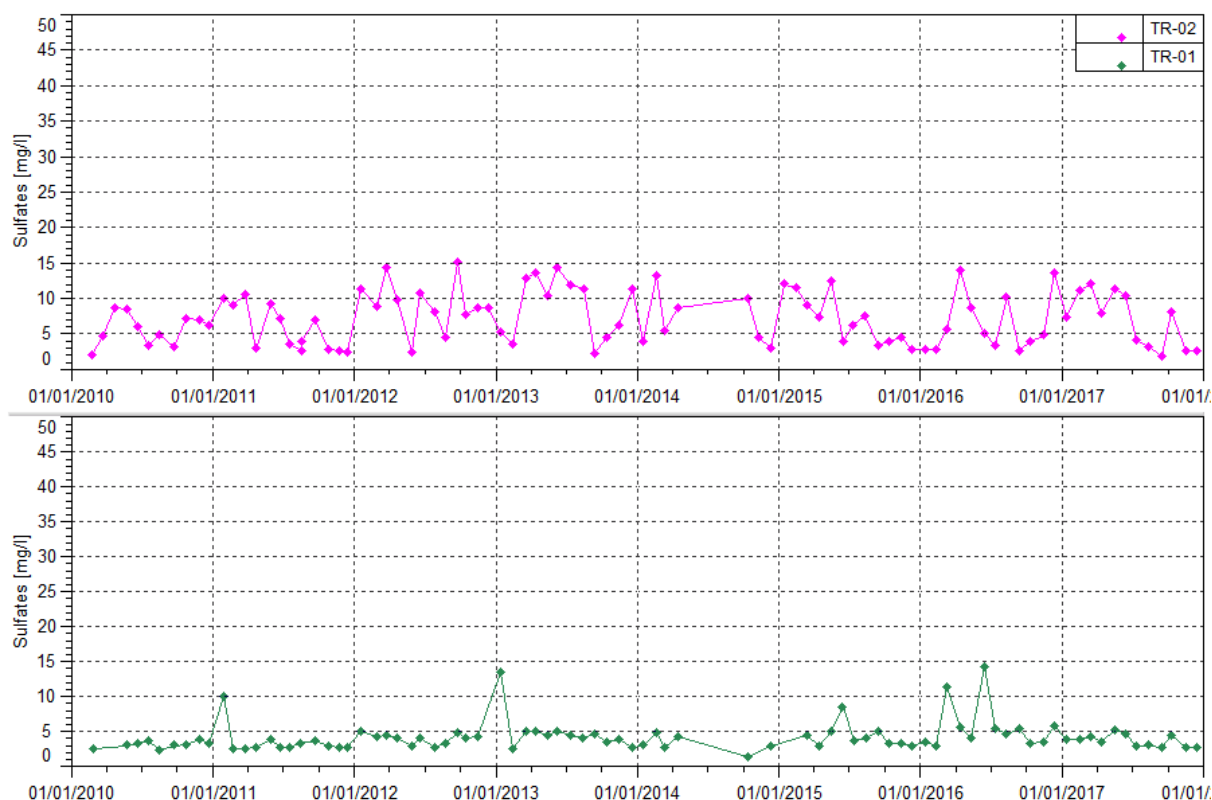


Figure 129 : Concentrations en sulfates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : comme les années précédentes, les teneurs en sulfates au niveau de la source TR-02 sont variables. On constate au cours de cette année une tendance à la diminution des teneurs en sulfates. Les teneurs oscillent entre 1,9 et 12 mg/L.

Station TR-01 : depuis juillet 2016, les teneurs en sulfates sont stables et sont comprises entre 2,7 et 5,3 mg/L en 2017.

4.6.2.3.5 Concentrations en magnésium

La Figure 130 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

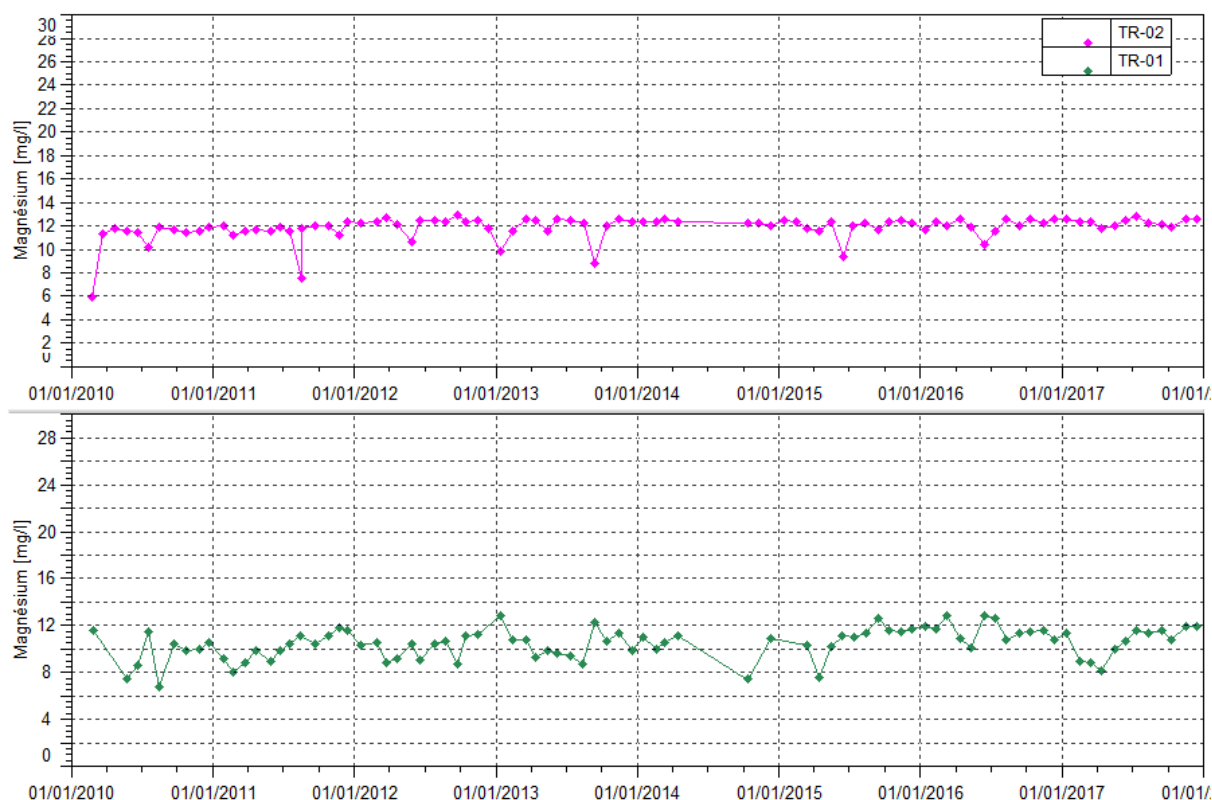


Figure 130 : Concentrations en magnésium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : comme les années précédentes, les teneurs en magnésium au niveau de la source TR-02 sont stables.

Station TR-01 : en comparaison avec les résultats du 1^{er} semestre 2017 où les teneurs étaient en légère diminution, les concentrations en magnésium sont de nouveau comparables aux teneurs enregistrées entre juillet 2015 et janvier 2017. Les teneurs oscillent entre 8,2 et 11,9 mg/L.

4.6.2.3.6 Concentrations en nickel

La Figure 131 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

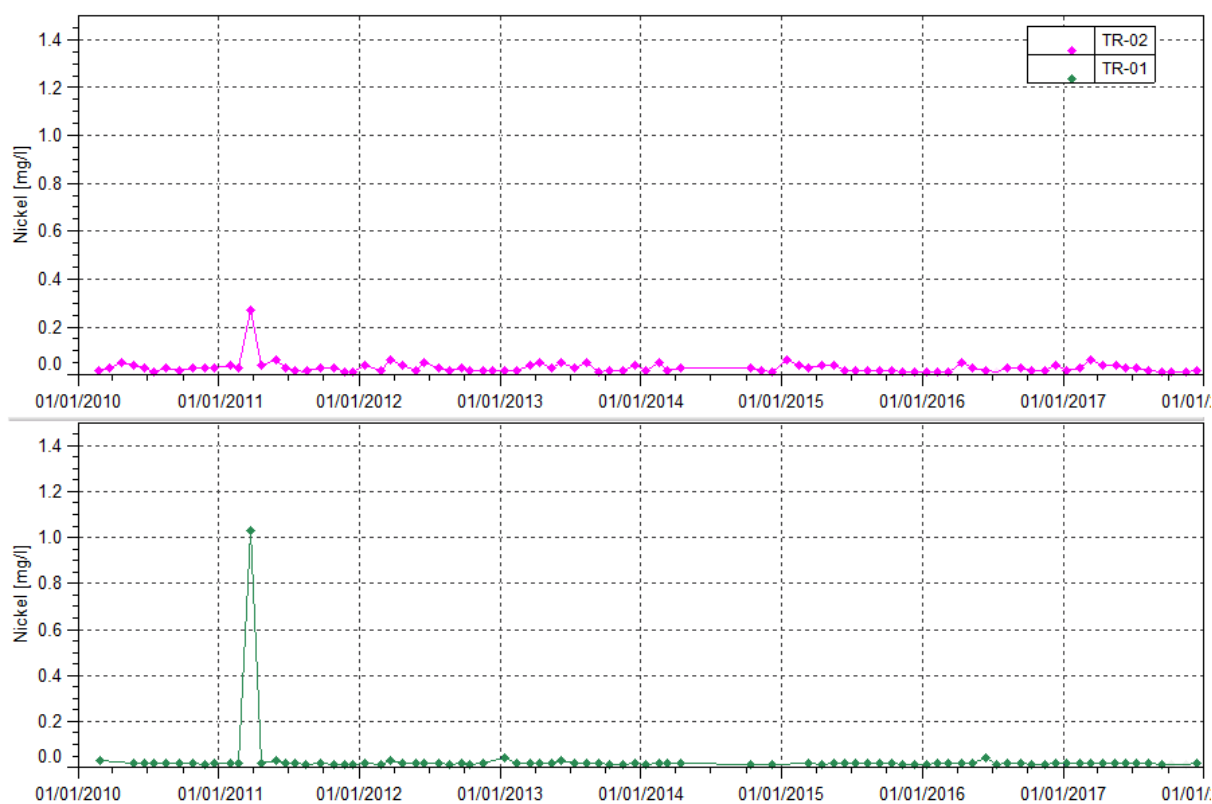


Figure 131 : Concentrations en nickel pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

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

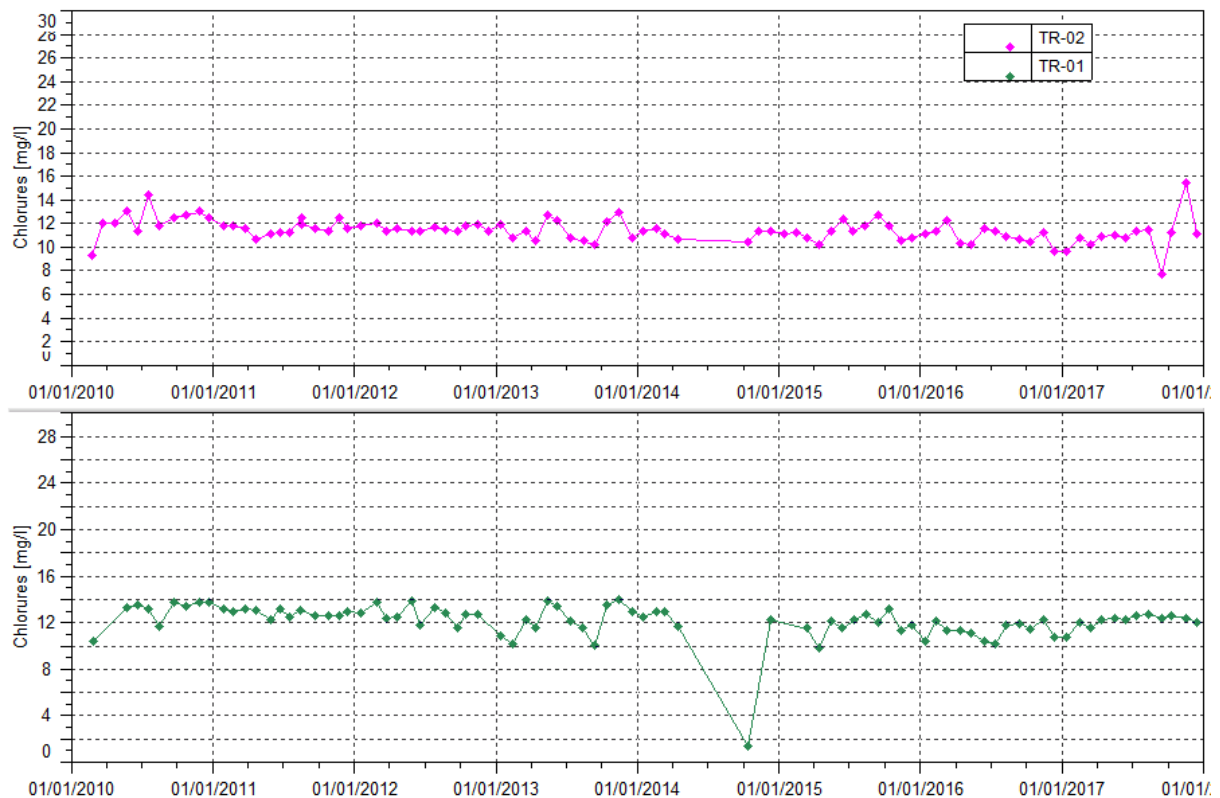


Figure 132 : Concentrations en chlorures pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : A partir de juillet 2017, les résultats de suivi indiquent une variation des concentrations en chlorures alors que les teneurs en chlorures sont stables depuis 2010.

Station TR-01 : depuis 2015, les concentrations en chlorures sont stables au niveau de cette station.

4.6.2.3.8 Concentrations en nitrates

La Figure 133 présente les concentrations en nitrates obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

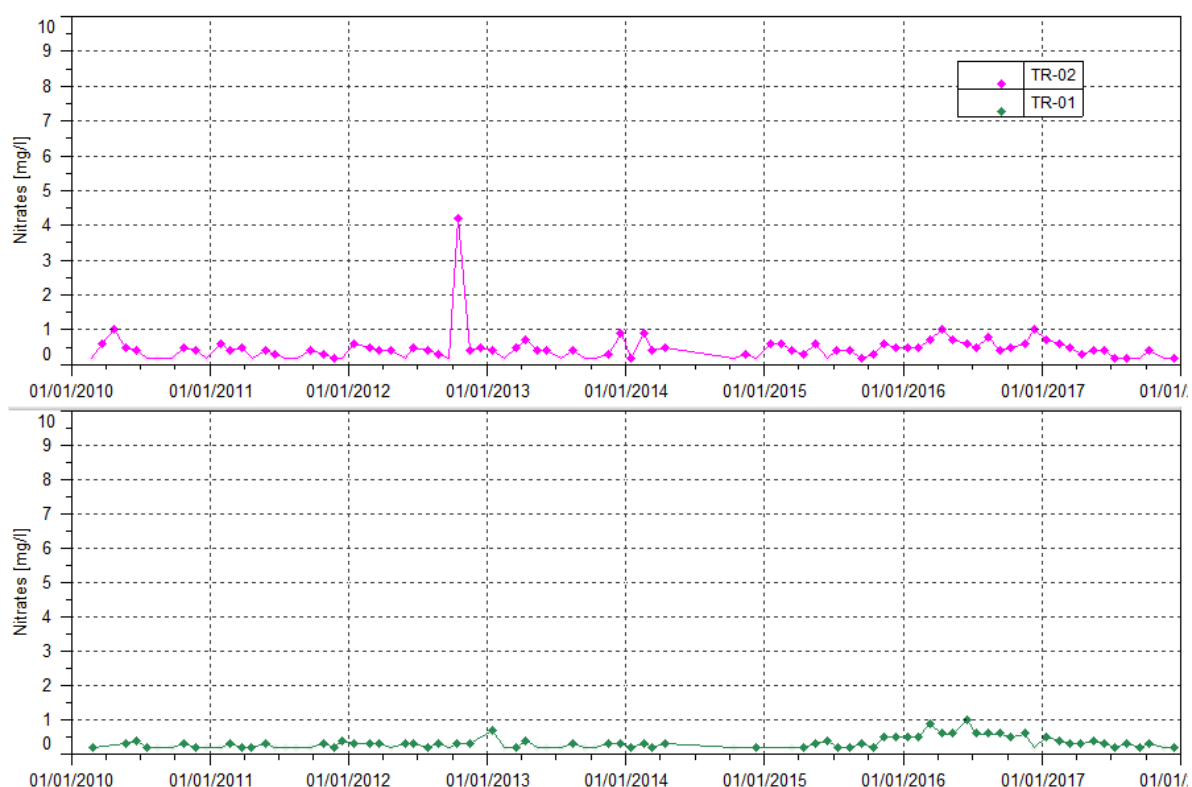


Figure 133 : Concentrations en nitrates pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : En 2017, les concentrations en nitrates sont en diminution. Elles oscillent entre 0,2 et 0,7 mg/L.

Station TR-01 : même constat au niveau du radier de la rivière Truu, les teneurs sont en baisse en 2017 et comprises entre 0,2 et 0,5 mg/L.

4.6.2.3.9 Concentrations en chrome et chrome VI

La Figure 134 et la Figure 135 présentent les concentrations en chrome et chrome VI obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

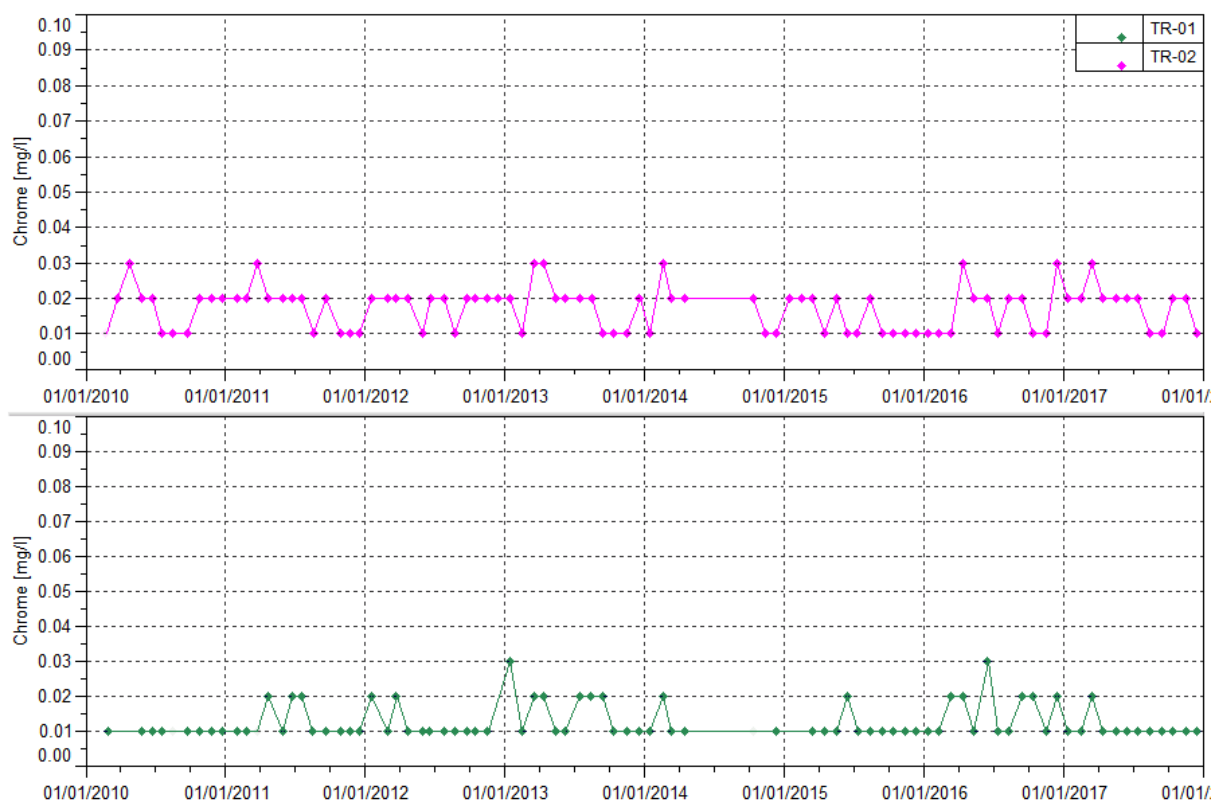


Figure 134 : Concentrations en chrome pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

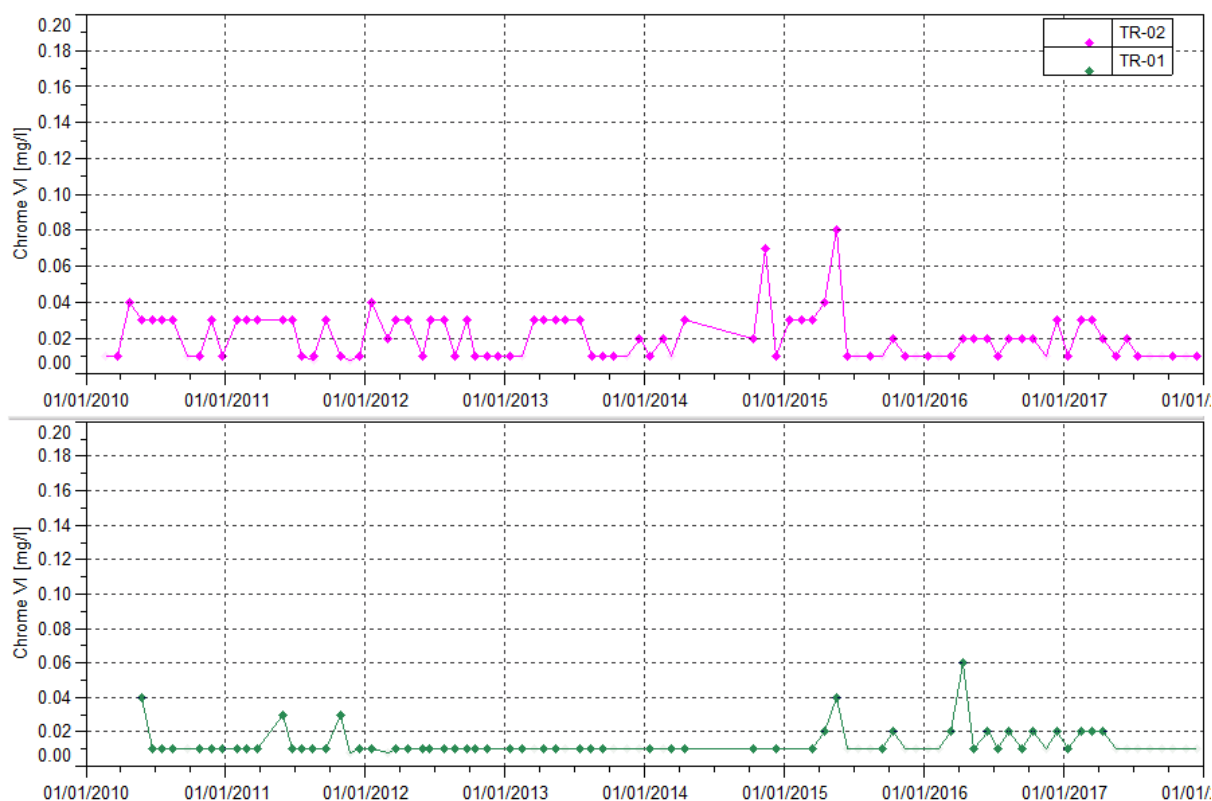


Figure 135 : Concentrations en chrome VI pour les stations TR-01 et TR-02 entre 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : aucune évolution particulière n'est constatée pour ces paramètres au niveau de la source TR-02. En 2017, les concentrations en chrome et chrome VI varient entre 0,01 et 0,03 mg/L.

Station TR-01 : même constat au niveau du radier de la rivière Truu, les teneurs en chrome et chrome VI sont stables et comprises entre 0,01 et 0,02 mg/L.

4.6.2.3.10 Concentrations en sodium et potassium

La Figure 136 et la Figure 137 présentent les concentrations en sodium et potassium obtenues à une fréquence mensuelle pour les stations TR-01 et TR-02.

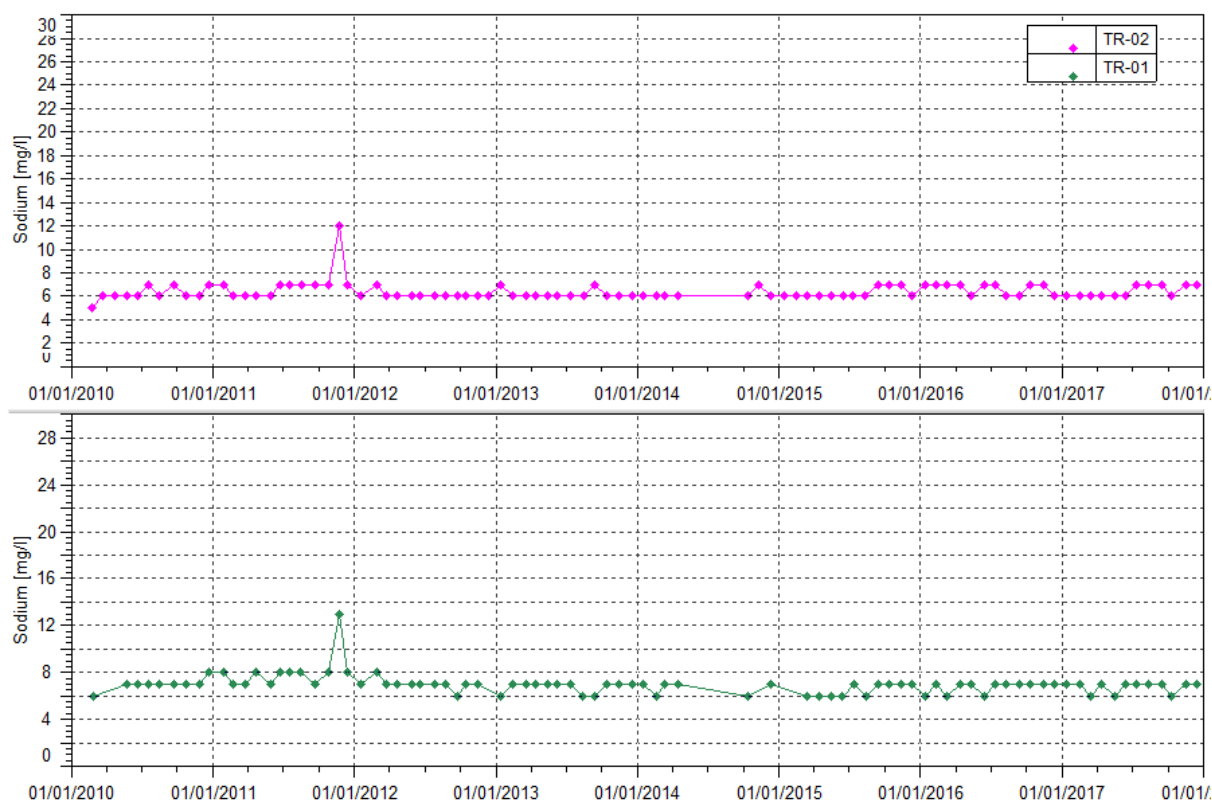


Figure 136 : Concentrations en sodium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

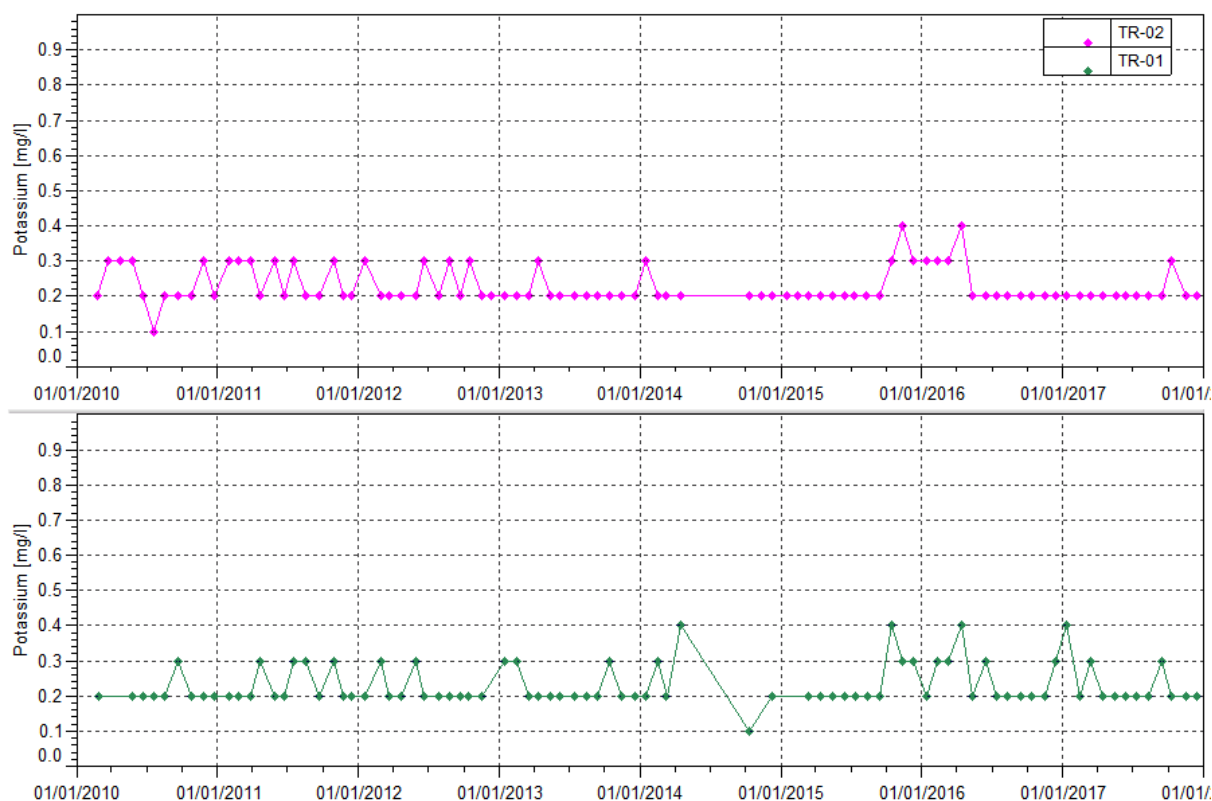


Figure 137 : Concentrations en potassium pour les stations TR-01 et TR-02 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Station TR-02 : les teneurs en sodium et potassium évoluent normalement en 2017 au niveau de la source de la Truu.

Station TR-01 : le constat est le même au niveau du radier de la Truu pour ces deux paramètres. Les teneurs en sodium et potassium sont identiques aux normales mesurées.

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

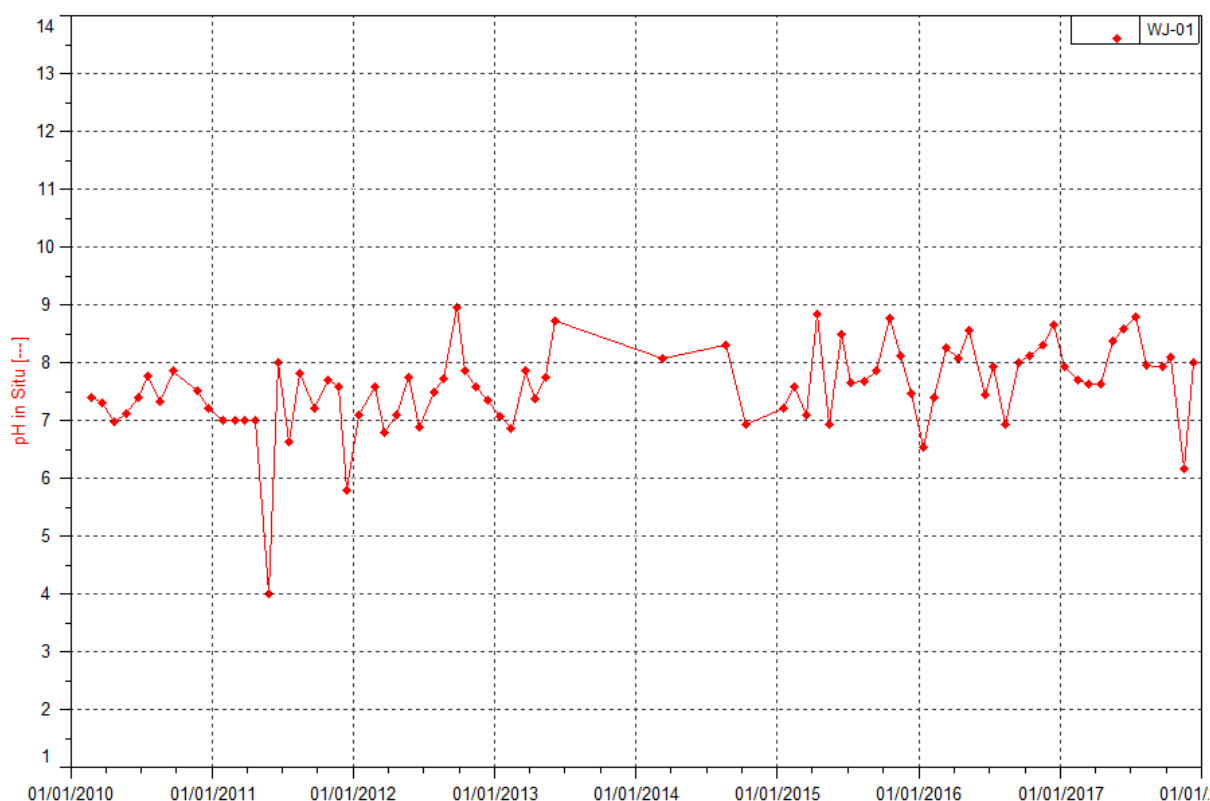


Figure 138 : Mesures de pH pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Les mesures de pH au niveau de cette station sont variables depuis le début des suivis. En 2017, le pH est compris entre 6,1 et 8,7. Ce minimum et ce maximum sont moins élevés que ceux observés ultérieurement.

4.6.2.4.2 Mesures de conductivité

La Figure 139 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

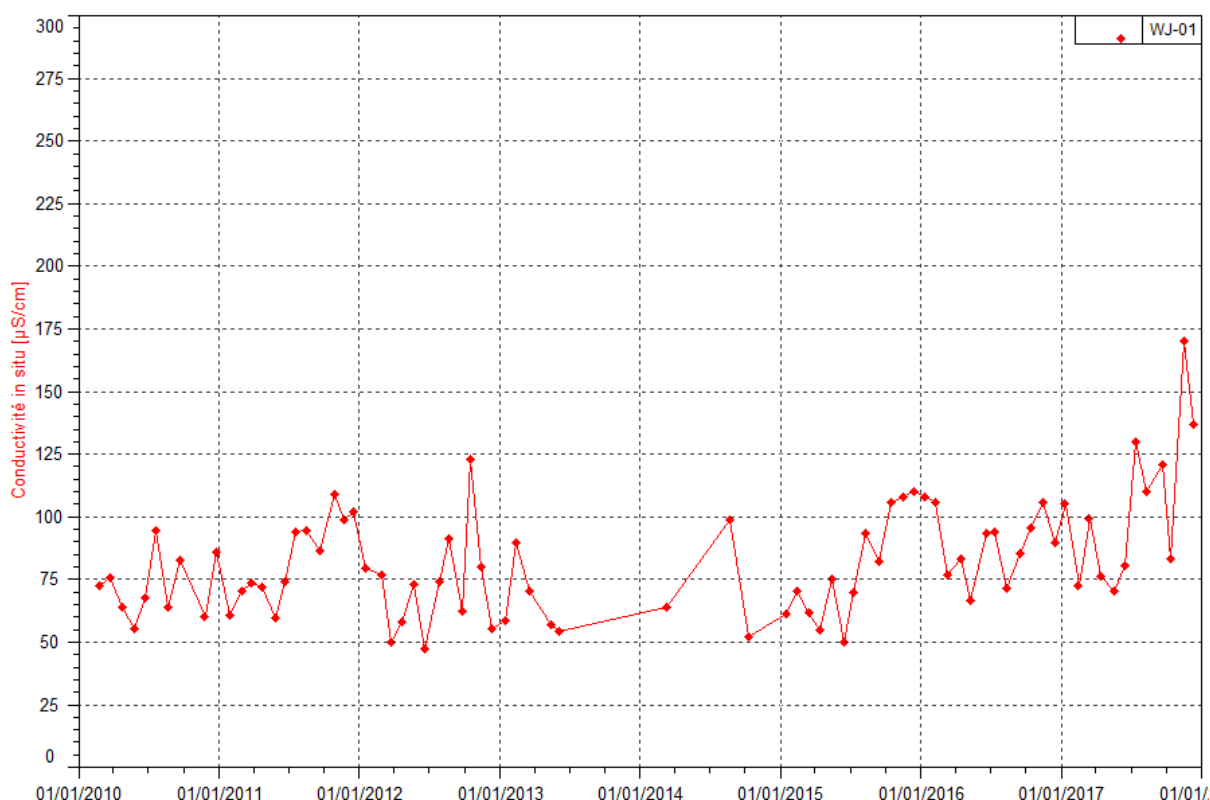


Figure 139 : Mesures de conductivité pour la station WJ-01 entre janvier 2010 et le 1^{er} janvier 2018

Durant le second semestre 2017, les relevés de conductivité à WJ-01 indiquent une hausse légère de la conductivité. Au 1^{er} semestre, les mesures de conductivité varient entre 70,1 et 105 µS/cm. Au 2nd semestre, les mesures oscillent entre 83,4 et 170 µS/cm.

4.6.2.4.3 Mesures de température

La Figure 140 présente les mesures de température obtenues à une fréquence mensuelle pour la station WJ-01.

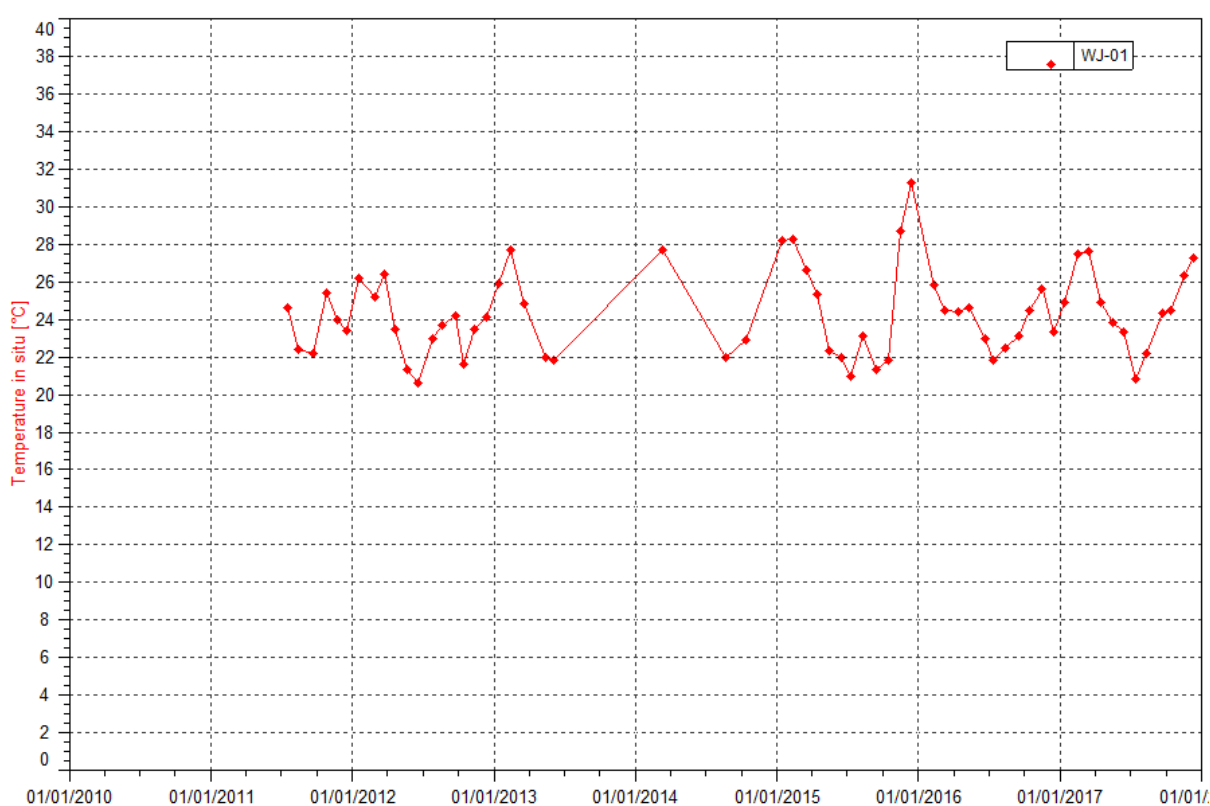


Figure 140 : Mesures de température pour la station WJ-01 entre 2011 et le 1^{er} janvier 2018

Les relevés de température sont variables depuis le début des suivis. En 2017, la température varie entre 20,8 et 27,6 °C.

4.6.3 Interprétation des résultats

4.6.3.1 Kwé principale, 1-A (KAL)

Les résultats du suivi physico-chimique de 2017 attestent d'une bonne qualité physico-chimique des eaux de la Kwé principale durant cette période. Cependant, concernant les sulfates, les teneurs observées en 2017 sont légèrement supérieures aux teneurs observées avant 2014.

Le graphique ci-dessous (Figure 141) représente les concentrations en sulfates aux stations situées dans les différents bras de la Kwé et dans la Kwé principale. Il permet de visualiser les apports en sulfates des différents bras qui alimentent la Kwé principale. La station 1-E est située en aval de la station 1-A.

De manière globale, les teneurs en sulfates sont en hausse dans les différents bras de la Kwé. Cette hausse est plus ou moins accentuée sur les stations :

- au niveau de la Kwe Ouest, les teneurs en sulfates sont variables et en hausse depuis 2013 ;
- au niveau du bras de la Kwe Nord nommé KN1, les teneurs en sulfates sont variables depuis le début des suivis sans révéler de tendance particulière ;
- au niveau de la Kwe Est, les résultats de suivi semble indiquer une tendance à la hausse depuis 2010. Cette hausse est progressive mais moins marquée que dans la Kwe Ouest.

Les variations de concentrations en sulfates dans la Kwé principale observées depuis 2014 sont les résultats des variations de concentrations en sulfates en amont, et notamment du bras de la Kwe Ouest qui est sous influence du rejet du système de drainage de parc à résidus de la Kwe Ouest.

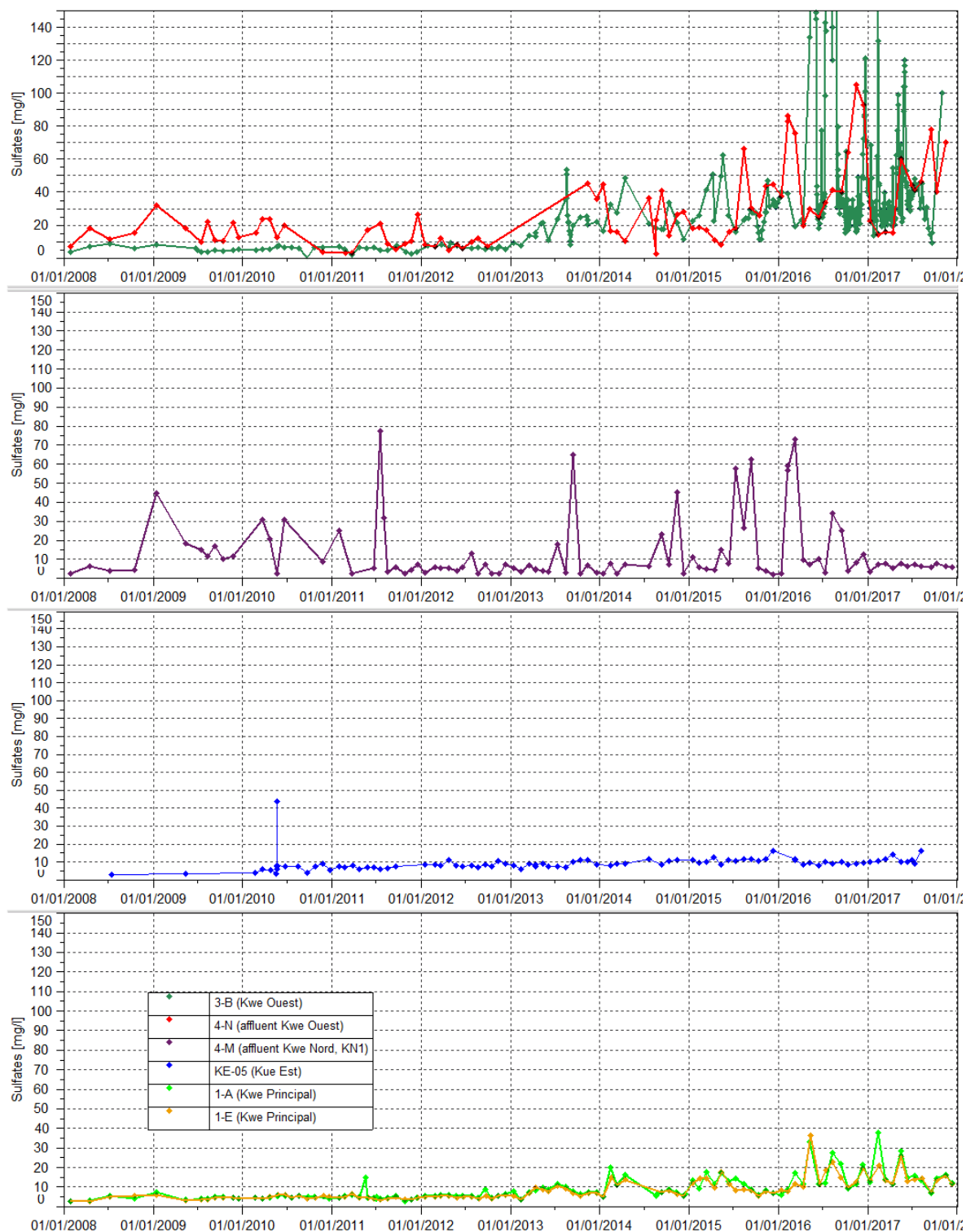


Figure 141 : Concentrations en sulfates aux stations situées dans les différents bras de la Kwé et dans la Kwé principale entre janvier 2008 et le 1^{er} janvier 2018

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. Le déficit hydrique en fin de second semestre 2017 engendrant la baisse du niveau d'eau dans les différentes cours d'eau a provoqué un déséquilibre physico-chimique de la qualité des cours d'eau. Le pic de conductivité enregistrée lors du contrôle de novembre dans la rivière Truu Bleu est le résultat de la baisse du niveau du cours d'eau.

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. On note toutefois une légère perturbation de la qualité physico-chimique au mois de novembre se traduisant par une variation des concentrations en chlorures à la source de la rivière Truu (station TR-02) et de la conductivité au radier de la rivière (station TR-01). La baisse du niveau d'eau suite au déficit hydrique rencontrée au 2nd semestre est à l'origine de ces perturbations.

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 2017. On note toutefois une augmentation de la conductivité au cours du 2nd semestre 2017 directement liée à la diminution du niveau d'eau de la rivière.

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 61 et la Figure 36.

Tableau 61 : 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 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 :

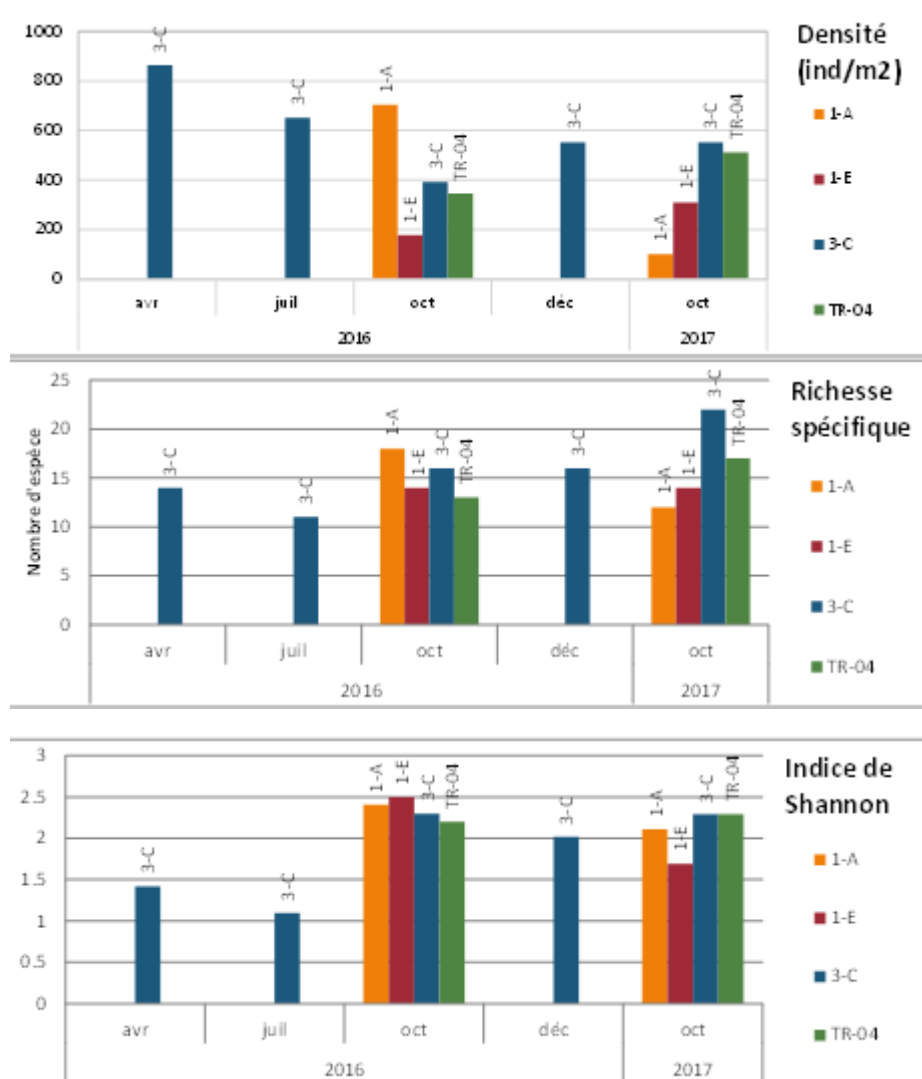
- l'abondance totale ou nombre d'individus observés ;
- la richesse taxonomique (nombre d'espèce) ;
- la densité faunistique ;
- l'indice de diversité de Shannon (relation entre le nombre d'espèce et la régularité de leur distribution de fréquence) ;
- l'indice d'équitabilité de Pielou (permet d'appréhender 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 2017 a été réalisé en période d'étiage en octobre 2017, comme préconisé par le guide méthodologique et technique des Indice biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice Biosédimentaire (IBS) version révisée de 2015. A cette saison l'étiage était sévère, toutefois toutes les stations de ce réseau étaient en eau. Les résultats sont présentés en Figure 142 et Figure 143.

Pour le bassin versant de la Kwé (station 1-A et 1-E), entre 2016 et 2017, une tendance globale à la diminution des densités se dégage de ces résultats, avec une perte importante à la station 1-A. Les richesses taxonomiques sont globalement stables mais faibles. Les résultats des indices de Shannon sont compris entre 1,7 et 2,11 en 2017. Ces résultats sont le signe d'une moyenne diversification des populations de macro-invertébrés.

Pour le Trou Bleu et la Truu, les densités observées présentent une sensible augmentation en comparaison aux résultats obtenus en octobre 2016. Ces densités peuvent être classées de moyennes par rapport à celles enregistrées sur l'ensemble du réseau de suivi. Les richesses taxonomiques sont en augmentation par rapport à 2016. Elles sont classées parmi les meilleurs résultats en comparaison du réseau de suivi global, notamment pour 3-C (deuxième meilleur résultat). Les résultats des indices de Shannon indiquent une diversité moyenne des peuplements pour les trois stations présentées. Les résultats d'équitabilité obtenus à partir de l'indice de Pielou indiquent une équitabilité moyenne 3-C et forte pour TR-04. Les indices ET obtenus sont faibles, équivalents à six 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 143 présente les résultats des IBNC et IBS des quatre stations de suivi.



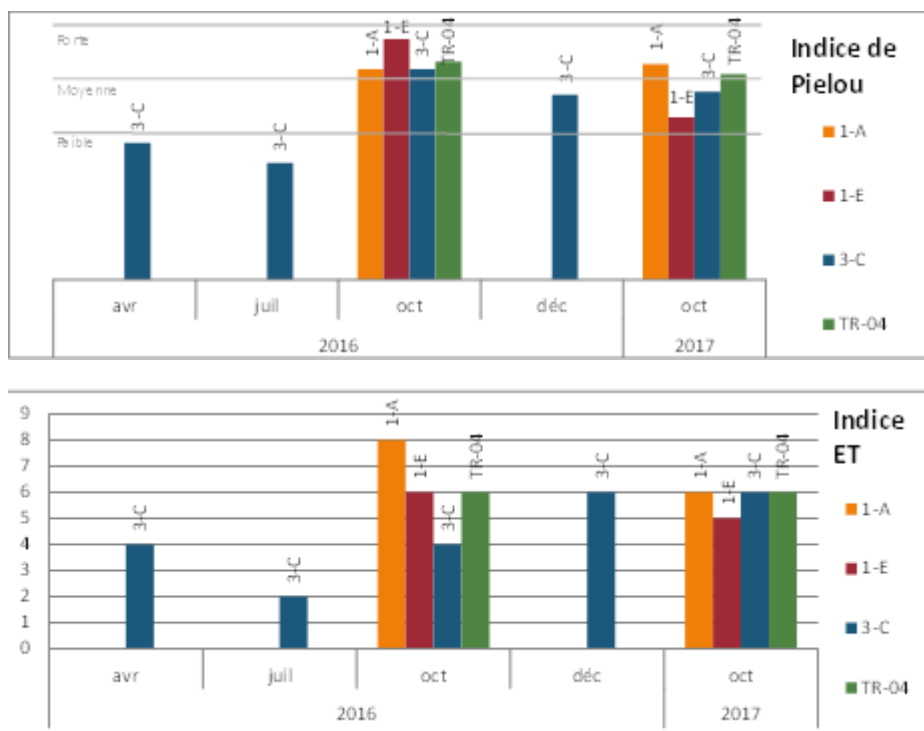


Figure 142 : Résultats des métriques des suivis macro-invertébrés

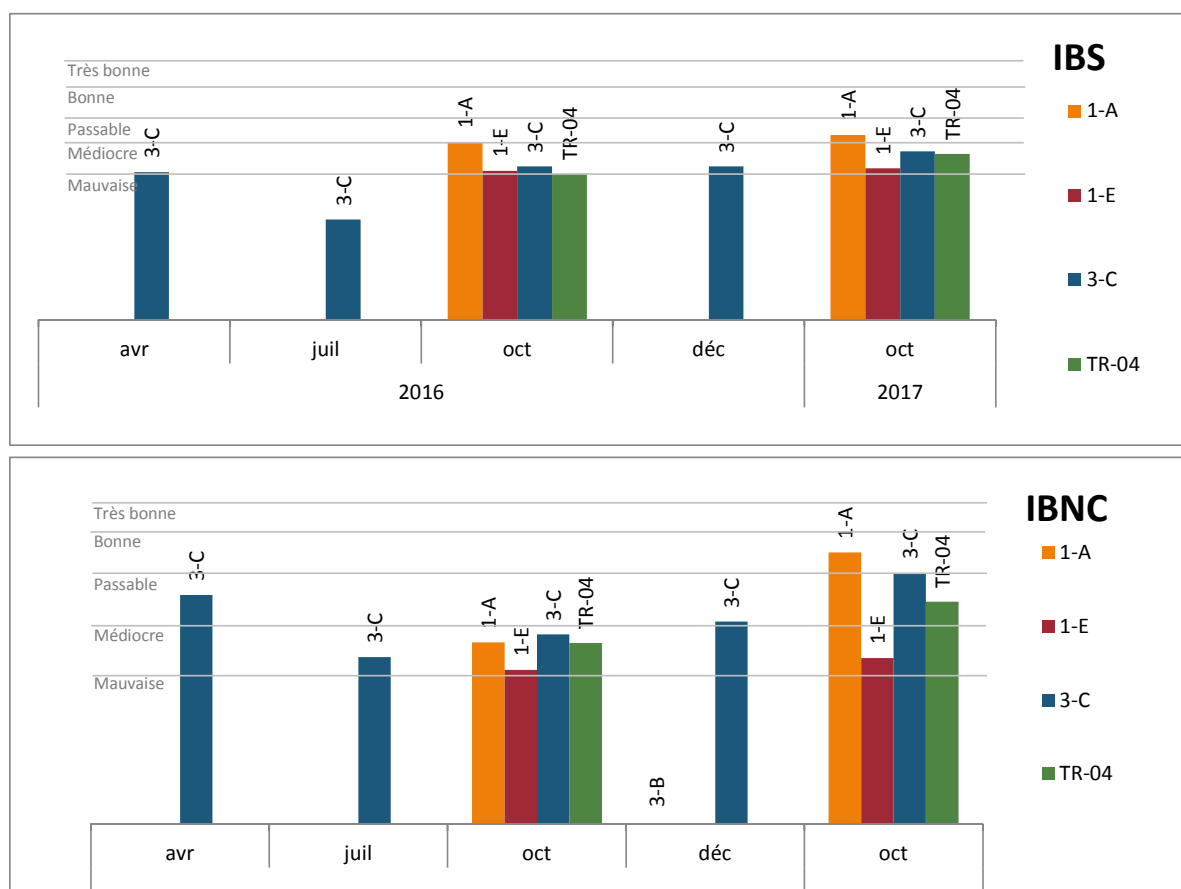


Figure 143 : Résultats IBNC et IBS

En 2017, les qualités d'IBNC obtenues sont :

- bonnes pour la station 1-A ;
- médiocres pour la station 1-E ;
- bonnes pour la station 3-C ;
- passables pour la station TR-04.

Une amélioration des qualités écologiques est notée pour les 1-A, 3-C et TR-04.

En 2017, les qualités d'IBS obtenues sont :

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

Ces résultats sont en augmentation par rapport à octobre 2016. Ils sont toutefois le signe d'une perturbation sédimentaire.

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. Cette stabilisation des résultats est certainement favorisée par les faibles cumuls pluviométriques enregistrés en 2017. 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 et passables.

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. D'après le rapport annuel de suivi des macro-invertébrés, un taxon présent dans des milieux très peu pollués par les sédiments a été inventorié. Globalement depuis le début des suivis réalisés au niveau du Trou Bleu les indices et métriques obtenus sont faibles. Toutefois, une amélioration des résultats est constatée notamment concernant la richesse taxonomique et l'IBS. Ces conclusions sont corrélées aux résultats obtenus sur le réseau de suivi, soit une stabilisation des résultats voir ponctuellement une amélioration dans le cas de source de perturbation du milieu éloignée.

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 médiocre et est stable depuis le début des suivis sur cette station, signe d'une perturbation sédimentaire.

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 62 et la Figure 36.

Tableau 62 : 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 12 au 26 juin 2017 pour les bassins versants de la rivière de la Kwé, Kuebini, Truu et Wadjana. Le suivi par pêche électrique pour le bassin versant de la rivière Trou Bleu est effectué tous les deux ans, il a été réalisé pour la dernière fois en 2016. Le prochain bilan annuel traitera de ce suivi.

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

4.7.2.2.1 Kwé

Le Tableau 63 présente une synthèse des mesures in situ au moment des pêches dans le bassin versant de la Kwé.

Tableau 63 : 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	21/06/2017	19/06/2017	21/06/2017	22/06/2017	19/06/2017	26/06/2017	26/06/2017	23/06/2017
Heure	14h00	09h30	09h00	09h00	11h30	13h00	08h45	09h00
Température surface (°C)	23,51	22,93	23,13	20,2	22,96	22,85	21,18	22,15
Conductivité (µS/cm)	63	87	122	122	102	109	110	112
pH	6,4	6,25	6,74	6,1	6,46	6,95	6,17	6,73
Turbidité (NTU)	18,4	15,9	20,7	24	16,1	17,3	26	17,2
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	8,66	8,24	8,74	10,12	8,98	9,09	9,54
	Saturation (%O2)	99,7	95,7	101,7	110,2	104,5	105	107,6
Redox (mV)	419	523	516	489	473	388	458	433

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 2017 dans le bassin versant de la Kwé sont présentées dans le Tableau 64. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 64 : 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>	2	1,89	2,05	4	3,77
	<i>Anguilla reinhardtii</i>	1	0,94	1,02		
	<i>Anguilla sp</i>	1	0,94	1,02		
ELEOTRIDAE	<i>Bunaka gyrinoides</i>	1	0,94	1,02	15	14,05
	<i>Eleotris fusca</i>	1	0,94	1,02		
	<i>Eleotris sp</i>	13	12,26	13,3		
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	19	17,92	19,43	29	27,36
	<i>Glossogobius illimis</i>	5	4,72	5,11		
	<i>Schismatogobius fuligimentus</i>	1	0,94	1,02		
	<i>Smilosicyopus chloe</i>	4	3,77	4,09		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia marginata</i>	5	4,72	5,11	18	16,98

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
	<i>Kuhlia rupestris</i>	13	12,26	13,3		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	22	20,75	22,5	37	34,91
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	15	14,15	15,34		
Rhyacichthyidae	<i>Protogobius attiti*</i>	3	2,83	3,07	3	2,83

Au total, six familles ont été observées pendant cette campagne. Les mulets (Mugilidae) et gobies (Gobiidae) sont les plus représentées (34,9% et 27,3% respectivement). Les kuhliidae et les Eleotridae représentent un peuplement secondaire (14 et 17% d'abondance respectivement). Les Anguillidae et Rhyacichthyidae sont marginaux (>4%) dans les résultats.

La richesse spécifique de la Kwé s'élève à 13 espèces pour cette campagne. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée. Les espèces *Cestraeus oxyrhynchus*, *Awaous guamensis*, *Cestraeus plicatilis* sont les plus abondantes avec 53% du peuplement total. Les *Eleotris sp* et les carpes (*Kuhlia rupestris*) constituent un peuplement secondaire (>13%). Les autres espèces ont une abondance relative inférieure à 5% (ex : *Anguilles*, *S. chloe*, *G. illimis*). Certaines espèces n'ont été pêchées qu'une seule fois avec une abondance inférieure à 1% (e.g., *Schismatogobius fuligimentus*).

Concernant la comptabilisation des espèces dans le tableau synthétique (richesse spécifique), les individus indéterminés (*Anguilla sp. (civelle)*, *Eleotris sp.* ou autres) ne sont pas pris en compte.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 144.

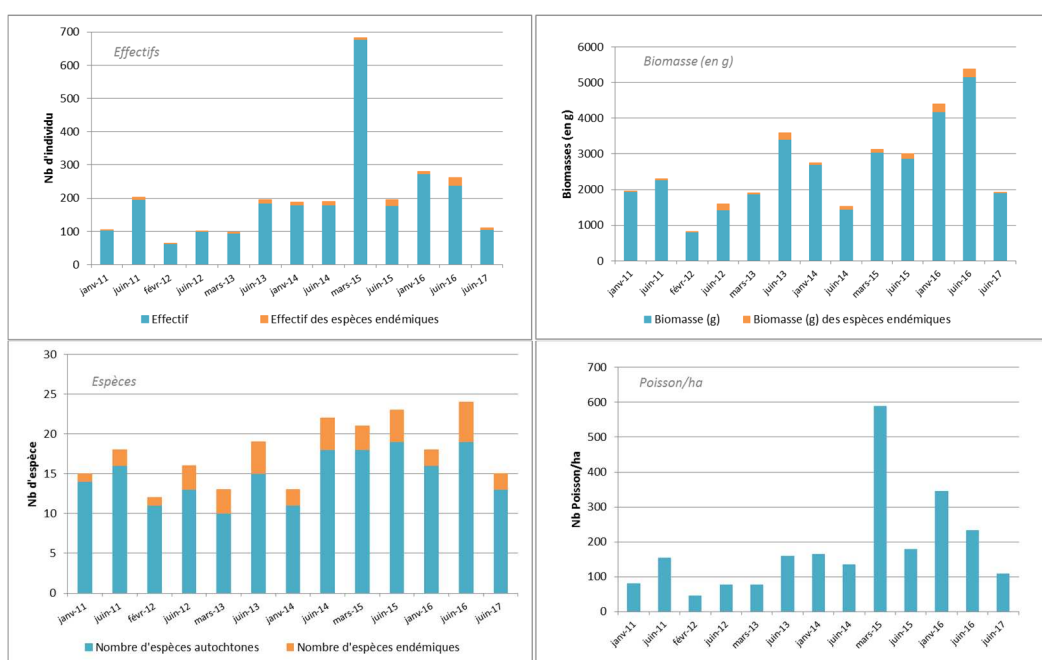


Figure 144: Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kwé entre janvier 2011 et juin 2017

Au total, 106 poissons pour 13 espèces ont été pêchés sur les huit stations de suivi du bassin versant de la Kwé. Deux espèces endémiques ont été recensées pour 11 espèces autochtones. La densité du peuplement est de 108,42 poissons/ha.

La densité pour cette campagne (108 poissons/ha) est plus faible que la moyenne de toutes les campagnes (171 poissons/ha). Il est important de noter que pour la campagne de mars 2015, une quantité très importante (>500 ind) de poisson prêtres (*Atherinomorus lacunosus*) ont été pêchés augmentant artificiellement la densité. Sans cette espèce marine, la densité de mars 2015 serait de 114 poissons/ha. On observe que cette espèce a aussi été pêchée en abondance en janvier 2016 (68 ind.). Sans cette espèce marine la densité en janvier 2016 serait de 258 poissons/ha.

Ainsi, sans cette espèce marine, on peut considérer que la densité pour cette campagne est dans le même ordre de grandeur que les campagnes précédentes.

4.7.2.2.2 Kuebini

Le Tableau 65 présente une synthèse des mesures in situ au moment des pêches. Pour cette année, il n'a pas été possible de se rendre sur les stations KUB-40 et KUB-50. Ainsi notre effort de pêche pour cette année est de 3 000 m² uniquement sur la station aval KUB-60.

Tableau 65 : Caractéristiques physico-chimiques de la station de suivi du bassin versant de la Kuebini

Rivière		Kuébini
Code Station		KUB-60
Date		23/06/2017
Heure		12h30
Température surface (°C)		21,28
Conductivité (µS/cm)		69
pH		6,5
Turbidité (NTU)		17,5
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	8,66
	Saturation (%O ₂)	97,2
Redox (mV)		413

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 en juin 2017 dans le bassin versant de Kuebini sont présentées dans le Tableau 66. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 66 : 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 (%)
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris sp</i>	7	18,92	23,33	20	54,05
	<i>Hypseleotris guentheri</i>	6	16,22	20		
	<i>Ophieleotris nov. sp.</i>	7	18,92	23,33		

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	1	2,7	3,33	9	24,32
	<i>Glossogobius illimis</i>	1	2,7	3,33		
	<i>Psammogobius biocellatus</i>	1	2,7	3,33		
	<i>Redigobius bikolanus</i>	5	13,51	16,67		
	<i>Sicyopterus sarasini*</i>	1	2,7	3,33		
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia munda</i>	4	10,81	13,33	6	16,22
	<i>Kuhlia rupestris</i>	2	5,41	6,67		
Mugilidae	<i>Cestraeus plicatilis</i>	2	5,41	6,67	2	5,41

Au total, quatre familles ont été observées pendant cette campagne. Les lochons (Eleotridae), et les gobies (Gobiidae) sont les plus représentées (54,05% et 24,32% respectivement). Les Kuhliidae et les Mugilidae représentent un peuplement secondaire (entre 16 et 5% d'abondance).

La richesse spécifique de la KUB-60 s'élève à 11 espèces pour cette campagne. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée. Les espèces *Eleotris sp*, *ophieleotris sp*. et *Hypseleotris guentheri* sont les plus abondantes représentant 54% du peuplement total. Les *redigobius bikolanus* et les carpes à queue jaune (*Kuhlia munda*) constituent un peuplement secondaire (>10%). Les autres espèces ont une abondance relative inférieure à 6% (ex : *K. rupestris*, *G. illimis*).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 145.

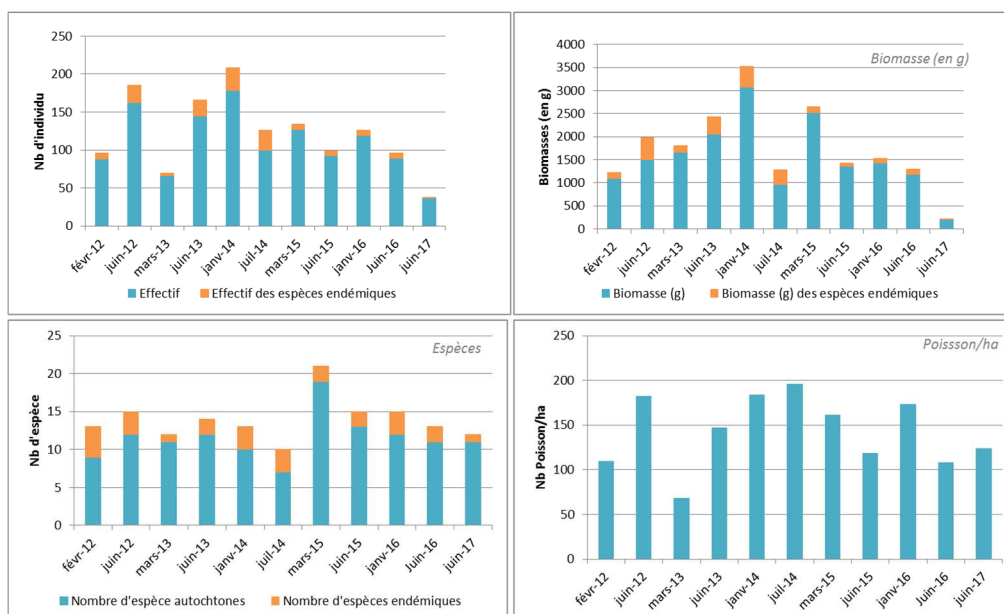


Figure 145 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juin 2017

Au total, 37 poissons pour 11 espèces ont été pêchés sur la station de suivi du bassin versant de la Kuébini. Une espèce endémique a été recensée pour 10 espèces autochtones. La densité du peuplement est de 123,33 poissons/ha.

Pour cette campagne, il n'y a pas eu de pêche sur les stations amont KUB-40 et KUB-50. La densité pour cette campagne (123 poissons/ha) est plus faible que la moyenne des campagnes précédentes (261 poissons/ha).

4.7.2.2.3 Wajana

Le Tableau 67 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur les stations de la Wajana au moment des pêches.

Tableau 67 : 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		14/06/2017	14/06/2017	16/06/2017
Heure		10h30	11h30	08h30
Température surface (°C)		23,04	23,2	21,84
Conductivité (µS/cm)		83	71	84
pH		6,36	6,48	6,52
Turbidité (NTU)		28,4	12,8	15
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	9,81	8,88	8,01
	Saturation (%O2)	102,2	103,5	100,8
Redox (mV)		493	417	490

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 2017 dans le bassin versant de la Wajana sont présentées dans le Tableau 68. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 68 : 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>	1	1,14	0,06	3	3,41
	<i>Anguilla sp</i>	2	2,27	0,12		
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris fusca</i>	1	1,14	0,06	6	6,82
	<i>Eleotris melanosoma</i>	1	1,14	0,06		
	<i>Eleotris sp</i>	4	4,55	0,24		
GOBIIDAE	<i>Awaous guamensis</i>	2	2,27	0,12	16	18,18
	<i>Sicyopterus sarasini*</i>	13	14,77	0,79		
	<i>Stenogobius yateiensis</i>	1	1,14	0,06		

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
KUHLIIDAE	<i>Kuhlia munda</i>	20	22,73	1,22	49	55,68
	<i>Kuhlia rupestris</i>	29	32,95	1,77		
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus russelli</i>	1	1,14	0,06	1	1,14
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	13	14,77	0,79	13	14,77

Au total, six familles ont été observées pendant cette campagne. Les carpes (Kuhliidae), sont les plus représentées (>55% d'abondance au total). Les Gobiidae et les Mugilidae représentent plus de 30% du peuplement. Les trois autres familles sont moins représentées (>7%).

La richesse spécifique de la Wajana s'élève à 10 espèces pour cette campagne. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée. Les espèces de carpes (*Kuhlia rupestris* et *K. munda*) sont les plus abondantes, représentant plus de 55% du peuplement total. Les *Sicyopterus sarasini* et mulets (*Cestraeus oxyrhynchus*) constituent un peuplement secondaire (15% d'abondance respectivement pour ces espèces). Les autres espèces ont une abondance relative inférieure à 5% (*Eleotris sp*, *Awaous guamensis*...).

Les résultats des suivis réalisés depuis juin 2010 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 146.

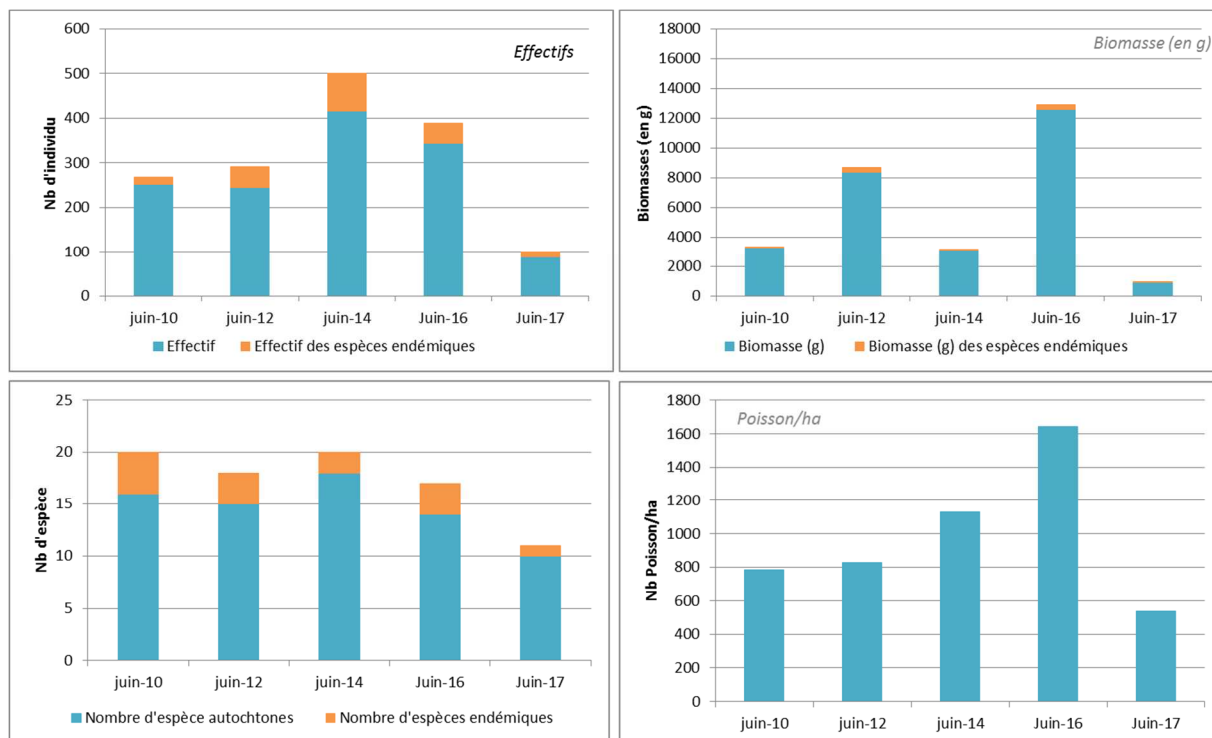


Figure 146 : Evolution des données de faune aquatique au niveau du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juin 2017

Au total, 88 poissons pour 10 espèces ont été pêchés sur la station de suivi du bassin versant de la Wajana. Aucune espèce endémique n'a été recensée. La densité du peuplement est de 536,42 poissons/ha. Un total de 919,1 g de poissons a été pêché pendant ce suivi soit 5,6 kg/ha. Aucun poisson n'a été capturé sur la station WAD-50.

La densité pour cette campagne (536 poissons/ha) est plus faible que la moyenne des campagnes précédentes (1094,75 poissons/ha).

4.7.2.2.4 Truu

Le Tableau 69 présente une synthèse des mesures in situ collectées sur la station au moment des pêches de juin 2017.

Tableau 69 : Caractéristiques physico-chimiques des stations de suivi du bassin versant de la rivière Truu

Rivière		Truu
Code Station		TRU-70
Date		16/06/2017
Heure		12h30
Température surface (°C)		22,9
Conductivité (µS/cm)		108
pH		6,65
Turbidité (NTU)		17
Taux d'oxygène dissous	Concentration (mg/l)	8,18
	Saturation (%O2)	94,6
Redox (mV)		563

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 2017.

Les espèces qui ont été inventoriées en juin 2017 dans la rivière Truu sont présentées dans le Tableau 70. Ce tableau synthétise les effectifs, abondances, densités de poissons, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 70 : 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>	2	2,53	35,34	2	2,53
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris fusca</i>	7	8,86	125,45	20	25,32
	<i>Eleotris sp</i>	11	13,92	197,13		
	<i>Ophieleotris nov. sp.</i>	2	2,53	35,84		
GOBIIDAE	<i>Glossogobius illimis</i>	1	1,27	17,92	1	1,27
KUHIIIDAE	<i>Kuhlia marginata</i>	2	2,53	35,84	35	44,3
	<i>Kuhlia munda</i>	14	17,72	250,9		
	<i>Kuhlia rupestris</i>	18	22,78	322,58		

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total / famille	Abondance / famille (%)
	<i>Kuhlia sp,</i>	1	1,27	17,92		
MUGILIDAE	<i>Cestraeus oxyrhynchus</i>	11	13,92	197,13	20	25,32
	<i>Cestraeus plicatilis</i>	9	11,39	161,29		
Syngnathidae	<i>Microphis retzii</i>	1	1,27	17,92	1	1,27

Au total, six familles ont été observées pendant cette campagne. Les carpes (Kuhliidae), les lochons (Eleotridae) et les mulots (Mugilidae) sont les plus représentées (>94% d'abondance au total). Les autres familles représentent un peuplement secondaire (>3% d'abondance).

La richesse spécifique de la TRU-70 s'élève à 10 espèces pour cette campagne. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée. Les espèces *Kuhlia rupestris*, *K. munda*, *Eleotris sp.* et *Cestraeus oxyrhynchus* sont les plus abondantes représentant 80% du peuplement total. Les autres espèces ont une abondance relative inférieure à 10% (ex : *Ophieleotris nov. sp.*, *G. illimis*).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 147.

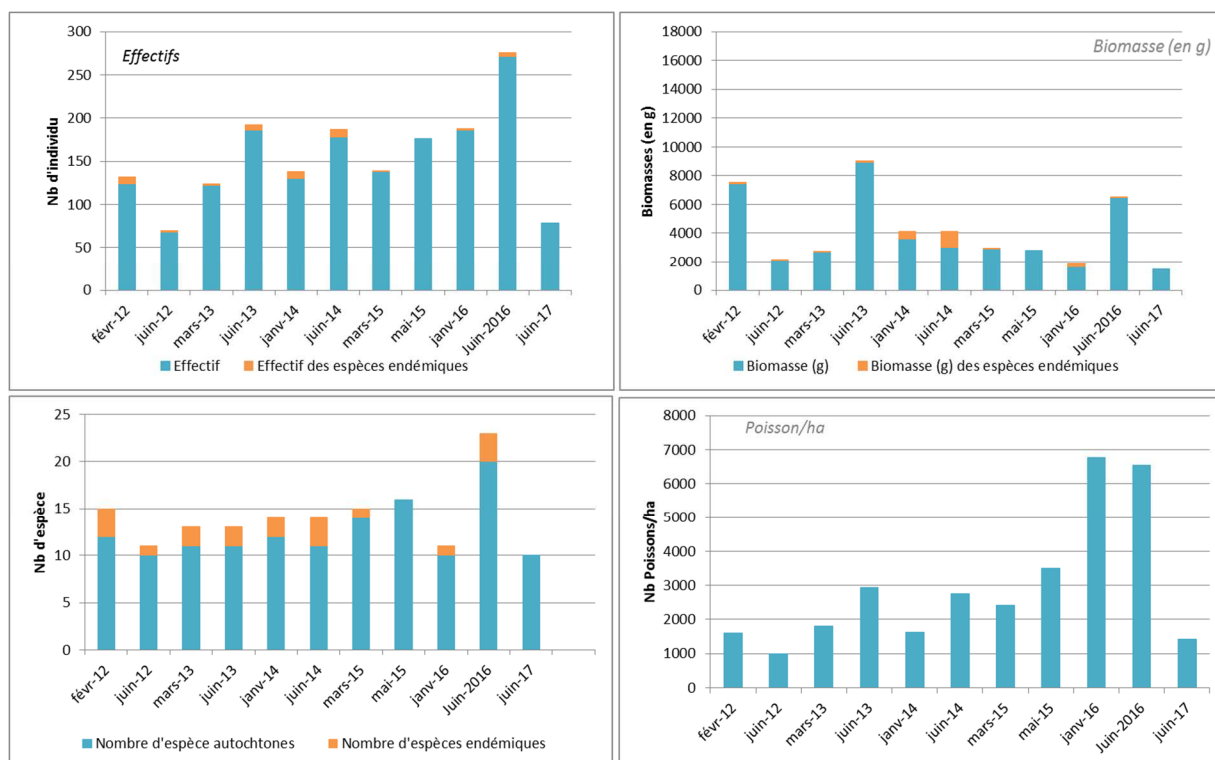


Figure 147 : Evolution des données de faune aquatique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juin 2017

Au total, 79 poissons pour 10 espèces ont été pêchés sur la station de suivi du bassin versant de la Truu. Aucune espèce endémique n'a été recensée. La densité du peuplement est de 1415,77 poissons/ha.

La densité pour cette campagne (1416 poissons/ha) est plus faible que la moyenne des campagnes précédentes (3257 poissons/ha). L'année 2016 fut une année exceptionnelle sur cette station avec une augmentation de la densité.

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 et Wadjana. Le suivi par pêche électrique pour le bassin versant de la rivière Trou Bleu est effectué tous les deux ans, il a été réalisé pour la dernière fois en 2016. Le prochain bilan annuel traitera de 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 71 ci-dessous résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin 2017, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 71 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 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> *	12	1,5	12,27	54	6,77
	<i>Paratya intermedia</i> *	42	5,26	42,96		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	735	92,11	751,8	740	92,73
	<i>Macrobrachium caledonicum</i> *	1	0,13	1,02		
	<i>Macrobrachium lar</i>	4	0,5	4,09		
Hymenosomatidae	<i>Odiomaris pilosus</i> *	4	0,5	4,09	4	0,5

Les Palaemonidae dominent le peuplement avec 93% d'abondance. Les familles des Atyidae (7%) et Hymenosomatidae (>1%) sont moins représentées. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée.

L'espèce *Macrobrachium aemulum* domine les effectifs avec plus de 90% d'abondance relative et est présente sur toutes les stations. *Macrobrachium lar* représente 12% de l'abondance totale. Les autres espèces sont comparativement moins représentées (>5% d'abondance relative).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 148.

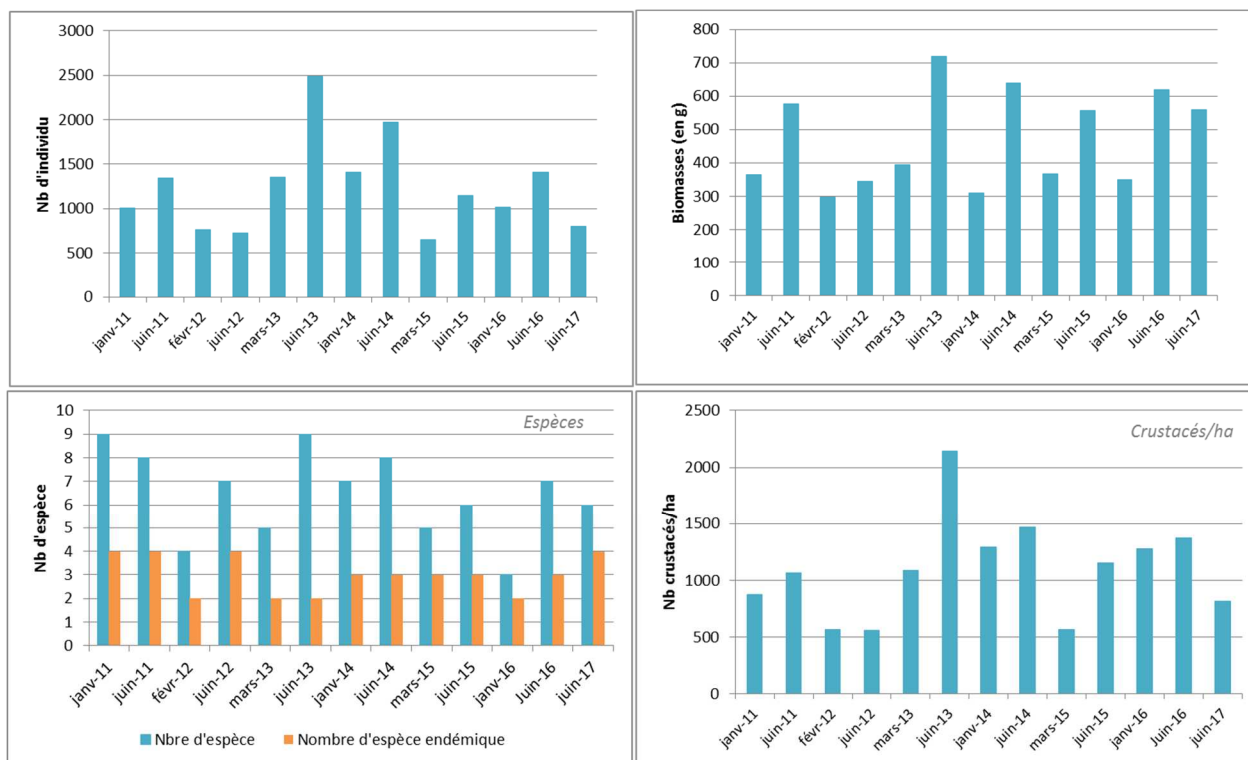


Figure 148 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kwe entre janvier 2011 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

Au total, 798 crustacés pour cinq espèces de crevettes et une espèce de crabe ont été pêchés sur le bassin versant de la Kwé. Quatre espèces endémiques et deux espèces autochtones ont été recensées : *Macrobrachium caledonicum*, *Paratya bouvieri*, *P. intermedia* et *odiomaris pilosus* (crabe).

4.7.2.3.2 Kuebini

Le Tableau 72 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin 2017, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 72 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 pour le suivi de la rivière Kuebini

Famille	Espèce	Total par espèce	Abondance par espèce (%)	Nbre espèce/ha	Total par famille	Abondance / famille (%)
Atyidae	<i>Paratya bouvieri</i> *	3	7,5	10	3	7,5
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	23	57,5	76,67	37	92,5
	<i>Macrobrachium caledonicum</i> *	7	17,5	23,33		
	<i>Macrobrachium grandimanus</i>	7	17,5	23,33		

Les Palaemonidae dominant le peuplement avec 93% d'abondance. La famille des Atyidae (7%) est moins représentée. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée.

L'espèce *Macrobrachium aemulum* domine les effectifs avec plus de 55% d'abondance relative. Les autres espèces sont comparativement moins représentées (>18% d'abondance relative).

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2011 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 149.

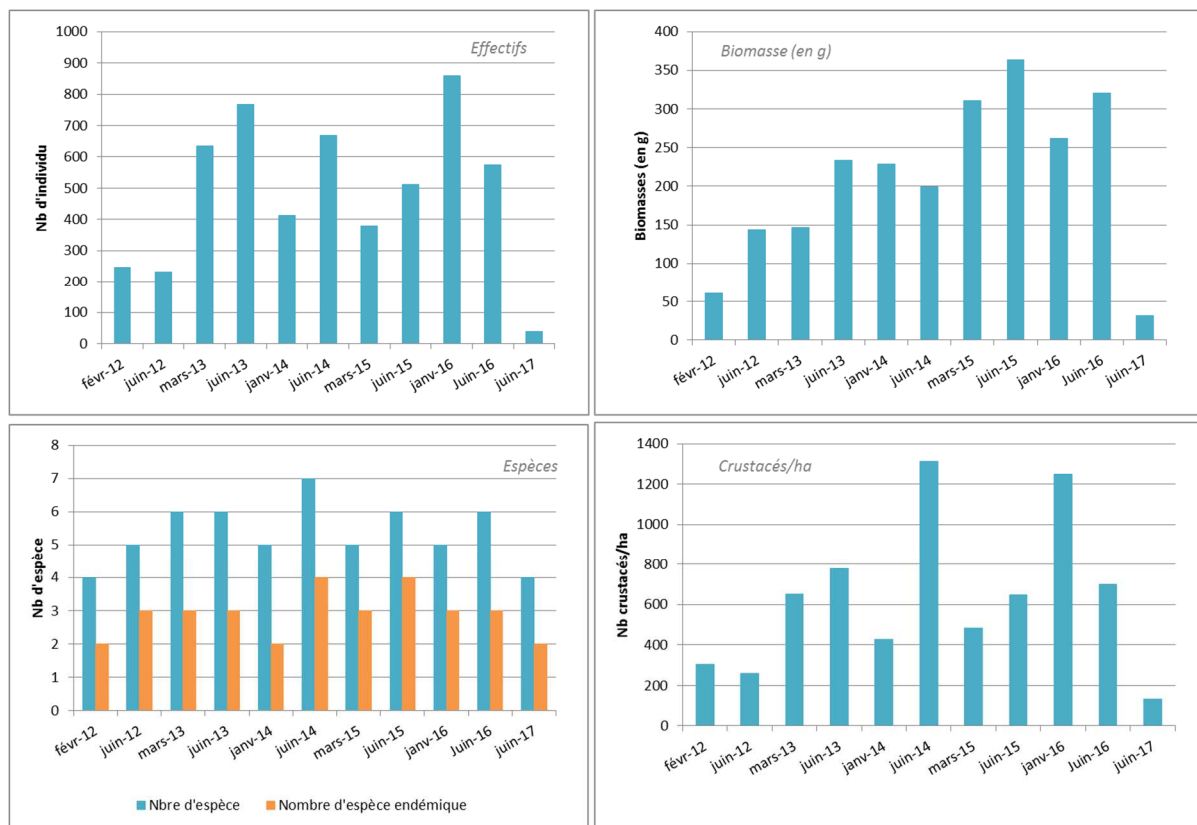


Figure 149 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Kuebini entre janvier 2011 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

Au total, 40 crustacés pour quatre espèces de crevettes ont été pêchés sur la station pour une surface échantillonnée de 0,3ha. Deux espèces endémiques et deux espèces autochtones ont été recensées : *Macrobrachium caledonicum* et *Paratya bouvieri*.

Un total de 31,43g de crustacés a été pêché pendant ce suivi soit 104,77g/ha.

4.7.2.3.3 Wajana

Le Tableau 73 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin 2017, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 73 : Liste des espèces inventoriées en juin 2017 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> *	214	52,45	1304,48	215	52,7
	<i>Cardinia weberi</i>	1	0,25	6,1		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	193	47,3	1176,47	193	47,3

Les Atyidae et les Palaemonidae co-dominent le peuplement sur la Wajana. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée.

L'espèce *Paratya bouvieri* domine les effectifs et notamment de la station amont (WAD-40) avec plus de 52% d'abondance relative. *Macrobrachium aemulum* représente 47% de l'abondance totale et est présente sur toutes les stations.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2010 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 150.

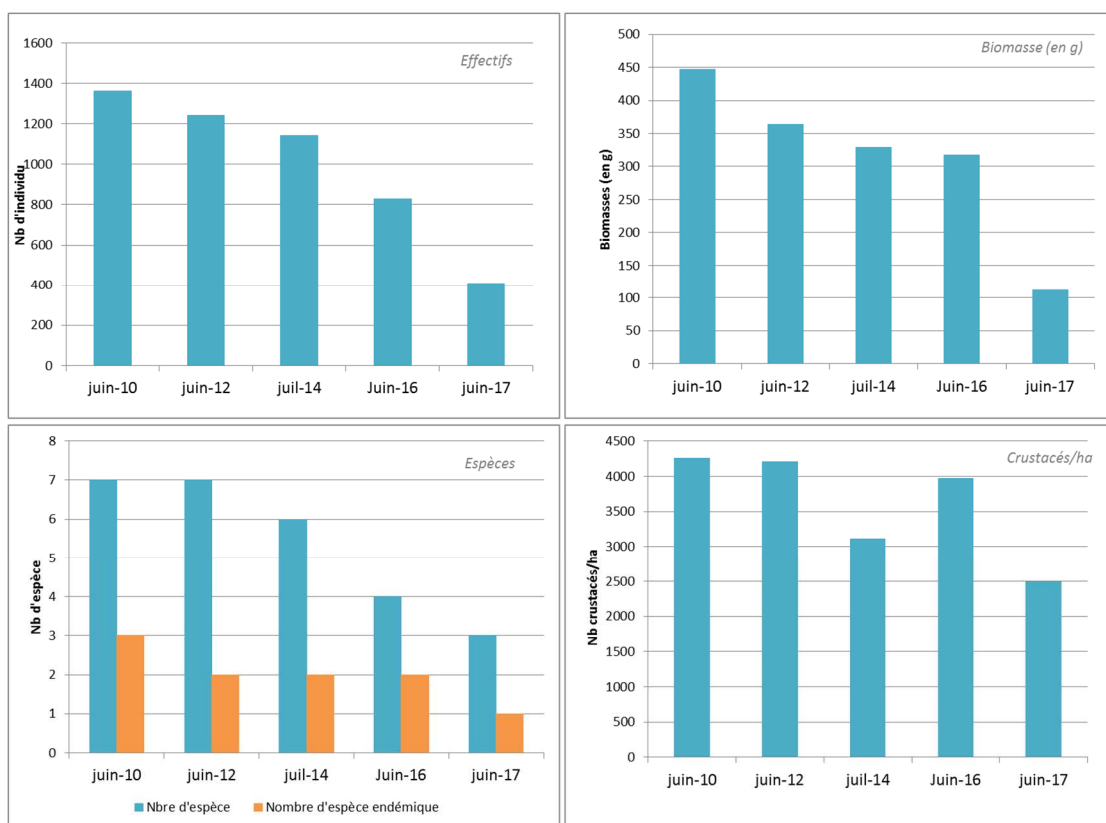


Figure 150 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau des stations de suivi du bassin versant de la Wajana entre juin 2010 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

Au total, 408 crustacés pour trois espèces de crevettes ont été pêchés sur la station pour une surface de 0,16 ha. Une espèce endémique, *Paratya bouvieri*, a été pêchée sur la Wajana.

Un total de 111,80 g de crustacés a été pêché pendant ce suivi soit 681,47 g/ha.

4.7.2.3.4 Truu

Le Tableau 74 résume la liste des espèces de crustacés identifiées au cours de la campagne de juin 2017, effectif, abondance et densité, avec en vert, les espèces endémiques.

Tableau 74 : 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>	17	89,47	304,6	19	100
	<i>Macrobrachium lar</i>	2	10,53	35,84		

Les *Palaemonidae* dominent le peuplement avec 100% d'abondance sur la Tru-70. Aucune espèce exotique envahissante n'a été répertoriée.

L'espèce *Macrobrachium aemulum* domine les effectifs avec presque 90% d'abondance relative. *Macrobrachium lar* représente 11% de l'abondance totale.

Les résultats des suivis réalisés depuis janvier 2010 à juin 2017 sont présentés dans la Figure 151.

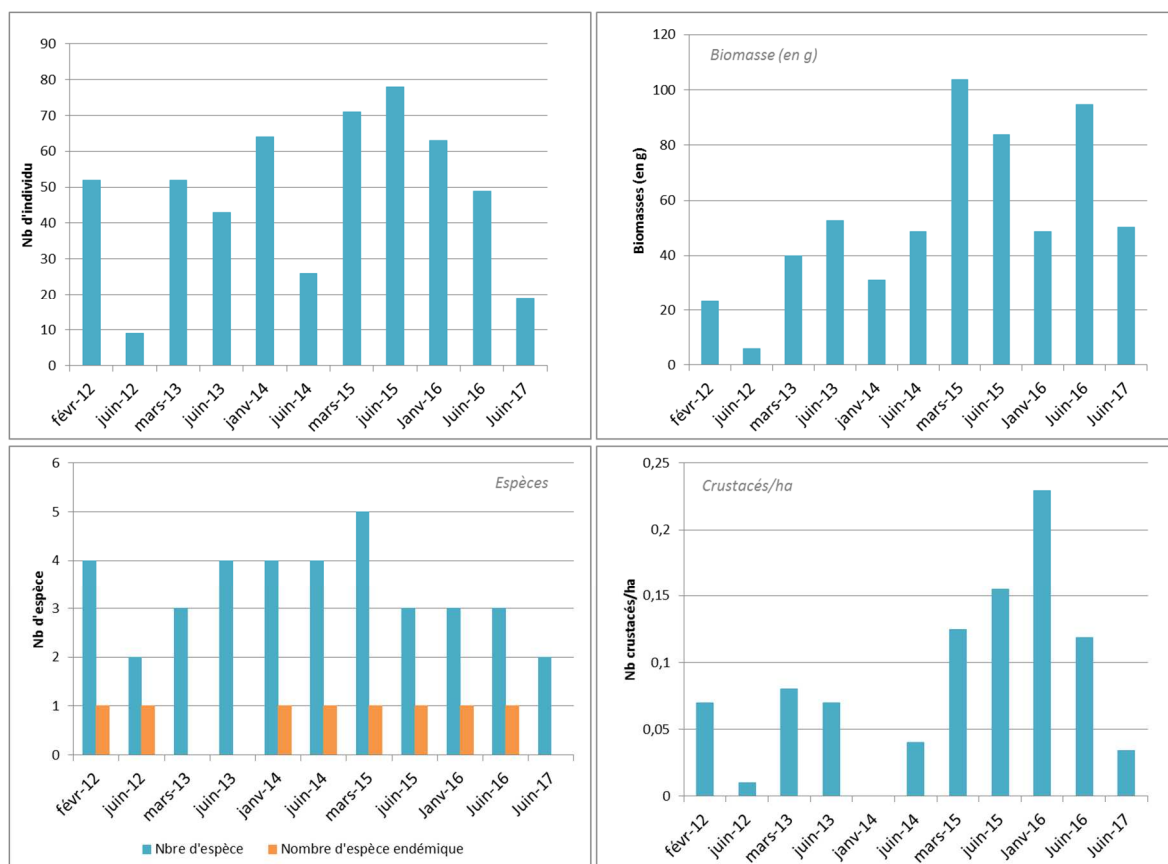


Figure 151 : Evolution des données de faune carcinologique au niveau de la rivière Truu entre janvier 2012 et juin 2017 (Effectif, espèces, biomasses et densités)

Au total, 19 crustacés pour deux espèces de crevettes ont été pêchés sur la station pour une surface de 0,05 ha.

Un total de 50,196 g de crustacés a été pêché pendant ce suivi soit 900 g/ha.

4.7.2.4 Analyse et interprétation des données de faune ichthyenne et carcinologique

4.7.2.4.1 Kwé

D'après les différents résultats de la campagne de juin 2017, l'état écologique de la Kwé peut être qualifié, vis à vis des communautés ichthyologiques, de « faible », à « moyen ». Les impacts passés et actuels présents sur le bassin versant (altération sédimentaire essentiellement) sont en grandes parties responsables de cet état écologique du cours d'eau. Néanmoins, aucune tendance d'évolution significative des communautés piscicoles n'est, pour le moment, perçue sur l'ensemble des branches étudiées (Kwé principale, Kwé Ouest et 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 deux espèces endémiques dont une en danger d'extinction d'après l'UICN (*Protogobius attiti*) fréquentent le cours d'eau. Leurs effectifs restent néanmoins très faibles. D'autres espèces qualifiées de rares et sensibles comme les mulets 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 ichtyologique 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 lors de la campagne de juin 2017, 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 ».

4.7.3 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. Ce protocole est en cours de révision, une seconde version sera remise aux services de la DIMENC postérieurement au dépôt du présent document.

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 75 et les débourbeurs séparateurs sont localisés sur la Figure 152 et la Figure 153.

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 75 : Résultats d'analyse des séparateurs d'hydrocarbures du site minier

Date de prélèvement	Numéro	Zone	Conductivité	MES	pH	HT	DCO	Conformité du rejet
03/03/2017	30	PTS	26	43	8	<10	<10	NON-CONFORME
03/03/2017	31	Caltrac Kwé Ouest	13.1	42	7.7	5.7	37	NON-CONFORME
03/03/2017	35	TOTAL FPP	9	<5	6.9	<10	<10	CONFORME
03/03/2017	44	TOTAL dépôt d'hydrocarbure FPP	29.8	230	8.3	37.4	140	NON-CONFORME
03/03/2017	46	Atelier de maintenance Roadbridge	16.4	16	7.2	<10	<10	CONFORME
16/03/2017	30	PTS	5.6	92	7.5	<10	18	NON-CONFORME
17/03/2017	29	SAS Goro Mines	448	66	7.5	0.7	31	NON-CONFORME
17/03/2017	31	Caltrac Kwé Ouest	95.7	14	7.6	<10	29	CONFORME
17/03/2017	35	TOTAL FPP	196	65	7.8	5.1	42	NON-CONFORME
17/03/2017	46	Atelier de maintenance Roadbridge	66.5	<5	7.6	1	41	CONFORME
17/10/2017	30	PTS	192	<5	7.5	<10	13	CONFORME
23/10/2017	29	DUMEZ	335	81	7.4	7	89	NON-CONFORME
23/10/2017	33	Dalle de lavage gros engin	283	21	7.5	2.6	134	NON-CONFORME
23/10/2017	48	AUDEMARD	210	37	7.5	5	88	NON-CONFORME
07/11/2017	29	DUMEZ	206	180	7.6	<10	15	NON-CONFORME
07/11/2017	30	PTS	209	<5	7.9	<10	<10	CONFORME
07/11/2017	33	Dalle de lavage gros engin	238	34	7.6	1.3	43	CONFORME
07/11/2017	35	TOTAL FPP	173	58	7.9	<10	22	NON-CONFORME



Figure 152 : Localisation des débourbeurs séparateurs de la zone UPM – CIM



Figure 153 : Localisation des débourbeurs séparateurs de la zone bureaux de la Kwé Ouest

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*

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 ;
- deux 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 six sont implantés dans l'aquitard latéritique et huit 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 76 : Coordonnées des stations du suivi hydrogéologique

Station	Lieux	Coordonnées RGNC		Mesure du niveau de la 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	502188	211979		Continu
Lac Xere Wapo*	Lac Xere Wapo	501910	212485		Continu

**les coordonnées des stations limnimétriques des lacs Xere Wapo et Robert étaient erronées dans l'arrêté 2698-2016/ARR/DIMENC*

5.2.2 Présentation des données disponibles

Les données disponibles en 2017 sur les stations de suivi sont présentées de la Figure 154 à la Figure 161 ci-après.

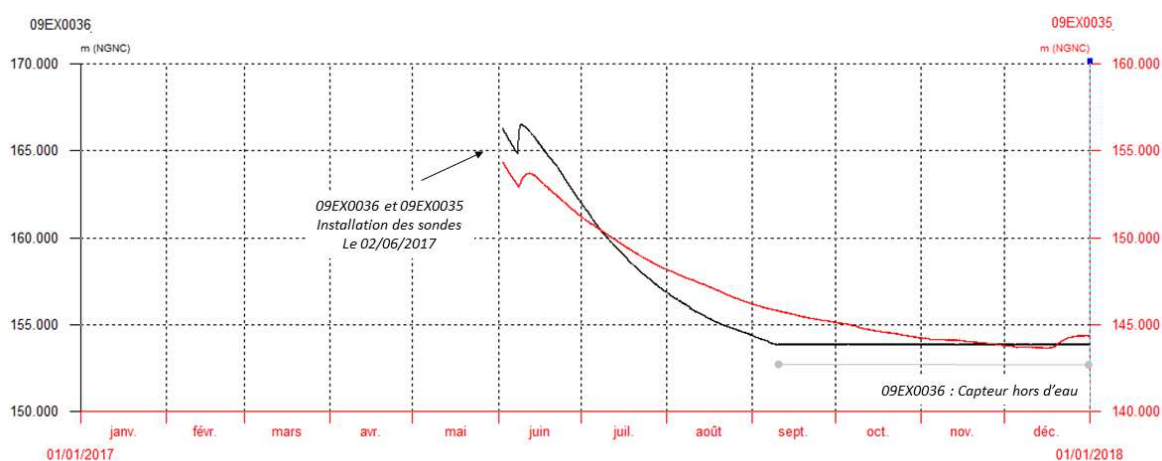


Figure 154 : Données piézométriques disponibles sur 09EX0035 et 09EX0036

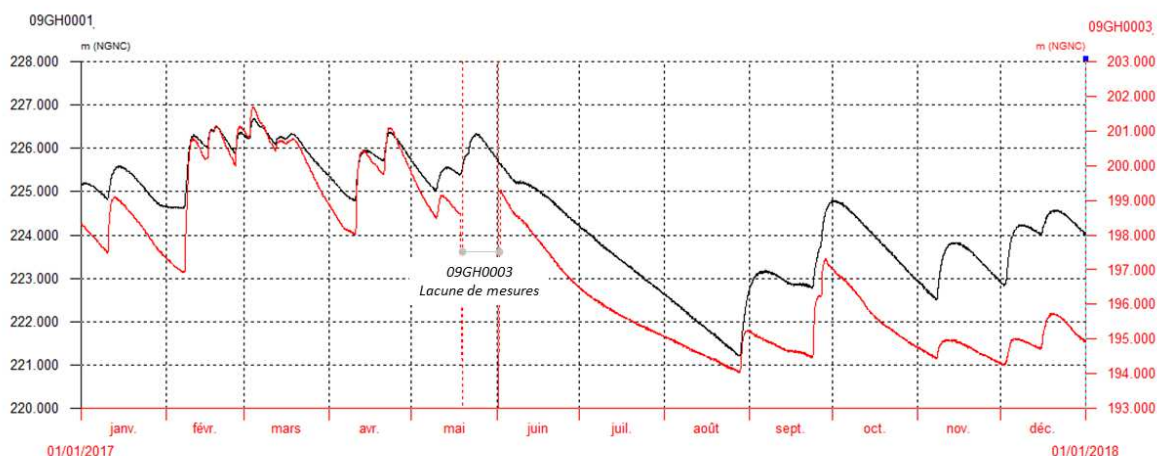


Figure 155 : Données piézométriques disponibles sur 09GH0001 et 09GH0003

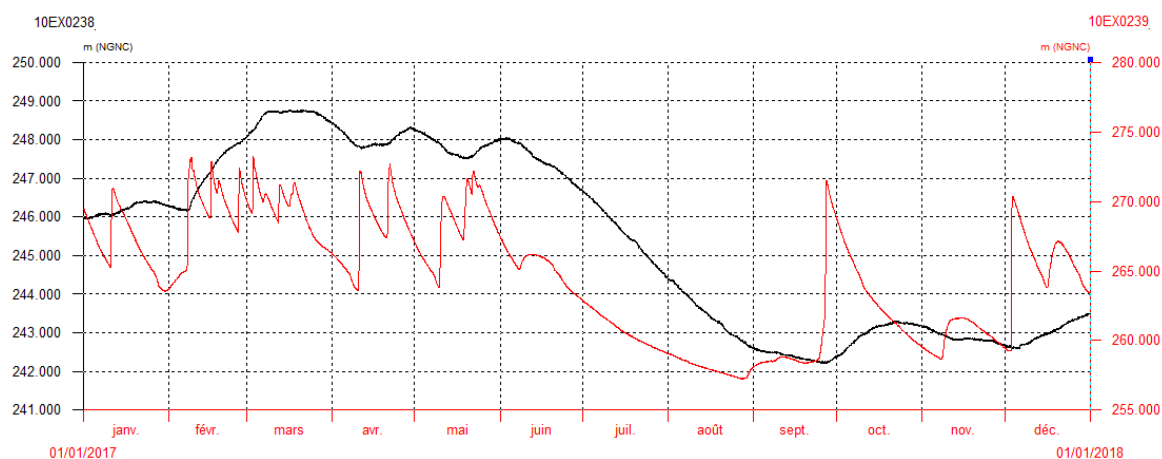


Figure 156 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0238 et 10EX0239

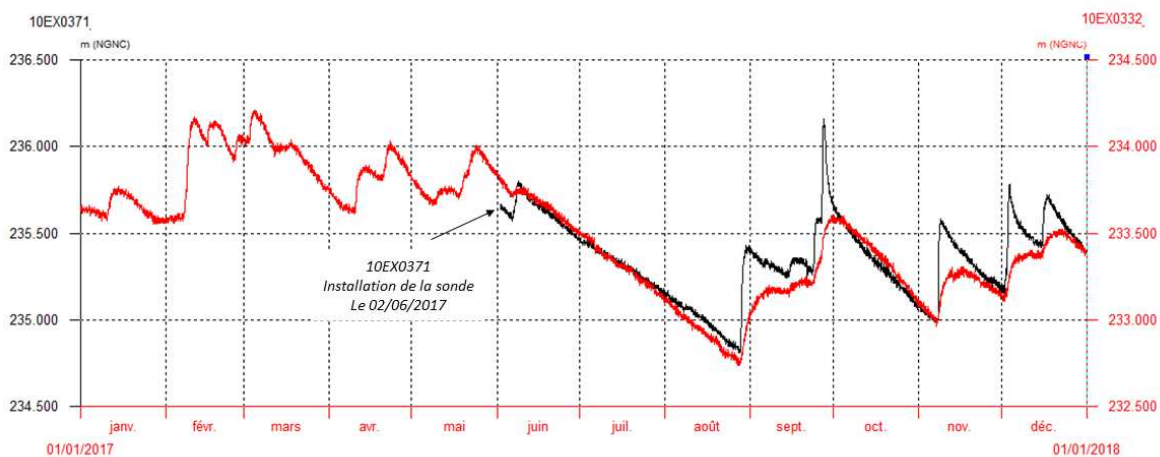


Figure 157 : Données piézométriques disponibles sur 10EX0371 et 10EX0332

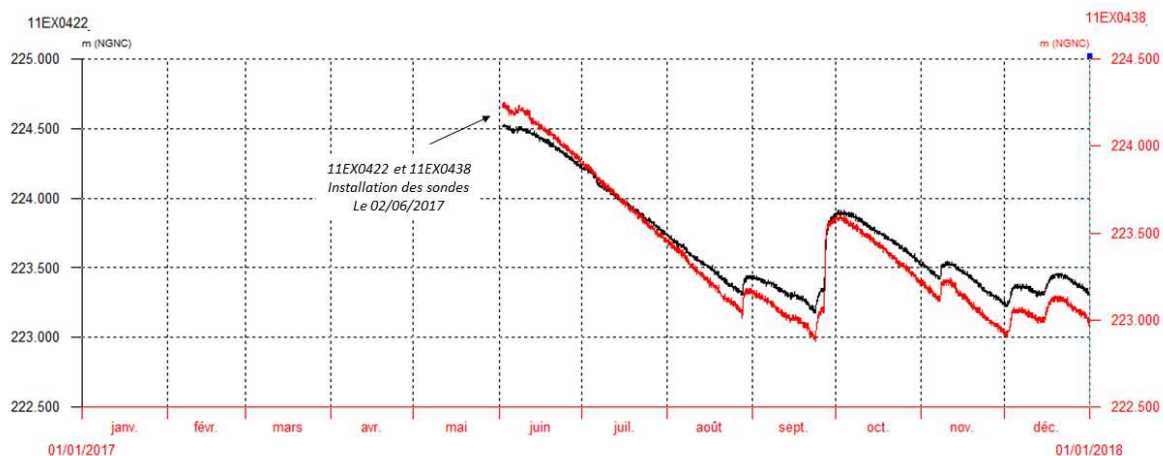


Figure 158 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0422 et 11EX0438



Figure 159 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0449 et 11EX0473

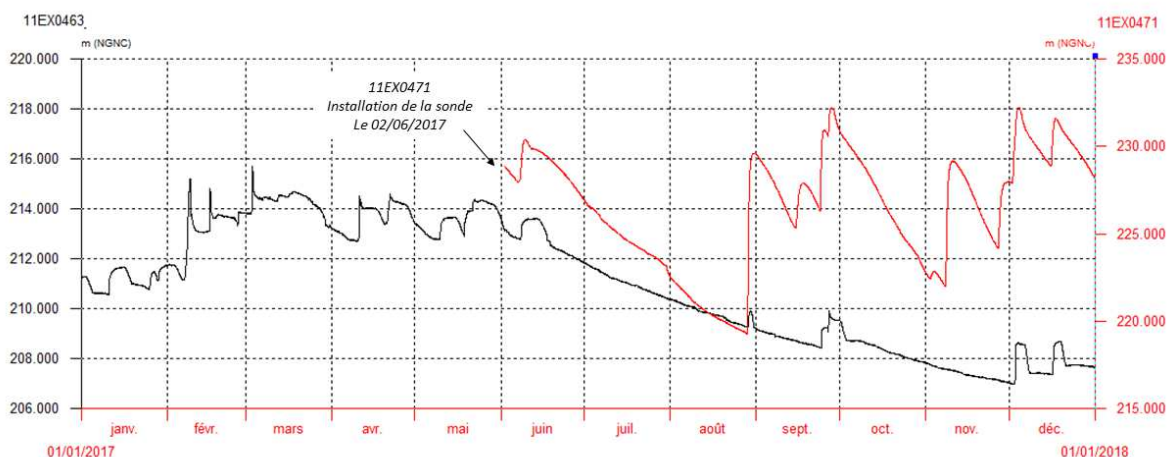


Figure 160 : Données piézométriques disponibles sur 11EX0463 et 11EX0471

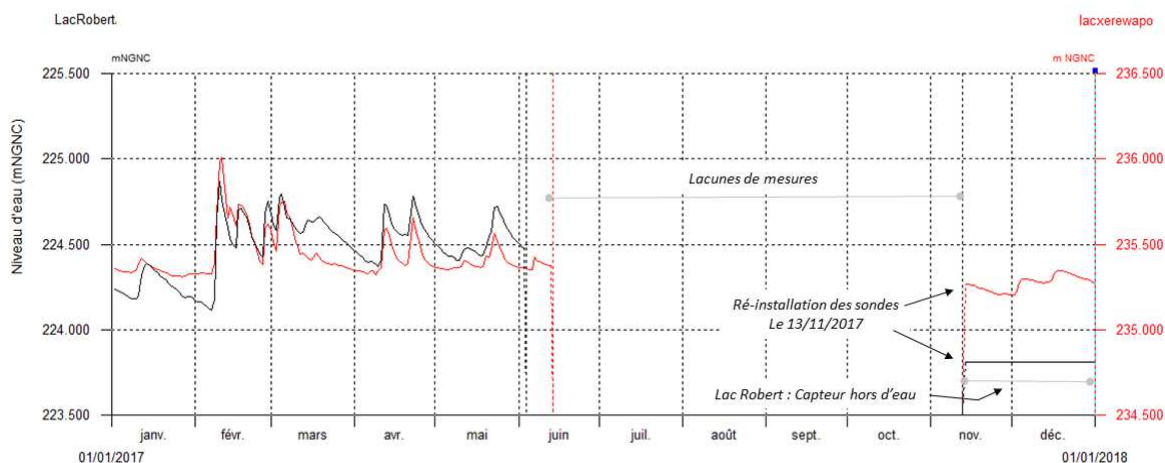


Figure 161 : Données limnimétriques disponibles sur le lac Xere Wapo et le lac Robert

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

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

Les déficits pluviométriques records, observés entre juin et décembre 2017, ont engendré des épisodes de tarissement extrêmement marqués. Ces phénomènes ont été observés sur l'ensemble du bassin de la Kwé, à proximité ou à distance de la fosse minière et ce quel que soit l'hydrosystème considéré (eau souterraine, lacs, dolines et creeks).

Au regard de leurs amplitudes, ces tarissements naturels vont avoir tendance à masquer une éventuelle baisse des niveaux piézométriques engendrée par le creusement de la fosse minière. Ce biais rend caduque l'utilisation de tests statistiques de recherche de tendance (ou de rupture de tendance) appliqués aux signaux piézométriques mesurés.

Afin de pouvoir proposer une évaluation de l'influence hydrogéologique de la fosse minière, la méthodologie suivante a été utilisée :

- simulation des niveaux piézométriques sur le réseau de suivi réglementaire en condition de pré développement de la fosse minière (Condition « naturelle ») ;
- simulation des niveaux piézométriques sur le réseau de suivi réglementaire en condition de développement réel de la fosse minière (Condition « fosse ») ;
- comparaison entre 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 2014 à décembre 2017.

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 2017 a été utilisée sur l'ensemble de la période de simulation.

Le pas de temps de calcul du modèle MODFLOW a été conservé (pas de temps bimensuel). La comparaison a porté sur des moyennes journalières observées et des moyennes bimensuelles simulées.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- il n'y a pas de différence entre les niveaux simulés en condition « naturelle » et ceux en condition « fosse ».
- La zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines est peu étendue (Figure 162) et n'a pas encore atteint les piézomètres du suivi réglementaire, notamment les ouvrages localisés à proximité des lacs Xere Wapo et Robert (piézomètres les plus proches de la fosse)

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

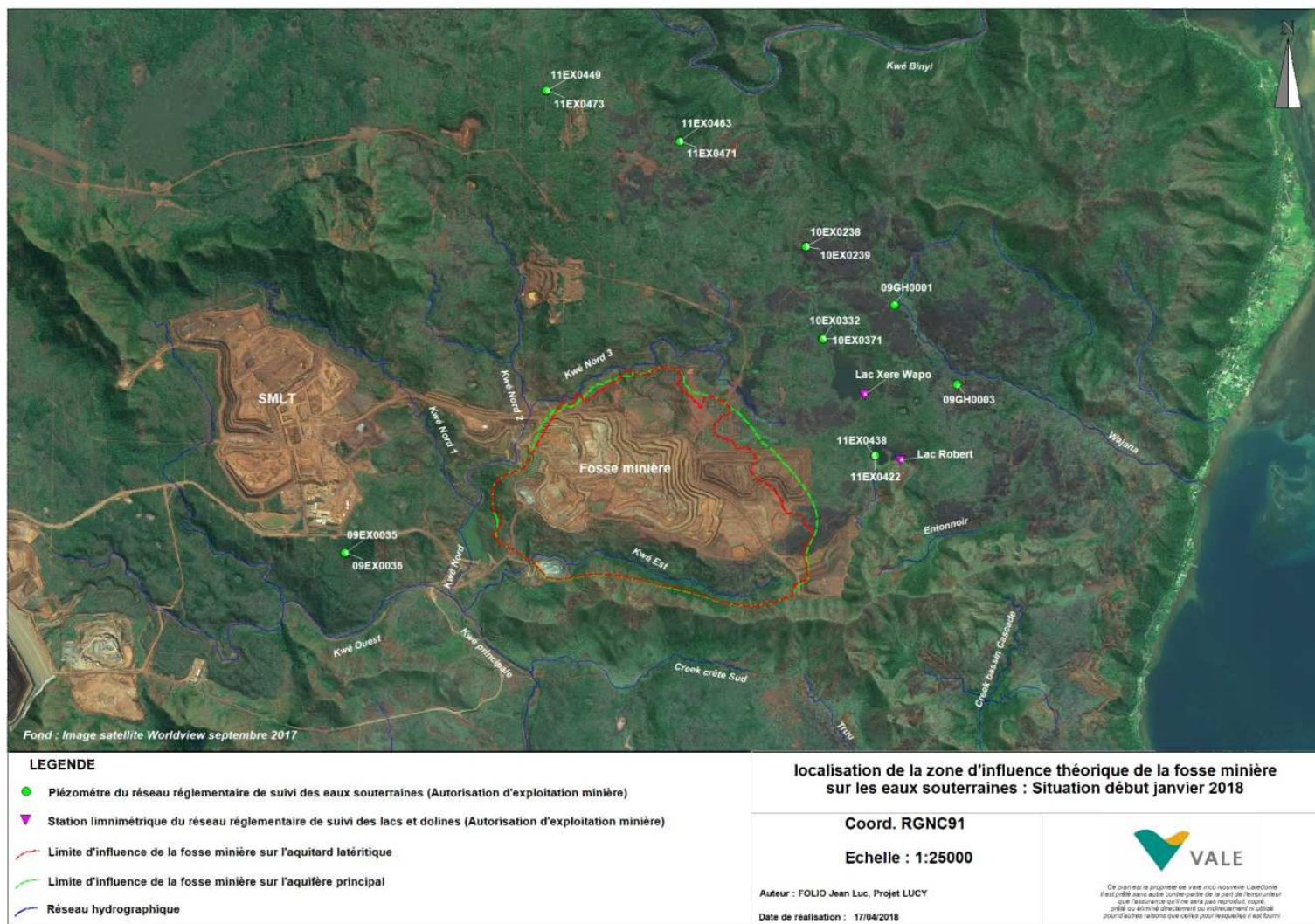


Figure 162 : Localisation de la zone d'influence théorique de la fosse minière sur les eaux souterraines : Situation début janvier 2018

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

Les biais potentiels engendrés par les déficits pluviométriques de 2017 concernent également les niveaux d'eau dans les lacs Xere Wapo et Robert.

Par ailleurs, la portée des interprétations pouvant être formulées sur la base des données disponibles est affaiblie par l'existence d'une longue période de lacune de mesure entre juin et novembre sur les deux stations.

Par conséquent, cette analyse d'impact reprend les résultats présentés précédemment pour les eaux souterraines. Sur cette base, il est conclu que :

- la zone d'influence de la fosse minière n'a pas encore atteint les lacs Xere Wapo et Robert.
- les baisses de niveaux d'eau observés dans ces lacs sont essentiellement dues aux conditions climatiques rencontrées en 2017.

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

En l'absence de chroniques complètes de données débitométriques pour les rivières voisines du bassin de la Kwé, cette analyse a porté uniquement sur la Kwé principale à la station KAL.

Pour évaluer les impacts effectifs de la fosse minière, la méthodologie utilisée a consisté à comparer la courbe des débits classés observés sur la période 1998-2011 avec celle établie pour la période 2012-2017 (Figure 163).

Les résultats obtenus sont les suivants :

- il n'y a pas d'évolution significative de la valeur du module (débit moyen interannuel) entre les deux périodes (2,38 m³/s pour la période 1998-2011 et 2,41 pour la période 2012-2017).
- Il n'y a pas d'évolution significative de la forme de la courbe des débits classés entre les deux périodes.
- Il n'y a pas d'évolution significative des débits en valeur absolue. Les débits observés durant la période 2012-2017 sont du même ordre de grandeur que ceux de la période 1998-2011, aux incertitudes de mesure près (courbe enveloppe +/- 10%). On note toutefois une légère diminution des débits en situation de basses eaux.

Sur la base de ces constats, il est conclu que le développement de la fosse minière sur la période 2012-2017 n'a pas modifié significativement le fonctionnement hydrologique de la rivière Kwé principale.

Pour mémoire, les impacts hydrologiques attendus en 2036 seraient les suivants :

- le débit moyen interannuel de la Kwé Principale devrait rester stable par rapport à la situation naturelle.
- À l'échelle saisonnière, il est attendu une augmentation des débits moyens mensuels de l'ordre de 20 % en situation de hautes eaux et une baisse des débits moyens mensuels de l'ordre de 20 % à 40 % en situation de basses eaux.
- En matière de crue, une forte augmentation des débits de pointe est attendue pour les crues saisonnières (de l'ordre de 90 %) et les crues décennales (de l'ordre de 60%). Cette augmentation est modérée pour les crues plus rares (de l'ordre de 20 %).

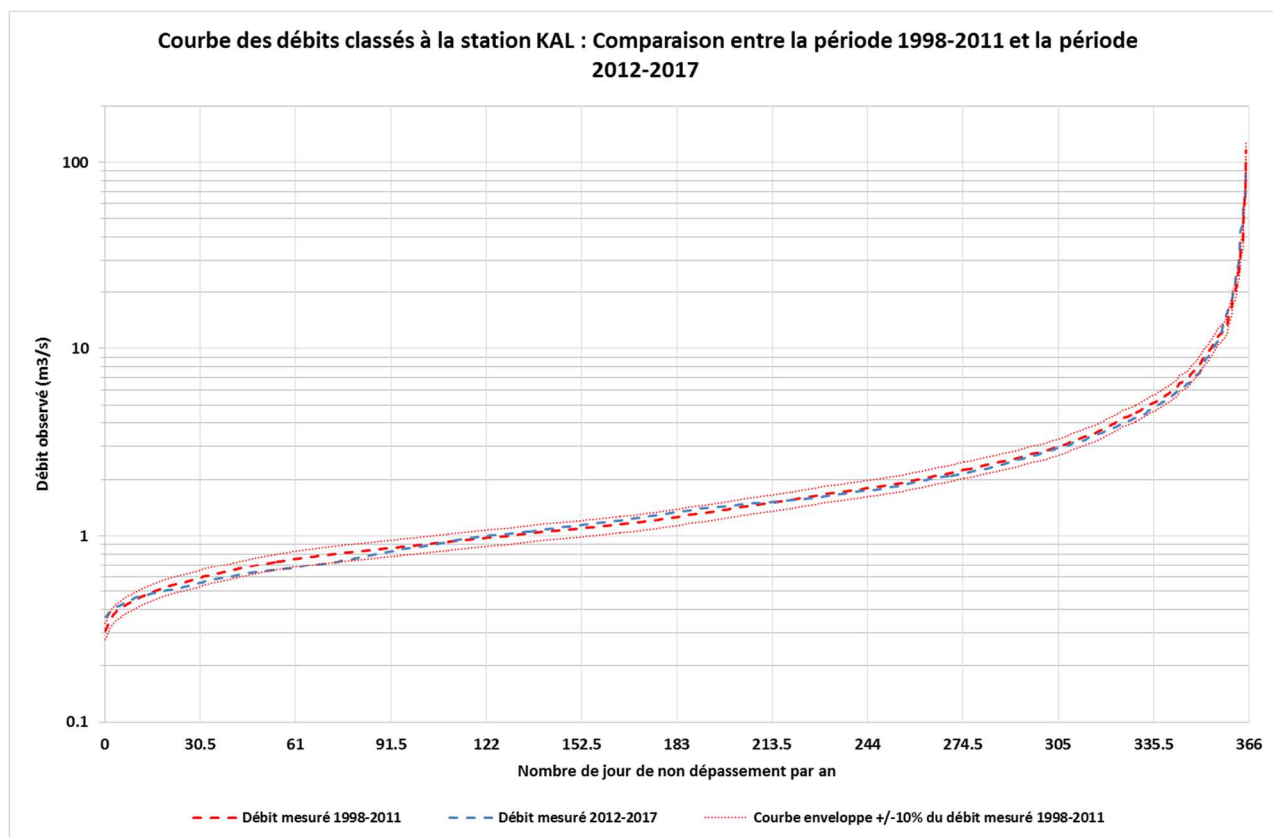


Figure 163 : Courbe des débits classés à la station KAL : Comparaison entre la période 1998-2011 et la période 2012-2017

5.3 Actualisation du modèle hydrogéologique

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

Une comparaison entre les niveaux piézométriques simulés et observés sur les piézomètres réglementaires est proposée de la Figure 164 à la Figure 175.

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, 09GH0001, 09GH0003).
- Pour les autres piézomètres situés plus au nord du plateau de Goro, les amplitudes piézométriques simulées apparaissent soit trop faibles (10EX0238 et 10EX0239,) soit trop fortes (11EX0463, 11EX0471) par rapport aux observations. Néanmoins, la tendance d'évolution est reproduite correctement.
- Le comportement des nappes d'eau souterraine, notamment celui de l'aquifère profond, est plutôt 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 sera entreprise dans le modèle.

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.

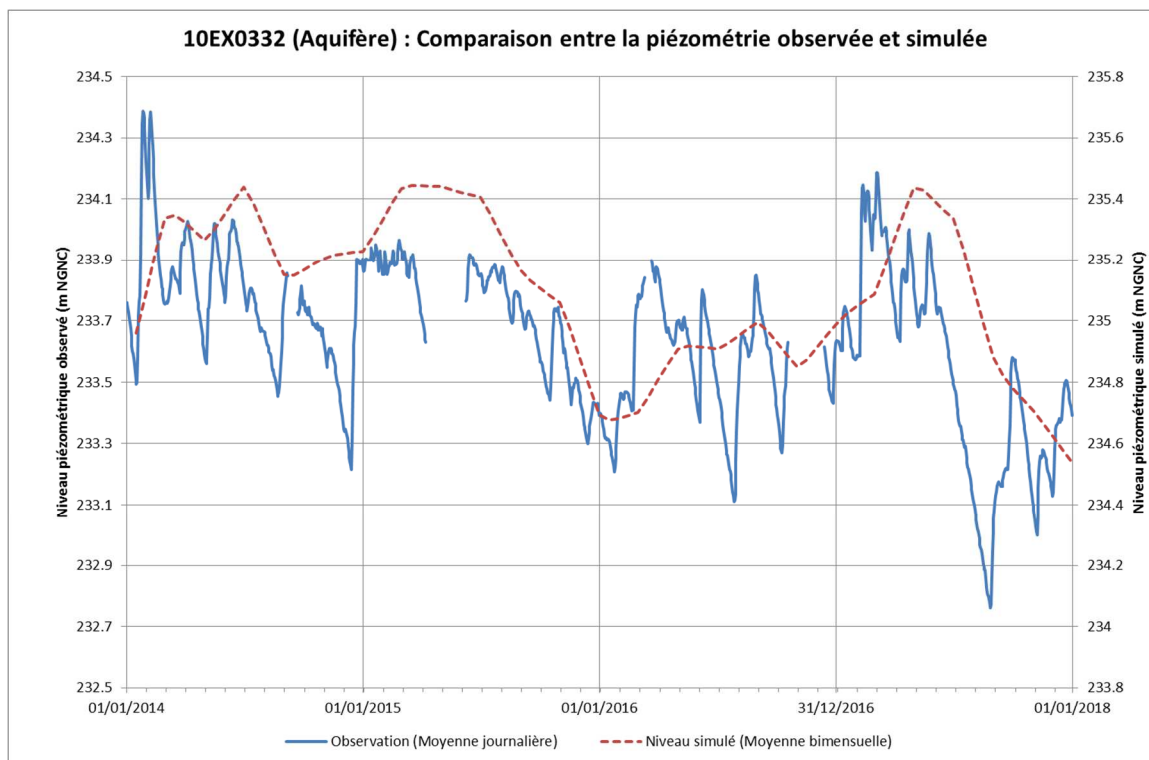


Figure 164 : 10EX0332 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

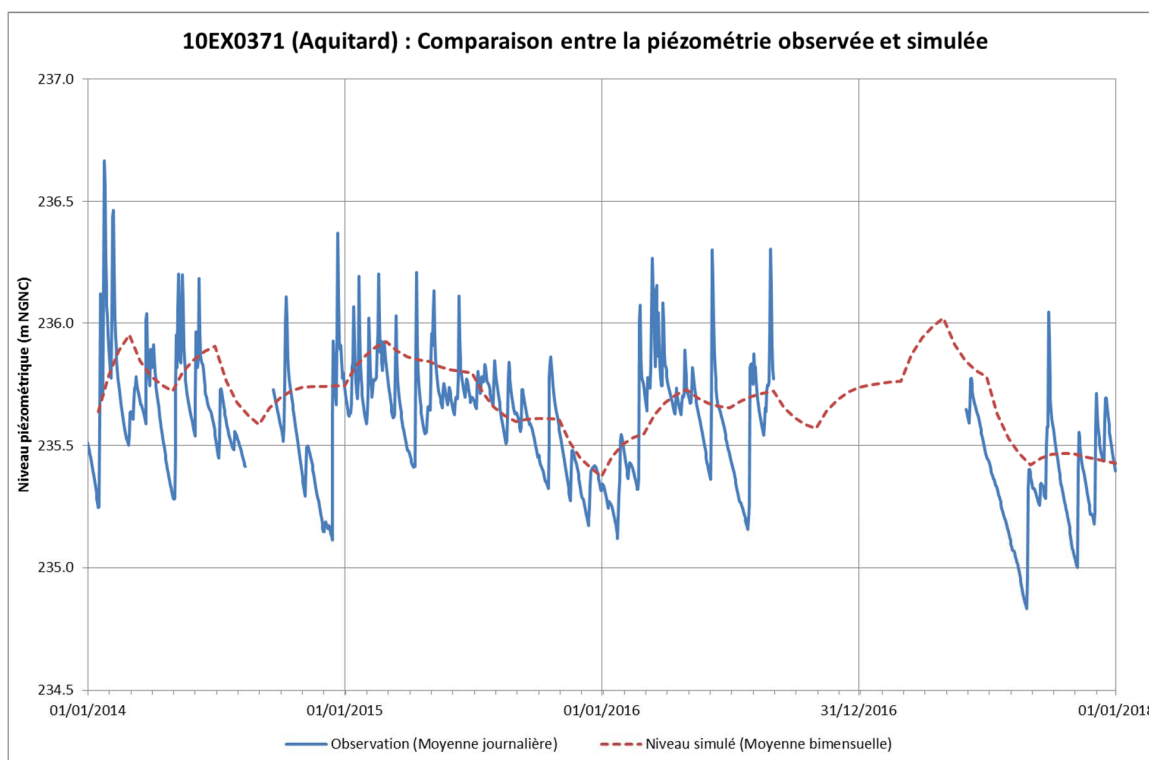


Figure 165 : 10EX0371 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

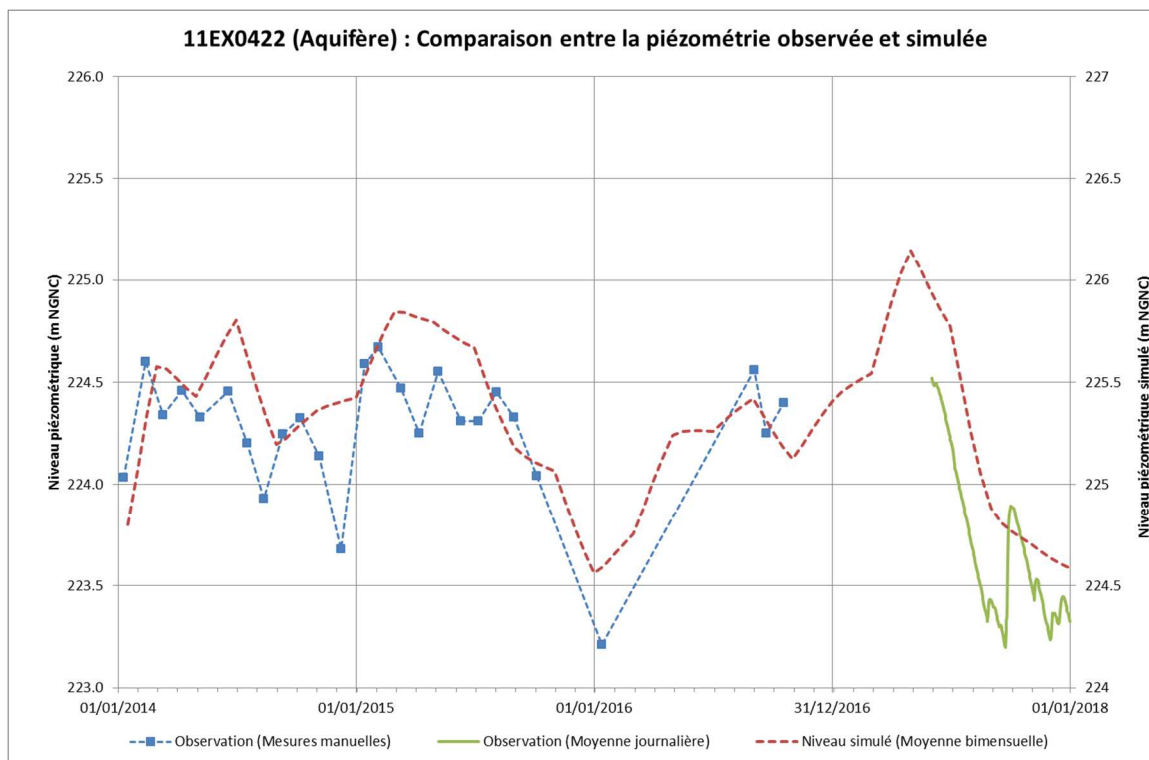


Figure 166 : 11EX0422 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

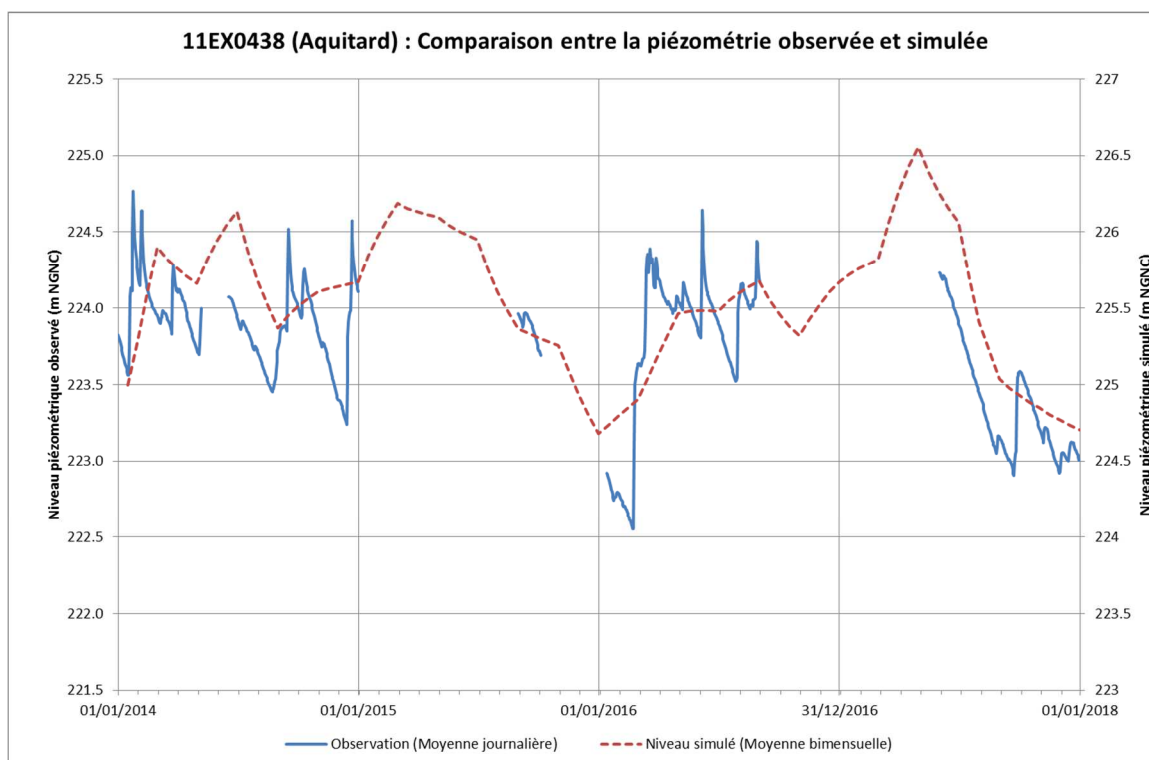


Figure 167 : 11EX0438 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

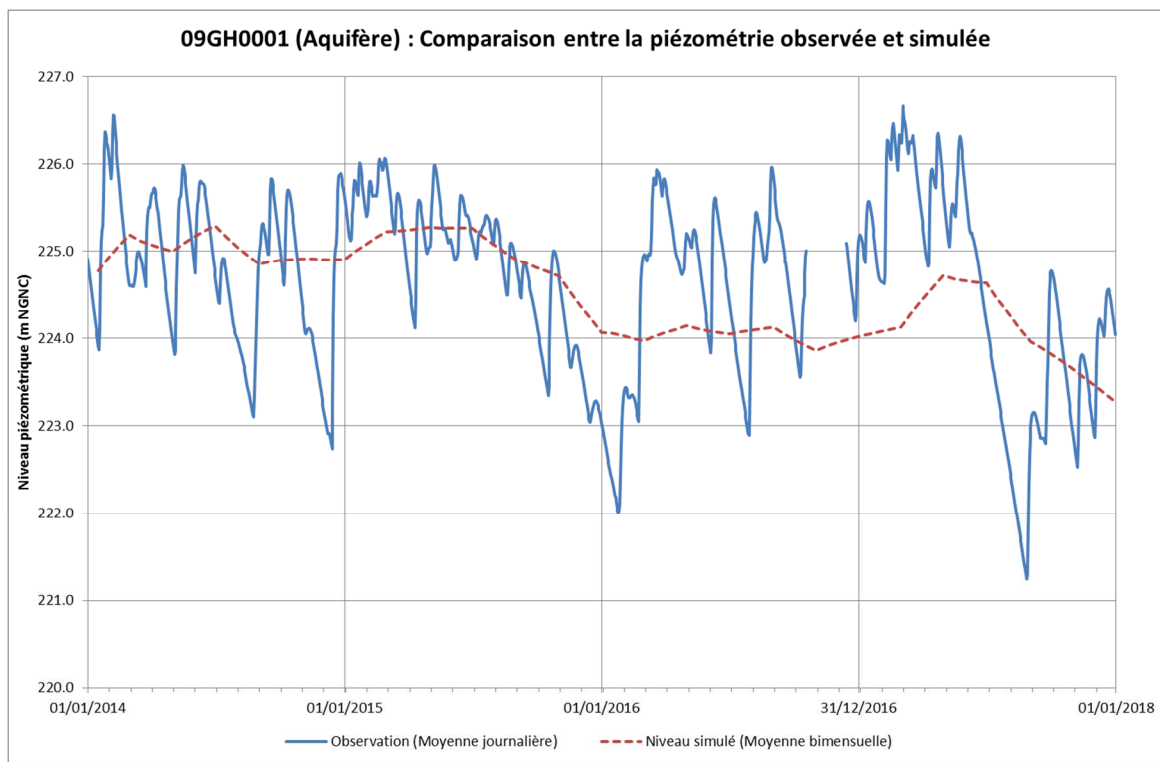


Figure 168 : 09GH0001 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

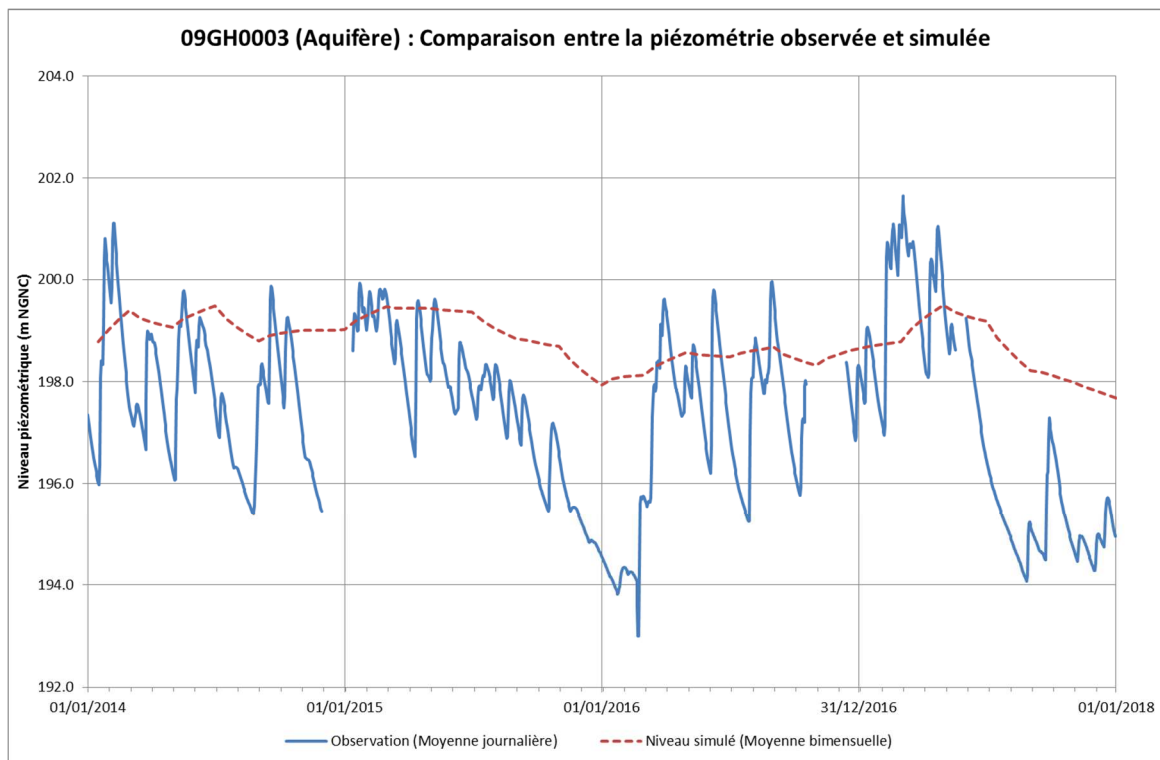


Figure 169 : 09GH0003 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

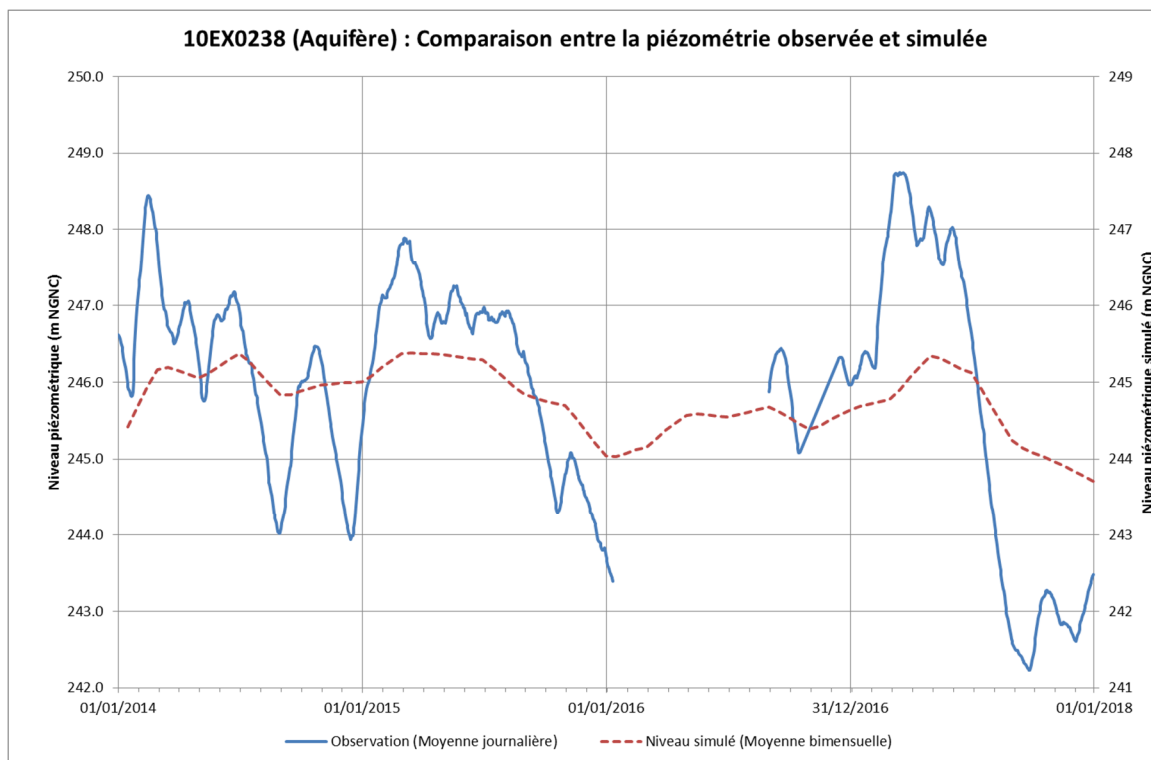


Figure 170 : 10EX0238 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

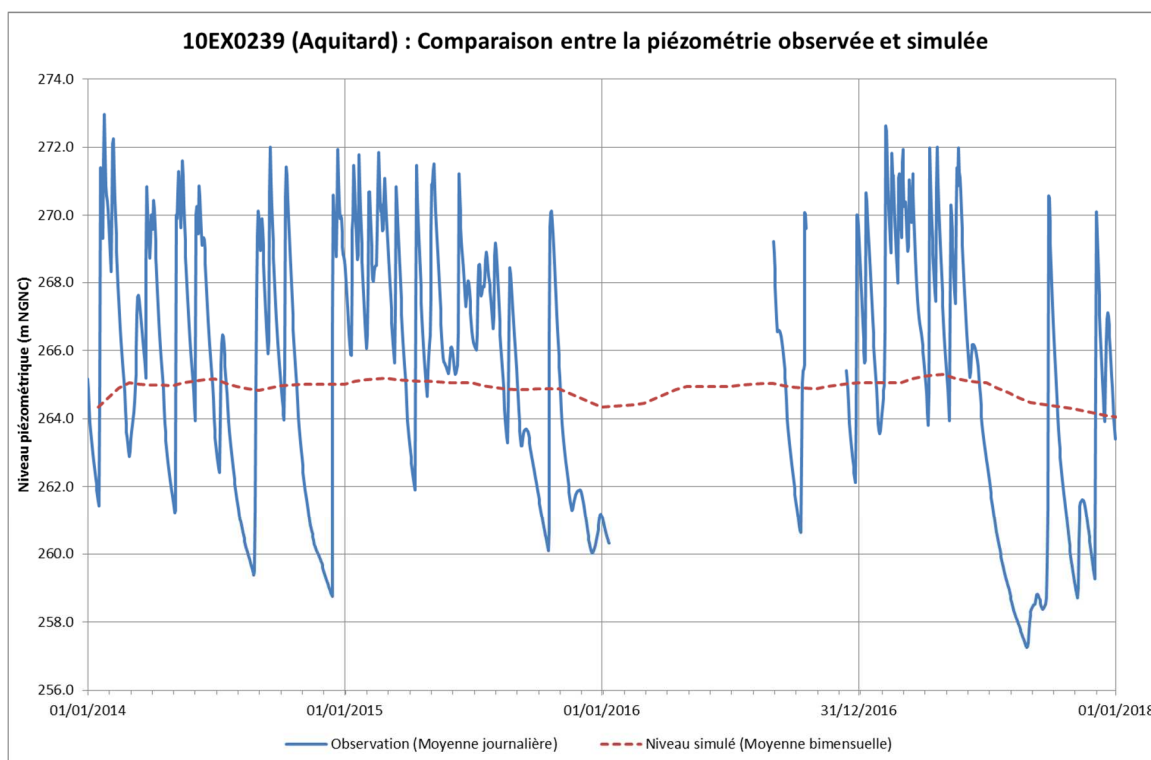


Figure 171 : 10EX0239 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

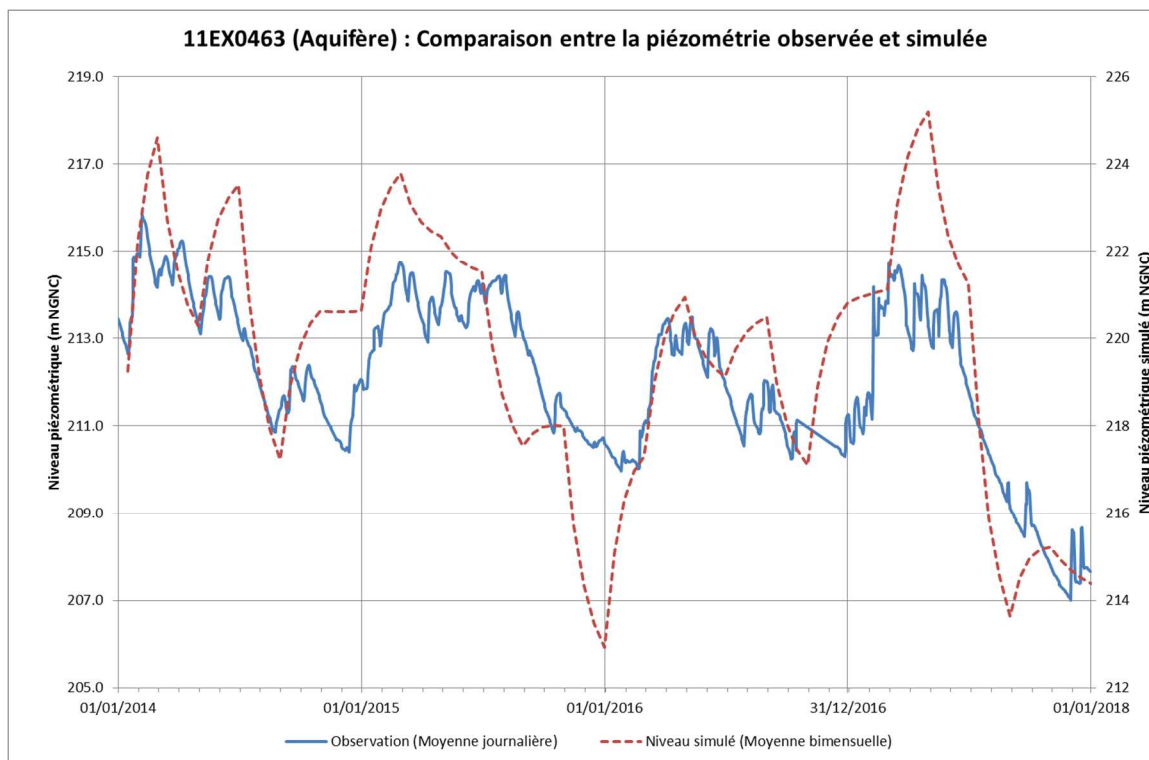


Figure 172 : 11EX0463 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

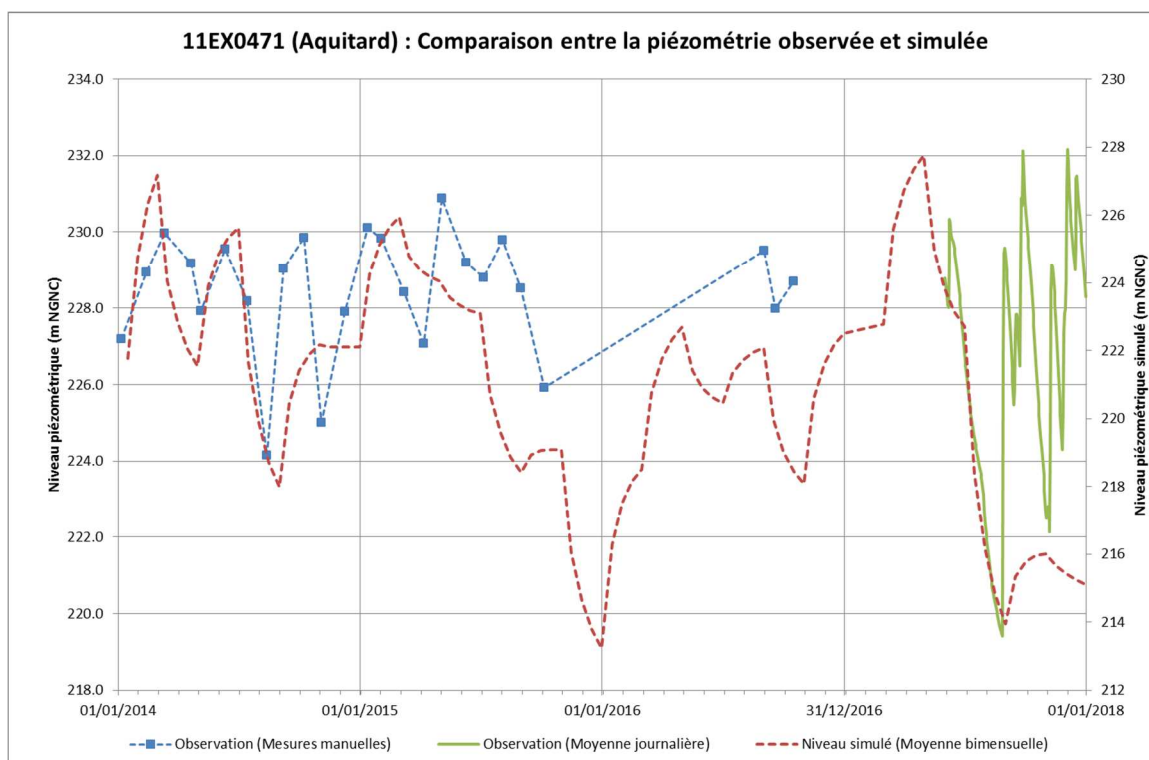


Figure 173 : 11EX0471 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

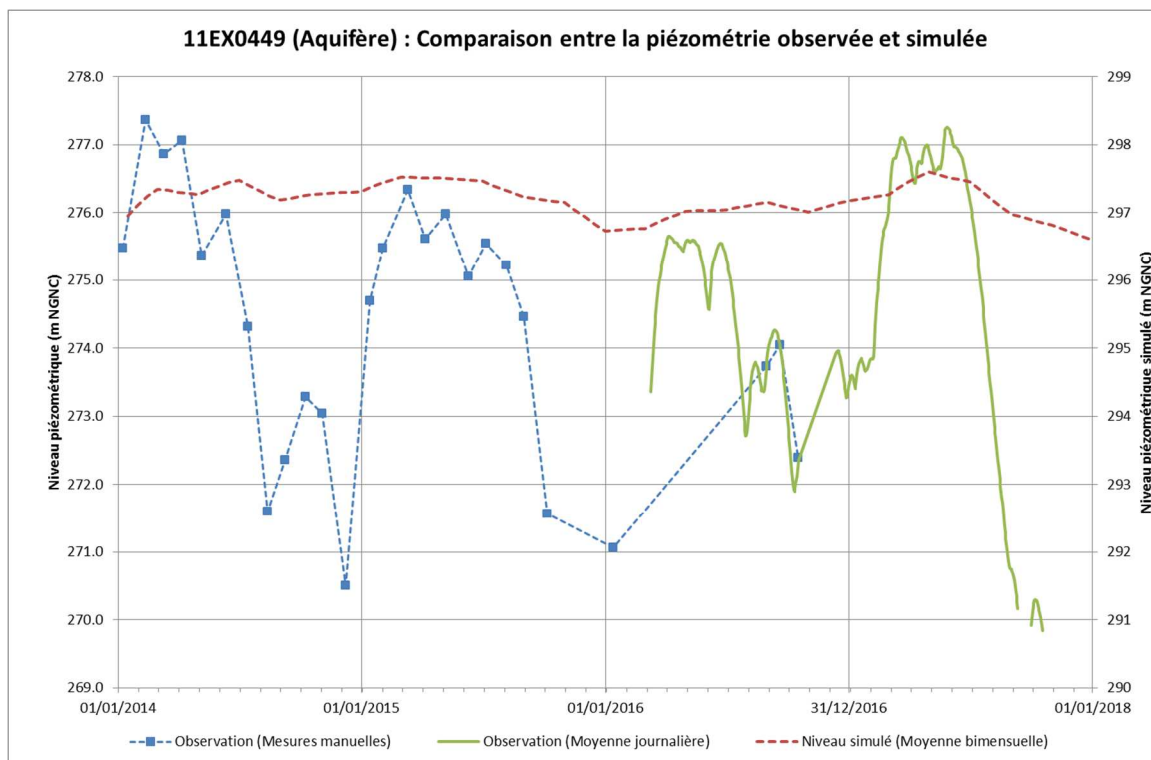


Figure 174 : 11EX0449 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

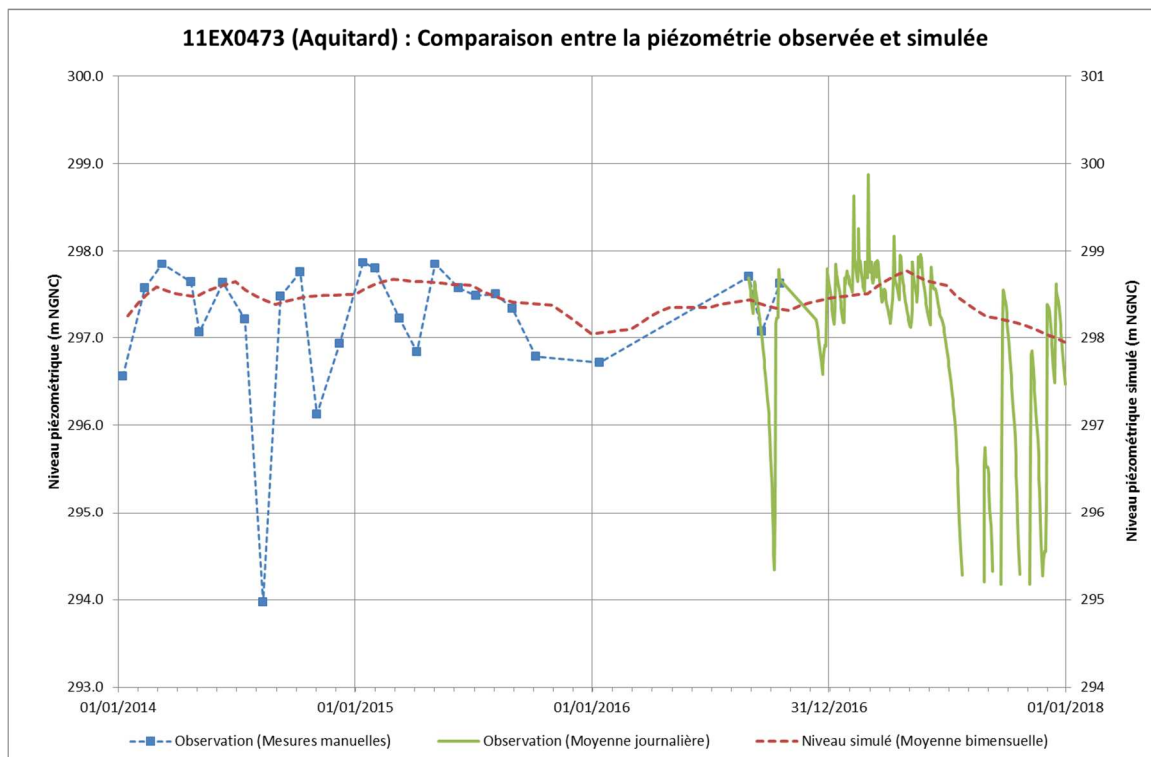


Figure 175 : 11EX0473 : Comparaison entre la piézométrie observée et simulée

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 surface jusqu'au fond ;
- bio-indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des populations associés ;
- suivi d'un herbier de phanérogames ;
- indicateurs physico-chimiques des matières en suspension (MES) et des sédiments :
 - o flux de MES en circulation ;
 - o géochimie des sédiments ;
 - o taux de sédimentation.

Le plan de suivi à la base de cette surveillance a été élaboré par les autorités de tutelles et leurs conseillers scientifiques (DIMENC et DENV) à partir de plusieurs années d'études océanographiques, selon une démarche basée sur les états initiaux, les études d'impacts, l'analyse des pressions exercées par l'ensemble des activités de VNC et le suivi de zones témoins.

Ce rapport annuel est consacré à l'incidence des activités minières sur le milieu marin dans le cadre de l'arrêté d'exploitation minière AEM. (Arrêté du 30 septembre 2016). Il ne concerne donc qu'une partie du plan de surveillance global. Les bilans des suivis globaux sont semestriels.

6.1 Plan de suivi (dédié à la baie Kwé)

6.1.1 Stations suivies

Les bassins versants sous 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.

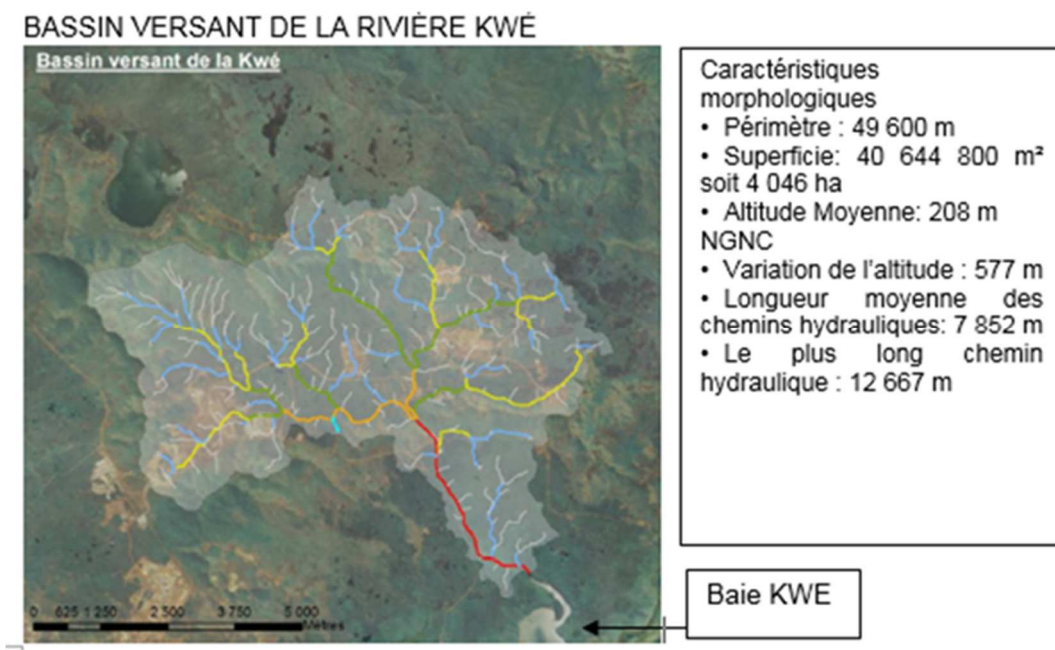


Figure 176 : Caractéristiques morphologiques du bassin versant de la rivière Kwé

La baie de Port Boisé 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 La position règlementaire des points de prélèvement de l'eau de mer et des sédiments.

Ces positions 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. Il y a donc trois échantillons d'eau pour chaque point de prélèvement. Les cartes suivantes présentent les positionnements de ces points. *(Les points de surveillance des zones autres que la baie Kwé et la baie de Port Boisé ne sont pas indiqués ici).*

Tableau 77 : 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 177 : Localisation géographique des stations de prélèvements d'eau et de sédiments en baie Kwé (St 06) et dans la baie témoin de Port boisé (St 03)

6.1.1.2 Les stations de surveillance de la santé des écosystèmes par un suivi des peuplements récifaux et des organismes associés (Invertébrés et poissons).

Cette surveillance est effectuée sur la station «sentinelle fixe» ST08–PUKA. Le tableau et la carte suivants montrent son point d'implantation.

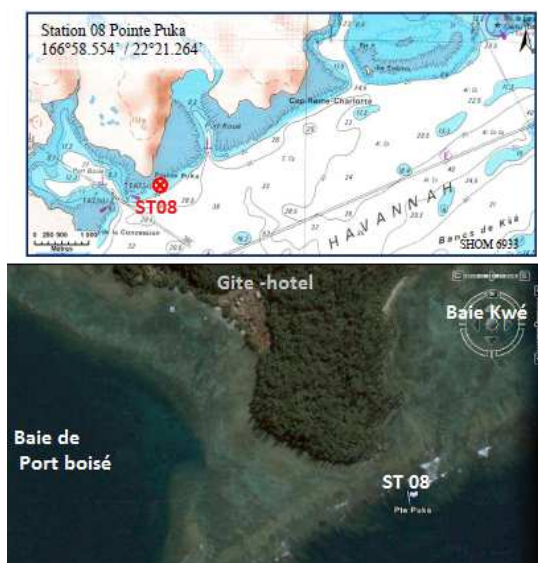
La station ST08 dite « PUKA » est implantée dans la zone d'influence des eaux sortantes de la baie Kwé, les modélisations ont montré que le panache issu de la rivière Kwé, notamment lors des crues, s'oriente préférentiellement vers la zone d'estuaire nord-ouest de la baie Kwé, puis vers la face ouest de la baie et la pointe Puka. De plus les eaux de la baie de Port Boisé (et notamment celles qui subissent l'influence 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.

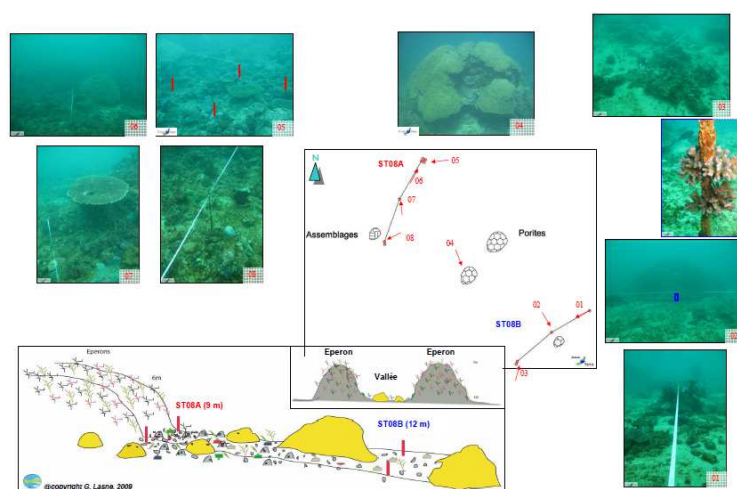
Rappel : VNC se conforme aux prescriptions de suivis qui lui sont imposées par les arrêtés. Un atelier de travail s'est tenu en 2006 à la DENV, pour définir la localisation des stations écosystémiques (comme ST08) et les méthodologies à suivre en matière de suivi des écosystèmes marins, sous l'impulsion de la DENV et des biologistes marins calédoniens ayant participé aux états des lieux.

Tableau 78 : 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 178 : 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. Elle est comparable à «un jardin» sous-marin fixe bien délimité qui est inspecté tous les six mois. Le substrat corallien choisi doit être assez bien représenté pour être un habitat significatif. Une station peut comporter deux *transects* si la topologie du fond ne permet pas d'en placer un troisième parce que le fond est rapidement entièrement sableux ou vaseux (trop abiotique) et ne peut porter un *transect* significatif. La station sentinelle ST08-Puka est implantée sans modification, entretenue et suivie avec la même méthodologie depuis 2007.


Figure 179 : Schéma structural de la station ST 08- PUKA

6.1.1.3 La surveillance de l'herbier de la baie Kwé

Le tableau suivant indique les zones de surveillance de **l'herbier de la baie Kwé**

Tableau 79 : 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 suivante présente la baie Kwé au niveau de l'implantation d'un herbier de part et d'autre de son chenal central (dépourvu de coraux et d'herbier) ainsi que les quatre stations de surveillance de cet herbier.



Figure 180 : Quadras de suivi de l'herbier en baie Kwé.

Il n'y a pas d'herbier de phanérogames en baie de Port Boisé et donc une station-témoins ne peut pas y être implantée. En baie de Goro il y a des herbiers, mais l'hydro-région est trop différente pour être considérée comme une zone homologue- témoins de la baie Kwé. Ce sont les quadras situés à l'est du chenal qui sont considérés comme témoins des quadras situés à l'ouest du chenal (ouest sous influence préférentielle du panache dessalé et des apports terrigène via la rivière Kwé).

6.1.2 Indicateurs suivis et fréquence

6.1.2.1 Les indicateurs biologiques des écosystèmes coralliens et des populations associées

Les paramètres suivis selon les engagements conventionnels (CCB/ DENV 2009) 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.

Suivi semestriel.

6.1.2.2 Les indicateurs biologiques pour le suivi de l'herbier de la baie Kwé (Arrêté AEM 2016)

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

Suivi tous les 3 ans.

6.1.2.3 Les Indicateurs physico-chimiques

Les paramètres suivis sont indiqués dans les tableaux suivants, pour la colonne d'eau, pour les sédiments (taux de sédimentations et qualité des sédiments) et pour les flux de MES.

Les métaux indicateurs terrigènes sont : Co, Mn, Ni, Cr et Cr (VI) ; le Fe n'est pas corrélé.

La température, la salinité 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 avec des limites de quantification infinitésimales.

Tableau 80 : 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 semestriel (février/août)	PHYSICO-CHIMIE										ELEMENTS MAJEURS					SELS NUTRITIFS				MATIERE ORGANIQUE							ELEMENTS METALLIQUES											
	Station	T	S	F	turb	MES	pH	Ca	K	Mg	Na	CO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	NH ₄	PO ₄	SiO ₄	NOD	POD	COP	NOP	POP	Chl	HCT	Phéo	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	As	Cr	Cr(VI)	
	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
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

GEOCHIMIE DES SEDIMENTS

Suivi triennal	PHYSICO-CHIMIE					GEOCHIMIE (PHASE OXYDABLE)								GEOCHIMIE (PHASE ACIDO-SOLUBLE)								GEOCHIMIE (PHASE REDUCTIBLE)								GEOCHIMIE (PHASE REFRACTAIRE)									
	Station	Gr	Min	Carb	S-lik	S-éch	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	
	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
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

TAUX D'ACCUMULATION

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

DENSITE DE FLUX PARTICULAIRE

Suivi semestriel	PHYSICO-CHIMIE							GEOCHIMIE (ELEMENT TOTAUX)							
	Station		Granulo	Minéralo	CaCO ₃	Obs micros	MES	HCT	Ca	S	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
	Kwé	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. (et le suivi des écosystèmes).

Les suivis ont lieu tous les 3 ans pour la qualité des sédiments, les taux de sédimentation (en baie Kwé) et la surveillance de l'herbier.

6.1.3 Analyses des résultats et rendus des bilans

Il est important que les scientifiques analystes des données récoltées en mer, (en plongée ou par prélèvements grâce à un bateau équipé des outils océanographiques adéquats), aient bien participé à la mission. (Pour éviter une seconde sous-traitance des missions de terrain qui accroît les risques de biais et les pertes d'informations). La rédaction des rapports « intégraux » est confiée au bureau d'étude indépendant qui a assuré la mission.

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 2017

Les missions de suivis ont été effectuées dans leur intégralité conformément au plan de suivi réglementaire. Pour ces missions 2017: quatre bureaux d'études et laboratoires indépendants ont participé à ces missions et aux travaux d'analyses. Le Laboratoire qui effectue la majorité des analyses chimiques est certifié ISO 9001 « *Analyses des métaux dans l'environnement et expertises* ».

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 seuils⁴ 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 (**Before**). 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 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 est suivie en parallèle de la baie Kwé 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

- **2013 fut marquée par deux dépressions et une pluviométrie exceptionnelle** (janvier et juillet 2013) avec des précipitations > 400mm / 24h. Le lagon côtier calédonien a été affecté, notamment la baie du Prony, la baie de Port Boisé et la baie Kwé.
- **2014 et 2015**, au contraire, ont été des années caractérisées par un déficit hydrique et une très bonne vitalité des écosystèmes marins côtiers, notamment sur ST08.
- **Fin 2015 et début 2016 sont caractérisés par la sécheresse due au phénomène climatique cyclique « El Niño »**. En 2016 tout le Pacifique Sud est affecté par « El Niño » et un phénomène de **blanchissement des coraux**.
- **2017 : Le mois d'avril 2017 est affecté par le passage du cyclone Cook** mais la Nouvelle Calédonie est modérément affectée.

La météorologie et la pluviométrie durant les missions de suivis et les cinq jours avant celles-ci, doivent être prises en compte. En effet, la baie Kwé est une hydro-région de

⁴ *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 pour chaque type d'indicateur, 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.*

type «fond de baie» soumise à un apport d'eau douce permanent (par une rivière) et elle est ouverte sur le sud-sud-est. Le secteur des vents influencent aussi la qualité de l'eau et les flux sédimentaires en baie Kwé.

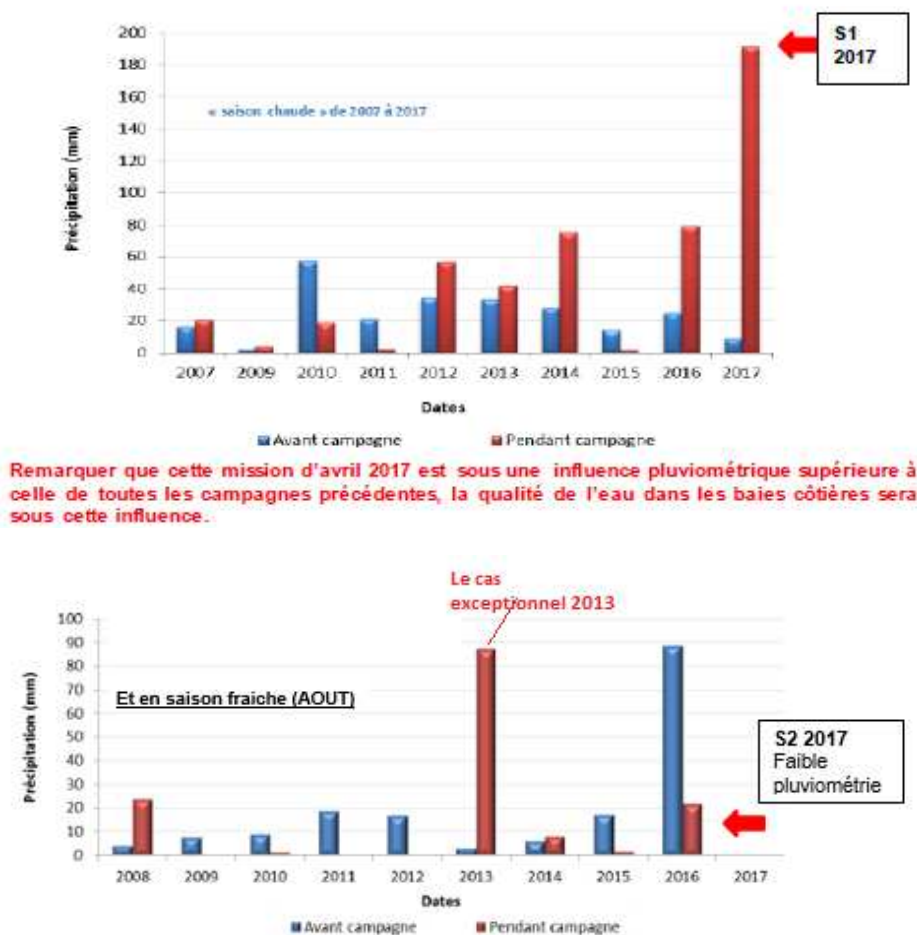


Figure 181 : Cumuls des précipitations, 5 jours avant (bleu) et pendant (rouge) les campagnes de prélèvement de 2007 à 2017 en saisons chaudes et en saisons fraîches

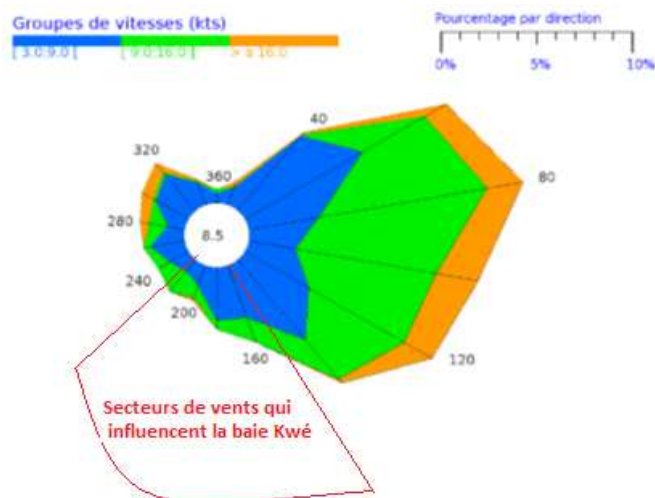


Figure 182 : Rose des vents en avril 2017 sur Nouméa

Les facteurs les plus influents sur la variabilité de nombreux paramètres suivis sont :

- la pluviométrie ;
- l'orientation du vent ;
- la force du vent.

Les vents des secteurs sud, en fonction de leur force, créent un phénomène d'augmentation des flux de matières en suspension d'origines calcaires (donc marines), par remise en suspension de MES issues des platiers et du fond, ce phénomène avait été sous-estimé et il est de mieux en mieux identifié dans le chenal de la baie Kwé.

Les vents de secteur sud de force modérée ou forte (associés à la marée) peuvent confiner en fond de baie des eaux de surface dessalées qui affecteront les organismes marins en zones peu profondes (en baie Kwé, baie de port boisé et en baie du Prony de même), comme en 2013.

L'état de la marée au moment des prélèvements doit aussi être associé aux analyses des résultats. (Mortes eaux, vives eaux, moment de la marée).

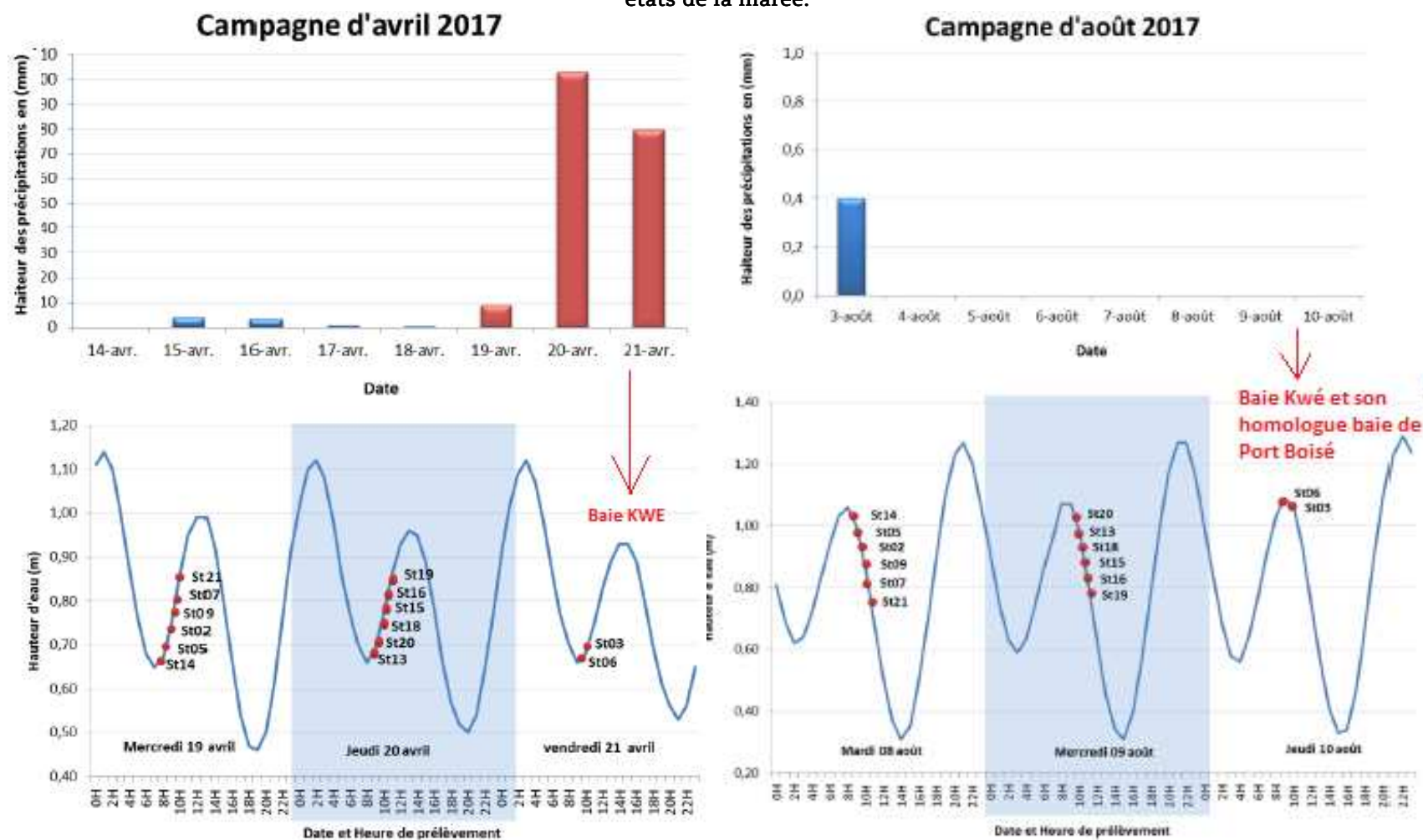
6.2.3 Qualité physico chimique de l'eau en baie Kwé

Sur les stations St 03 et St 06 les prélèvements ont été effectués le 21 avril et le 10 aout 2017. Par : Forte pluviométrie en avril et marée basse, très faible pluviométrie en aout et marée haute.

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.

Rappel : Les bassins versants alimentant la baie de Port Boisé ont une superficie de moitié moindre que ceux qui alimentent la baie Kwé, cependant deux baies jumelles n'existent pas et ces deux baies sont assez homologues pour que St 03 soit la baie témoins de contrôle de St 06.

Tableau 81 : Missions de suivis de la qualité de l'eau en baie Kwé (et son témoins ST03) en 2017 Pluviométrie avant et pendant le prélèvement et états de la marée.



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 zone ($8,20 \pm 0,02$). Le pH moyen global mesuré lors de cette campagne est identique à celui obtenu lors de la précédente campagne de 2016 et à celui des campagnes antérieures.

Tableau 82: Synthèse pH et concentrations en éléments majeurs

Zone d'étude	Statistique	avril 2017 pH	Zone d'étude	Statistique	pH	Eléments majeurs (mg/L)					
						Ca	K	Mg	Na	Cl	SO ₄
Canal de la Havannah	Minimum	8,20	Canal de la Havannah	Minimum	8,20	422	505	1305	11261	19562	2570
	Maximum	8,20		Maximum	8,20	533	571	1661	13372	21658	3015
	Moyenne	8,20		Moyenne	8,20	471	528	1459	12056	20540	2751
	Ecart-type	0,00		Ecart-type	0,00	32	19	102	612	636	94
Baies du canal	Minimum	8,20	Baies du Canal	Minimum	8,10	423	508	1285	11136	20261	2560
	Maximum	8,20		Maximum	8,20	501	554	1563	12719	20960	2835
	Moyenne	8,20		Moyenne	8,19	453	519	1409	11720	20571	2754
	Ecart-type	0,00		Ecart-type	0,03	22	15	78	454	368	90
Baie du Prony	Minimum	8,10	Baie du Prony	Minimum	8,20	430	516	1319	11591	20261	2575
	Maximum	8,20		Maximum	8,20	535	579	1679	13447	20960	2970
	Moyenne	8,18		Moyenne	8,20	498	553	1553	12706	20843	2805
	Ecart-type	0,04		Ecart-type	0,00	32	20	111	628	272	120
Ile Ouen	Minimum	8,20	Ile Ouen	Minimum	8,20	467	518	1472	11853	20261	2580
	Maximum	8,20		Maximum	8,20	497	549	1547	12673	20960	2760
	Moyenne	0,00		Moyenne	8,20	483	539	1516	12391	20727	2693
	Ecart-type	0,00		Ecart-type	0,00	10	11	30	299	361	65

Le pH et les éléments majeurs constitutifs de l'eau de mer n'ont pas, à ce jour, donné des indications d'alerte bien qu'analysés à trois profondeurs deux à quatre fois/an sur 14 stations, en neuf années de suivi.

6.2.3.2 Focus sur les concentrations en sulfates (SO₄) :

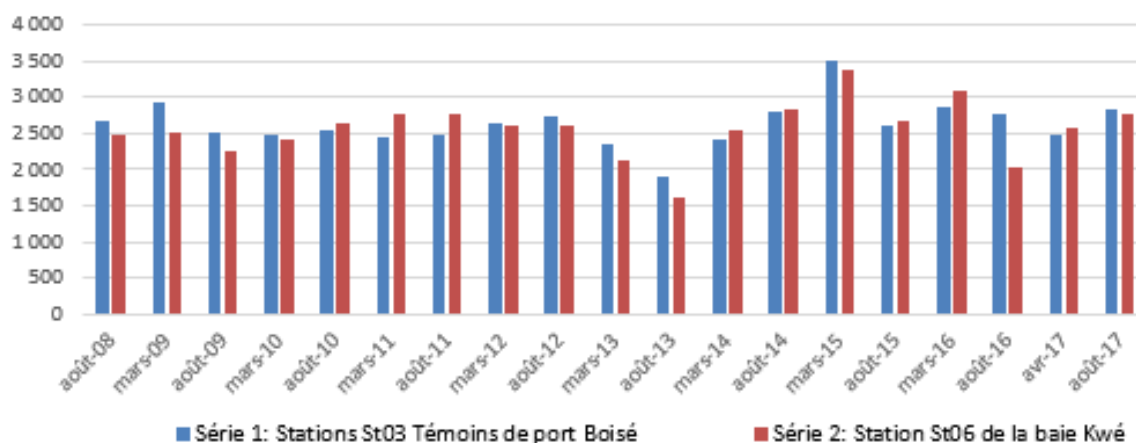


Figure 183 : Concentration en sulfates en mg/L en surface de la colonne d'eau de 2008 à 2017 (eau de surface la plus sensible aux apports terrestres via les cours d'eau) en baie Kwé (St06) et en baie de Port Boisé (St 03) son homologue de comparaison

Les sulfates, ions de composante majeure de l'eau de mer, sont un paramètre suivi mais de faible valeur indicatrice. A leur niveau **le parallélisme des contractions et de leurs fluctuations entre la baie Kwé (S t06) 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.

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 relevés ponctuels des MEST donnent une informations de signification faible, par rapport aux suivis intégrés des flux.

L'ensemble des concentrations en MES sur toutes les stations lors des missions d'avril et d'août 2017 est synthétisé sur la figure suivante, remarquer le parallélisme entre la baie Kwé et la baie de Port boisé qui ne montrent aucune alerte au niveau des MEST, même lors des fortes pluies d'avril.

La forte pluviométrie lors des campagnes de prélèvements d'avril 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).

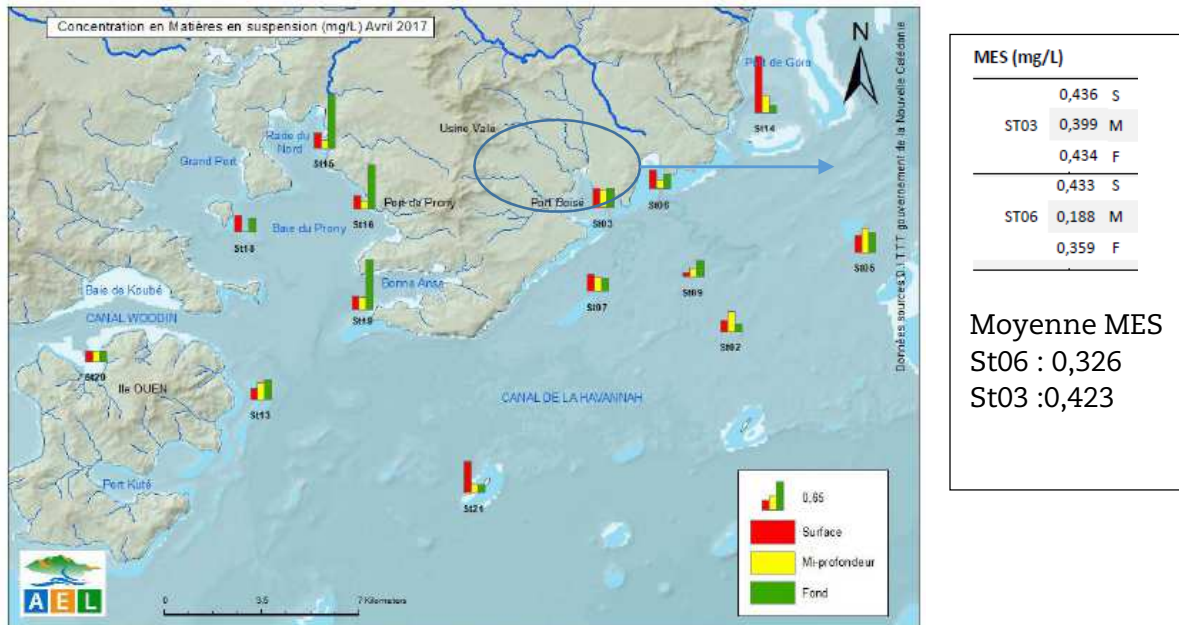


Figure 184 : Concentration en MES dans la zone du lagon sud calédonien en avril 2017

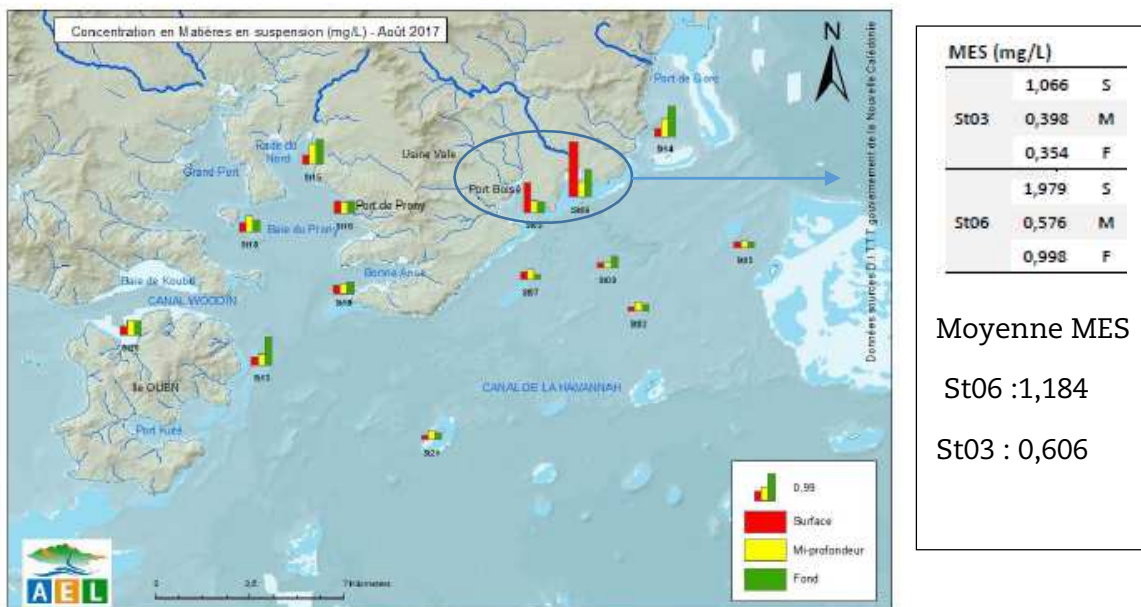


Figure 185 : Concentration en MES dans la zone du lagon sud calédonien en août 2017

En aout 2017, la pluviométrie était faible, seules les baies côtières avec des apports d'eau douce par des rivières permanentes montrent une signature MES. Les ordres de grandeurs des concentrations en MEST restent très faibles même dans les baies. 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.

Les concentrations en MES-2017 les plus élevées ont été mesurées en surface en baie de Goro (St14). Ce sont des concentrations ponctuelles sans anomalie, aucun panache turbide n'est perceptible. 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.

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

Les résultats sont conformes aux valeurs attendues, sur toutes les stations (et donc en baie Kwé aussi). La caractérisation des stations sous influence terrigène et sous influence marine confirme les analyses des années précédentes et les études en courantologie et modélisation.

Les profils obtenus par les sondes sont présentés ci-dessous pour température et salinité.

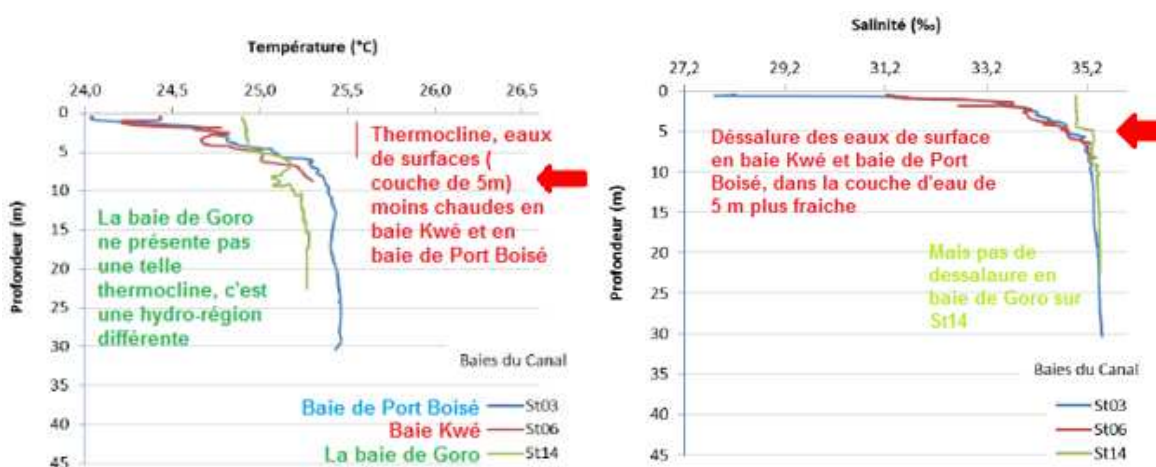


Figure 186 Profils de températures et de salinité en AVRIL 2017 (S1-2017) - Rappel : Forte pluviométrie au moment de la mission

La couche d'eau dessalée et plus fraîche apportée par la forte pluviométrie lors de la mission d'avril est décelée en baie Kwé et en baie de Port Boisé, mêmes profils, elle n'est pas chargée en MES. Ces profils confirment que la baie de Goro est une hydro-région différente qui ne peut pas servir de témoin à la baie Kwé.

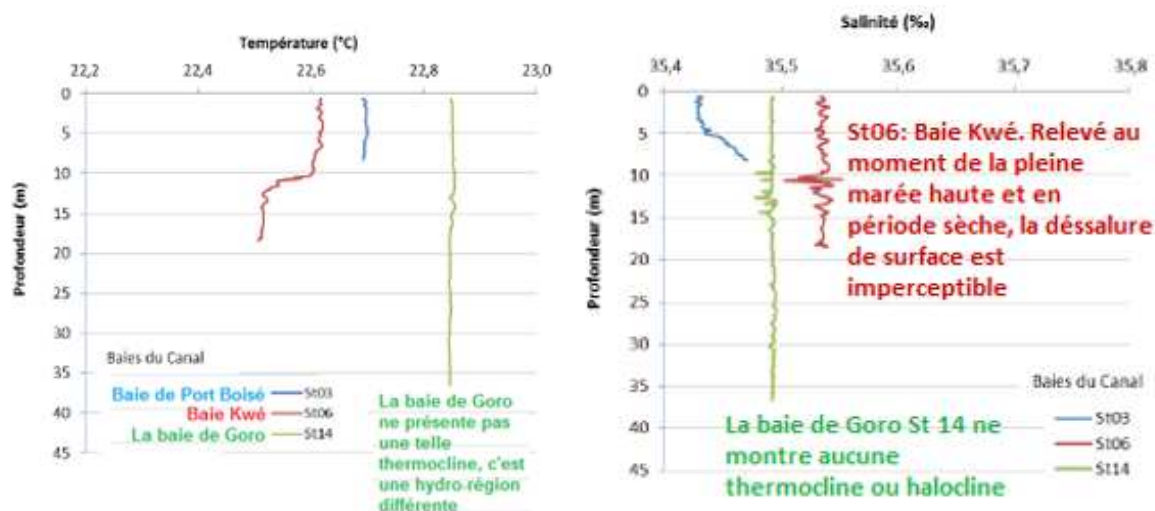


Figure 187 : Profils de températures et de salinité en AOÛT 2017 (S2-2017) - Rappel : Période fraîche et pluviométrie très faible lors de la mission

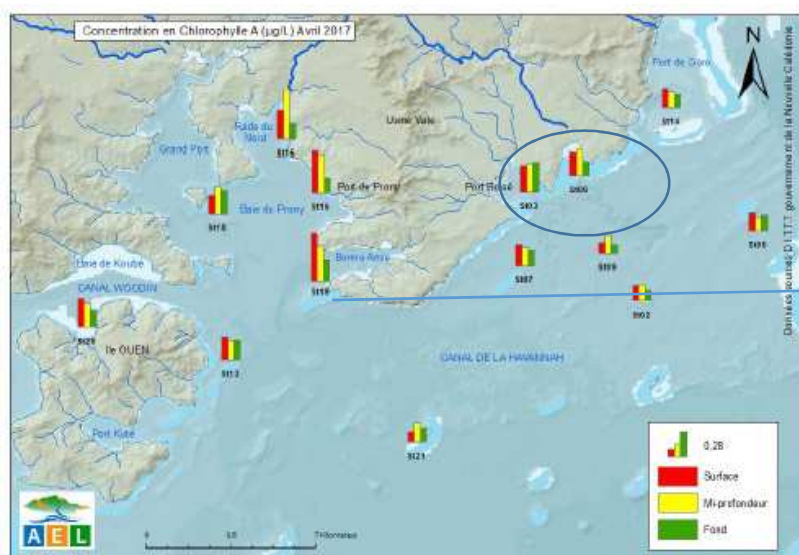
Les baies du Nord du canal de la Havannah (stations St03 -Port Boisé et St06-Baie Kwé) présentent une couche de surface de salinité moindre bien individualisée, (une halocline), comme attendue en face d'un rejet permanent par une rivière. De même en baie du Prony.

6.2.3.5 Chlorophylle « a » et phéo-pigments :

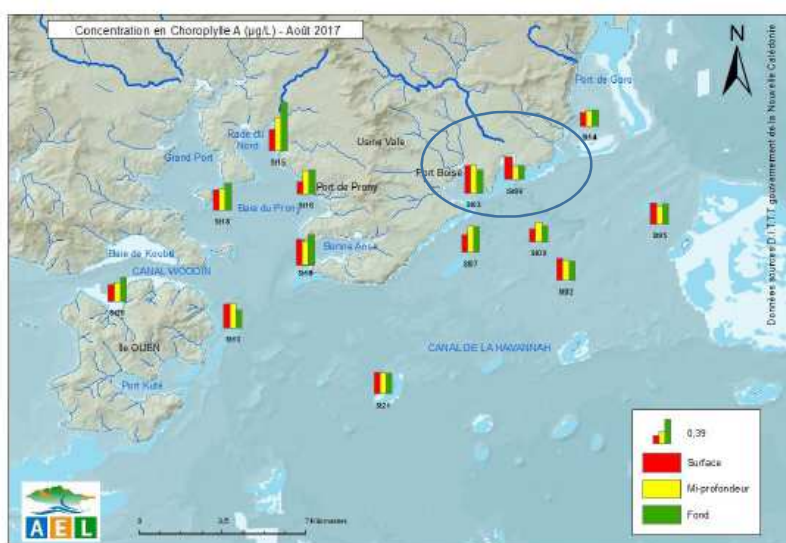
La chlorophylle est indispensable à la photosynthèse des algues, son dosage permet d'estimer la biomasse phyto-planctonique et le niveau trophique du milieu (oligotrophie / eutrophie) Le lagon calédonien fait partie des grands domaines oligotrophes). La dégradation de la chlorophylle donne de nombreux composés, dont principalement les phéo-pigments qui sont suivis eux aussi.

A ce jour il n'a jamais été observé le bloom chlorophyllien intense, depuis les premiers suivis de la zone.

En cas de forte mortalité planctonique, un pic en phéo-pigments pourrait être détecté, ce qui n'a jamais été le cas. Aucune prolifération algale ou planctonique anormale n'a été détectée (type : algue devant la zone DEVA).



La plus forte concentration est sur St19 près du phare de Bonne anse : **0,5 g/L**.



Le guide CNRT/Zoneco donne une bonne qualité de l'eau des baies avec une concentration en « Chlorophylle a » pouvant aller jusqu' à 1,5 g/L ; et un indice plutôt mauvais (à surveiller) si la concentration dépasse 5 g/L, ce qui n'a jamais été le cas dans la zone d'étude. Le maximum relevé ici est de **0,78 g/L**

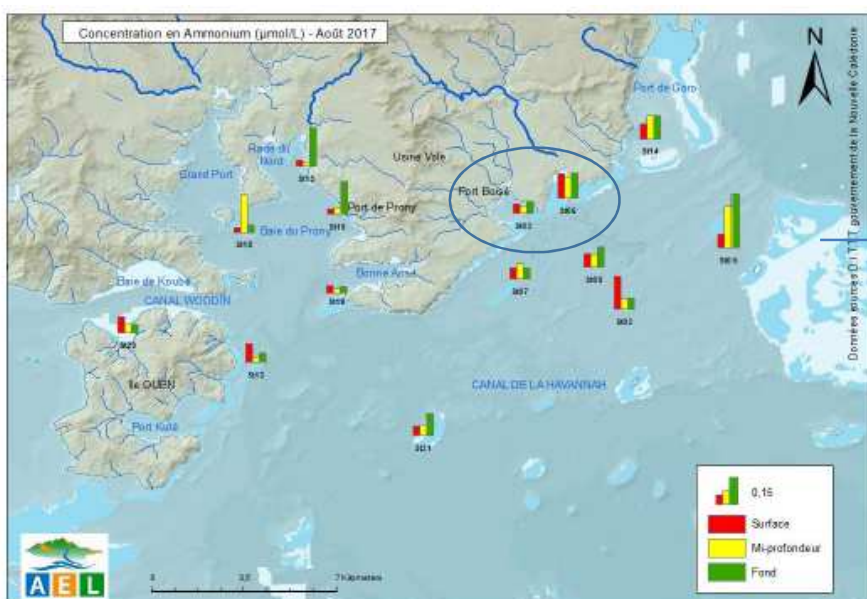
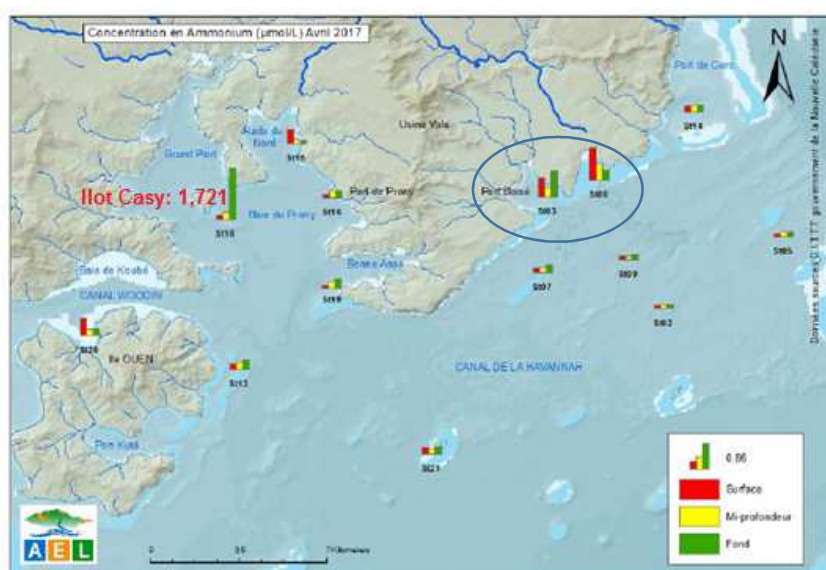
Figure 188 : Concentrations de chlorophylle. Campagnes semestrielles d'AVRIL et d'AOUT 2017

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

Les sels minéraux sont suivis avec attention, aucune eutrophisation n'a été décelée, en cohérence avec les suivis éco systémiques qui portent attention au développement des algues.

Un risque d'eutrophisation a été identifié en baie de Port- Boisé (St 03) et sans lien avec VNC (Rejet d'un hôtel) ou éventuellement près de l'îlot Casy (à vocation touristique et camping « sauvage »).

Aucune prolifération algale ou planctonique anormale n'a été détectée sous zone d'influence VNC.



En aout c'est la station témoins St 05 près de l'îlot Kié en plein canal de la Havannah qui montre un maximum de concentration en Ammonium de 0,296 mol/L, tandis que l'îlot Casy a retrouvé une concentration en Ammonium dans la fourchette des normalités.

Figure 189 : Répartition spatiale des concentrations en ammonium. Campagnes d'AVRIL et d'AOUT 2017-

Au niveau des nitrates et des nitrites :

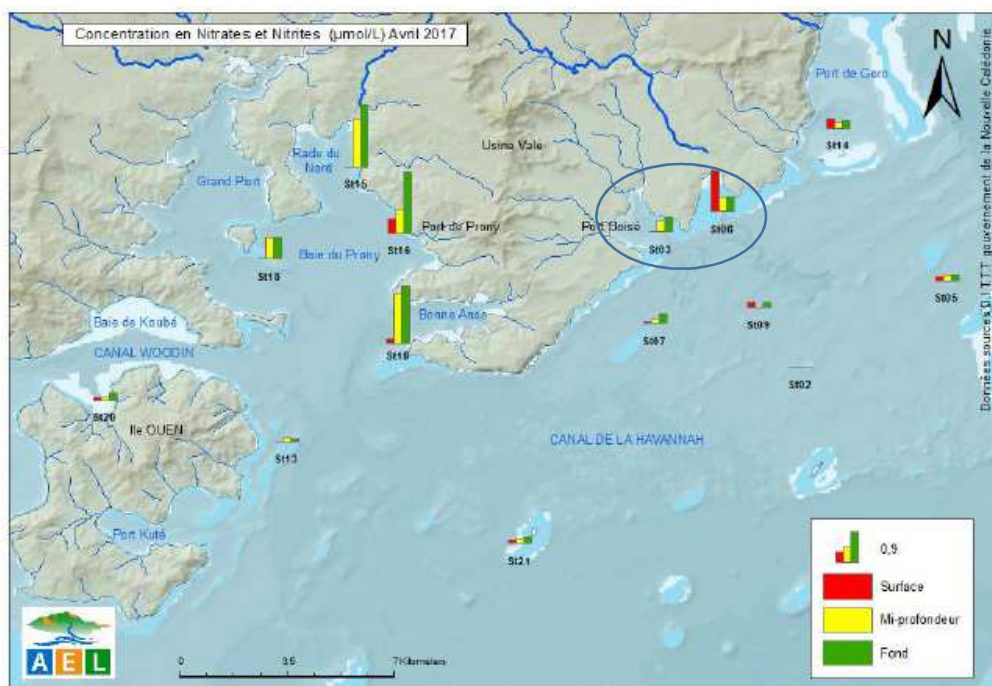


Figure 190 : Répartition spatiale des concentrations en Nitrates & Nitrites lors des campagnes de AVRIL 2017

En AOUT : les concentrations en $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ n'ont pas été quantifiables. Seule la station St06 a montré une valeur supérieure à la LQ avec $0,098 \mu\text{mol/L}$ en surface.

Aucune alerte d'eutrophisation, les concentrations en nutriments restent globalement très inférieures aux indications d'alerte données par le guide CNRT/ Zoneco.

Pour les phosphates, en mer il s'agit d'ortho phosphates, sur les 14 stations évaluées à trois profondeurs les concentrations obtenues sont faibles et d'après le guide du CNRT elles montrent un milieu non perturbé.

Il n'y a pas de concentration en sels nutritifs qui puisse indiquer une perturbation sur l'ensemble des zones sous influence de VNC. Le lagon calédonien est oligotrophe et sensible aux apports en sels minéraux, engrais et matières organiques (exemple de la prolifération d'algues en face la zone Deva sur la côte Ouest de la Calédonie), mais VNC n'envoie aucun effluent domestique et aucun engrais et ne fait pas encourir un tel risque de prolifération d'algues.

Pour les silicates le gradient « cote/large » met en évidence les apports d'eau douce.

Pour : Carbone, azote et phosphore organiques : NOD, POD, NOP, POP et COP (selon s'ils sont dissous ou particulaires, la distinction entre la matière dissoute et la matière particulaire étant généralement située à la limite de $0,45 \mu\text{m}$.)

Globalement, les concentrations de NOD, POD, NOP, POP et COP mesurées des campagnes 2017 restent dans le même ordre de grandeur que celui des campagnes antérieures depuis 2007. Rien à signaler en baie Kwé.

Après concertation avec les scientifiques océanographes et biochimistes les variations en NOD, POD, NOP et POP analysées depuis 2008 ne permettent pas de donner des tendances indicatrices et sont de l'ordre de la recherche fondamentale plus que d'un suivi centré sur des indicateurs d'alerte industriels.

6.2.3.7 Au niveau du cuivre et du zinc

Ce sont des marqueurs d'activités urbaines (ou portuaires), au port de Prony leur évolution est suivie avec la plus grande attention avec 4 prélèvements à 3 profondeurs /an et un rapport annuel dédié. Ces concentrations n'ont montré aucune élévation au port de Prony, ni en Baie Kwé.

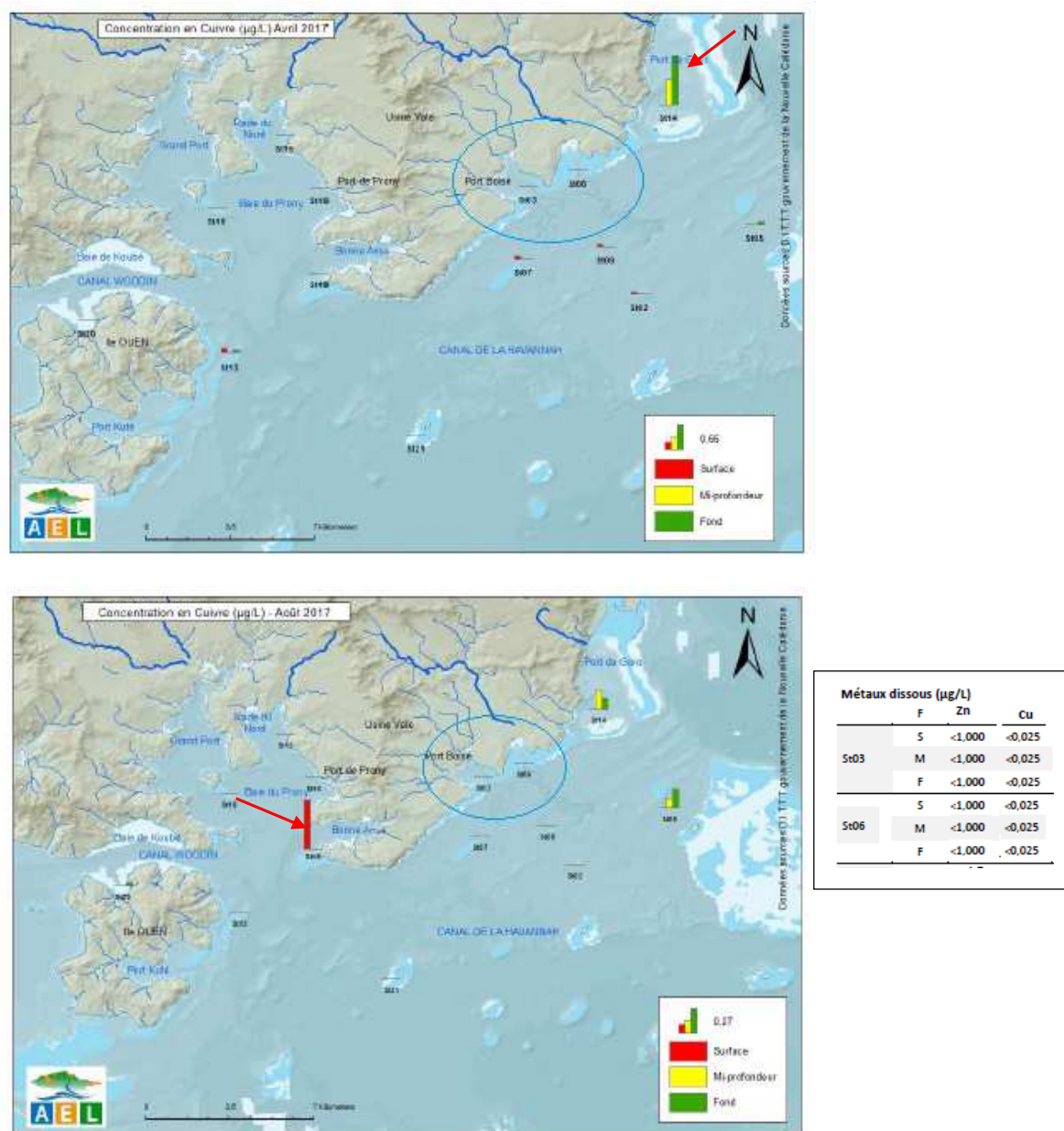


Figure 191 : Concentrations en Cu en AVRIL et en AOÛT 2017

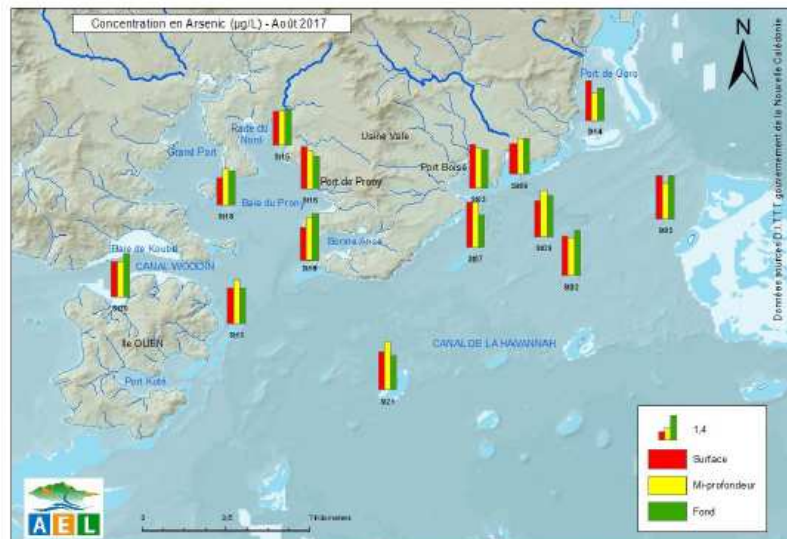
Les concentrations en Zn restent le plus souvent < LQ dans tout le domaine évaluée.

6.2.3.8 Pour Cd, As et Fe

Cd : Les concentrations en cadmium sont toutes en dessous de la LQ fixée ($<0,025 \mu\text{g/L}$)

As : Les concentrations moyennes en arsenic sont relativement proches pour l'ensemble des zones étudiées. La zone présentant une moyenne plus élevée est celle du Canal de la Havannah, l'As étant un indicateur d'apport marin (eau du large). Globalement, aucune tendance claire (horizontale ni verticale) n'est constatée. L'arsenic étant un élément ubiquiste, les variations sans un apport tiers, sont à lier avec les évolutions naturelles du milieu. Aucune anomalie quant aux concentrations en As n'a été observée en baie Kwé. (Cf. figures suivantes).

Fe : Le fer est mesurable uniquement dans la zone du Canal de la Havannah (St02-S et F, St05-S et F, St21), de la Baie du Canal (St06-S et M ainsi qu'en St14-S, M et F) et à l'île Ouen (St20-F).



Même ubiquité en avril et les années précédentes

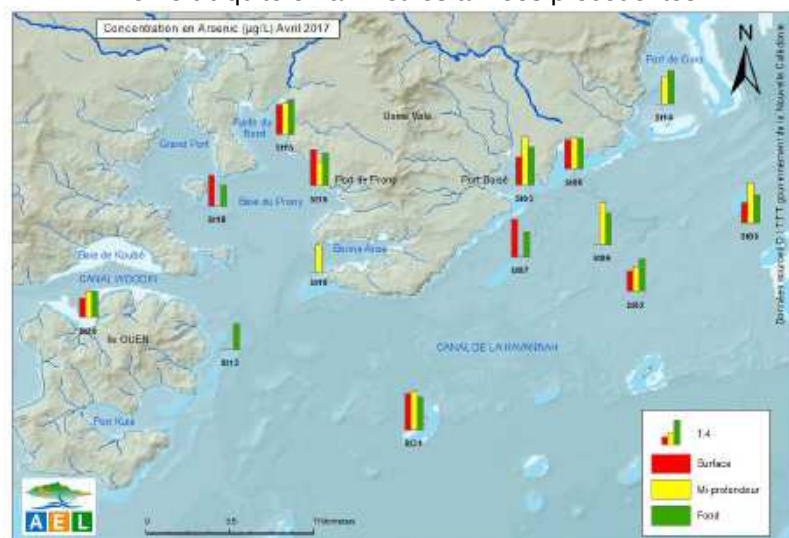


Figure 192 : Concentrations en As dissous dans la zone sud du lagon de Nouvelle-Calédonie lors de la campagne semestrielle d'août 2017

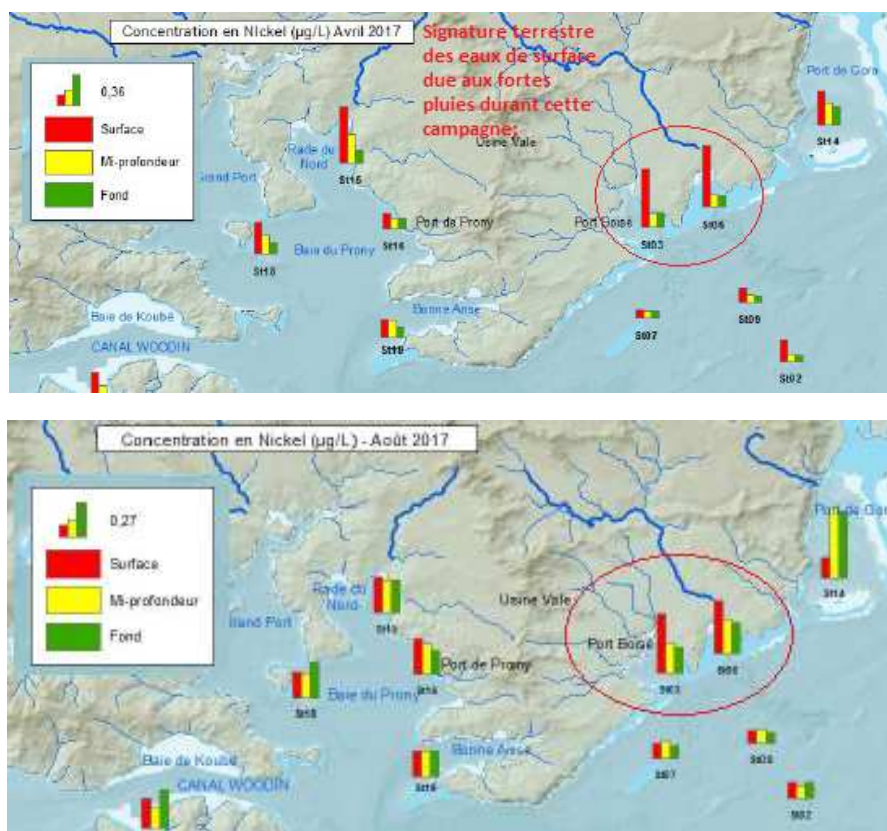
6.2.3.9 Au niveau des métaux indicateurs terrigènes : Ni, Co Cr, Cr(VI), et Mn

Les concentrations Ni, Co, Cr, Cr(VI) et Mn aux stations influencées par les apports terrigènes mettent en évidence une distribution verticale prononcée dues aux eaux douces de surface qui les véhiculent. Comme observé lors des précédentes campagnes, les concentrations de ces métaux se distribuent selon un gradient côte-large bien défini. On notera, par ailleurs, une corrélation significative des concentrations pour Co, Cr(VI) et Ni (mais pas le Fer) qui sont des indicateurs terrigènes du contexte géologique de la région.

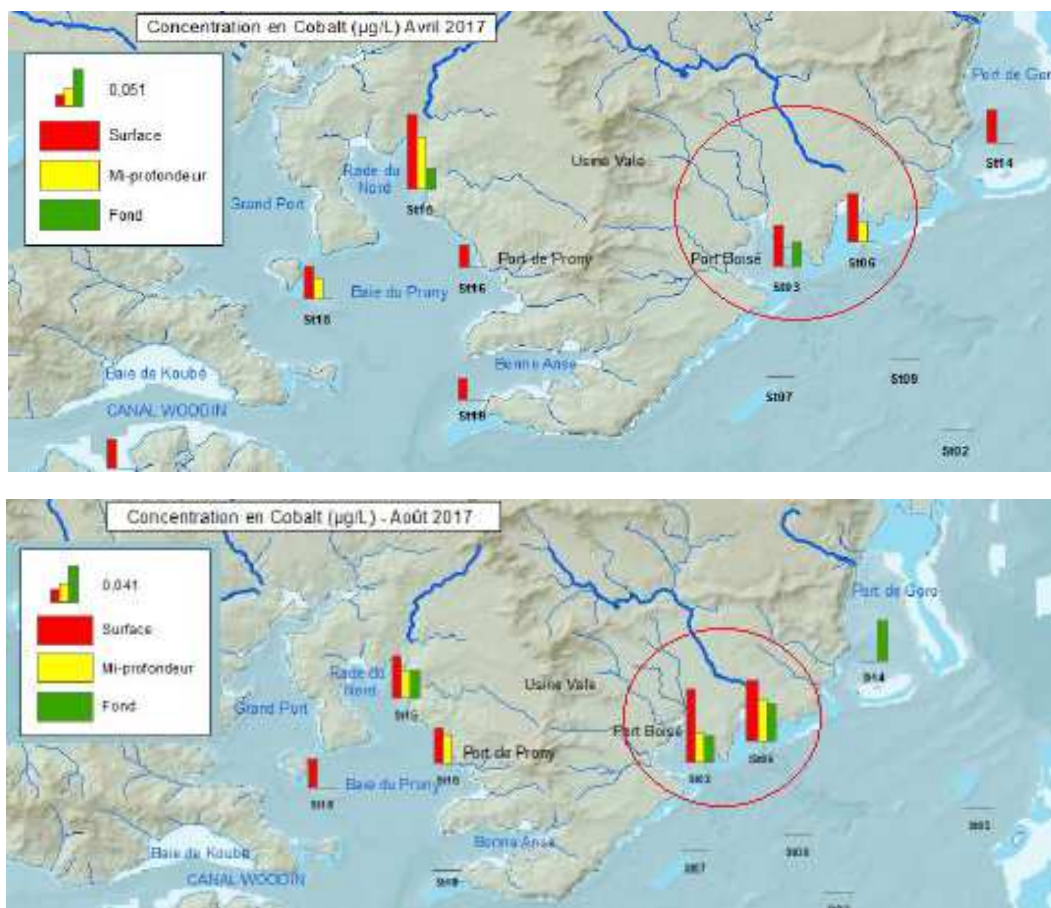
Les stations du canal de la Havannah sous influence océanique se différencient nettement des stations des baies influencées par les apports terrigènes (St03, St06, et Prony : St16, St18 et St19), même lors de fortes pluies et de crues avec panaches turbides. Les stations du canal sous influence marine montrent de très faibles concentrations en Ni, Co, Cr, Cr(VI) et Mn ; (effet de la barrière hydro dynamique).

Les comparaisons spatiales sont effectuées dans le but de contrôler rapidement une station sous impact éventuel par apport aux stations témoins qui l'entourent, dans la même hydro- région.

Remarquez la similitude des fluctuations entre la baie Kwé (St 06) et celle de Port Boisé (St 03); les fortes pluies d'avril 2017, induisent une signature terrestre normale des eaux de surface (Ni, Co, Cr, Mn) qui reste dans la normalité et ne montre aucune augmentation en baie Kwé (par rapport à la baie de Port boisé).



Figures 193 : Concentrations en Ni, campagnes d' AVRIL et AOUT 2017



Figures 194 : Concentrations en Co, campagnes d'AVRIL et AOUT 2017

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

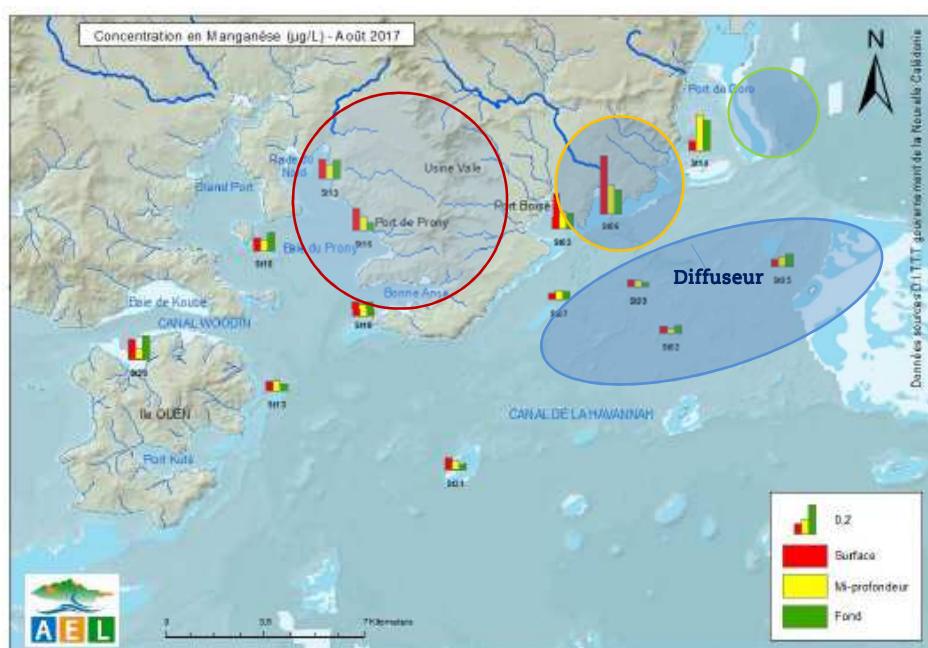


Figure 195 : Concentrations en Mn et Cr sur toutes les stations- AOUT 2017

Le Chrome est suivi avec attention. C'est un indicateur terrigène dans le contexte géologique calédonien. La figure suivante présente un comparatif spatial de la distribution en Cr (VI) lors de la campagne d'AOUT 2017. Les stations témoins sont comparables aux stations d'éventuel impact.

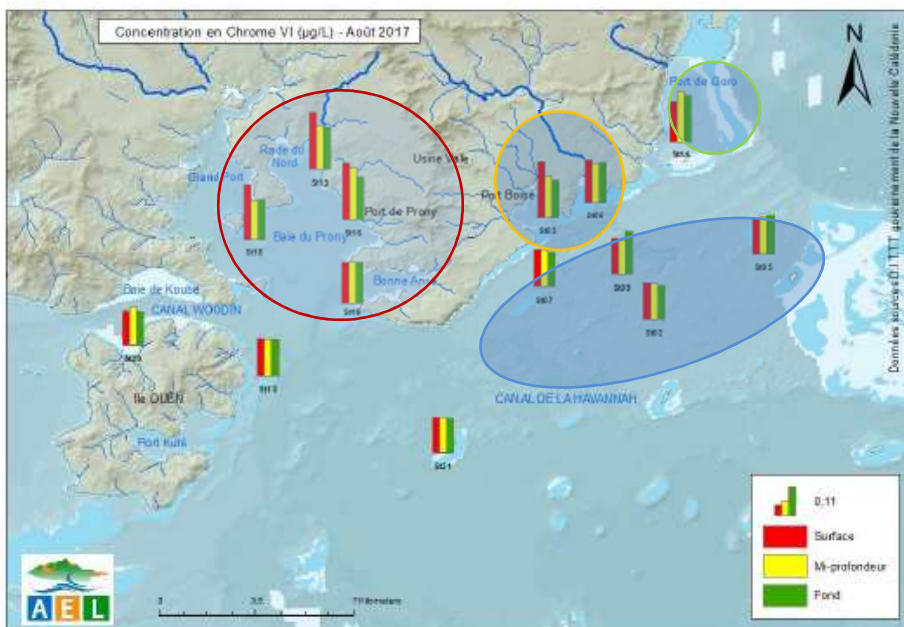


Figure 196 : comparatif spatial de la distribution en Cr (VI) lors de la campagne d'AOUT 2017.

Globalement, les concentrations d'As, Cr(VI), Cr-total, Co, Mn et Ni mesurées en 2017 restent dans le même ordre de grandeur que celles recueillies lors des campagnes précédentes depuis 2007.

Le paragraphe suivant est très important, il s'agit de l'analyse de l'évolution des paramètres au fil des missions effectuées. En effet, il est nécessaire de raisonner non pas uniquement en photographies d'un instant « t » parce que l'état ponctuel est dépendant du fond géologique et géographique ainsi que de la météorologie et de la courantologie de l'hydro-région concernée, mais il est nécessaire d'analyser les évolutions des paramètres, en corrélation avec les événements météorologiques qui peuvent être très intenses sous les tropiques (en 2013 par exemple) et en prenant en compte les fluctuations saisonnières.

Les variations elles-mêmes doivent être significatives et prendre en compte les cycles saisonniers (sur les algues par exemple), une comparaison entre deux seules années consécutives n'a pas de sens, des années exceptionnellement favorables (2015 par exemple, au niveau du corail et des poissons) ne peuvent qu'être suivies d'une année moins exceptionnelle, sans pour cela que cela soit un signe alarmiste.

Remarquer que l'année 2013 avec ses deux épisodes pluvieux exceptionnels a bien été enregistrée par les paramètres indicateurs d'influence terrigène qui ont donné des niveaux d'alertes évidents, ce qui prouve leur pertinence et la qualité des analyses. (Suite à ces faits, des campagnes de suivis et d'études supplémentaires ont été effectuée en 2013 sur la côte nord du canal de la Havannah et en baie du Prony).

Les eaux de surface sont les plus sensibles aux perturbations, le suivi temporel de l'indicateur Mn est très informatif, comme le montre la figure suivante. 2017 montre une station St06 en baie Kwé non perturbée, (indicateur Mn), même après les fortes précipitations d'avril (cyclone Cook) durant les prélèvements. Ceci pour les eaux prélevées en surface dans le premier mètre d'eau.

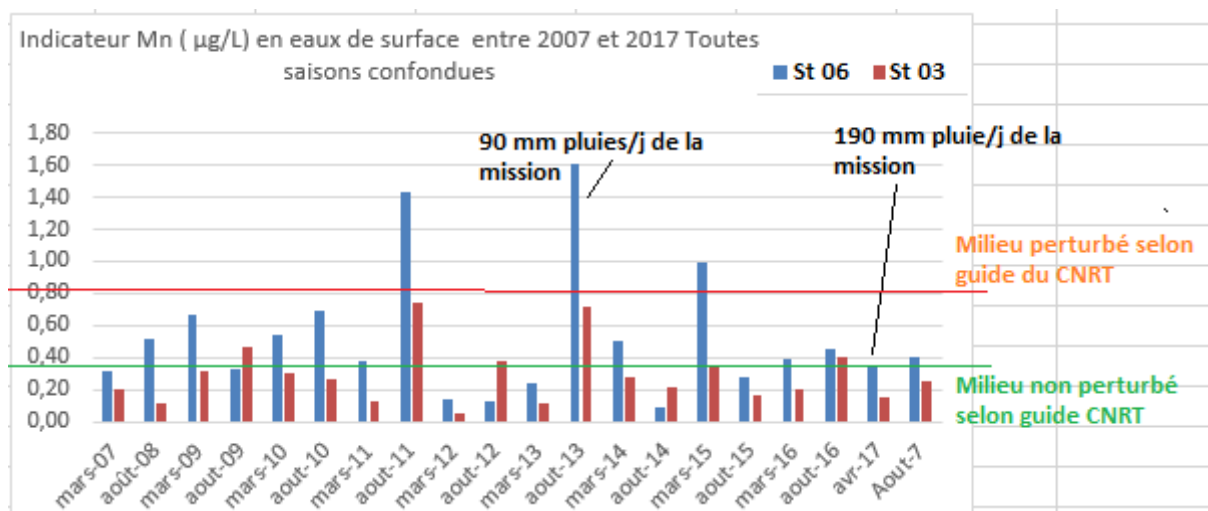


Figure 197 : Concentrations en métaux indicateur Mn dans les eaux les plus sensibles (de surface) de la baie Kwé et de son témoin la baie de Port Boisé, entre 2007 et 2017.

Si on considère la concentration moyenne de l'élément sur toute la colonne d'eau, puisque les prélèvements ont aussi lieu à moyenne profondeur et au fond (triples analyses), les concentrations sont moindres et en dessous de la limite guide « *milieu non perturbé* » du guide du CNRT.

Le chrome (VI) est aussi un élément suivi avec attention, voici sa courbe évolutive depuis 2008, dans le premier mètre d'eau le plus sensible, comme indiqué si dessus les concentrations sont moindres si l'on prend toute la colonne d'eau.

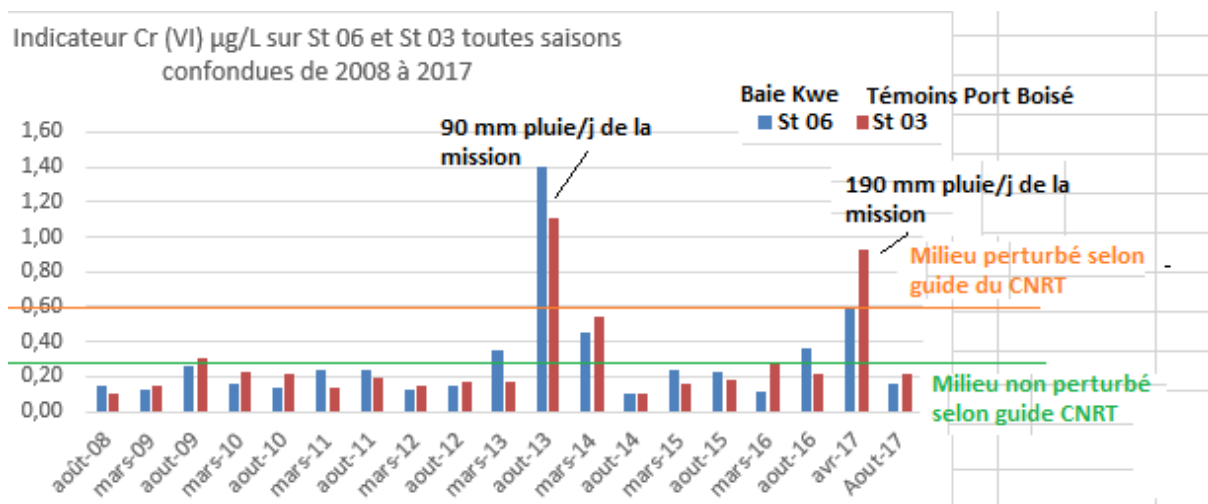


Figure 198 : Concentrations en métaux indicateur Cr (VI) dans les eaux les plus sensibles (de surface) de la baie Kwé et de son témoins la baie de Port Boisé, entre 2007 et 2017.

Ce type de suivi évolutif peut être effectué sur les 52 paramètres suivis et au trois profondeurs, cependant il est nécessaire de se focaliser sur les indicateurs « sentinelles ».

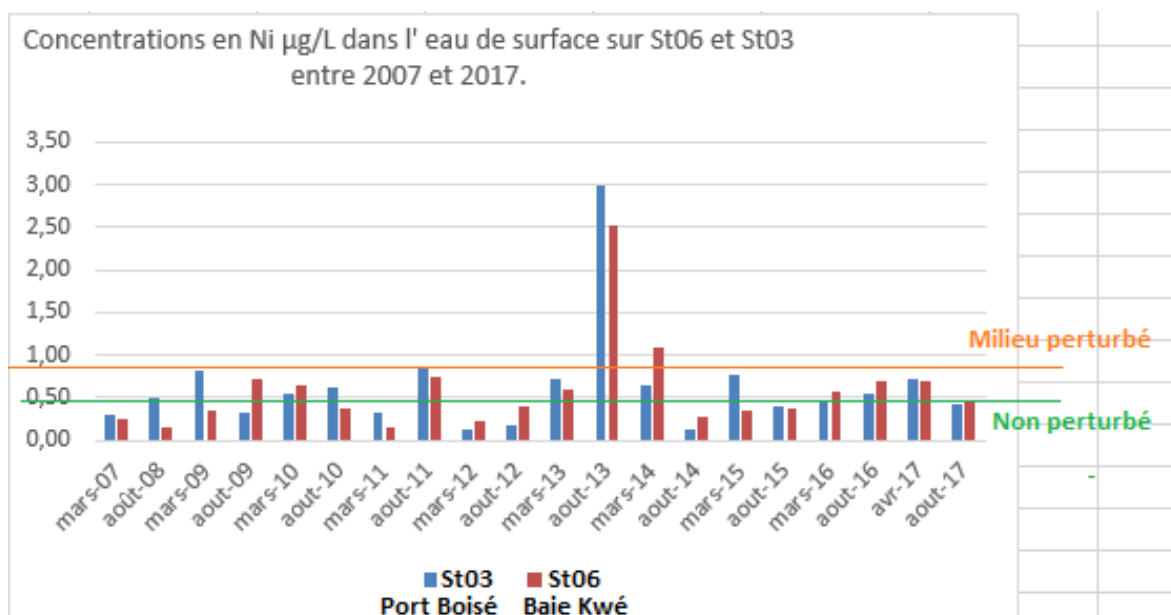


Figure 199 : Concentrations en métaux indicateur Ni dans les eaux les plus sensibles (de surface) de la baie Kwé et de son témoins la baie de Port Boisé, entre 2007 et 2017

CONCLUSION DU SUIVI DE LA QUALITE PHYSICO CHIMIQUE DE L'EAU DE MER 2017 :

Au cours des deux campagnes 2017 il n'apparaît aucune non-conformité aux valeurs attendues

- par rapport aux valeurs des états de référence,
- par rapport aux campagnes précédentes,
- ni par comparaison avec des stations homologues (St 03 témoins pour St 06).

6.2.4 Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées

Les missions de suivi 2017 se sont déroulées du 13 au 15 avril 2017 (semaine 15), du 4 au 6 mai 2017 (semaine 18) et en septembre 2017. Les phases lunaires de mortes eaux sont privilégiées. Les missions ciblent les périodes de moindre marée (syzygie lunaire) et de courants relativement faibles, notamment aux heures d'étales.

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 phénomène mondial « El Niño ». Fin 2016 la richesse corallienne augmente. En 2017 la stabilité domine.

2017 : La biodiversité corallienne est importante et en légère augmentation . Les nouvelles espèces sont adaptées à la turbidité

- Recouvrement corallien stable 21,5 % en A et seulement de 0,5 % en B
- Blanchissement corallien faible < 1% des coraux
- Absence de *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae* (étoiles de mer qui consomment les coraux)
- Cynobactéries stables, tuff algal et Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* + Algue brune *Lobophora* mais sans bloom
- Sédimentation toujours observée par du sable et des débris de coraux mais pas d'envasement massif (Cf. figure suivante)
- Aucune espèce exogène n'a été observée

Une station globalement en excellente santé ne présente pas une absence totale de stress, plus le suivi est finement réalisé par des spécialistes attentifs, et d'avantages de maladies ou anomalies sont détectées, donc certains indices sont notifiés « en rouge » mais ces stress sont d'origine naturelle et n'indiquent pas un impact ou une menace anthropique. L'état « originel » d'un écosystème n'est pas un état idéal parfaitement dépourvu de toute marque de stress.

Les caractéristiques quantifiées de la station St 08 en 2017 sont données dans le rapport annuel 2017 qui indique toutes les stations et les données brutes, en voici la synthèse :

6.2.4.1 Pour le Substrat (suivi par la méthode LIT)

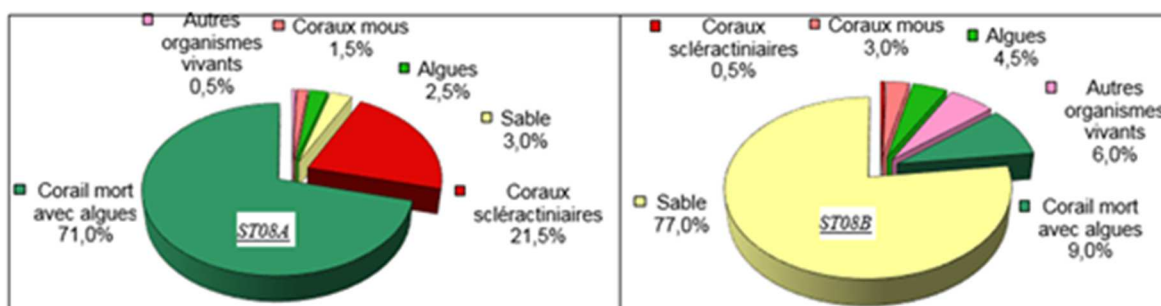


Figure 200 : LIT Substrat S2/2017 sur ST 08

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. (Cf. figure suivante). Ce fait, plus le très faible taux de blanchissement et le recrutement de juvéniles, sont très positifs.

Le transect du fond (ST08B), comme sur toutes les stations du lagon, est peu représentatif en coraux durs, la donnée 2009 reste sujette à caution. Le transect A, très sensible aux panaches d'eau dessalée, montre un taux de recouvrement en coraux stable.

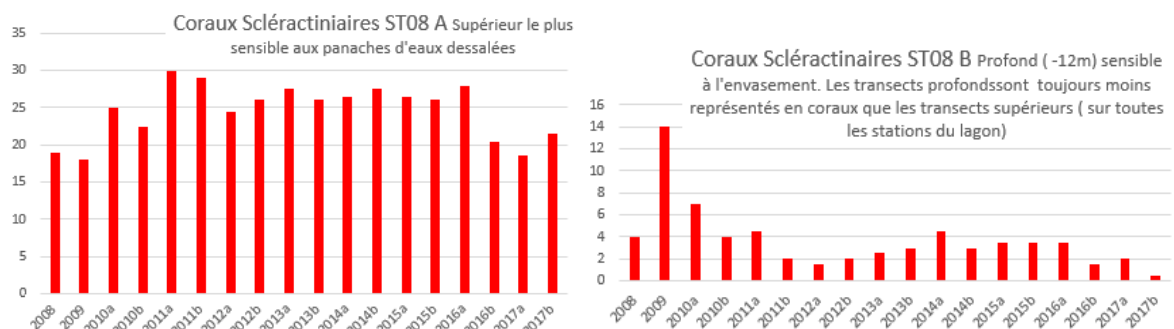


Figure 201 : Evolution des coraux durs (Scléractinaires) sur la station ST08 entre 2008 et 2017 par suivi LIT du substrat.

Sur le fond (ST08 B, - 12m) la variabilité spatiale des bancs de sable qui se déplacent est la raison des variations de la partie abiotique du substrat. (*Cf. figure suivante*). Il n'y a pas de vase à ce niveau, ST08 B subit un hydrodynamisme qui ne permet un dépôt de vases sur son fond, (comme cela est en baie du Prony qui est une baie avec des sédiments fins, naturellement).

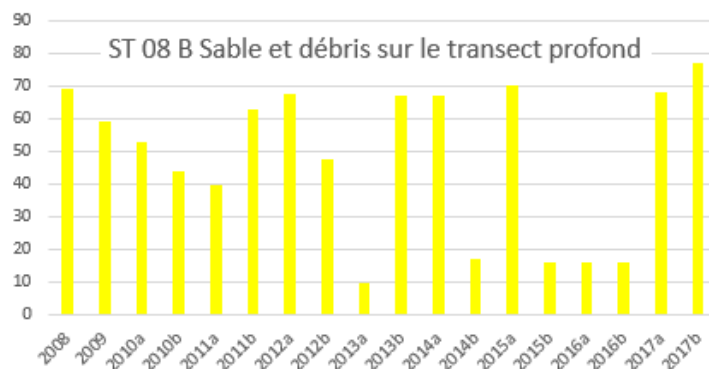


Figure 202 : Evolution du sable et des débris de fond Station ST08-2008 à 2017. Suivi LIT du substrat.

Si l'on suit l'évolution de la partie biotique (vivante) entre 2008 et 2017 sur le *transect* supérieur on remarque une grande stabilité de la partie vivante (*Cf. Figure suivante*), cela confirme bien que l'habitat corallien est stable (comme indiqué plus haut avec le suivi du % de Scléractinaires).

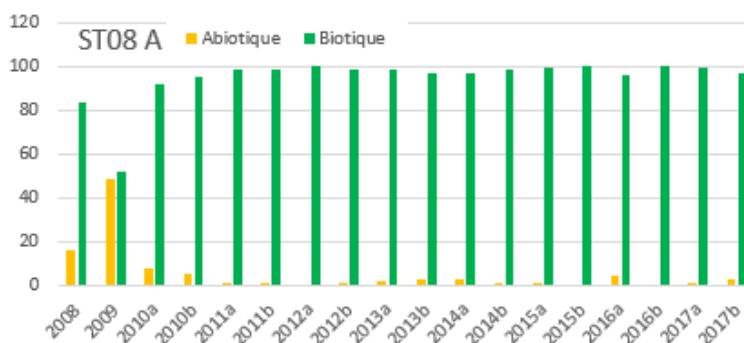


Figure 203 : Evolution du ratio Biotique/Abiotique Station ST08-2008 à 2017. Suivi LIT du substrat

Les *transects* des fonds supérieurs à -10 /-12 m sont peu significatifs pour surveiller la qualité des écosystèmes coralliens (sauf pour suivre l'envasement comme en baie du Prony par exemple), cependant il est noté ici que la partie biotique sur ST08 B est très variable et qu'une tendance à la diminution doit être surveillée, cependant les déplacements des bancs de sable, débris et des coraux brisés avec ou sans tuf algal dessus font que les données sont d'une grande variabilité naturelles à ce niveau.

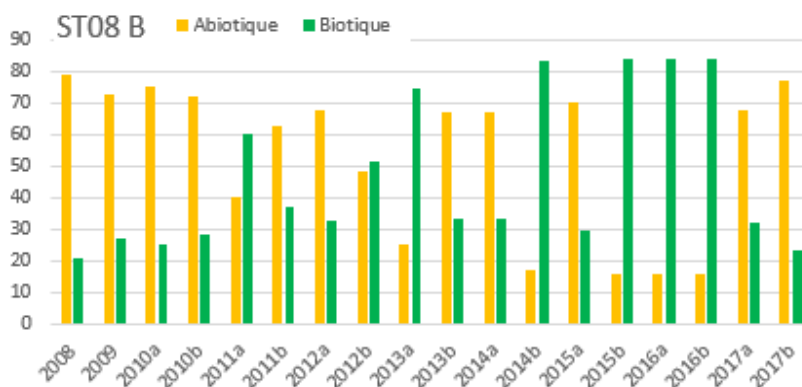


Figure 204 : Evolution du ratio Biotique/Abiotique -Station ST08- 2008 à 2017. Suivi LIT du substrat du fond

Attention : Selon plusieurs études le LIT est une méthode présentant des variations moyennes de l'ordre de 20%, y compris pour un même opérateur. Les scientifiques ne donc gardent que la marge supérieure à 20% de fluctuation comme modifications significatives. (Cf. rapport le rapport intégral S2/2017 pour les explications plus poussées et la bibliographie).

Fin 2017 : Hormis les fluctuations cycliques du sable (avec les coraux morts recouverts d'algues), globalement, la station est stable. Sans blanchissement ni étoiles de mer ravageuses des coraux. **Au niveau du benthos évalué sur des couloirs de 100m² : Stabilité**

6.2.4.2 Au niveau du benthos évalué sur des couloirs de 100m² : Stabilité

Tableau 83 : Evolution de la richesse spécifique du benthos (hors coraux durs) sur ST 08 entre avril et septembre 2017 (gain/perte en taxa)

	ST08	
	Puka	
	A	B
Macrophytes	-2	0
Cyanobactéries	0	0
Invertébrés	3	8
Richesse taxonomique totale	1	8

- La richesse taxonomique a augmenté en septembre 2017 par rapport à avril 2017
- La richesse taxonomique est équivalente (à +/-2 taxa prêt) entre avril et septembre 2017
- La richesse taxonomique a diminué en septembre 2017 par rapport à avril 2017

6.2.4.3 Au niveau des poissons :

Sur l'ensemble des transects de la station, 80 individus appartenant à 31 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0,78 poisson/m² pour une biomasse de 9,98 g/m². 104 espèces complémentaires (hors des transects et hors liste restreinte) ont été observées sur la station. Celle-ci occupe un rang similaire au fil des missions, par rapports aux autres stations dont celle de forts indices poissons en réserve Merlet ou sur Ionontea ou encore dans le canal Woodin.

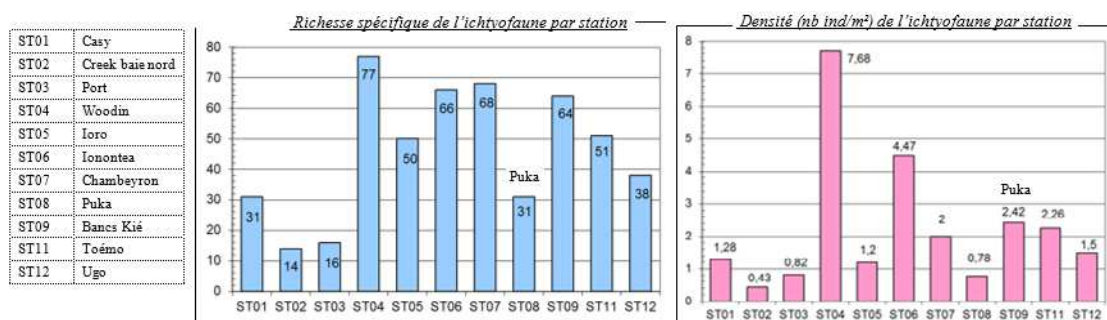


Figure 205 : Richesse spécifique et densité sur listes restreintes ST08 (et autres stations)

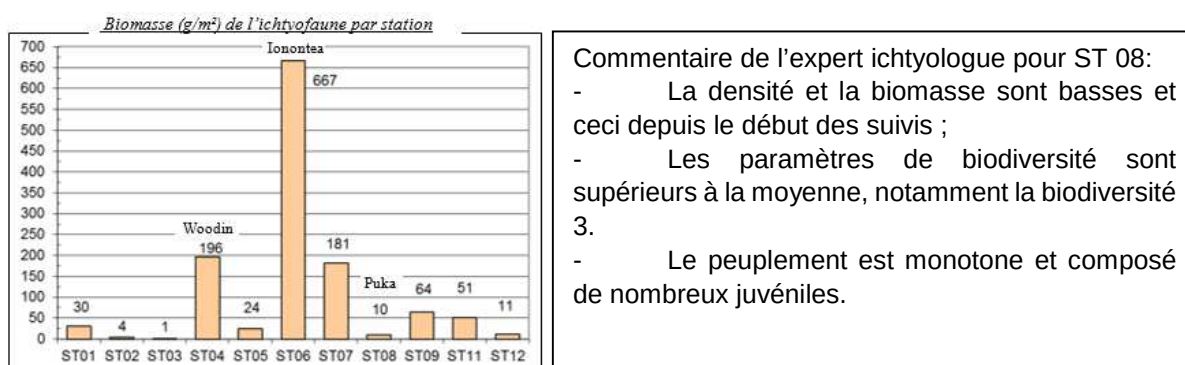


Figure 206 : Biomasse sur listes restreintes ST08 (et autres stations)

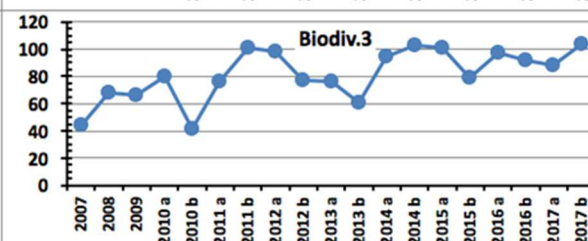
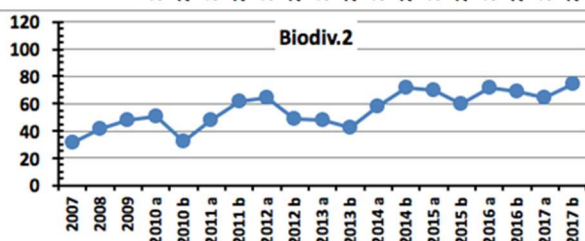
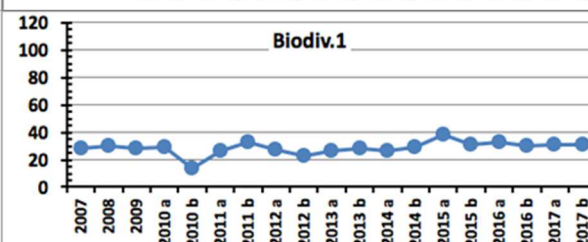
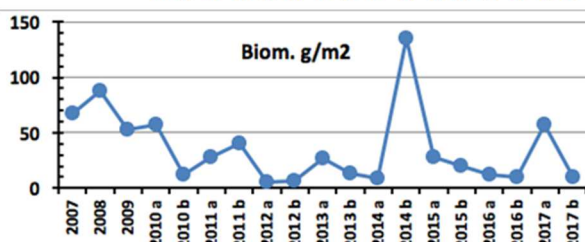
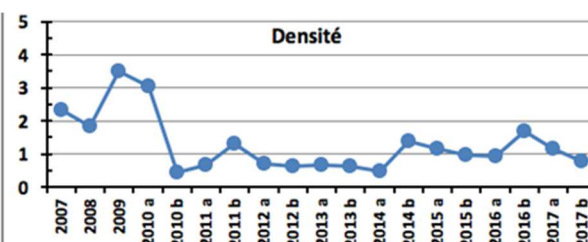
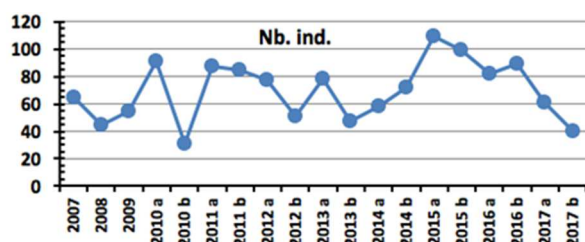
Les résultats pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau suivant et les figures suivantes.

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,
- de biodiversité 2 : espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte,
- de biodiversité 3 : toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte).

Tableau 84 : 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
2017 b	Transect A	32	0,79	9,67	17		
	Transect B	48	0,77	10,30	17		
	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

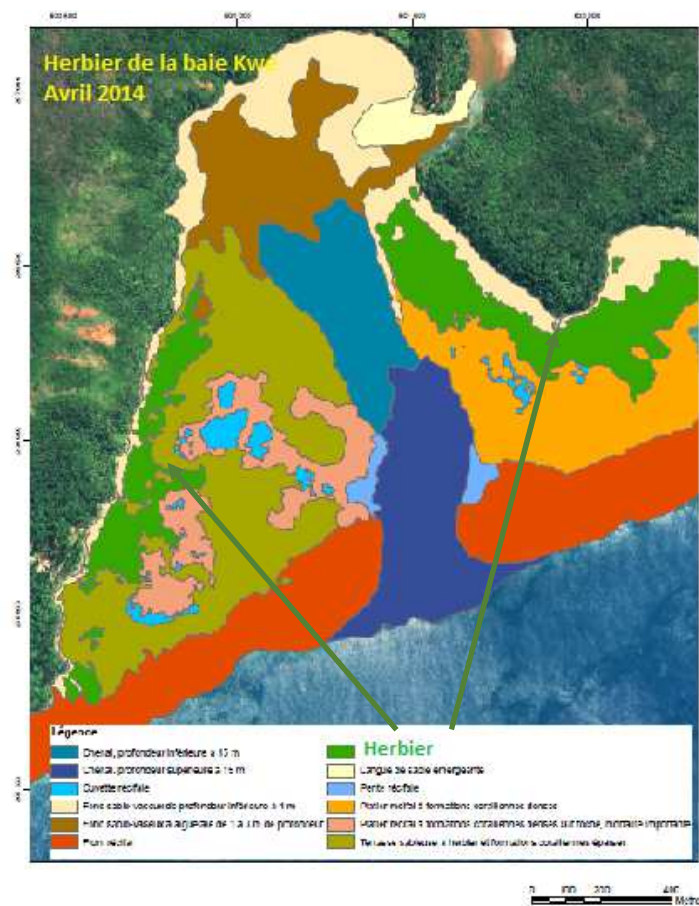


6.2.5 L'herbier de la baie Kwé

Cet herbier (phanérogames sur substrat meuble) situé en baie Kwé avait été mentionné dans les années 1995, puis déclaré comme « non retrouvé » lors des états initiaux, puis à nouveau signalé en 2010 et il fut inventorié de façon précise sur demande de VNC en 2014. Des variations saisonnières ou cycliques de sa surface et de sa composition peuvent être supposées.

Lors des observations réalisées en 2014, cet herbier est apparu séparé en deux herbiers relativement similaires situés à l'est et à l'ouest du chenal d'entrée dans la baie Kwé, sur des fonds peu profonds (moins de 1 m d'eau), il en est pareillement situé en 2017.

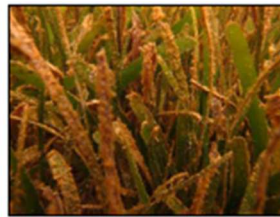
En 2014 ils étaient composés d'un assemblage de phanérogames dont les espèces étaient principalement *Cymodocea serrulata* (qui dominait nettement) et *Halodule uninervis*, puis dans une moindre mesure de *Syringodium isoetifolium* et quelques zones très diffuses et relativement rares de *Halophila ovalis*. En 2017 il semble plus diversifié grâce à *Halophila ovalis* mieux répartie.



Cymodocea serrulata
et *Halodule uninervis*



Halophila ovalis



Cymodocea serrulata
et *Syringodium isoetifolium*

Figure 207 : Baie Kwé, herbier de part et d'autre du chenal central. Aquaterra 2014

La mission de suivi d'avril 2017 donne les résultats suivants.

Tableau 85 : Densités (m^2) des phanérogames et répartition (%) de chaque espèce- Suivi AVRIL 2017

Station	DENSITE (m^2)				%		
	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>	<i>Halophila ovalis</i>	Totale	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>	<i>Halophila ovalis</i>
Zone Ouest du chenal							
HO02	972	136	72	1 181	81	12	7
HO04	336	67	92	494	78	10	13
Zone Est du chenal							
HE03	736	358	69	1 164	63	31	6
HE01	811	206	0	1 017	84	16	0

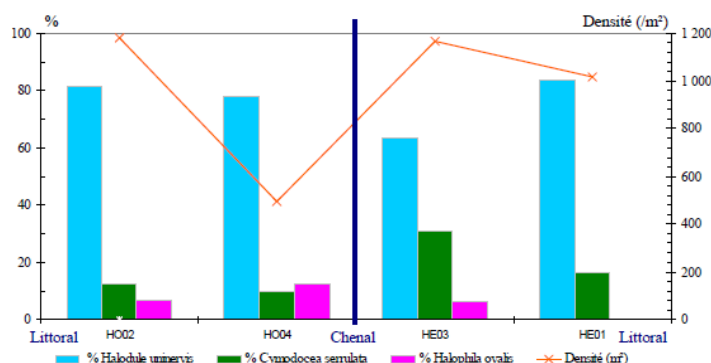
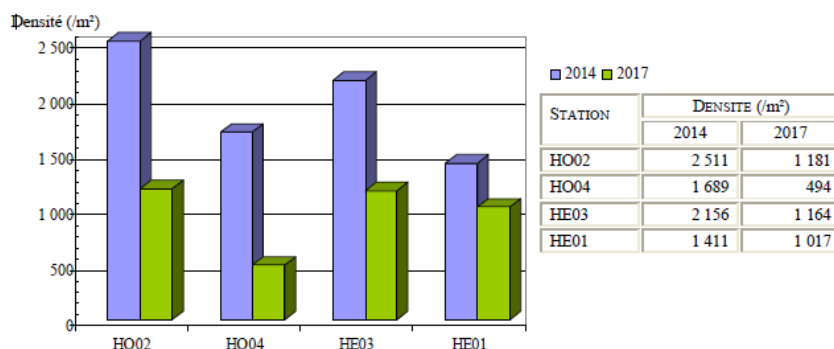


Figure 208 : Densité (m^2) des phanérogames et répartition (%) de chaque espèce par station lors du suivi d'AVRIL 2017

Les stations situées à l'ouest du chenal (HO 02 et HO 04) sont relativement similaires à celles situées à l'est du chenal (HE 03 et HE 01).

L'absence d'une telle formation de phanérogames en baie de Port Boisé (témoin de la baie Kwé) ne permet pas de placer des stations témoins en baie de Port Boisé. D'autre part, la baie de Goro est une hydro-région très différente et elle n'est pas homologuée à ces deux baies précédemment citées (comme le montrent les comparaisons spatiales des indicateurs physicochimiques grâce à la station physico chimique placée en baie de Goro). Un herbier en baie de Goro ne peut pas être témoins de celui de la baie Kwé. Pour cette raison, le suivi de stations HO situées à l'ouest de la baie Kwé, et de stations HE, situées à l'est, a été privilégié. Le panache de sortie des eaux de la rivière Kwé se dirige préférentiellement vers le sud-ouest et les stations est peuvent être des témoins.

Tableau 86 : Densité (m^2) des phanérogames aux stations, pour les deux campagnes 2013 et 2017



Une baisse générale de la densité globale des phanérogames par rapport à l'état relevé en 2014 est observée sur toutes les stations pour ce suivi 2017, elle est particulièrement marquée pour la station HO-04. **Cependant il est aussi noté une légère augmentation de la diversité** sur toutes les stations pour ce suivi 2017 (par rapport à l'état 2014), avec l'apparition de l'espèce : *Halophila ovalis* sur trois stations.

La répartition des espèces a peu varié comme le montre la figure suivante.

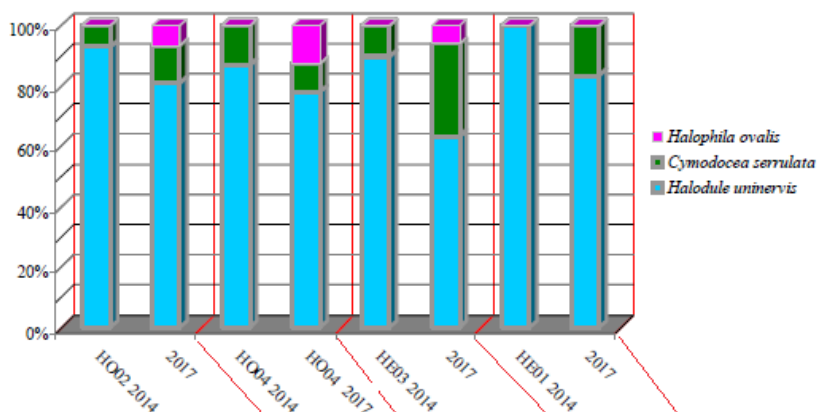


Figure 209 : Répartition (%) des phanérogames par espèce aux stations, pour les deux campagnes de suivi : 2014 et 2017

Aucune espèce exogène n'est observée.

Cette comparaison entre 2014 et 2017 pourrait laisser supposer une tendance évolutive négative entraînant une moindre densité des herbiers aussi bien à l'ouest du chenal (zone qui perçoit les panaches sédimentaires issus de la rivière Kwé de façon intense) qu'à l'est du chenal, zone relativement épargnée par les panaches sédimentaires. Il faut cependant émettre une réserve quant à cette conclusion, du fait que ces herbiers présentent des variabilités assez grandes sur de petites surfaces et donc les quatre quadrats à chaque station en 2017 ne représentent pas exactement le même milieu que celui échantillonné de façon plus vaste en 2014). Il est aussi supposé une variabilité naturelle forte de la surface de cet herbier qui a été mentionné puis n'a plus été mentionné selon les biologistes évaluateurs des états initiaux.

Le suivi de l'herbier est réglementaire (arrêté AEM-2016) et grâce à la mise en place d'une méthodologie de suivi, les connaissances quant à sa variabilité, sa composition et sa surface vont permettre de quantifier son évolution lors des suivis suivants, deux missions ne peuvent pas suffire pour une conclusion significative.

6.2.6 Suivi des taux de sédimentation 2017 (triennal)

La dernière campagne de terrain a été réalisée en mars 2013 sur les quatre stations : St06 en baie Kwé, St 16 au port de Prony, St 15 en face le creek de la Baie Nord et St 13-3 près de l'île Ouen (nord-est de l'île Ouen), des carottes sédimentaires de 14 à 35 cm de profondeur ont été extraites afin de déterminer les taux d'accumulation dans l'aire d'influence du complexe VNC. Ce bilan consacre à la Baie Kwé et aux résultats 2017.

6.2.6.1 Caractéristiques physiques des carottes prélevées. BAIE KWE (St 06) :

La densité humide est particulièrement constante, les valeurs extrêmes ne vont que de 1,37 à 1,68 g/cm³ avec une moyenne de 1,56 ± 0,08 g/cm³.

Les variations mesurées tracent les différents régimes de sédimentation rythmés par les régimes du creek Kwé. Les teneurs en eau et la porosité des sédiments diminuent progressivement des couches récentes vers les plus anciennes, cette évolution reflète le tassement progressif et normal des dépôts.

Comparativement aux campagnes précédentes (2010 et 2013), toutes ces grandeurs sont comparables et ne dénotent aucune modification substantielle des apports.

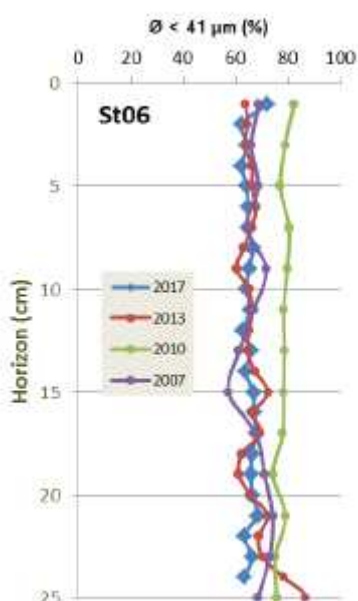
6.2.6.2 Granulométrie des particules. BAIE KWE (St 06) :

Cf. Photographies suivantes (les cm indiqués sont l'horizon plus ou moins profond de prélèvement des sédiments photographiés.)



Figure 210 : Observations au microscope optique des fractions $\varnothing > 40 \mu\text{m}$ des 4 horizons de la carotte St 06 (Grossissement x 80).

La variabilité de la composition en fraction pélitique ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$, fraction fine) est très faible d'une campagne à l'autre. Seule la campagne 2010 fournit des résultats sensiblement plus élevés que les autres, comme le montre la figure suivante.



Stabilité en profondeur (horizon ancien) et en surface (horizon récent) et stabilité par rapport aux carottes prélevées depuis 2007.

La légère différence avec la carotte 2010 est due à l'hétérogénéité du fond, même sur une même station, à quelques cm ou m près du carottage.

Une grande stabilité se dégage de ces 4 carottages St 06, au niveau de % de la fraction fine.

Figure 211 : Evolution du pourcentage en fractions pélitiques ($\phi < 41 \mu m$) le long des 25 premiers centimètres de la carotte St06 et comparaison temporelle des compositions de 2007, 2010, 2013 et 2017

La carotte extraite montre que les sédiments sont très majoritairement carbonatés (77 à 83%) avec une prédominance de débris composés d'Aragonite (41 à 47%). Les phases terrigènes sont essentiellement représentées par de la goethite (14 à 19%).

Des épisodes sédimentaires plus riches en apports terrigènes sont intercalés. L'ensemble est relativement régulier sans tendance évolutive significative sur ce point de prélèvement St 06.

St06.

Phase minérale (%)	Aragonite	Calcite	Goethite	Antigorite
0-1 cm	42,8	37,9	19,3	0,0
3-4 cm	43,7	36,7	15,5	4,1
13-14 cm	46,8	36,4	14,0	2,8
23-24 cm	41,1	37,6	17,3	4,1

Stabilité du % de la phase carbonatée entre horizon ancien et horizon récent (de surface).

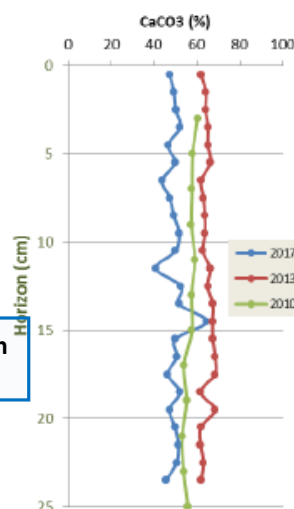


Figure 212 : Composition minéralogique des 4 horizons de la carotte St06. Pourcentages en phases biogènes (Aragonite et Calcite) et terrigènes (Goethite et Antigorite). Et : Teneurs en carbonates de calcium ($CaCO_3$) dans les sédiments. Comparaison avec les profils des campagnes 2010 et 2013

6.2.6.3 Composition géochimique des sédiments. BAIE KWE (St 06) :

Sont analysées dans chaque horizon : Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni, les graphiques suivant présentent les résultats avec une comparaison avec les campagnes antérieures.

Pour chaque élément, les profils de concentration montrent une variabilité relative des valeurs. Ces fluctuations ne sont pas synchrones et **ne permettent pas de mettre en évidence une quelconque tendance temporelle des concentrations**.

Seules les concentrations de Mn montrent une certaine corrélation avec Co, Cr et Fe ; le calcium ne montre pas d'anti-corrélation bien marquée.

Ces observations suggèrent que la carotte est le résultat de la sédimentation de particules provenant de différents termes sources provenant tantôt du creek Kwé, tantôt du platier récifal, voire des dépôts de sédiments remobilisés, au gré des conditions hydro-climatiques. (Rappel : influence des vents dans la remise en suspension de MES)

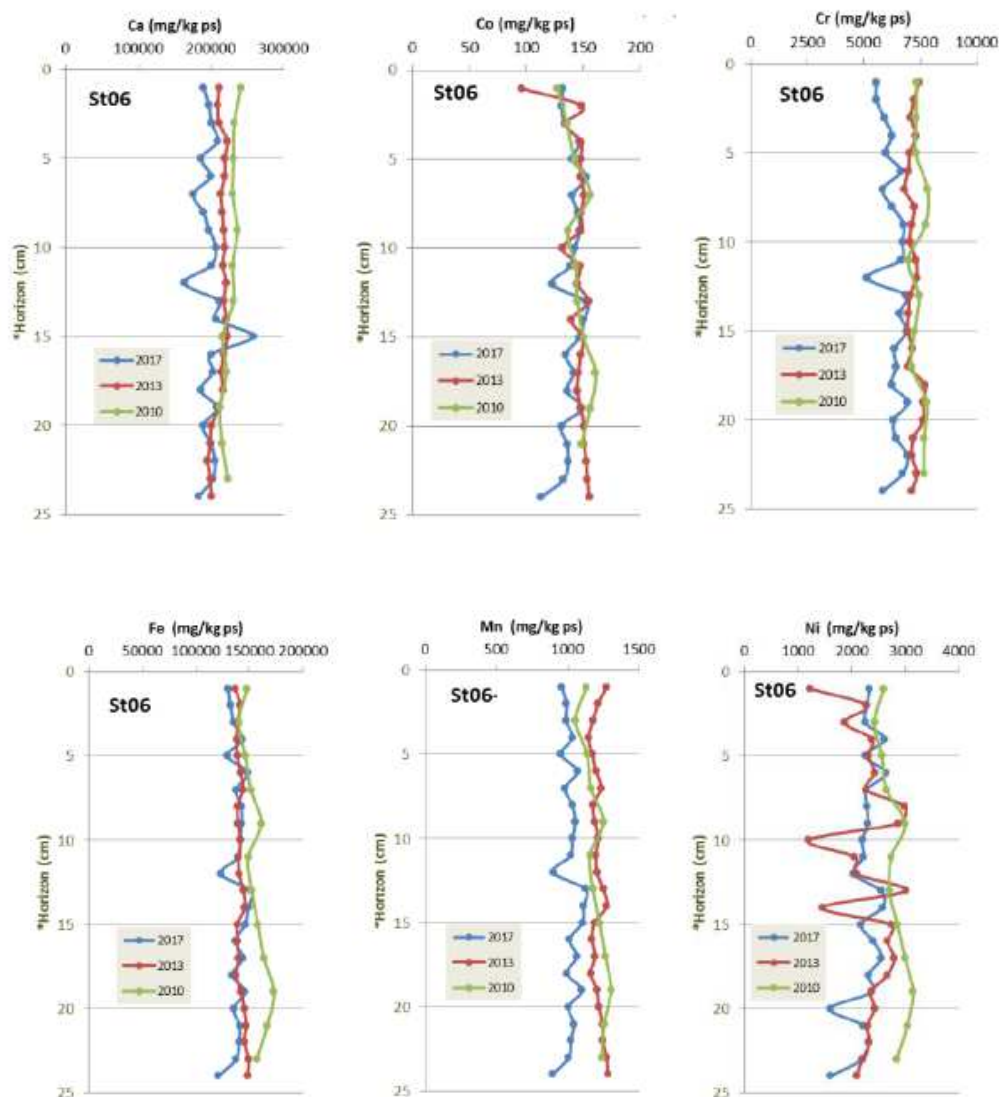


Figure 213 : Profils de concentration de Ca, Co, Cr, Fe, Mn et Ni dans les sédiments de la carotte St 06 pour les campagnes 2011, 2013 et 2017.

6.2.6.4 Les taux de sédimentation BAIE KWE (St 06) :

Cf. les rapports semestriels (dont le rapport de fin d'année 2017) et leur annexe « Méthodologie » pour plus d'information sur la technique de datation au ^{210}Pb (géochronologie) qui est basée sur la détermination de la radioactivité du « ^{210}Pb en excès » dans les couches sédimentaires. + Bases de données brutes.

Il est possible d'estimer le taux d'accumulation moyen à $1,22 \text{ g/cm}^2/\text{an}$. Cette valeur est identique à celle de 2013 ($1,23 \text{ g/cm}^2/\text{an}$).

D'après le guide du CNRT/Zonéco (2011, en cours de révision), en zone proche d'une embouchure de creek permanent, un taux de sédimentation de $0,40$ à $1,80 \text{ g/cm}^2/\text{an}$ indique une zone modérément perturbée d'un point de vue sédimentaire (sans en donner la cause). Au-dessus de $1,80 \text{ g/cm}^2/\text{an}$ le taux de sédimentations indiquerait une perturbation forte.

Les analyses suggèrent qu'il s'agit :

- d'une sédimentation rythmée voire pulsatile.
- que les flux sédimentaires ont globalement augmenté depuis les années 80 et d'autre part, que le flux de sédiments transportés est irrégulier depuis les années 2005, généré, pour une part, par des épisodes fortement pluvieux comme celui de juillet 2013 ($470 \text{ mm}/48\text{h}$),
- et qu'actuellement, en horizon récent, la tendance qui semble se dégager est un retour à des flux plus faibles.

Rappel sur la méthodologie et les analyses interprétatives :

La représentation semi-logarithmique des mesures du « ^{210}Pb en excès » en fonction de la profondeur est présentée dans la figure suivante.

Si l'on observe deux ou trois tendances de décroissance radioactive différentes (deux ou trois pentes différentes) alors elles traduisent deux ou trois épisodes sédimentaires différents. Un taux de décroissance radioactive rapide et régulier indique un dépôt plus ou moins stabilisé avec un taux d'accumulation calculable. Si au contraire la pente faiblit, s'il n'y a plus de décroissance radioactive cela signifie un dépôt brutal intense.

Exemple : au niveau de la carotte extraite en 2013 en baie Kwé : trois pentes différentes sont discernables avec un horizon intermédiaire n°2 (entre 5 et 13 cm) assez « chaotique ».

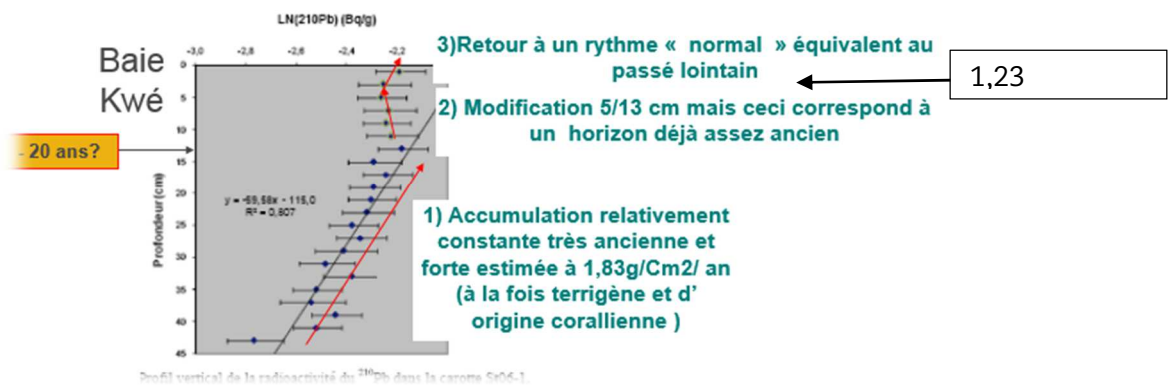


Figure 214 : Profil de la radioactivité du « 210Pb en excès » (Bq/g) dans les sédiments de la carotte St06. Année 2013. Estimation du taux.

La datation des horizons est difficile, plusieurs méthodes donnent souvent des réponses décalées, mais cette incertitude de datation ne concerne pas ces faits avérés de pentes et donc de taux de dépositions différents.

En rappel : Pour la baie Kwé (St 06), un flux de particules moyen de **1,25 g/cm²/an**, très proche du taux d'accumulation calculé, a pu être estimé (AEL-2013) pour la période 2007 à 2013. (Le flux de particules peut être très différent du taux de sédimentation en fonction de la courantologie et autres facteurs)

Les carottes extraites en octobre 2017 ne présentent pas de rupture de pente et pas de phases distinctes, comme le montre la figure ci- dessous.

Il est possible d'estimer le taux d'accumulation moyen (carotte 2017) qui est de **1,22 g/cm²/an (2017)**. Cette valeur élevée, est identique à celle de **2013 (1,23 g/cm²/an)** dans son horizon haut.

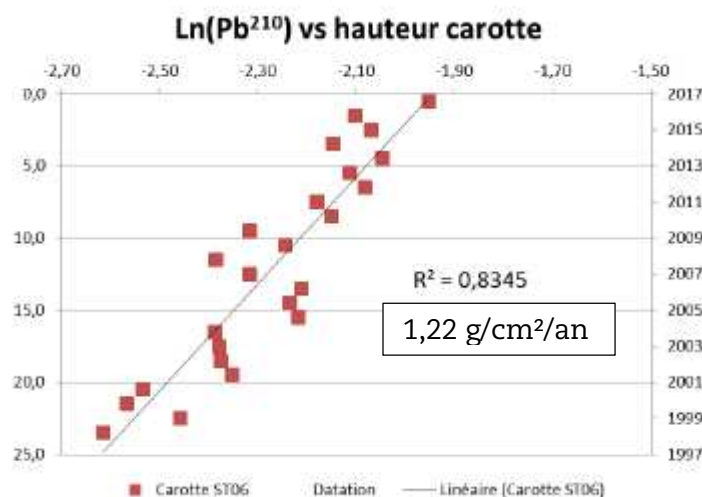


Figure 215 : Profil de la radioactivité du « 210Pb en excès » (Bq/g) dans les sédiments de la carotte St06. St06 BAIE KWE Année 2017. Les datations portées sur l'axe droit correspondent au modèle CRS.

La problématique de la datation des horizons (récents en surface, anciens en profondeurs) est complexe et les différents modèles peuvent conduire à des décalages.

Trois modèles ont été testés et présentés dans le rapport d'étude de la sédimentation 2013. Les voici :

Horizon (cm)	MODÈLE « CONSTANT RATE SUPPLY » (CRS)			MODÈLE « CONSTANT INITIAL CONCENTRATION » (CIC)			CRS/MV		
	²¹⁰ Pb (Bq/g)	Age (an)	Date calculée	²¹⁰ Pb (Bq/g)	Age (an)	Date calculée	Masse cumulée (g/cm ²)	Age (an)	Date calculée
0-1	0,1228	0,0	2013	0,1228	0,79	2012	0,991	0,807	2012
1-2	0,1235	4,3	2009	0,1235	0,61	2013	2,109	1,718	2011
2-3	0,1181	10,0	2003	0,1181	2,04	2011	3,021	2,461	2011
3-4	0,1098	15,2	1998	0,1098	4,38	2009	3,942	3,211	2010
4-5	0,1134	21,1	1992	0,1134	3,33	2010	4,844	3,945	2009
5-6	0,1042	28,4	1985	0,1042	6,05	2007	5,790	4,716	2008
6-7	0,1120	37,4	1976	0,1120	3,74	2010	6,712	5,467	2008
7-8	0,1061	50,8	1962	0,1061	5,47	2008	7,667	6,244	2007
8-9	0,1041	73,5	1940	0,1041	6,09	2007	8,614	7,016	2006

Figure 216 : Datation des horizons sédimentaires de la section supérieure (0-10 cm) de la carotte St06 par les modèles CRS, CIC et CRS/MV. (Rapport 2013)

Le modèle le plus proche de la réalité selon les experts et dans ce cas de la baie Kwé précis serait le CRS suivant, il donne une possibilité de datation sur l'axe des ordonnées.

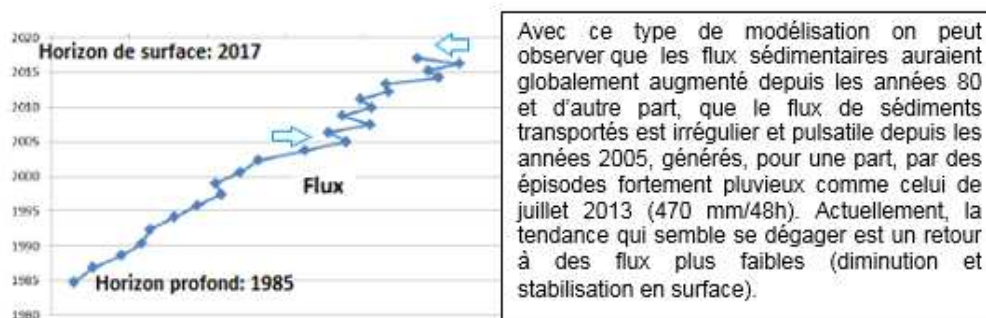


Figure 217 : Evolution temporelle du profil de flux sur St 06 (Baie Kwé). Modèle de datation CRS-2017

6.2.7 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, ce suivi est triennal (sauf au port où il est annuel), aucune campagne globale ne s'est déroulée en 2017.

Pour ce rapport 2017 consacré à la baie Kwé, les résultats 2015 sont résumés ici.

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

En baie Kwé comme en baie de Port boisé, la fraction de signature marine (calcite) représente la moitié des sédiments. Cela est en cohérence avec le travail effectué sur les carottes sédimentaires récoltées pour le taux de sédimentation (50% CaCO₃).

Station	localisation	Mineral							
		% Calcite	% Aragonite	% Goethite	% Gibbsite	% Sillimanite	% Nchwaningite	% Kaolinite	% Brucite
St03	Baie de Port Boisé	49	44	8	-	-	-	-	-
St06	Récif de la baie Kwé	58	29	13	-	-	-	-	-

Figure 218 : Analyses semi-quantitatives réalisées en DRX sur la fraction pélitique des sédiments de surface. Campagne 2015

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

Les plus fortes concentrations en Co, Cr, Fe, Mn et Ni ont généralement été analysées dans les zones soumises aux apports terrigènes directement véhiculés par les creeks, surtout s'ils sont permanents, et caractérisés par un hydrodynamisme faible. 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 pélitique des sédiments a montré que les métaux (Co, Cr, Fe, Mn et Ni) présentent d'importantes similarités de comportement entre eux, mais 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).

Tableau 87 : Concentrations totales en éléments analysés dans la fraction pélitique ($\phi < 41 \mu\text{m}$) des sédiments de surface collectés en 2015 et ratio Ca/Fe

Station	Concentration totale (mg/kg)											Ca/Fe
	As	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	
St02	27,7	269418	0,4	3,4	387	8,6	12695	102	208	14,9	17,8	21,2
Baie Port boisé St03	8,7	283969	<0,25	65,8	2250	3,1	57557	434	1013	1,6	<5	4,9
Baie Kwé St06	5,5	225916	<0,25	115	3510	2,7	137848	818	2370	1,4	<5	1,6
St07	10,8	352319	<0,25	27,2	1018	2,8	30193	228	511	3,4	<5	11,7
St13	10,9	280792	<0,25	30,0	1372	2,7	31625	232	574	2,2	<5	8,9
St14	12,1	295172	<0,25	21,3	1099	12,8	24383	168	425	21,6	23,9	12,1
St15	3,5	36001	<0,25	321	14543	5,6	319170	2616	4157	2,3	22,6	0,1
St16	6,9	139265	<0,25	93,2	3496	3,1	101011	958	1459	1,5	6,5	1,4
St18	21,8	205385	<0,25	154	6162	6,7	222127	2120	3776	4,8	15,0	0,9
St19	10,1	264627	<0,25	75,6	2944	3,1	73119	549	1282	2,0	<5	3,6
St20	5,5	211016	0,6	141	4553	2,3	114640	830	2129	1,8	9,2	1,8
St21	10,0	303004	<0,25	2,3	625	2,3	16095	116	277	3,3	<5	18,8

St 03 et St 06 présentent des fractions pélitiques 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). Les ratios Ca/Fe sont compris entre 1,4 et 4,9.

6.2.7.3 Comparaisons interannuelles 2006, 2009, 2012 et 2015

La campagne 2015 a présenté un enrichissement observé 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 aussi de la baie de Port Boisé, mais de façon moindre)

Tableau 88 : Concentrations totales en Co, Cr, Fe, Mn et Ni pour les sédiments de surface des stations sentinelles St 03 (Baie Port boisé) et St 06 (Baie Kwé) de 2006 à 2015

élément	Station	Concentration totale en mg/kg			
		2006	2009	2012	2015
Co	St03	38	79	89	66
	St06	67	79	87	115
Cr	St03	1 173	1 212	3 012	2 250
	St06	3 326	1 892	2 928	5 510
Fe	St03	46 300	30 320	87 739	57 557
	St06	112 500	60 064	85 755	137 848
Mn	St03	279	491	695	435
	St06	657	667	677	818
Ni	St03	520	705	1 654	1 013
	St06	1 116	1 043	1 603	2 370

En comparant les résultats des stations St 03 et St 06, il est constaté que les concentrations métalliques, en 2006 et 2009, ont été plus fortes à la station St 06 (à l'exception des concentrations en Co qui ont été quasi-similaires en 2009).

En 2012, pour les deux stations St 03 et St 06, les concentrations métalliques (Co, Cr, Fe, Mn et Ni) ont été très proches.

En 2015, les concentrations métalliques ont été plus fortes en St06 par rapport à St03.

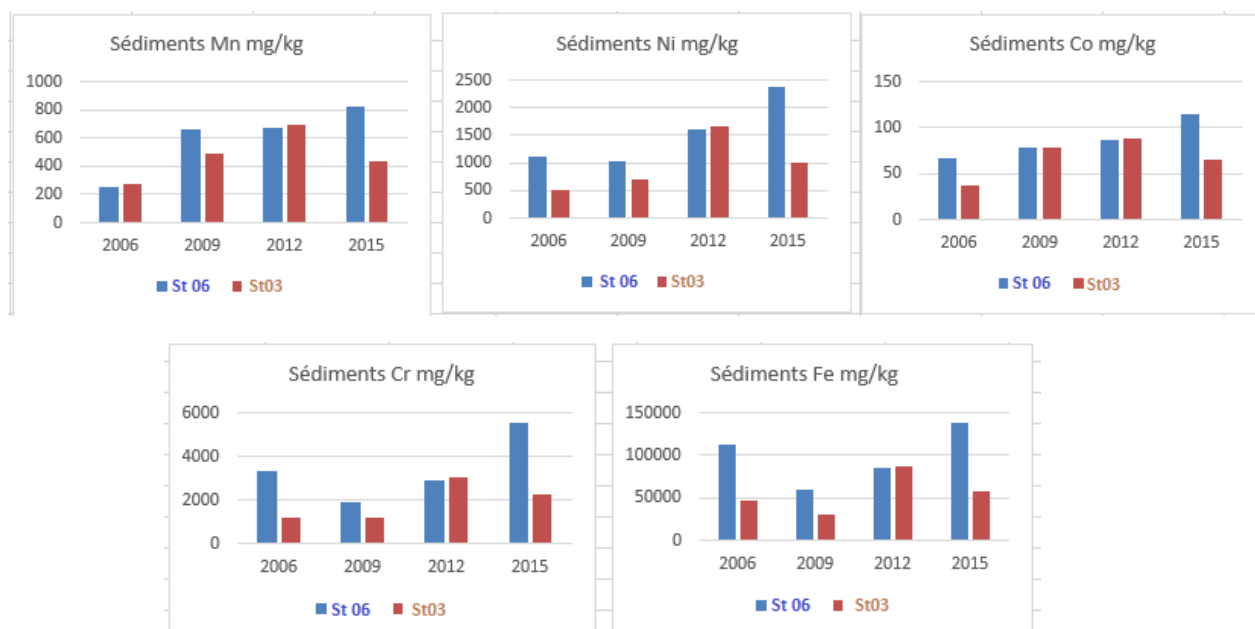


Figure 219 : Concentrations totales en Co, Cr, Fe, Mn et Ni pour les sédiments de surface des stations sentinelles St 03 (Baie Port boisé) et St 06 (Baie Kwé) de 2006 à 2015

La concentration totale de chaque métal (Co, Cr, Fe, Mn et Ni), indiquée ci-dessus, peut se distribuer inégalement dans quatre différentes fractions géochimiques des sédiments qui sont analysées.

- fraction oxydable assimilée à la matière organique : Cette fraction représente les métaux liés à la matière organique, ils sont assimilés ;
- fraction acido-soluble associée aux carbonates ;
- fraction réductible peu disponible pour les organismes vivants associée aux oxyhydroxydes de fer et manganèse principalement ;
- fraction résiduelle très peu disponible pour les organismes vivants.

Cette distinction alourdit les résultats (elle les quadruple) mais elle permet d'affiner le suivi car c'est la fraction disponible pour les organismes vivants qui est la plus importante à surveiller.

La comparaison de la distribution des éléments dans les différentes fractions géochimiques au cours du temps, a permis de constater que les concentrations peuvent évoluer dans le temps, notamment aux niveaux **des fractions oxydables et acido-solubles ce qui peut renseigner sur la disponibilité des éléments pour les organismes vivants.**

6.2.7.3.1 Concernant les extractions séquentielles :

En terme de masse, la fraction acido-soluble (associée aux carbonates) constitue la phase majoritaire de la plupart des sédiments prélevés, même en baie Kwé (à l'exception de ceux des stations St15 et St16 du fond de la baie du Prony -ce qui est en accord avec les résultats minéralogiques), pour ces stations, la fraction résiduelle (assimilée aux silicates et alumino-silicates) est prédominante.

6.2.7.3.2 Concernant la distribution des éléments sur les différentes fractions géochimiques

Il apparaît que :

- Le Ca est principalement contenu dans la fraction acido-soluble, ce qui est cohérent au vu de la composition de la calcite et de l'aragonite.
- Le Co est majoritairement lié à la fraction résiduelle et en moindre proportion à la fraction réductible, cet élément est donc peu disponible pour les organismes vivants (le biota).
- Cr, Fe et Ni sont quasi-exclusivement liés à la fraction résiduelle, donc très peu disponibles pour le biota.
- Le Mn est principalement lié à la fraction résiduelle, puis à la fraction acido-soluble. Une partie du Mn est donc bio-disponible pour les organismes vivants.

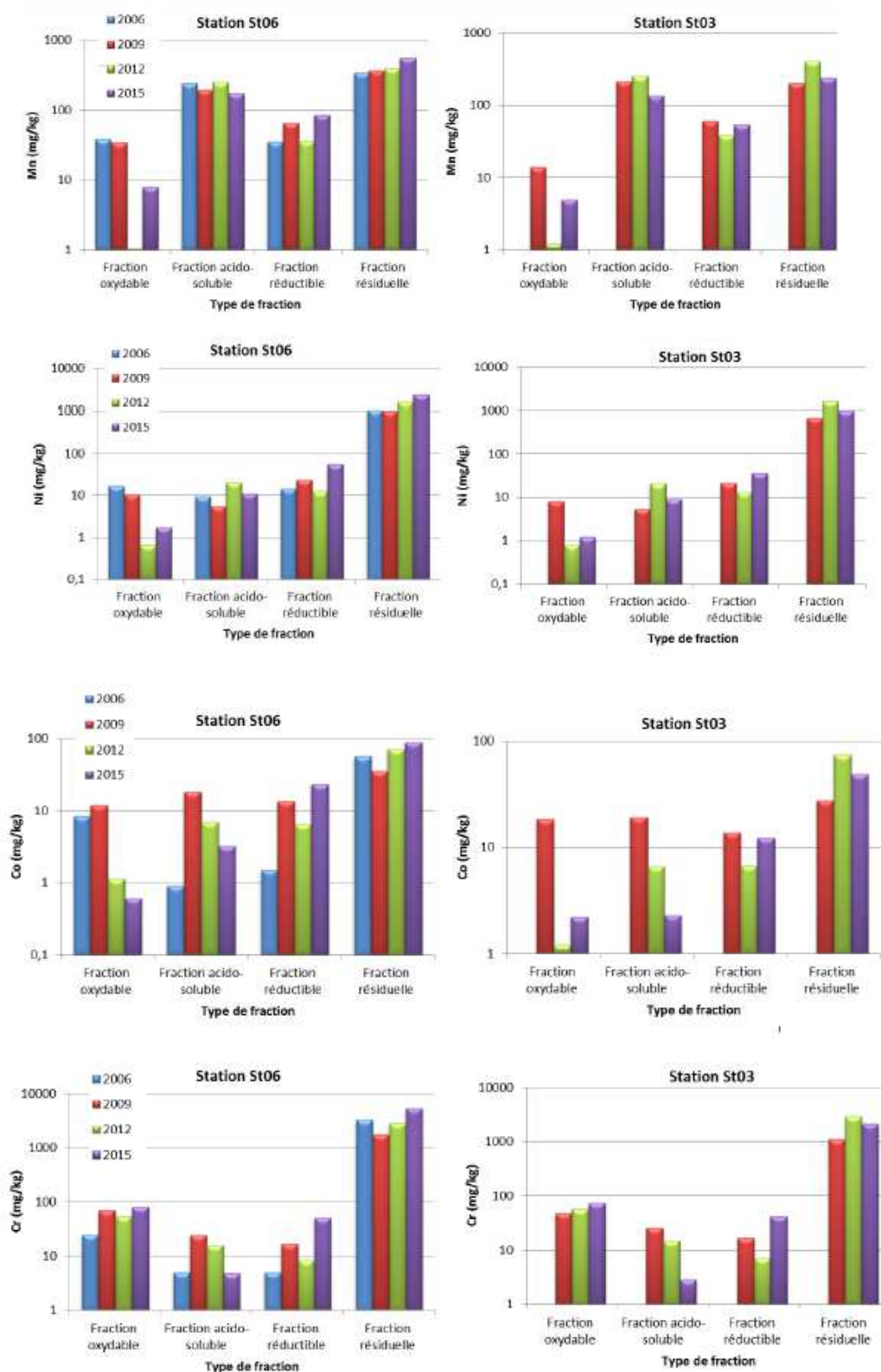


Figure 220 : Comparaison des concentrations en Co, Cr et Fe contenues dans les différentes fractions géochimiques des sédiments collectés en 2015 aux stations St03 et St06 et comparaisons de 2006 à 2015

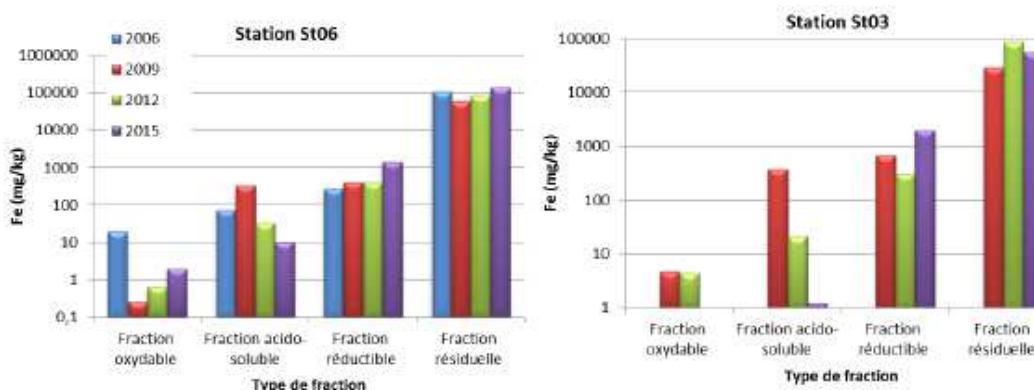


Figure 221 : Comparaison des concentrations en Co, Cr et Fe contenues dans les différentes fractions géochimiques des sédiments collectés en 2015 aux stations St03 et St06 et comparaisons de 2006 à 2015

Les fractions oxydables et acido-solubles qui renseignent sur la disponibilité des éléments pour les organismes vivants sont les plus importantes à suivre.

6.2.8 Suivi des flux de matières en suspension

Ce 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, du diffuseur marin et de la Rade Nord. Des mouillages de lignes équipées de pièges à sédiments séquentiels (automatisation) sont utilisés. **Ce suivi a duré 96 jours en 2017** (2 fois 12 fois 4 jours).

Pour les campagnes 2017 : 48 jours de prélèvements pour chaque campagne

- S1/2017 :
 - o Immersion : 14/04/2017
 - o Récupération : 01/06/2017
- S2/2017 :
 - o Immersion : 16 /09/2017
 - o Récupération : 02/11/2017

6.2.8.1 Les masses moyennes collectées sur St 06 - Baie Kwé:

Les masses de MES collectées en St06 dans les godets capteurs de MES se distribuent entre 0,56 g 17,3 g avec une moyenne de $4,08 \pm 4,61$. Sur une bonne partie des pas de collecte, les quantités demeurent faibles.

Les diverses observations effectuées lors de précédentes missions montrent que la variabilité des masses collectées à cette station situé au milieu de la baie Kwé est très dépendante, non seulement de l'intensité des précipitations mais aussi de l'orientation et de la force des vents qui conditionnent la dispersion et/ou le confinement des panaches turbides. En baie Kwé, les vents de secteur sud forts à modérés mettent en suspension de MES d'origine marine.

Les pourcentages de fraction fine ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) qui composent les MES varient peu sur cette station St 06. Ils se répartissent entre 80 et 86 % avec une moyenne de $83 \pm 2 \%$. Par conséquent, les MES piégées en St 06 sont très majoritairement composées par la fraction fine. Cette stabilité confirme les résultats sur les carottes sédimentaires qui montrent une stabilité verticale.

Les teneurs en carbonates dans la fraction fine ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) en **St 06 montrent que dans le chenal au centre de la baie Kwé l'influence marine est prépondérante**. (En cohérence avec la qualité des sédiments déposés au fond). La fraction fine est majoritairement composée de minéraux d'origine marine dont notamment la calcite et l'aragonite (l'aragonite est un des constituants des coquilles d'invertébrés ; sa présence dénote **l'influence marine à cette station** et elle représente en moyenne 35,1 % de MES fines qui transitent en flux sur St 06.

La goethite de signature terrestre a également été décelée dans tous les prélèvements (moyenne de 18,5%), ce qui est logique dans une baie qui reçoit un cours d'eau permanent et des ruissellements. Les vents de secteur sud entrent dans le chenal de la baie Kwé et la houle plus le ressac mettent en suspension de MES d'origine marine et des platiers voisins.

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

La fraction fine de MES récoltées est analysée, le tableau suivant compile les données depuis 2007.

Les concentrations en Co, Cr Fe, Mn et Ni obtenues lors de la campagne S2/2017 sont supérieures aux moyennes enregistrées en 2007 pour l'état de référence. Quant à la concentration moyenne en Ca, elle reste comparable à celle mesurée en 2007.

En revanche, les concentrations métalliques sont largement inférieures à celles obtenues en juillet-août 2013 ; année de fortes pluies. La campagne 2013 est, à ce jour, celle qui présente les concentrations métalliques les plus élevées à St 06, tandis que celle de janvier-mars 2014 regroupe les plus basses.

Tableau 89 : Compilation des données moyenne $\pm$ écart-type 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 St 06 (Baie Kwé)

Campagne	St06-KW1					
	Eléments (mg/kg ps)					
	Cu	Co	Cr	Fe	Mn	Ni
Mars – Avr. 2007	290 310 (n=1)	58,0 (n=1)	2 667 (n=1)	68 940 (n=1)	577 (n=1)	1 142 (n=1)
Juil. - Août 2011	256 455 $\pm$ 19 652	82,9 $\pm$ 10,2	2 945 $\pm$ 287	81 853 $\pm$ 6 980	703 $\pm$ 75	1 460 $\pm$ 132
Janv. - Mars 2012	239 104 $\pm$ 5 873	101 $\pm$ 10	3 414 $\pm$ 302	10 3323 $\pm$ 6 769	822 $\pm$ 77	1 885 $\pm$ 144
Sept. - Oct. 2012	264 386 $\pm$ 8 238	106 $\pm$ 15	3 874 $\pm$ 547	111 616 $\pm$ 11 753	840 $\pm$ 95	1 829 $\pm$ 201
Janv. - Mars 2013	236 752 $\pm$ 14 017	127 $\pm$ 19	4 634 $\pm$ 547	123 394 $\pm$ 15 208	1 123 $\pm$ 162	2 258 $\pm$ 321
Juil. - Août 2013	164 585 $\pm$ 51 369	215 $\pm$ 77	7 111 $\pm$ 2 797	189 733 $\pm$ 55 033	1 688 $\pm$ 656	3 540 $\pm$ 1 392
Janv. - Mars 2014	308 430 $\pm$ 13 137	46 $\pm$ 18	1 259 $\pm$ 257	31 190 $\pm$ 8 848	471 $\pm$ 210	588 $\pm$ 195
Sept. - Oct. 2014	242 856 $\pm$ 15 301	115 $\pm$ 19	3 829 $\pm$ 581	132 978 $\pm$ 17 334	885 $\pm$ 147	1 999 $\pm$ 258
Janv. - Mars 2015	271 510 $\pm$ 10 830	82,8 $\pm$ 12,1	3 007 $\pm$ 354	85 407 $\pm$ 11 481	735 $\pm$ 94	1 563 $\pm$ 233
Oct. - Nov. 2015	165 560 $\pm$ 11 919	108 $\pm$ 34	4 126 $\pm$ 1 307	101 619 $\pm$ 24 237	940 $\pm$ 267	1 882 $\pm$ 421
Juil. - Sept. 2016	219 412 $\pm$ 25 986	109 $\pm$ 23	3 083 $\pm$ 692	136 205 $\pm$ 22 923	974 $\pm$ 208	2 148 $\pm$ 403
Oct. - Nov. 2016	260 620 $\pm$ 20 111	86,3 $\pm$ 18,3	3 085 $\pm$ 557	116 993 $\pm$ 22 213	723 $\pm$ 149	1 770 $\pm$ 370
Avr. - Mai 2017	270 681 $\pm$ 14 894	80,8 $\pm$ 12,9	2 928 $\pm$ 429	110 875 $\pm$ 19 017	690 $\pm$ 102	1 716 $\pm$ 296
Sept. - Nov. 2017	264 210 $\pm$ 24 159	95,0 $\pm$ 13,6	3 422 $\pm$ 417	120 591 $\pm$ 12 247	742 $\pm$ 101	1 791 $\pm$ 224

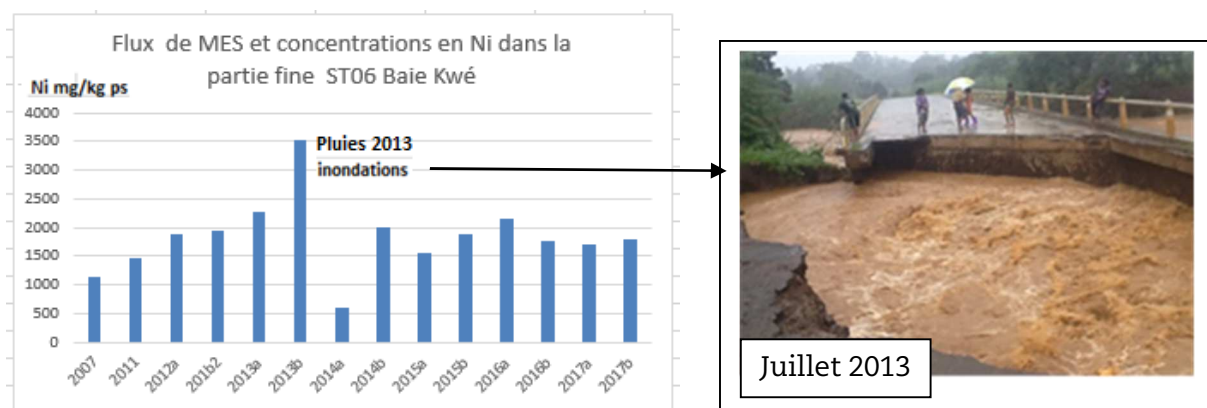


Figure 222 : Evolution des concentrations en Ni obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur St 06 Baie Kwé

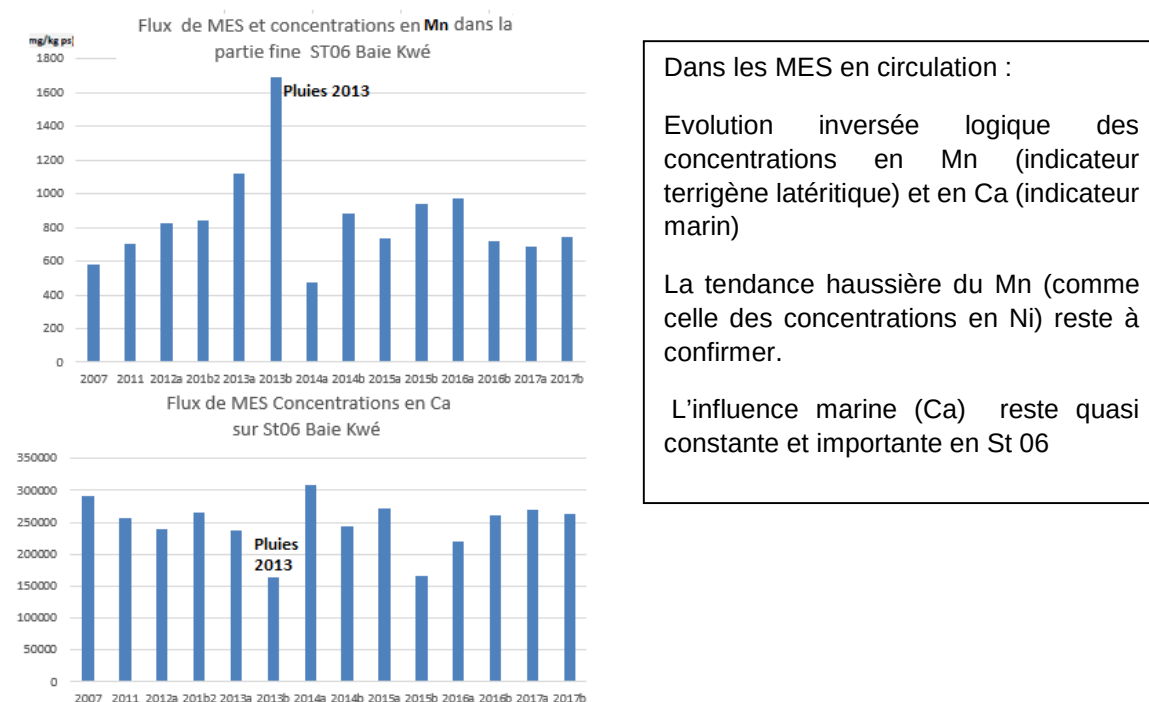
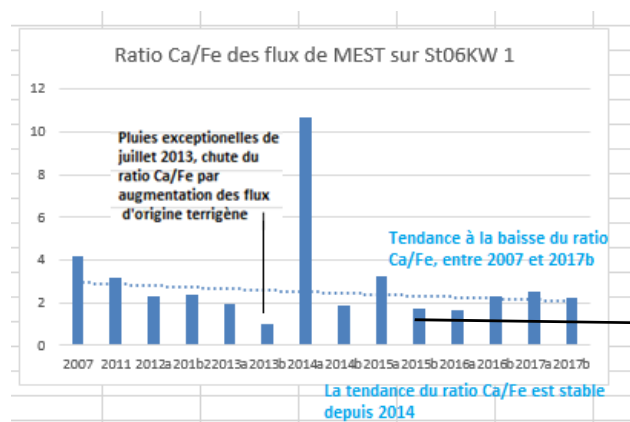


Figure 223 : Evolution des concentrations en Mn et en Ca obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels sur St 06 Baie Kwé

Le ratio Ca/Fe est intéressant : s'il augmente l'influence marine augmente et l'influence terrestre diminue.

St06-KW1			
Campagne	Ca/Fe	Campagne	Ca/Fe
Mars – Avr. 2007	4,21 (n=1)	Sept. – Oct. 2014	1,86 ± 0,27
Juill. – Août 2011	3,17 ± 0,50	Janv. – Mars 2015	3,24 ± 0,53
Janv. – Mars 2012	2,32 ± 0,18	Oct. – Nov. 2015	1,72 ± 0,44
Sept. – Oct. 2012	2,40 ± 0,31	Juill. – Sept. 2016	1,68 ± 0,48
Janv. – Mars 2013	1,95 ± 0,33	Oct. – Nov. 2016	2,32 ± 0,53
Juill. – Août 2013	0,98 ± 0,46	Avr. – Mai 2017	2,52 ± 0,53
Janv. – Mars 2014	10,7 ± 3,13	Sept. – Nov. 2017	2,21 ± 0,31

- : pas de campagne.



Ce ratio, suivi depuis 2007 dans les flux de MES (de passage) sur St 06, montre :

- une légère tendance à la baisse surtout en raison de sa forte valeur en 2007.

- En 2013 il chute à cause de l'épisode exceptionnel pluvieux de juillet 2013 (inondations en Calédonie) suivi d'une

- année 2014 sèche avec un ratio très haut début 2014.

- Et à partir de fin 2014 il est stable.

Ce ratio est en cohérence avec celui des sédiments (déposés au fond)

Figure 224 : Compilation des données moyenne ± écart-type de normalisation du calcium par le fer obtenues dans les fractions fines ($\varnothing < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges sur St06-Baie Kwé

6.2.8.3 Les flux de MES calculés sur St 06 - Baie Kwé

La densité de flux moyen mesurée lors de la campagne S2/2017 sur St 06 est de **20,4 ± 23,0 g/m²/j**, valeur qui reste dans le même ordre de grandeur que celle enregistrée en 2007 pour l'état de référence.

Entre les différentes campagnes, les densités moyennes de flux peuvent varier fortement sans montrer une tendance évolutive.

Pour rappel, le guide ZoNeCo / CNRT indique que des flux de MES 14 g/m²/j à 46 g/m²/j. selon la saison pluvieuse ou plus sèche, sont usuels près de l'embouchure des creeks.

Les flux en MES totale et Nickel calculés sont compilés ici dessous.

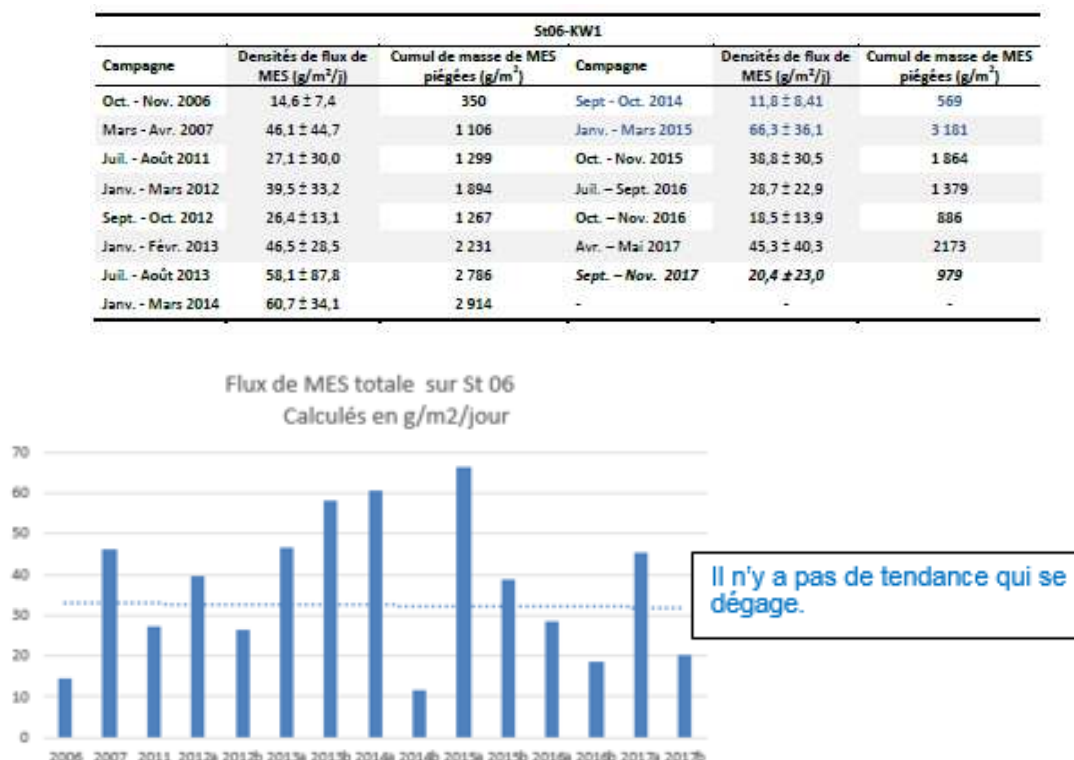


Figure 225 : Compilation des moyenne ± écart-type des flux en matière particulaire totale et des cumuls de masses de MES totaux piégés lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St 06 Baie Kwé

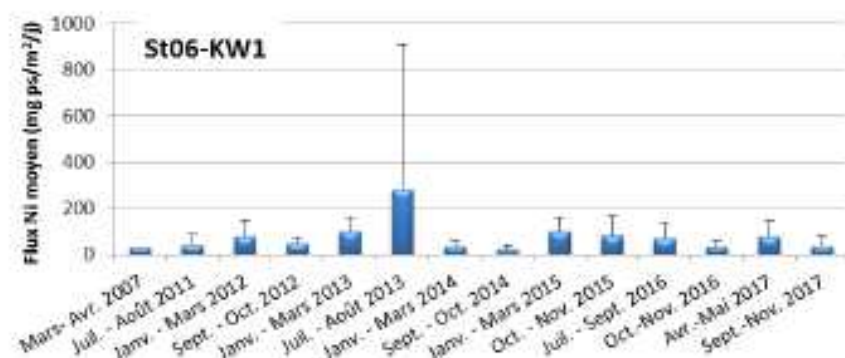


Figure 226 : Compilation des moyenne $\pm$ écart-type des flux en nickel dans les fractions fines ($\phi < 41 \mu\text{m}$) de MES piégées lors des différentes campagnes d'immersion des pièges séquentiels à St 06 – Baie Kwé

Globalement, les flux de MEST captés sur St06- Baie Kwé ne montrent pas une évolution significative depuis 2006, la légère diminution du ratio Ca/Fe indique que l'influence terrigène augmente cependant les MES d'origine marine restent prédominantes sur cette station et ce ratio se stabilise ces dernières années.

6.3 Conclusion sur le suivi du milieu marin

Station	Famille de paramètres suivis	Résultats 2017
St06 Centre baie Kwé	Qualité physico chimique de l'eau	Pas d'évolution sur l'ensemble des indicateurs, par rapport aux états de référence, aux années précédentes et à la zone témoins. L'évolution cyclique de certains paramètres (en fonction des saisons, de la pluviométrie et de la température) est parallèle à celle de la baie-témoin de Port boisé.
	Flux de MES transportés- 96 jours de suivis en 2017	1/3 des MES en circulation est d'origine marine. La pluviométrie et les vents de secteurs sud sont les causes majeures des variations. Le flux global de MES reste stable, sans niveau d'alerte. 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.
	Qualité des sédiments déposés	Une tendance d'enrichissement en métaux indicateurs terrigènes, surtout dans la phase non bio disponible, est observée en 2015, le suivi 2018 devra la confirmer. 50% des sédiments restent d'origine marine.
	Taux de sédimentation	Le taux d'accumulation moyen estimé en 2017 donne une valeur identique à celle de 2013. D'après le guide du CNRT/Zonéco, en zone proche d'une embouchure de creek permanent, un taux de sédimentation de cet ordre indique une zone modérément perturbée d'un point de vue sédimentaire. Sédimentation pulsatile.
H Baie Kwé Ouest et Est	Herbiers	Une seule comparaison entre 2014 et 2017 ne peut pas conclure à une tendance significative. Une moindre densité des herbiers aussi bien à l'ouest (zone qui perçoit les panaches issus de la rivière Kwé) qu'à l'est de la baie (zone relativement épargnée et témoin) est notée. Il faut émettre des réserves du fait que ces herbiers présentent une grande variabilité de densité sur de petites surfaces et aussi une variabilité naturelle surfacique. La biodiversité en en légère hausse.

Station	Famille de paramètres suivis	Résultats 2017
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 couvrement biotique et corallien reste stable dans la zone sensible de surface. L'habitat corallien est soumis à des variations cycliques dues aux effets des grands phénomènes pluvieux, cycloniques et du réchauffement du à « El Niño », les années sans forte pluie ni cyclone permettent la résilience. Des phases de blanchissement et de recrutement alternent, 2017 et dans la tendance de recrutement. Pour les poissons : Stabilité. La qualité du milieu marin, jugée à travers le peuplement de poissons, est bonne.

