



Surveillance des milieux récepteurs Rapport Annuel 2019 Eaux Souterraines



**Vale Nouvelle-Calédonie
Juillet 2019**

L'intégralité du présent rapport, en ce compris ses annexes, (ci-après désigné « RAPPORT ») reste la propriété exclusive de VALE Nouvelle-Calédonie SAS (ci-après désignée « VALE NC »), au titre de son droit de propriété intellectuelle.

A l'exception des autorités administratives destinataires du RAPPORT et dans le cadre d'une convention, ce dernier et les données qu'il contient ne peuvent être utilisées qu'à des fins de consultation à titre privé.

Ainsi le Rapport et les données qu'il contient ne pourront pas être utilisés ou reproduits (totalement ou partiellement) sur quelque support que ce soit, sans l'accord préalable et écrit de VALE NC.

En aucun cas le RAPPORT et les données qu'il contient ne pourront être utilisées à des fins commerciales et/ou en vue de porter atteinte aux intérêts de VALE NC et du groupe VALE, notamment par l'utilisation partielles des données et sorties de leur contexte global, sous peine de voir votre responsabilité engagée.

Si vous désirez des informations plus détaillées au sujet de la présente déclaration et/ou du RAPPORT, veuillez-vous adresser à :

VALE NC, Département Communication
E-mail : ValeNC-communication@vale.com
Tel : +687 23.50.00

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DES PLANS DE SUIVI ET DES PROTOCOLES DE MESURE	2
1.1	LOCALISATION.....	2
1.1.1	Suivi des impacts des activités du port sur les eaux souterraines.....	2
1.1.2	Suivi de l'impact de l'usine d'assèchement de résidus et du stockage de déchets sur les eaux souterraines et sources.....	4
1.1.3	Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM)	6
1.1.4	Suivi de l'impact des activités de l'usine	7
1.2	PROTOCOLES DE MESURE	10
1.2.1	Campagnes de mesures physico-chimiques	10
1.2.2	Mesures des paramètres physico-chimiques in situ	10
1.2.3	Analyse des hydrocarbures.....	10
1.2.4	Analyse des paramètres physico-chimiques en solution	11
1.2.5	Analyse des métaux	12
2	PRESENTATION DES RESULTATS.....	12
2.1	RAPPEL DES VALEURS REGLEMENTAIRES	12
2.1.1	Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines.....	12
2.1.2	Suivi de l'impact de l'usine d'assèchement de résidus puis du stockage de déchets sur les eaux souterraines et sources.....	13
2.1.3	Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM) sur les eaux souterraines	13
2.1.4	Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines.....	13
2.2	BILAN DES CAMPAGNES DE MESURE	13
2.2.1	Données disponibles pour le Port	13
2.2.2	Données disponibles pour le parc à résidus de la Kwé Ouest et l'unité d'assèchement des résidus	13
2.2.3	Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minerai	18
2.2.4	Données disponibles pour l'Usine	19
2.3	RESULTATS	20
2.3.1	Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines	20
2.3.2	Suivi de l'impact des activités du stockage des résidus sur les eaux souterraines de la Kwé Ouest	22
2.3.3	Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines	63
2.3.4	Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines	77
3	ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	84
3.1	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PORT SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	84

3.2	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PARC A RESIDUS SUR LES EAUX SOUTERRAINES	84
3.3	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'USINE SUR LES EAUX SOUTERRAINES	86
3.4	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'UPM SUR LES EAUX SOUTERRAINES	87
CONCLUSION		88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi du port	2
Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi de l'impact de l'usine d'assèchement de résidus et du stockage de déchets	4
Tableau 3 : Localisation et description des points de suivi de l'UPM	6
Tableau 4 : Localisation et description des points de suivi de l'usine	7
Tableau 5 : Méthode d'analyse pour les paramètres physico-chimiques	11
Tableau 7 : Méthodes d'analyse pour les métaux	12
Tableau 8 : Valeurs indicatives suivant l'arrêté n°891-2007/PS	12
Tableau 10 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port	13
Tableau 11 : Données disponibles sur les huit piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi mensuel et continu	14
Tableau 12 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi semestriel en 2019	15
Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des résurgences de la Kwé Ouest	17
Tableau 14 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM	18
Tableau 15 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation des piézomètres du port	3
Figure 2 : Carte de localisation des piézomètres de suivi de l'impact de l'usine d'assèchement DWP2	5
Figure 3 : Carte de localisation des piézomètres de l'Unité de Préparation du Minéral	6
Figure 4 : Carte de localisation des piézomètres de l'usine	9
Figure 5 : Résultats du suivi du Port – pH, Conductivité, HT et DCO	20
Figure 6 : Résultats du suivi de l'aquifère principal proche– pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, manganèse, magnésium, nickel et chrome	23
Figure 7 : Résultats du suivi de l'aquifère latéritique proche– pH, conductivité, sulfates, chlorures, nitrates, magnésium, nickel, chrome et manganèse	33
Figure 8 : Résultats du suivi de l'aquifère principal éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse	41
Figure 9 : Résultats du suivi de l'aquifère latéritique éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse	46
Figure 10 : Mesures en continues des température et conductivités aux piézomètres de la Kwé Ouest ..	52
Figure 11 : Mesures de pH des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2010 et 1 ^{er} janvier 2020	54
Figure 12 : Mesures de conductivité des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	55
Figure 13 : Concentration en sulfates des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	56
Figure 14 : Concentration en manganèse des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	57
Figure 15 : Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	58

Figure 16 : Concentration en nickel des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	59
Figure 17: Concentration en chrome des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2020	60
Figure 18 : Suivi des mesures continues aux sources WK17 et WK20.....	61
Figure 19 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine–conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC	64
Figure 20 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine–conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC	71
Figure 21 : Résultats du suivi piézométrique sur le secteur de l'Unité de préparation du minerai–conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC	77

SIGLES ET ABREVIATIONS

Lieux

Anc M	Bassin Versant de l'ancienne mine
BPE	Baie de Prony Est
CBN	Creek Baie Nord
dol XW	Doline Xéré Wapo
KB	Kuébini
KJ	Kadji
KO	Kwé Ouest
KP	Kwé Principale
SrK	Source Kwé
TB	Trou Bleu
UPM	Unité de Préparation du Minéral

Organismes

CDE	Calédonienne des Eaux
-----	-----------------------

Paramètres

Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
CaCO ₃	Carbonates de Calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone Organique Total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO ₅	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
Fel	Fer II
HT	Hydrocarbures Totaux
K	Potassium

Li	Lithium
MES	Matières en suspension
Mg	Magnésium
Mn	Manganèse
Mo	Molybdène
Na	Sodium
NB	Nota Bene
NH3	Ammonium
Ni	Nickel
NO2	Nitrites
NO3	Nitrates
NT	Azote Total
P	Phosphore
Pb	Plomb
pH	Potentiel Hydrogène
PO4	Phosphates
S	Soufre
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
Si	Silice
SiO2	Oxyde de Silicium
Sn	Etain
SO4	Sulfates
Sr	Strontium
T°	Température
TA	Titre alcalimétrique
TAC	Titre alcalimétrique complet
Te	Tellure
Th	Thorium
Ti	Titane
Tl	Thallium
U	Uranium
V	Vanadium
WJ	Wadjana
Zn	Zinc
Autre	
IBNC	Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie
IIB	Indice d'Intégrité Biotique
N°	Numéro

INTRODUCTION

Implanté dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, aux lieux-dits « Goro » et « Prony-Est » sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, le complexe industriel (usine, mine, port) détenu par Vale Nouvelle-Calédonie, a pour objectif d'extraire du minerai latéritique et de le traiter par un procédé hydrométallurgique, visant à produire 60 000 t/an de nickel et 4 500 t/an de cobalt.

Les activités liées au projet Vale Nouvelle-Calédonie se répartissent sur plusieurs bassins versants : la Baie de Prony, le creek de la Baie Nord et trois des bras amont de la Kwé (Kwé Ouest, Nord et Est).

Afin de mesurer les impacts potentiels des activités liées au projet, des campagnes de suivi sont mises en place. Ces campagnes seront effectuées notamment conformément aux arrêtés :

- N° 891-2007/PS du 13 juillet 2007 (Port),
- N°1467-2008/PS du 9 octobre 2008 (de l'usine, de l'unité de préparation du minerai et du centre de maintenance de la mine),
- N°3690-2017/ARR/DIMENC du 29 novembre 2017 (usine d'assèchement de résidus et stockage de résidus issus du procédé - « LUCY »).

Les résultats de ces campagnes de suivis seront présentés dans ce rapport.

1 PRESENTATION DES PLANS DE SUIVI ET DES PROTOCOLES DE MESURE

1.1 Localisation

La localisation des piézomètres dédiés au suivi des impacts des différentes installations du projet Vale Nouvelle-Calédonie est décrite dans les paragraphes suivants.

1.1.1 Suivi des impacts des activités du port sur les eaux souterraines

L'arrêté N° 891-2007/PS du 13 juillet 2007, qui autorise notamment l'exploitation du port, prévoit l'installation de trois piézomètres pour le suivi des eaux souterraines du port.

Ces trois piézomètres sont décrits dans le tableau 1 et présentés sur la figure 1. Ils se situent à proximité des installations de stockage de fioul lourd et de gasoil.

Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi du port

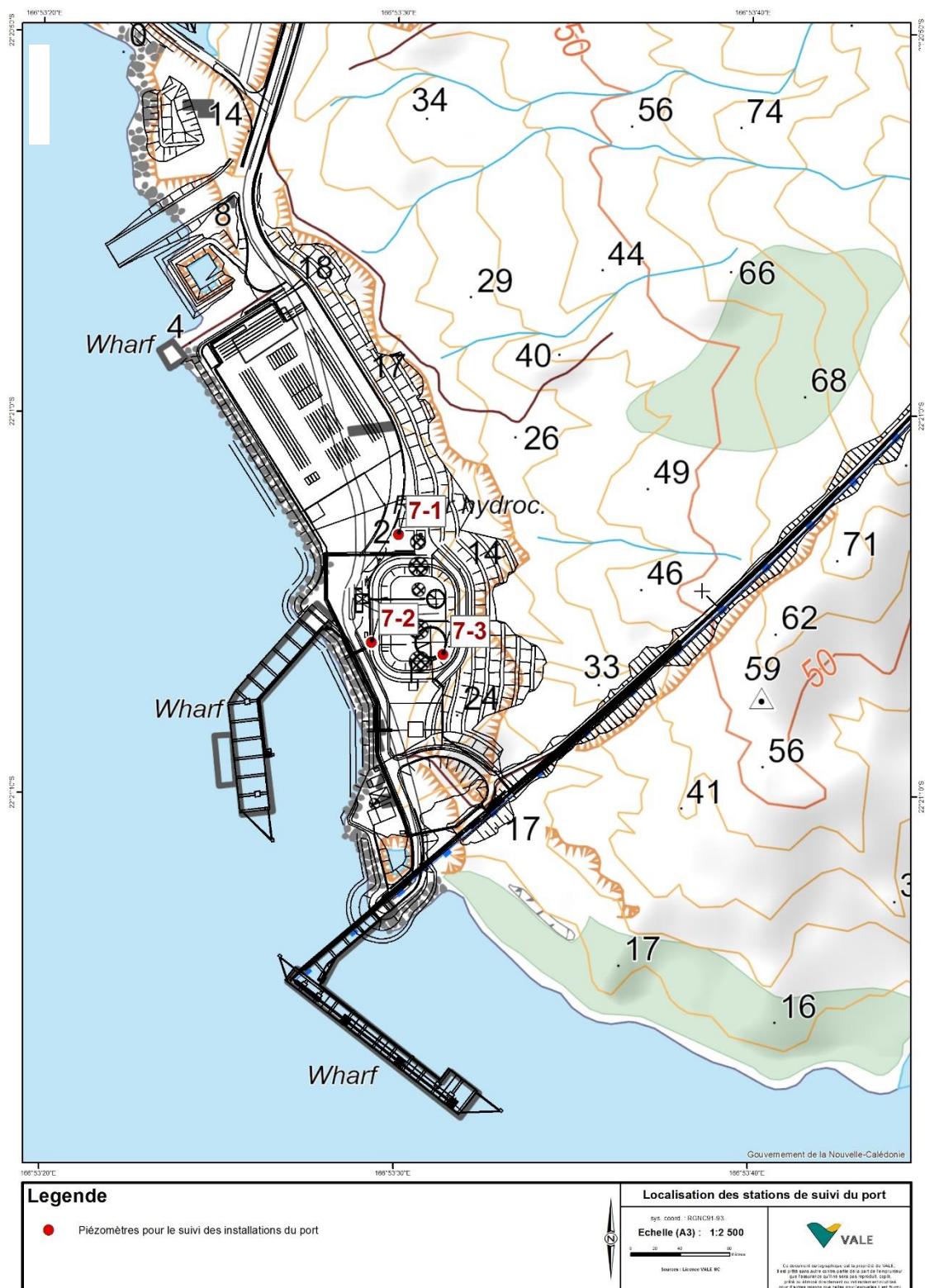
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
7-1	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491884,5	205436,3
7-2	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491828,35	205442,3
7-3	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491847,2	205522,5

Le piézomètre nommé 7-1 a été placé à proximité de la rétention de fioul lourd et en aval hydraulique du piézomètre 7-2.

Le piézomètre 7-2 est en amont immédiat des rétentions de fioul lourd et de gasoil, sa fonction principale est de donner une indication de l'état de référence du milieu.

Le piézomètre 7-3 a été placé en aval de la rétention de gasoil.

Figure 1 : Carte de localisation des piézomètres du port



1.1.2 Suivi de l'impact de l'usine d'assèchement de résidus et du stockage de déchets sur les eaux souterraines et sources

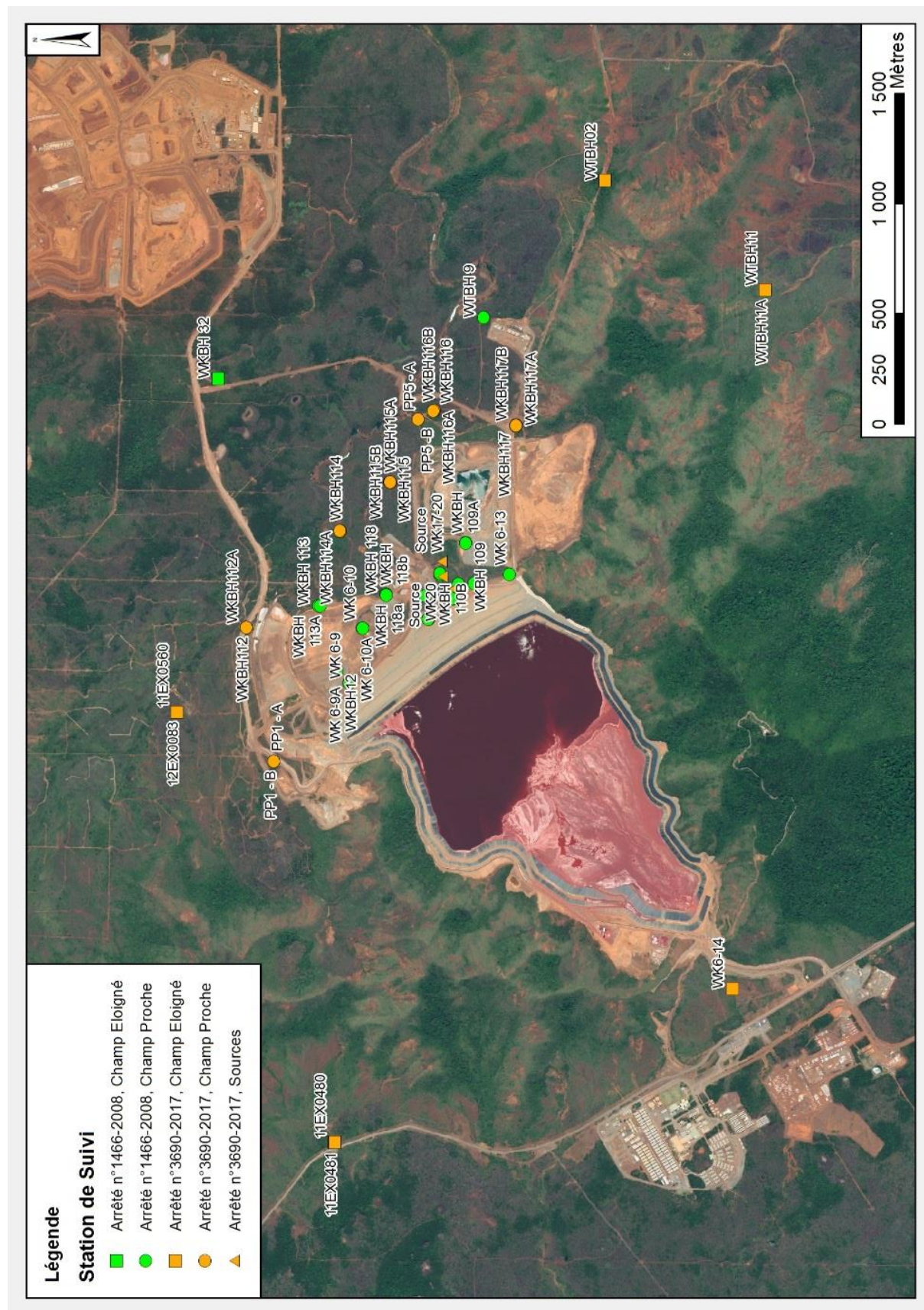
Les suivis des eaux souterraines et sources du bassin versant de la Kwé Ouest sont effectués sur 25 piézomètres et 2 résurgences. Les points de suivis sont décrits dans le tableau 2 et localisés dans la figure 2.

On reportera également les suivis effectués sur les piézomètres de l'arrêté de la Kwé Ouest n°1466-2008/PS. Cet arrêté n'est plus en vigueur mais le réseau de piézomètres est toujours existant. Le suivi sera maintenu jusqu'à destruction des piézomètres suite à la construction de l'usine DWP2.

Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi de l'impact de l'usine d'assèchement de résidus et du stockage de déchets

Station	Longitude	Latitude	Raison d'être	Hydrostratigraphie	Type de suivi
PP1 - B	494835	211429	Arrêté n°3690-2017	Aquifère principal	Proche
WKBH112	495441	211554	Arrêté n°3690-2018	Aquifère principal	
WKBH114	495881	211130	Arrêté n°3690-2019	Aquifère principal	
WKBH115	496103	210904	Arrêté n°3690-2020	Aquifère principal	
WKBH115A	496101	210901	Arrêté n°3690-2021	Aquifère principal	
PP5 -B	496386	210774	Arrêté n°3690-2022	Aquifère principal	
WKBH116	496427	210702	Arrêté n°3690-2023	Aquifère principal	
WKBH116A	496425	210705	Arrêté n°3690-2024	Aquifère principal	
WKBH117	496357	210330	Arrêté n°3690-2025	Aquifère principal	
WKBH117A	496358	210330	Arrêté n°3690-2026	Aquifère principal	
WK 6-9	495191.4	211087.3	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WK 6-11	495478.8	210727.3	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WK 6-12	495643.2	210520.4	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WK 6-13	495682.3	210360.7	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 102	495571.6	210620	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 103	495638.8	210590.4	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH12	495243.9	211142.6	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WK 6-10	495439.8	211029	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 109	495827	210559.7	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 110	495681.2	210676.7	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 110A	495684.2	210675.7	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 111	495585.7	210742	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 118	495593.5	210921.1	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 118a	495590.5	210920.1	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WKBH 113	495539.3	211227.6	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
WTBH 9	496847.6	210476.6	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
PP1 - A	494835	211429	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	Proche
WKBH112A	495441	211554	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
WKBH114A	495879	211127	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
WKBH115B	496100	210899	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
PP5 - A	496386	210774	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
WKBH116B	496424	210707	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
WKBH117B	496361	210331	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
WK 6-9A	495190.4	211086.3	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WK 6-11A	495478.8	210728.3	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WK 6-12A	495642.2	210520.4	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WKBH 102A	495572.6	210619	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WK 6-10A	495439.8	211026	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WKBH 109A	495824	210558.7	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WKBH 110B	495687.2	210674.7	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WKBH 118b	495588.5	210919	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WKBH 113A	495540.4	211219.7	Arrêté n°1466-2008	Aquitard latéritique	
WK6-14	493803	209347	Arrêté n°3690-2017	Aquifère principal	Eloigné
WTBH11	496976	209200	Arrêté n°3690-2017	Aquifère principal	
WTBH02	497472	209925	Arrêté n°3690-2017	Aquifère principal	
WKBH 32	496571.5	211681.9	Arrêté n°1466-2008	Aquifère principal	
12EX0083	495058	211869	Arrêté n°3690-2017	Aquifère principal	
11EX0480	493107	211155	Arrêté n°3690-2017	Aquifère principal	Eloigné
WTBH11A	496974	209200	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
11EX0560	495058	211869	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	
11EX0481	493106	211153	Arrêté n°3690-2017	Aquitard latéritique	Sources
Source WK17	495617	210613	Arrêté n°3690-2017	Sources	
Source WK20	495673	210663	Arrêté n°3690-2017	Sources	
Source WK17-20	195740	210666	Arrêté n°3690-2017	Sources	

Figure 2 : Carte de localisation des piézomètres de suivi de l'impact de l'usine d'assèchement DWP2



1.1.3 Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM)

Au total, 4 piézomètres ont été installés pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM, ils sont présentés dans le tableau 3 et la figure 3.

Tableau 3 : Localisation et description des points de suivi de l'UPM

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
4-z1	Kwé Nord	Souterrain	Arrêté n°1467-2008/PS	498045,1	211694
4-z2	Kwé Ouest	Souterrain	Arrêté n°1467-2008/PS	498003,3	211658,5
4-z4	Kwé Ouest	Souterrain	Arrêté n°1467-2008/PS	497790,4	211651,0
4-z5	Kwé Ouest	Souterrain	Arrêté n°1467-2008/PS	497758,5	211493,8

Le piézomètre 4-z1 a été installé pour suivre l'installation de dépôt d'hydrocarbure côté Kwé Nord. Aucun suivi ne sera reporté à partir de juin 2018, celui-ci a été détruit, il se trouvait au niveau de la plateforme d'excavation des terres souillées aux hydrocarbures.

Le piézomètre 4-z2 a été installé pour suivre l'installation de dépôt d'hydrocarbure côté Kwé Ouest. Aucun suivi ne sera reporté à partir de juin 2018, celui-ci a été détruit, il se trouvait au niveau de la plateforme d'excavation des terres souillées aux hydrocarbures.

En remplacement de ces deux piézomètres détruits à la suite de l'excavation des terres souillées, il a été proposé de mettre en place trois nouvelles plateformes de contrôles en bordure immédiate de la zone excavée. Chaque plateforme comprendra deux piézomètres permettant de suivre l'aquitard latéritique et l'aquifère profond saprolitique.

Le piézomètre 4-z4 a été installé pour contrôler les eaux souterraines à proximité de l'aire de lavage des véhicules lourds.

Le piézomètre 4-z5 a été installé pour contrôler les eaux souterraines en aval de l'aire de l'atelier de maintenance.

Figure 3 : Carte de localisation des piézomètres de l'Unité de Préparation du Minerai



1.1.4 Suivi de l'impact des activités de l'usine

Au total, 16 piézomètres ont été installés pour le suivi des impacts des activités de l'usine sur les eaux souterraines ; ils sont présentés dans le tableau 4 et la figure 4.

Tableau 4 : Localisation et description des points de suivi de l'usine

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
6-1	CBN	Aval des aires de stockage	Arrêté n°1467-2008/PS	493460	207246
6-1a	CBN	Aval des aires de stockage	Arrêté n°1467-2008/PS	493460	207246
6-2	CBN	Aval du site	Arrêté n°1467-2008/PS	493126	207428
6-2a	CBN	Aval du site	Arrêté n°1467-2008/PS	493126	207428
6-3	CBN	Aval de la station distribution du carburant	Arrêté n°1467-2008/PS	493753	206736
6-3a	CBN	Aval de la station distribution du carburant	Arrêté n°1467-2008/PS	493751	206733
6-4	CBN	Aval de la station de transit déchets et des cuves d'hydrocarbures	Arrêté n°1467-2008/PS	493827	206864
6-5	CBN	Aval du stockage d'acide sulfurique	Arrêté n°1467-2008/PS	494252	207902
6-6	CBN	Aval du stockage de gazole	Arrêté n°1467-2008/PS	494162	207810
6-7	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
6-7a	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
6-8	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645

6-8a	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
6-13	CBN	Aval bassin eau de procédé	Arrêté n°1467-2008/PS	494456	207581
6-14	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355
6-14a	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355

Figure 4 : Carte de localisation des piézomètres de l'usine



1.2 Protocoles de mesure

1.2.1 Campagnes de mesures physico-chimiques

Des prélèvements sont effectués dans les piézomètres spécifiquement pour le suivi des eaux souterraines.

Le protocole d'échantillonnage des eaux souterraines est basé sur les recommandations des parties 3 et 11 de la norme ISO 5667 relatives à la conservation et la manipulation des échantillons d'eau (partie 3) et à l'échantillonnage des eaux souterraines (partie 11).

Il respecte en particulier les recommandations permettant d'assurer la représentativité de l'échantillonnage telle qu'elle est décrite dans la norme ISO 5667 partie 11 :

- la purge d'un volume d'eau égale à trois fois le volume compris dans le piézomètre (comprenant l'eau libre dans le tube ouvert et l'eau interstitielle du massif filtrant,
- la mesure de la conductivité et du pH de l'eau tout au long de la vidange.

Une exception est faite pour le prélèvement des échantillons destinés à la recherche de traces d'hydrocarbures qui est effectuée avant la purge et en surface par écrémage conformément à la norme ISO 5667.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire interne de VNC accrédité COFRAC depuis le 2 octobre 2008. Cette accréditation porte sur les analyses des matières en suspension, des métaux dissous (méthode ICP/AES) et du chrome VI.

1.2.2 Mesures des paramètres physico-chimiques *in situ*

Les mesures *in situ* sont réalisées à l'aide du multi-paramètre portable *HachQ40d*. Cet appareil est composé d'une sonde de pH, d'une sonde pour la température et d'une sonde pour mesurer la conductivité.

Le pH est mesuré *in situ* selon la norme NF T90 008 et selon les recommandations précisées dans le mode d'emploi de l'appareil de mesure utilisé.

La conductivité et la température sont également mesurées *in situ* selon la procédure décrite dans le mode d'emploi de l'appareil de mesure utilisé.

1.2.3 Analyse des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont analysés par le laboratoire Vale Nouvelle-Calédonie selon la norme NF T 90 114. La méthode est nommée SPE02. La limite de détection est de 0.5 mg/kg. La méthode de détermination des hydrocarbures totaux par calcul, nommée SPE02CALC, est aussi appliquée en fonction du résultat de la Demande Chimique en Oxygène (SPE03). La limite de détection de cette méthode est de 10 mg/kg.

1.2.4 Analyse des paramètres physico-chimiques en solution

Les méthodes d'analyse pour les paramètres physico-chimiques réalisés sont décrites dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Méthode d'analyse pour les paramètres physico-chimiques

Labo	Analyse	Unité	LD	Méthod e	Intitulé de la méthode	Norme
Interne	MES	mg/L	5	GRV02	Dosage des matières en suspension (MES)	NF EN 872 Juin 2005
Interne	pH		-	PH01	Mesure du pH	NF T90-008
Interne	Conductivité	µS/cm	5	CDT01	Mesure de la conductivité	
Interne	Cl	mg/L	0.1	ICS01	Analyse de 4 ou 6 anions par chromatographie ionique (chlorure, nitrate, phosphates, sulfate, fluorure et nitrate en plus si demandé)	NF EN ISO 10304-1
Interne	NO3	mg/L	0.2	ICS01		
Interne	SO4	mg/L	0.2	ICS01		
Interne	PO4	mg/L	0.2	ICS01		
Interne	F	mg/L	0.1	ICS01		
Interne	NO2	mg/L	0.1	ICS01		
Interne	Cl	g/l	0.01	TIT10	Titration de l'ion chlorure par potentiométrie	
Interne	DCO	mg/L	10	SPE03	Analyse de la DCO	Méthode HACH 8000
Interne	TAC as CaCO3	mg/L	2	TIT11	Titration de l'alcalinité (TA et TAC)	
Interne	TA as CaCO3	mg/L	2	TIT11		
Interne	CrVI	mg/L	0.01	SPE01	Analyse du chrome VI dissous dans les eaux naturelles et usées	NF T 90-043 Octobre 1988
Interne	Turbidité	NTU	0.1	TUR01	Mesure de la turbidité	
Interne	NH3	mg/L	0.5	SPE05	Dosage de l'ammonium dans les eaux	Méthode HACH 10205
Interne	COT	mg/L	0.3	SPE09	Dosage du Carbone Organique Total (COT) dans les eaux	NF EN 1484
Interne	SiO2	mg/L	1 de Si	CAL02	Calcul de SiO2 à partir de Si mesuré par ICP02	
Interne	NT	mg/L	0.5	SPE08	Dosage de l'azote total dans les eaux	NF EN 1484

Tableau 6 : Calculs d'alcalinité à partir des TA et TAC

	Hydroxydes	Carbonates	Hydrogénocarbonates
TA = 0	0	0	TAC
TA < TAC / 2	0	2 TA	TAC – 2 TA
TA = TAC / 2	0	2 TA	0
TA > TAC / 2	2 TA - TAC	2 (TAC - TA)	0
TA = TAC	TA	0	0

Le TA dose la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates qui sont alors entièrement transformés en hydrogénocarbonates à un pH de 8,3.

Le TAC correspond à la totalité des hydrogénocarbonates (bicarbonates) et des carbonates.

Il ne peut y avoir à la fois présence d'hydroxydes et d'hydrogénocarbonates, la réaction des deux formant des carbonates. Le tableau ci-dessus est applicable pour des eaux de composition courante. La présence significative d'autres anions particuliers (phosphates, borates, etc...) fausserait les relations établies par ce tableau.

1.2.5 Analyse des métaux

Les méthodes d'analyse des métaux dans les eaux douces sont indiquées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Méthodes d'analyse pour les métaux

Labo	Analyse	Unité	LD	Méthode	Intitulé de la méthode	Norme
Interne	Al	mg/L	0.1	ICP02	Analyse des éléments dissous ou totaux (si demandé) dans les solutions aqueuses faiblement concentrées par ICP-AES	ISO 11885 Août 2007
Interne	As	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Ca	mg/L	1	ICP02		
Interne	Cd	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Co	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Cr	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Cu	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Fe	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	K	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Mg	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Mn	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Na	mg/L	1	ICP02		
Interne	Ni	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	P	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Pb	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	S	mg/L	1	ICP02		
Interne	Si	mg/L	1	ICP02		
Interne	Sn	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Zn	mg/L	0.1	ICP02		

2 PRESENTATION DES RESULTATS

2.1 Rappel des valeurs réglementaires

2.1.1 Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines

L'arrêté n°891-2007/PS du 13 juillet 2007 relatif aux installations portuaires ne mentionne pas de seuils réglementaires pour la qualité des eaux souterraines. Afin de vérifier l'impact du stockage d'hydrocarbures sur les eaux souterraines, des valeurs limites ont été établies en interne après analyses des résultats des suivis sur les eaux souterraines du Port. Ces valeurs sont indiquées dans le tableau 8 pour la composition des eaux souterraines.

Tableau 8 : Valeurs indicatives suivant l'arrêté n°891-2007/PS

Paramètre	Valeurs seuil
pH	5,5 < x < 9,5
Conductivité	-
DCO	100 mg/L
HT	10 mg/L

Les autres paramètres dont le suivi est imposé ne sont soumis à aucun seuil réglementaire de qualité des eaux souterraines.

2.1.2 Suivi de l'impact de l'usine d'assèchement de résidus puis du stockage de déchets sur les eaux souterraines et sources

Aucun seuil réglementaire de qualité des eaux n'est applicable pour le suivi des impacts de l'activité de l'usine d'assèchement de résidus et du stockage de déchets sur les eaux souterraines et sources.

2.1.3 Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM) sur les eaux souterraines

Aucun seuil réglementaire de qualité des eaux souterraines n'est imposé dans l'arrêté N°1467-2008/PS du 9 octobre 2008 pour le suivi des impacts de l'activité de l'Unité de Préparation du Minerai.

2.1.4 Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines

Aucun seuil réglementaire de qualité des eaux souterraines n'est applicable pour le suivi des impacts de l'activité de l'usine.

2.2 Bilan des campagnes de mesure

Pour le suivi des eaux souterraines en aval du parc à résidus de la Kwé ouest et de l'unité d'assèchement des résidus, les campagnes d'échantillonnage semestrielles des eaux souterraines se sont déroulées aux mois de juin et de novembre 2019.

Les campagnes trimestrielles pour le suivi des installations du port, de l'usine et de l'unité de préparation du minerai ont été réalisées au mois de février, mai, août et novembre 2019.

La fréquence de suivi sur certaines stations du bassin versant de la Kwé et de l'usine a volontairement été augmentée afin de suivre l'évolution des concentrations de certains paramètres.

2.2.1 Données disponibles pour le Port

L'ensemble des campagnes pour le suivi des installations du Port ont toutes été réalisées en 2019. Le taux de données disponibles est présenté dans le tableau 10.

Tableau 10 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port

7-1, 7-2, 7-3		Annuel 2019				2019	
Fréquence	Analyses	Janvier	Avril	Août	Octobre	Nombre d'analyses attendues	Nombre d'analyses réalisées
Trimestrielle	pH	6	6	6	6	24	24
Trimestrielle	Conductivité	6	6	6	6	24	24
Trimestrielle	DCO	6	6	6	6	24	24
Trimestrielle	HT	6	6	6	6	24	24
Nombre total d'analyses réalisées						96	
% analyses réalisées						100.0	

2.2.2 Données disponibles pour le parc à résidus de la Kwé Ouest et l'unité d'assèchement des résidus

Le suivi des piézomètres de la Kwé Ouest est effectué à fréquence semestrielle, mensuelle et continue. Les taux de données disponibles des campagnes de suivi mensuel en 2019 sont présentés dans le tableau 11.

Les taux de données disponibles des campagnes de suivi semestriel en 2019 sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 11 : Données disponibles sur les huit piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi mensuel et continu

WKBH1114, WKBH1114A, WKBH115, WKBH115B, PP5-A, PP5-B, WKBH116, WKBH116B		Annuel 2019												2019	
Fréquence	Analyses	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Conductivité/Température	Les mesures en continues ont débuté le 08/02/2019. Les sondes au niveau de WKBH114A et PP5-A ont été installées le 27/08/2019												53184	53184
Mensuelle	Sulfates	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	96	88
Mensuelle	Magnésium	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	96	88
Mensuelle	Calcium	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	96	88
Mensuelle	Manganèse	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	96	88
													% de mesures continues de cond réalisées		100.0
													Nombre total d'analyses réalisées		352
													% analyses réalisées		92

Tableau 12 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi semestriel en 2019

	Aquitard Latéritique proche: PP1-A, WKBH112A, WKBH114A, WKBH115B, PP5-A, WKBH116B, WKBH117B			Aquifère principal proche: PP1-B, WKBH112, WKBH114, WKBH115, WKBH115A, PP5-B, WKBH116, WKBH116A			Aquitard latéritique éloigné: WTBH11A, 11EX0560, 11EX0481			Aquifère principal éloigné: WK6-14, WTBH11, WTBH02, 12EX0083, 11EX0480		
	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%
pH	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
cond	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Eh	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
O ² Dissous	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Al	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
As	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Ca	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Cl	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Co	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Cr	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
CrVI	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Cu	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Fe	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
HCO ₃ ⁻	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
K	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Mg	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Na	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Ni	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
NO ₂	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
NO ₃	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
NH ₄	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Pb	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
PO ₄	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
SiO ₂	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
SO ₄	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Zn	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100
Mn	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100

2

F	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100		
DCO	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100		
HT	10	10	100	16	16	100	6	6	100	10	10	100		
% d'analyses réalisées			100	% d'analyses réalisées			100	% d'analyses réalisées			100	% d'analyses réalisées		100

Certains paramètres ne sont pas mesurés ou sont calculés :

- **MES** : étant donné que la méthode de pompage génère la mise en suspension des sédiments, l'analyse des MES n'est pas réalisée pour les prélèvements d'eau souterraine car elle n'est pas représentative.
- Le **HCO₃⁻** est obtenu par calcul à partir des mesures de TA et TAC.

Les taux de données disponibles des campagnes de suivi mensuel des résurgences de la Kwé Ouest en 2019 sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des résurgences de la Kwé Ouest

Sources WK17, WK20		Annuel 2019												2019	
Fréquence	Analyses	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Hauteur d'eau	Total Annuel (WK17: Isco, fréquence 1h - WK20: Troll, fréquence 1H)												17520	17160
Continu	Conductivité	Total semestre (Suivi à fréquence horaire de la conductivité)												17520	17160
Bihebdo	pH	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	Conductivité	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	MES	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	Sulfates	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	Nickel	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	Chrome	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	Manganèse	20	16	16	18	18	16	18	18	18	16	16	18	208	208
Bihebdo	pH, Eh, T°, Cond, O ₂ disous	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
Bihebdo	Alcalinité	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
Bihebdo	Anions majeurs	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
Bihebdo	Cations majeurs	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
Bihebdo	Métaux	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
Bihebdo	Silice	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
Bihebdo	DCO+HT	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2		4	4
% de mesures continues de cond réalisées														97.95	
Nombre total d'analyses réalisées														1484	
% analyses réalisées														100	

A partir du 17 octobre 2019, la source WK17 n'a plus été échantillonnée en raison de son assèchement et les prélèvements de WK20 ont été substitués aux prélèvements de la station de suivi des eaux de surface nommée WK17-20. Cette station, WK17-20, est située en aval des sources WK17 et WK20, et est alimentée par les eaux provenant des sources WK17 et WK20. A partir du 17 octobre, WK17-20 n'est alimentée que par les eaux d'écoulement de la source WK20 car la source WK17 s'est tarie.

2.2.3 Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minéral

Le suivi des eaux souterraines de l'UPM est réalisé à fréquence trimestrielle. Le taux de données disponibles est présenté dans le tableau 14.

Tableau 14 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM

4-z4, 4-z5 (destruction des piézomètres 4-z1, 4-z2)		Annuel 2019				2019	
Fréquence	Analyses	Fev/Mars	Mai	Août	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisés
Trimestrielle	pH	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Conductivité	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	DCO	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Sulfates	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Chrome VI	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Calcium	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Potassium	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Sodium	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	TA	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	TAC	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	Chlorures	2	2	2	2	8	8
Trimestrielle	HT	2	2	2	2	8	8
Nombre total d'analyses réalisées						96	
% analyses réalisées						100	

Pour rappel, les piézomètres 4-z1 et 4-z2 ont été démantelés en 2018 car ils se trouvaient dans la zone d'excavation de la zone polluée par hydrocarbures.

2.2.4 Données disponibles pour l'Usine

Le suivi des eaux souterraines de l'Usine est réalisé à fréquence trimestrielle. Le taux de données disponibles est présenté dans le tableau 15.

Tableau 15 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine

6-1, 6-1a, 6-2, 6-2a, 6-3, 6-3a, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-7a, 6-8, 6-8a, 6-13, 6-14, 6-14a		Annuel 2019				2019	
Fréquence	Analyses	Janvier/Février	Avril-mai	Août	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Conductivité	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	DCO	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Sulfates	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Chrome VI	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Calcium	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Potassium	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Sodium	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	TA	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	TAC	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Chlorures	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	HT	16	16	16	16	64	64
Nombre total d'analyses réalisées						768	
% analyses réalisées						100.0	

Lors de la campagne de novembre (11 et 15 novembre), les piézomètres 6-3A et 6-7A n'ont pas été échantillonnés en raison de l'assèchement de la nappe.

2.3 Résultats

2.3.1 Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines

Les graphiques présentés ci-après indiquent les valeurs obtenues lors du suivi des eaux souterraines du port.

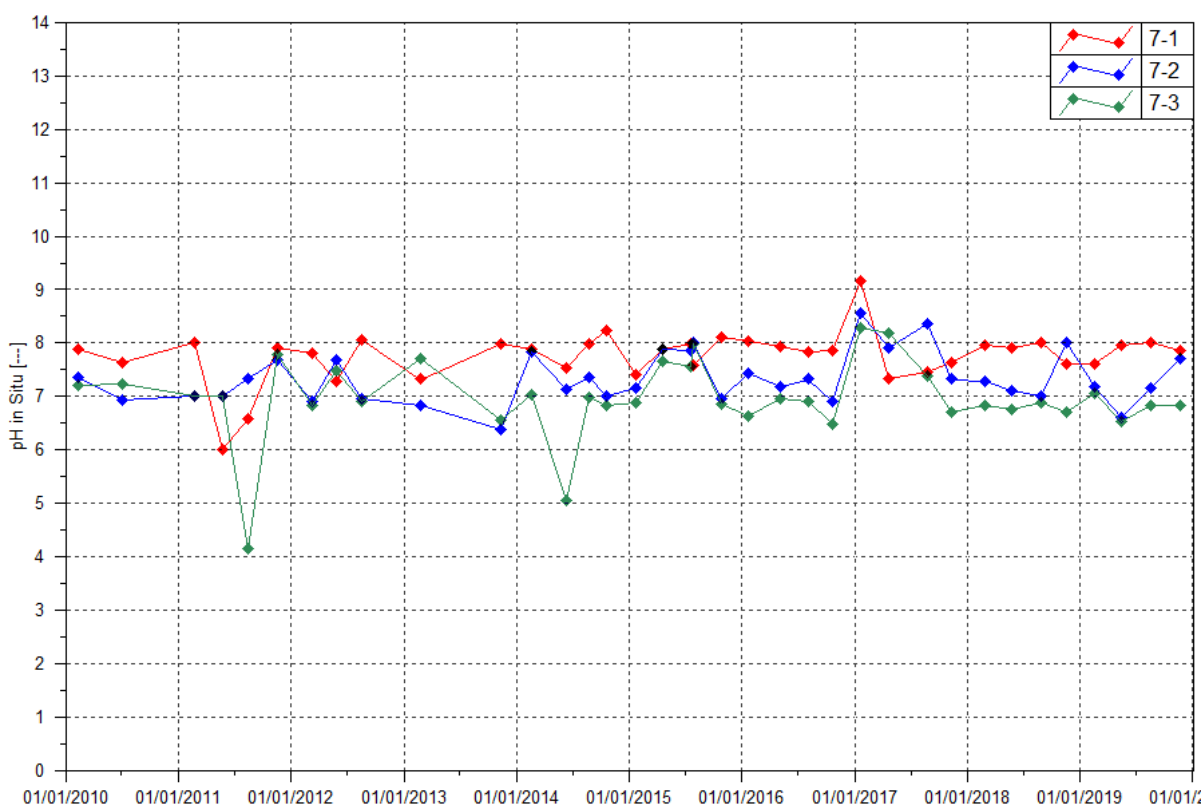
pH : compris entre 6.5 et 8 en 2019.

Conductivité : les relevés de 2019 sont identiques aux normales mesurées. Les mesures de conductivité au piézomètre 7-1 sont toujours élevées en raison de l'intrusion d'eau de mer. Excepté au piézomètre 7-2, où le contrôle du mois de novembre indique une conductivité supérieure aux normales mesurées à ce piézomètre, soit 2080 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

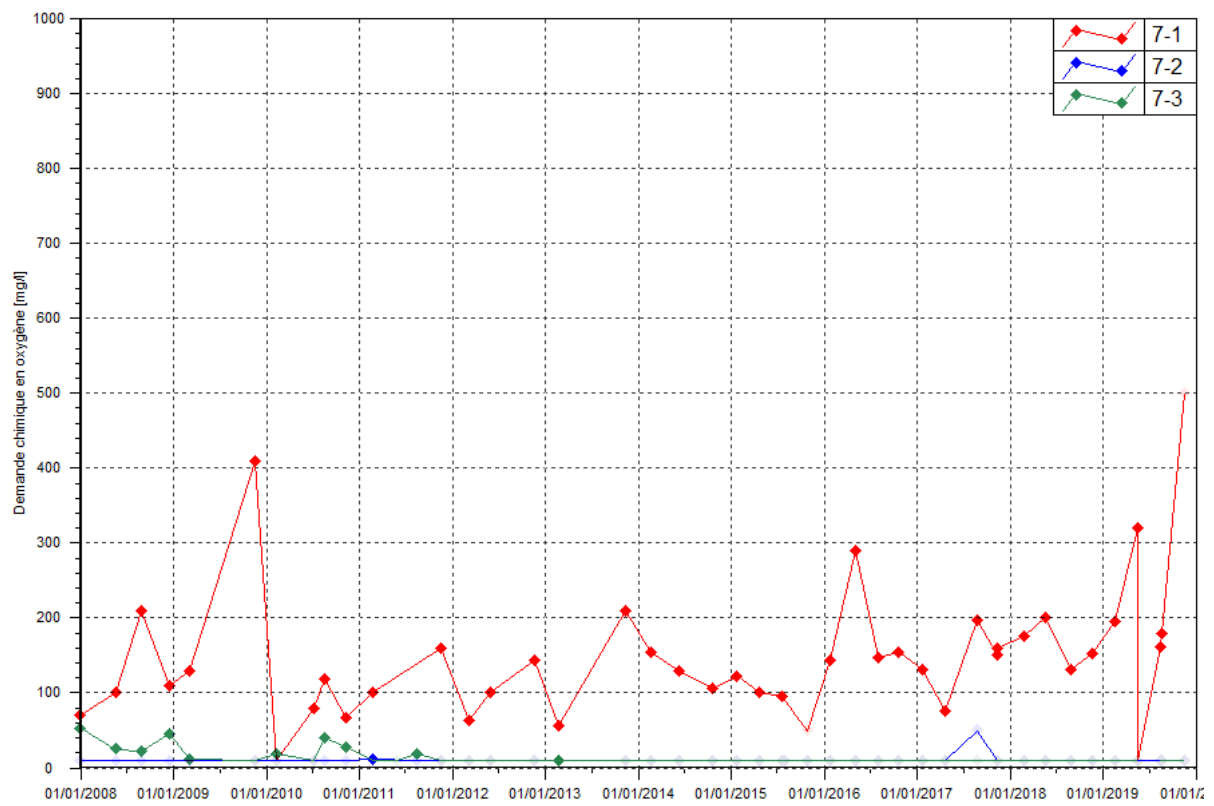
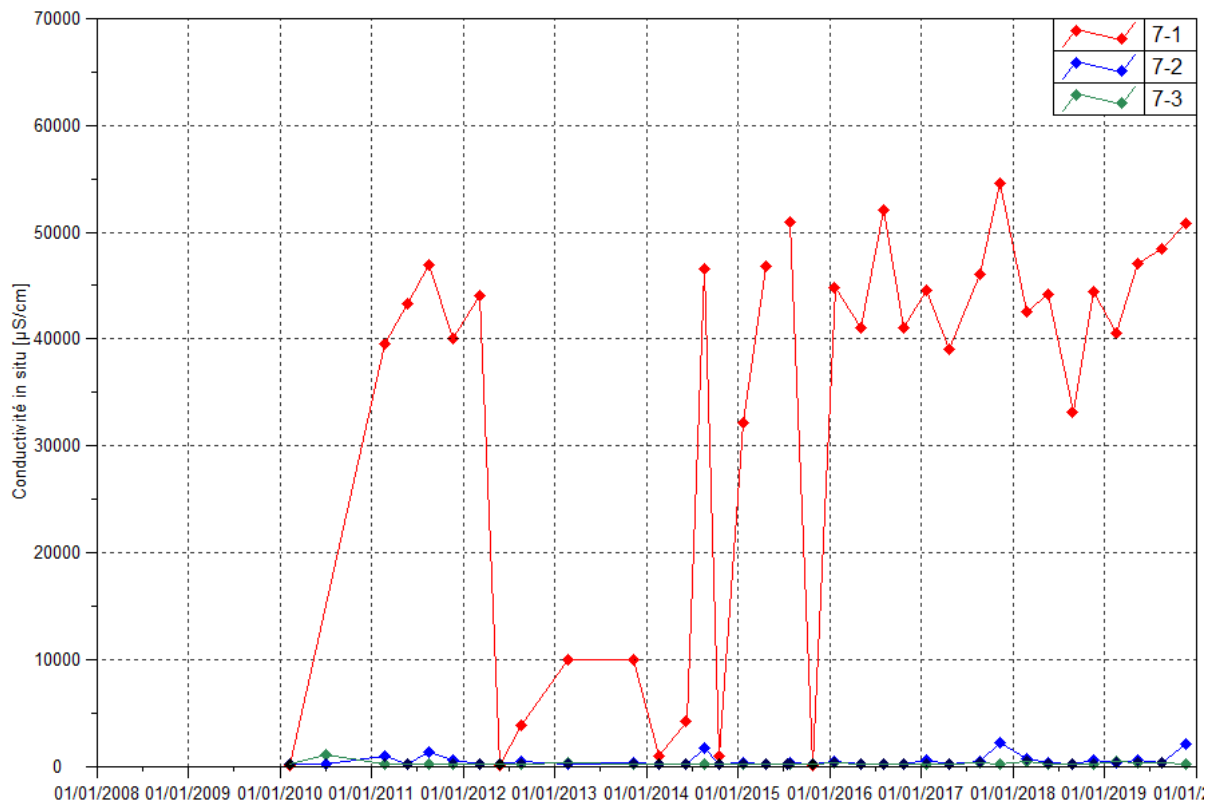
DCO : Les résultats sont comparables aux années précédentes. Pour l'échantillon du piézomètre 7-1 en date du 29 novembre, une dilution par 50 a été effectuée avant analyse en raison de sa turbidité. La limite de détection a été revue de 10 à 500 mg/L.

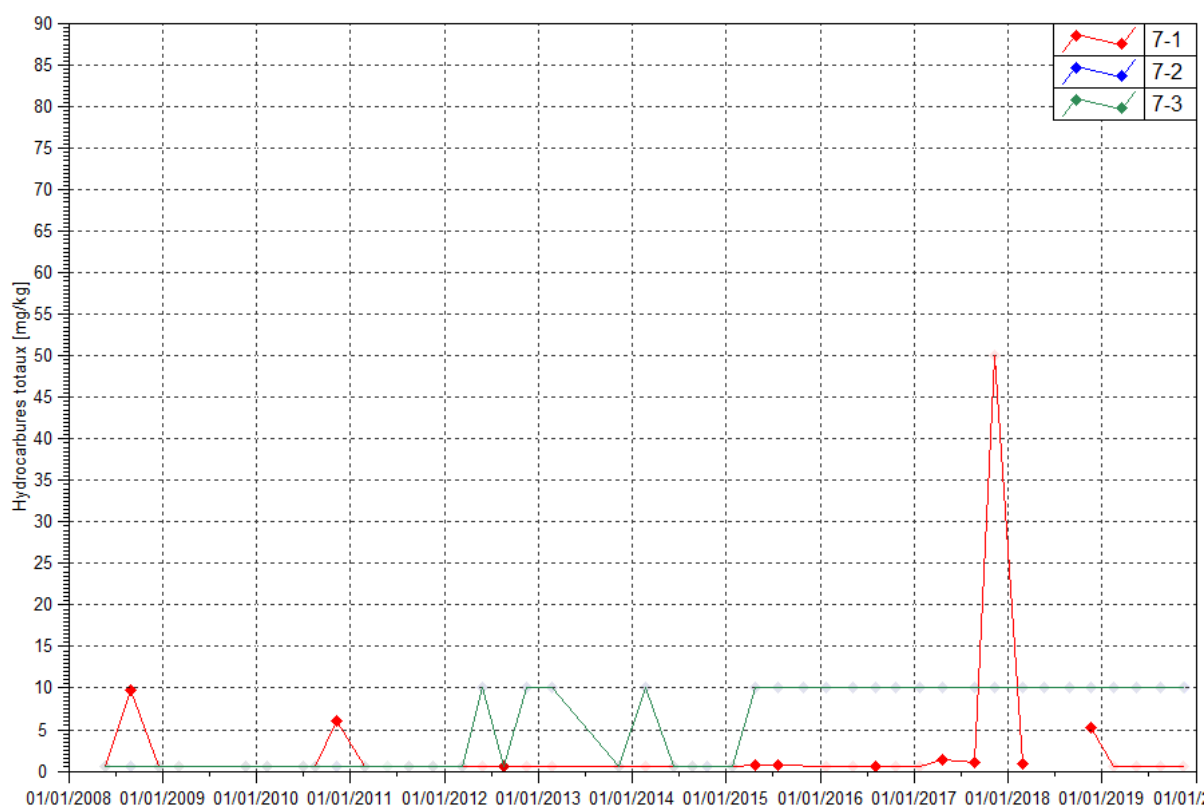
Hydrocarbures : les hydrocarbures ne sont pas détectés en 2019.

Figure 5 : Résultats du suivi du Port – pH, Conductivité, HT et DCO



2





2.3.2 Suivi de l'impact des activités du stockage des résidus sur les eaux souterraines de la Kwé Ouest

2.3.2.1 Eaux souterraines

L'annexe I présente graphiquement les résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest pour l'ensemble des paramètres exploitables depuis 2008 : sodium, potassium, calcium, magnésium, ammoniac, nickel, chrome, silice, oxygène dissous et potentiel d'oxydo-réduction, titre alcalimétrique complet.

Les éléments suivants ne sont jamais détectés ou rarement détectés dans les eaux souterraines de la Kwé Ouest en 2019 : aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, cuivre, fer, zinc, plomb, nitrites, titre alcalimétrique, phosphates et fluorures, DCO et HT.

Les principales observations sont résumées ci-dessous ainsi que les figures correspondantes.

2.3.2.1.1 Suivi de l'aquifère principal proche :

pH : compris en 5.5 et 9.8 en 2019. Ces valeurs extrêmes ont été relevées au cours du 1^{er} semestre 2019.

Conductivité : comprise entre 87.1 et 2080 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2019. Cette maximale est mesurée au piézomètre WKBH103. La hausse de conductivité se poursuit au piézomètre WKBH103. Pour rappel, cette hausse a débuté depuis 2015. Cette hausse s'est accélérée entre 2015 et 2018. Depuis 2018, cette hausse est moins accentuée. Au piézomètre WKBH102, les mesures de conductivité montrent toujours des variations. Elles sont plus ou moins accentuées suivant les périodes de suivis. Le dernier contrôle de 2019 pour ce piézomètre correspond à la maximale enregistrée depuis le début des suivis. Aux piézomètres WKBH110 et WKBH110A et WK6-12, les résultats des derniers contrôles indiquent de nouveau une hausse de la conductivité alors que depuis mars 2018, on observait une stabilisation. D'autre part, les résultats d'analyses de 2019, révèlent une hausse légère de la conductivité aux

piézomètres WKKBH111 et WKBH118. Enfin pour les autres piézomètres de suivi de l'aquifère proche, les mesures de conductivité sont stables depuis 2010.

Sulfates : en 2019, les résultats d'analyse en sulfates indiquent toujours en moyenne des teneurs supérieures au piézomètre WKBH103. Depuis 2018, les concentrations évoluent de manière plus stable alors qu'entre 2016 et 2018, une hausse constante et rapide était observée au niveau de ce piézomètre. En 2019, une forte variation de la concentration en sulfates soit 1230 mg/L est enregistrée lors du contrôle de mars. Cette teneur correspond à la maximale enregistrée pour ce groupe depuis 2008. Au piézomètre WKBH102, le dernier prélèvement effectué le 29 novembre montre une forte concentration en sulfates, soit 1290 mg/L, correspondant à la maximale enregistrée pour ce groupe depuis 2008. Aux piézomètres WKBH110, WKBH110A, WK6-12 alors que la tendance est stable depuis 2018, les contrôles du second semestre 2019 indiquent une légère hausse de la concentration en sulfates pour ces piézomètres. Enfin, ce bilan semestriel permet également de constater une hausse légère de la teneur en sulfates au piézomètre WKBH111 et WKBH118.

Nitrates : en 2019, les concentrations sont toujours supérieures au piézomètre WK6-12. Les résultats d'analyse de cette année confirment la tendance à la baisse observée depuis 2018.

Chlorures : les relevés de 2019 confirment la stabilisation de la teneur en chlorures aux piézomètres WKBH103, WKBH102 et WK6-12. Aux piézomètres WKBH110 et WKBH110A, les derniers contrôles révèlent de nouveau une hausse des concentrations en chlorures.

Manganèse : en 2019, les teneurs quantifiables sont comprises entre 0.01 et 0.05 mg/L. Les teneurs en manganèse les plus élevées sont relevées au niveau du piézomètre PP5-B lors des contrôles de janvier et février. Le manganèse est également faiblement détecté aux stations PP1-B, WKBH116, WKBH116A et WKBH112.

Magnésium : les concentrations restent toujours supérieures aux piézomètres WKBH103. En revanche, les résultats de 2019 indiquent une baisse des teneurs en magnésium au cours du 1^{er} semestre. Cependant, le dernier contrôle de novembre pour ce piézomètre indique une concentration élevée, correspondant à la teneur maximale pour ce groupe depuis 2008. Au piézomètre WKBH102, les résultats de 2019 confirment la variabilité des teneurs en magnésium et le contrôle de novembre révèlent une concentration élevée au niveau de ce piézomètre. D'autre part, les résultats de 2019 aux piézomètres WK6-9, WKBH110 et WKBH110A sont plutôt stables en début de période alors que les teneurs relevées en novembre montrent de nouveau une hausse. Enfin, on constate également une hausse légère des concentrations au niveau des piézomètres WKBH111 et WKBH118.

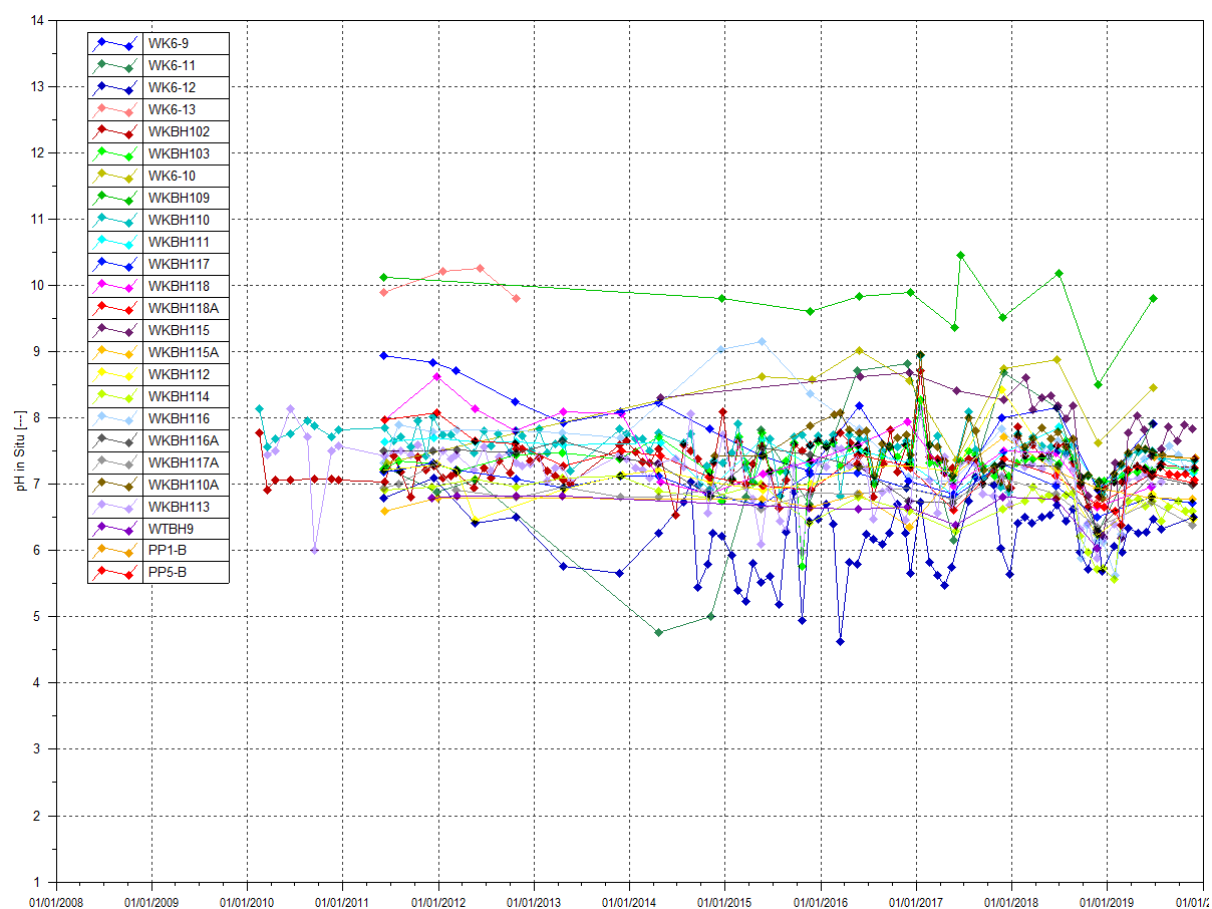
Nickel : en 2019, les teneurs quantifiables en nickel sont comprises entre 0.01 et 0.24 mg/L dans ce groupe. A partir de 2016, les concentrations en nickel étaient en augmentation progressive au piézomètre WKBH103. En 2019, les résultats en nickel à WKBH103 révèlent une stabilité. Au piézomètre WKBH102, les concentrations sont toujours variables depuis 2016.

Chrome : Les teneurs supérieures sont toujours enregistrées aux piézomètres WK6-10 et WKBH109. Les teneurs sont stables depuis 2016.

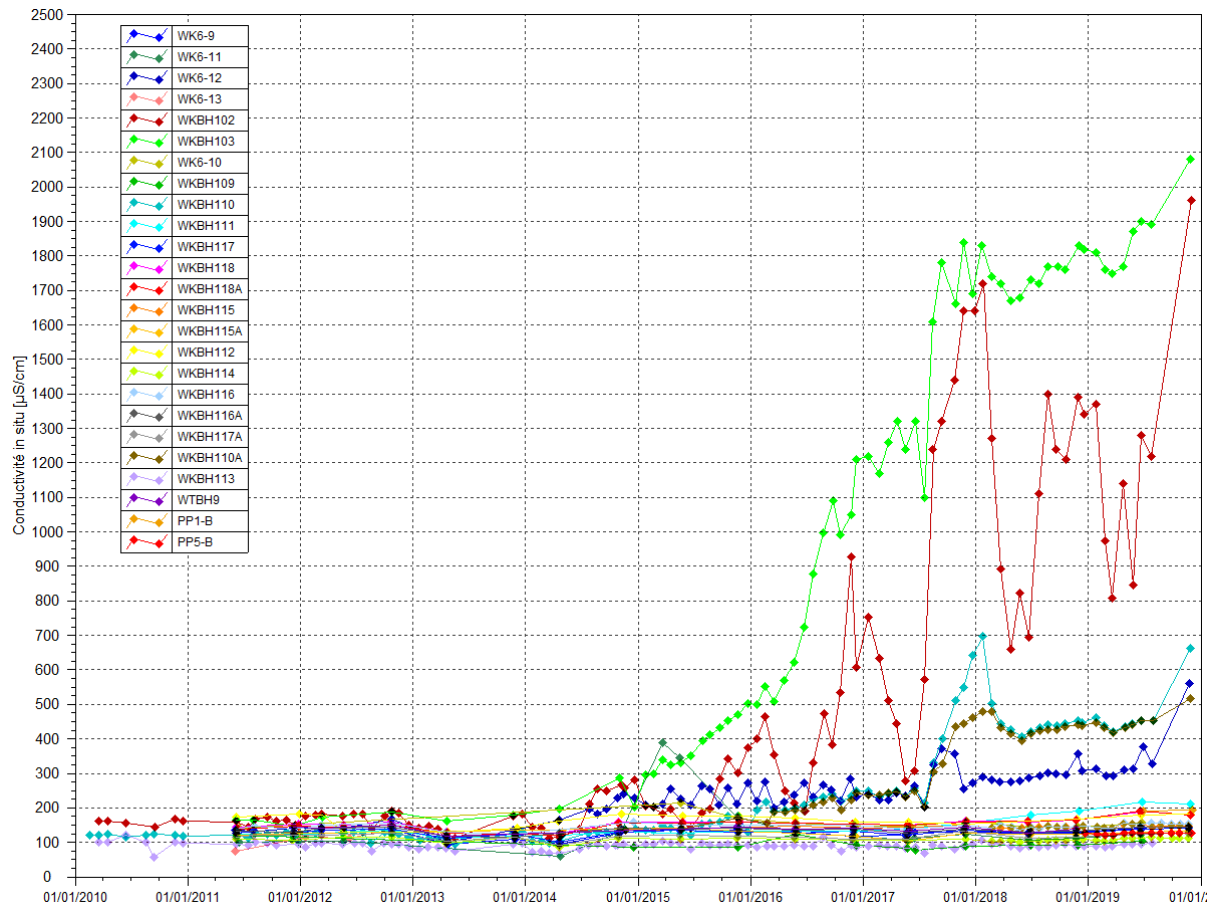
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe de suivi de l'aquifère principal proche sont présentés à la Figure 6.

Figure 6 : Résultats du suivi de l'aquifère principal proche– pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, manganèse, magnésium, nickel et chrome

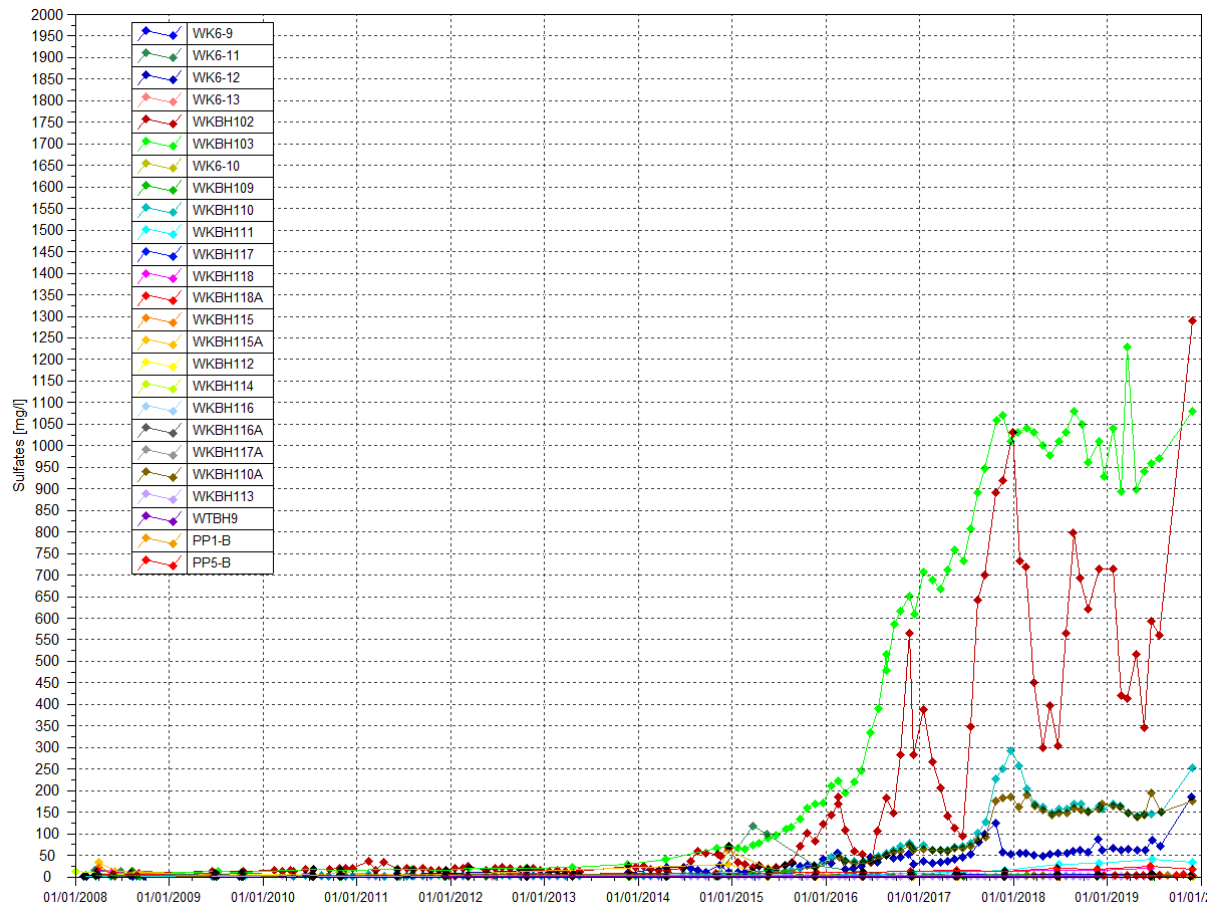
2



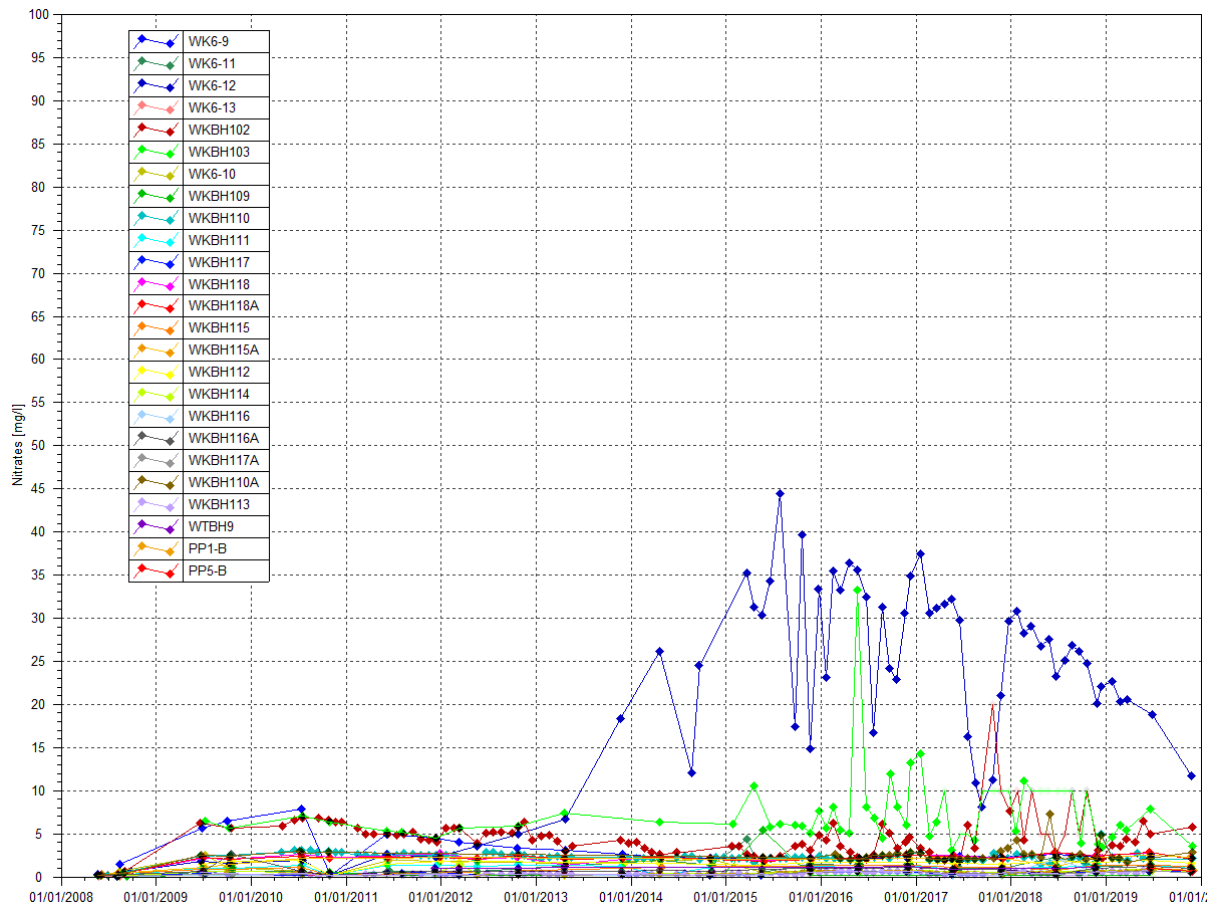
2



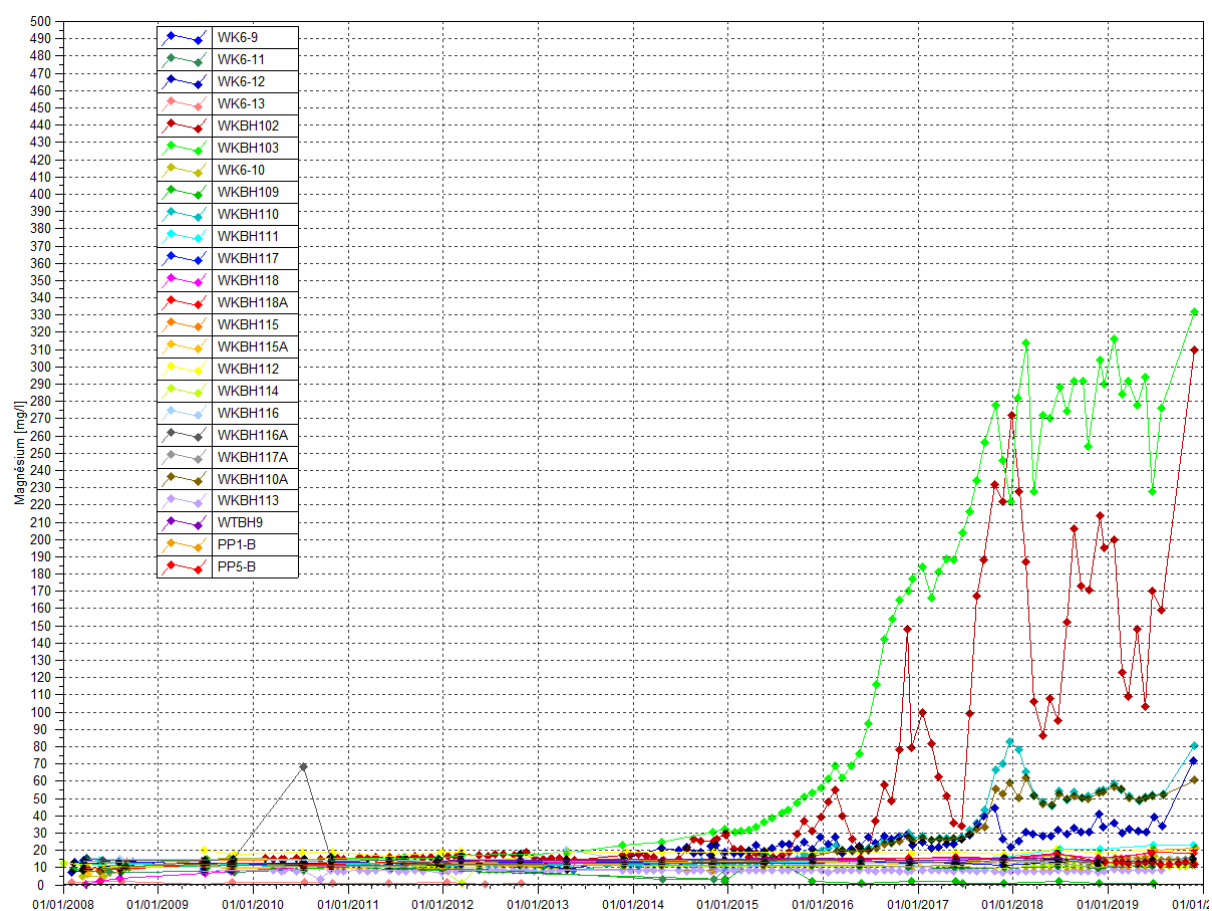
2



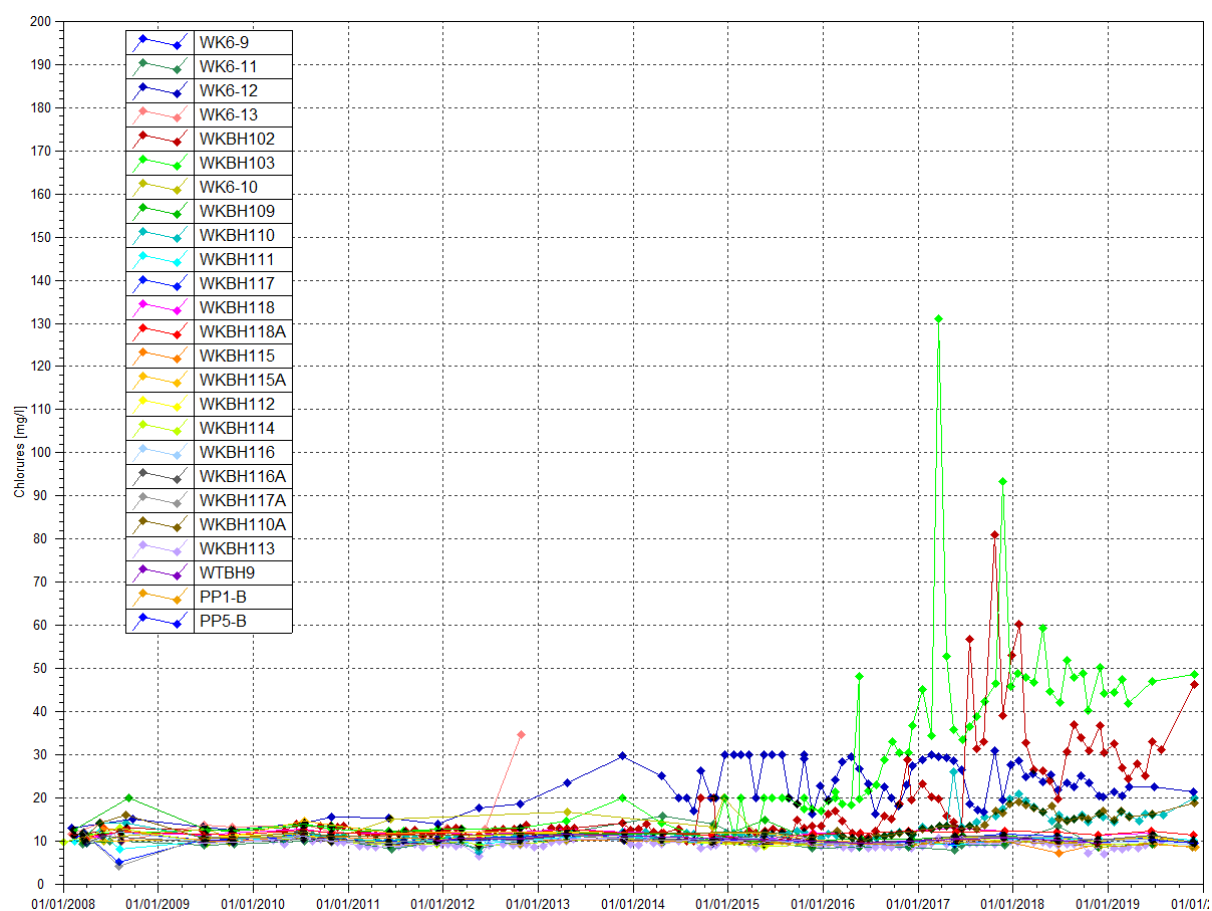
2



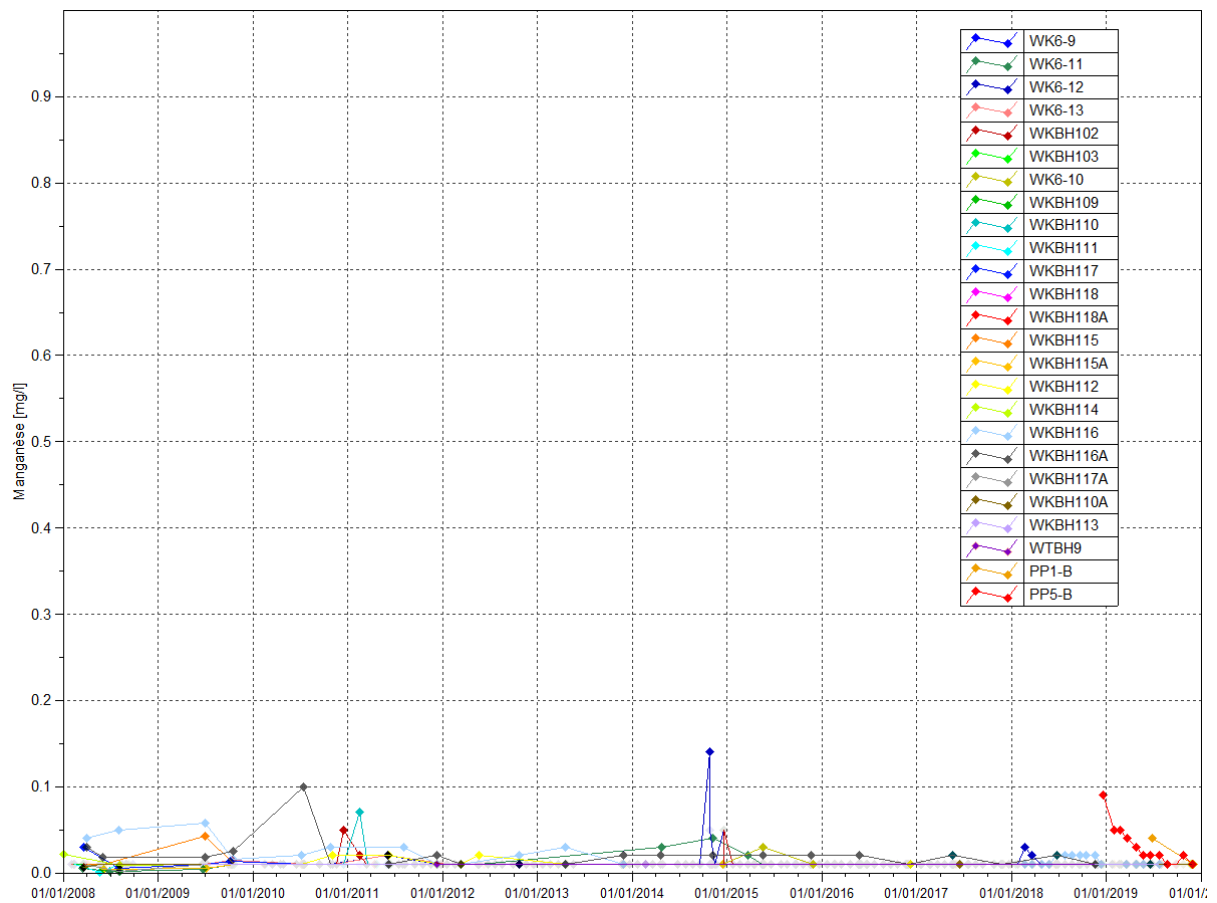
2



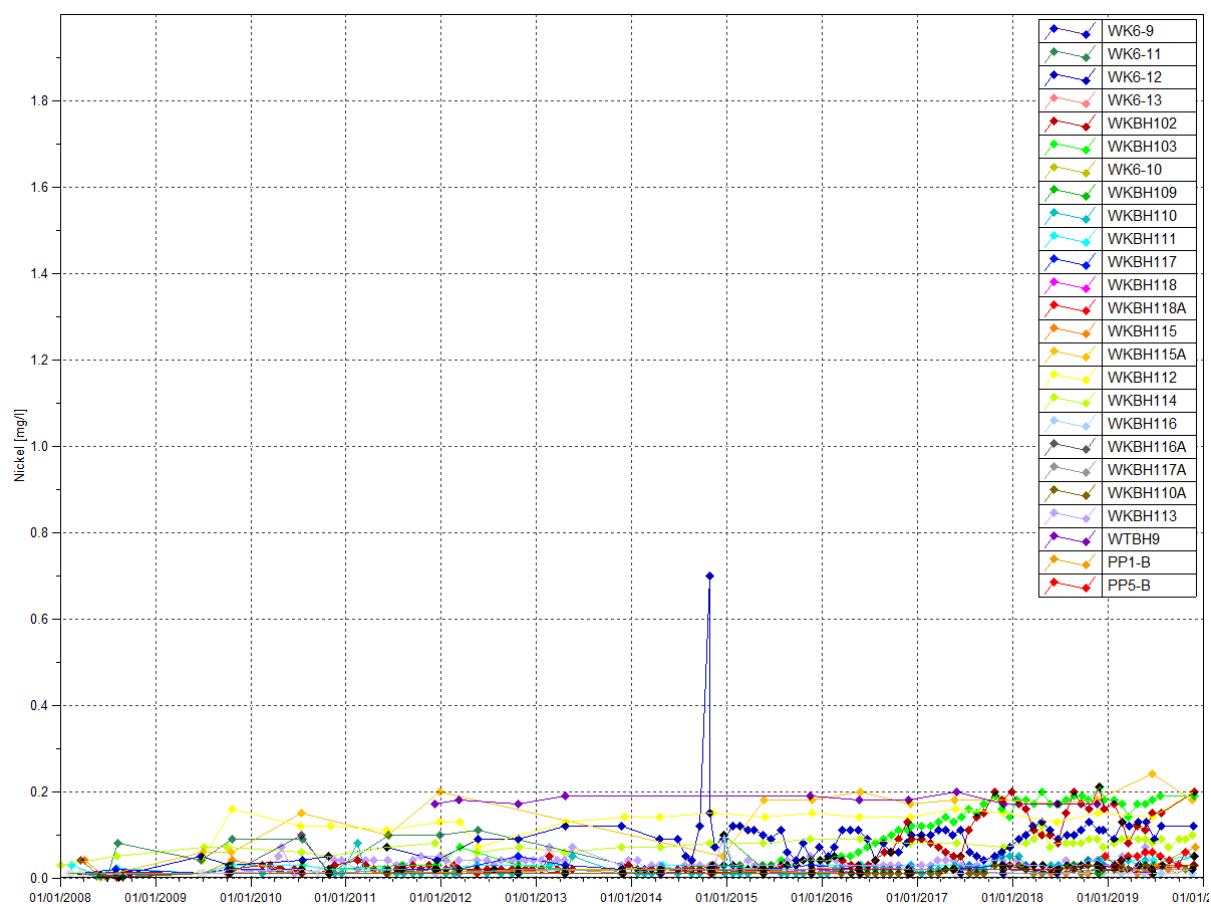
2



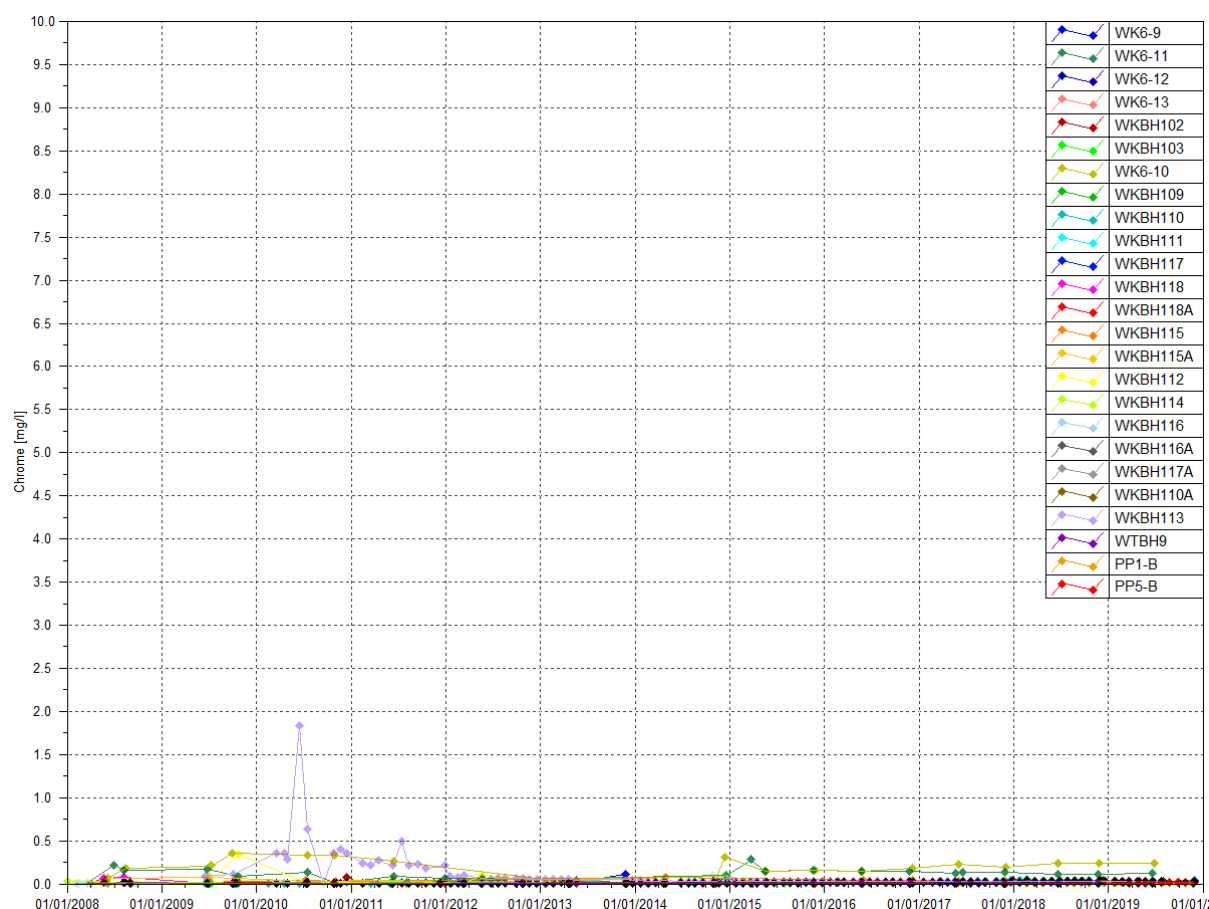
2



2



2



2.3.2.1.2 Suivi de l'aquitard latéritique proche :

pH : compris entre 4 et 7.56 en 2019. Ce pH minimal est enregistré au piézomètre WKBH115B au mois de janvier.

Conductivité : compris entre 46.7 et 991 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2019. La maximale est enregistrée au piézomètre WKBH109A au mois de novembre 2019. Les résultats de conductivité sont en augmentation aux piézomètres WKBH109A, WKBH110B et WK6-12. L'augmentation au piézomètre WKBH109A est franche au cours du 2nd semestre. Au piézomètre WK6-12, la hausse est lente et constante depuis 2013. Au niveau des autres piézomètres du groupe, les relevés ne révèlent aucune évolution particulière.

Sulfates : Pour ce groupe, les teneurs en sulfates sont toujours supérieures aux piézomètres WKBH109A et WKBH110B. Les résultats d'analyses de ces piézomètres montrent une forte hausse des concentrations en sulfates en novembre. Le maximum en sulfates de 413 mg/L est mesuré à cette date. Au piézomètre WK6-12A, les concentrations en sulfates de 2019 confirment la hausse progressive observée depuis 2015.

Chlorures : Les résultats de 2019 indiquent une hausse des concentrations en chlorures au piézomètre WKBH109A alors qu'une stabilité était observée en 2018. Au piézomètre WK6-12A, les teneurs en chlorures sont en baisse depuis 2016. Au piézomètre WKBH110B, le contrôle de février signale une variation de la teneur en chlorure.

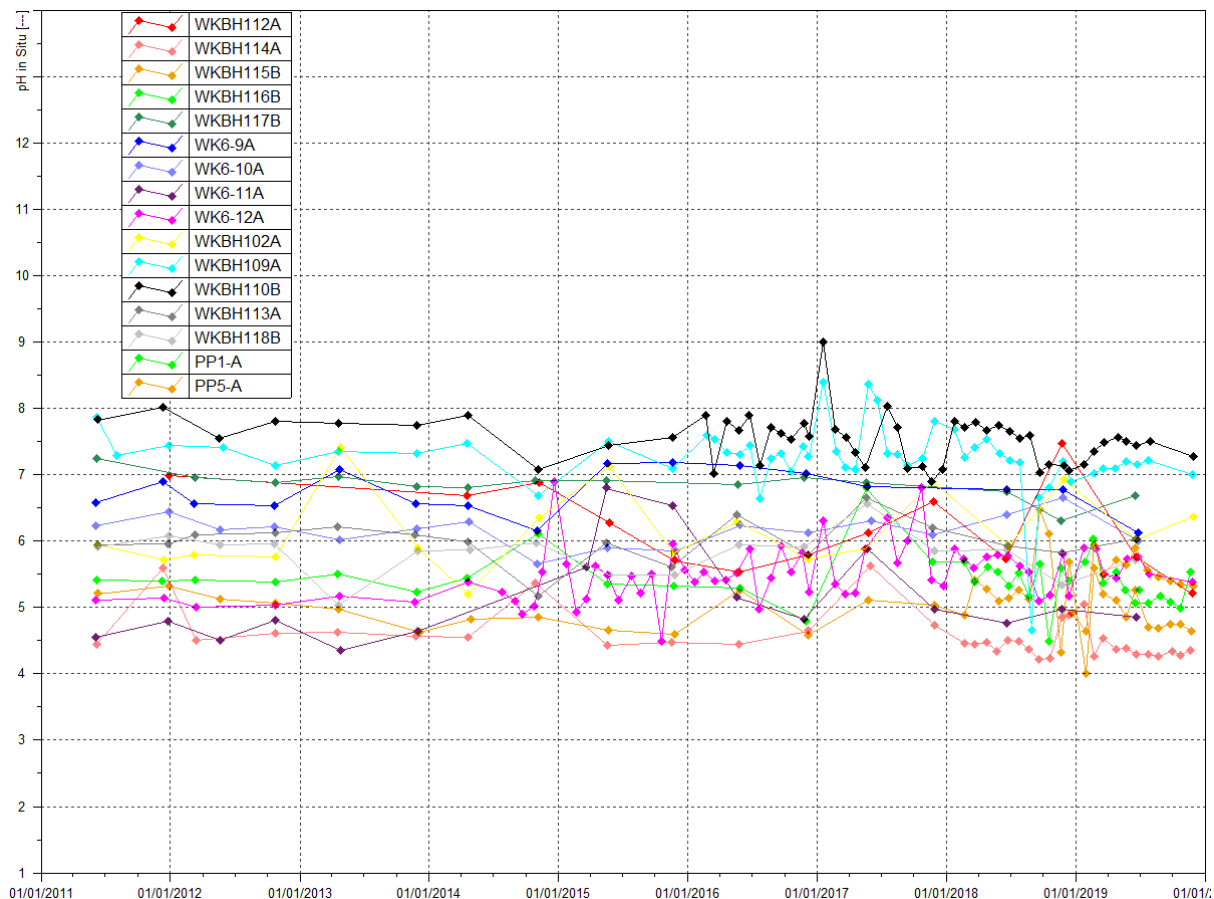
Manganèse : depuis le début des suivis, le manganèse a toujours été détecté en faible quantité dans les piézomètres de ce groupe.

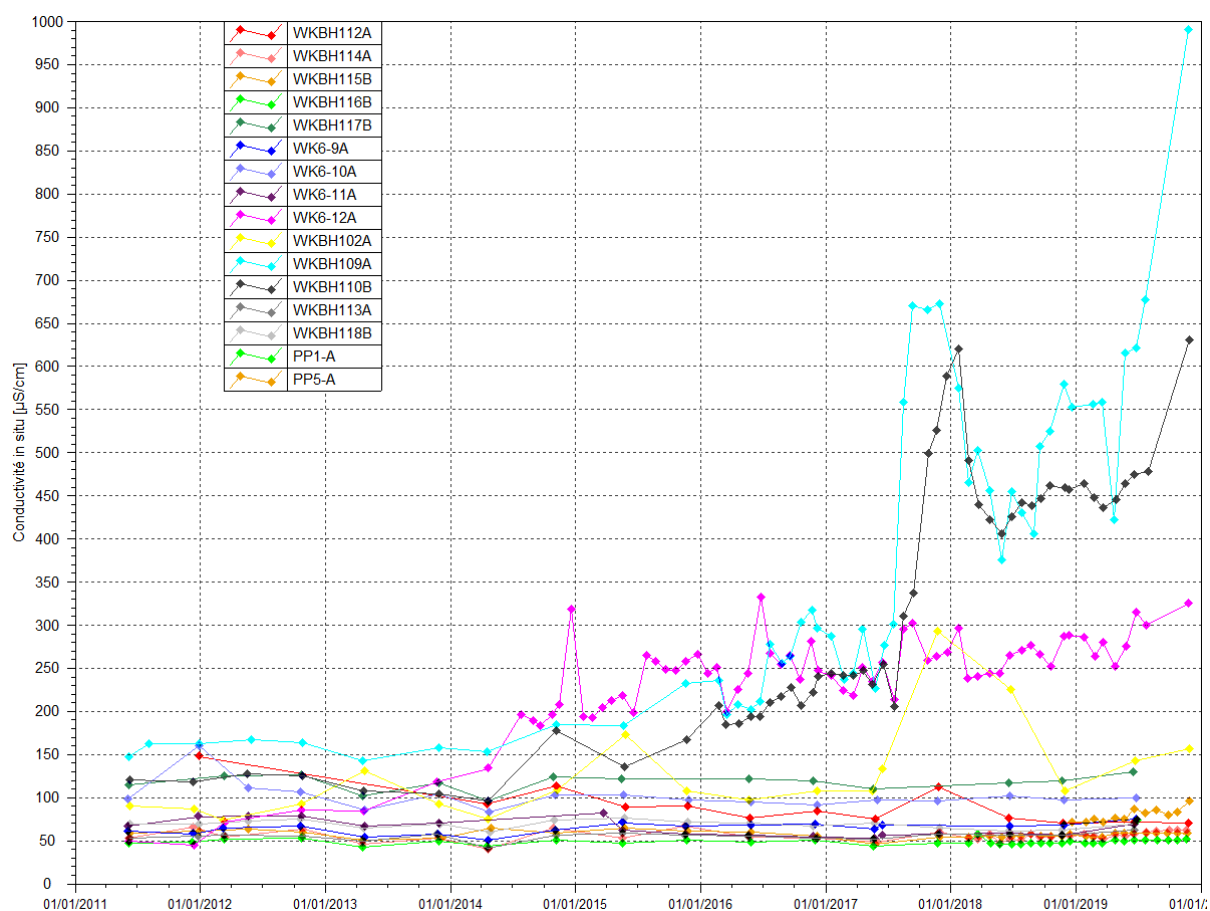
Nickel : la teneur maximale est enregistrée au piézomètre WKBH112A. Les résultats de 2019 montrent une légère hausse à partir du mois d'avril de la concentration en nickel au piézomètre WKBH109A. Cette tendance sera à confirmer lors du bilan annuel.

Chrome : les teneurs quantifiables pour ce groupe sont comprises entre 0.01 et 0.13 mg/L durant cette période. Aucune variation particulière de la concentration en chrome n'est enregistrée au niveau des piézomètres de ce groupe.

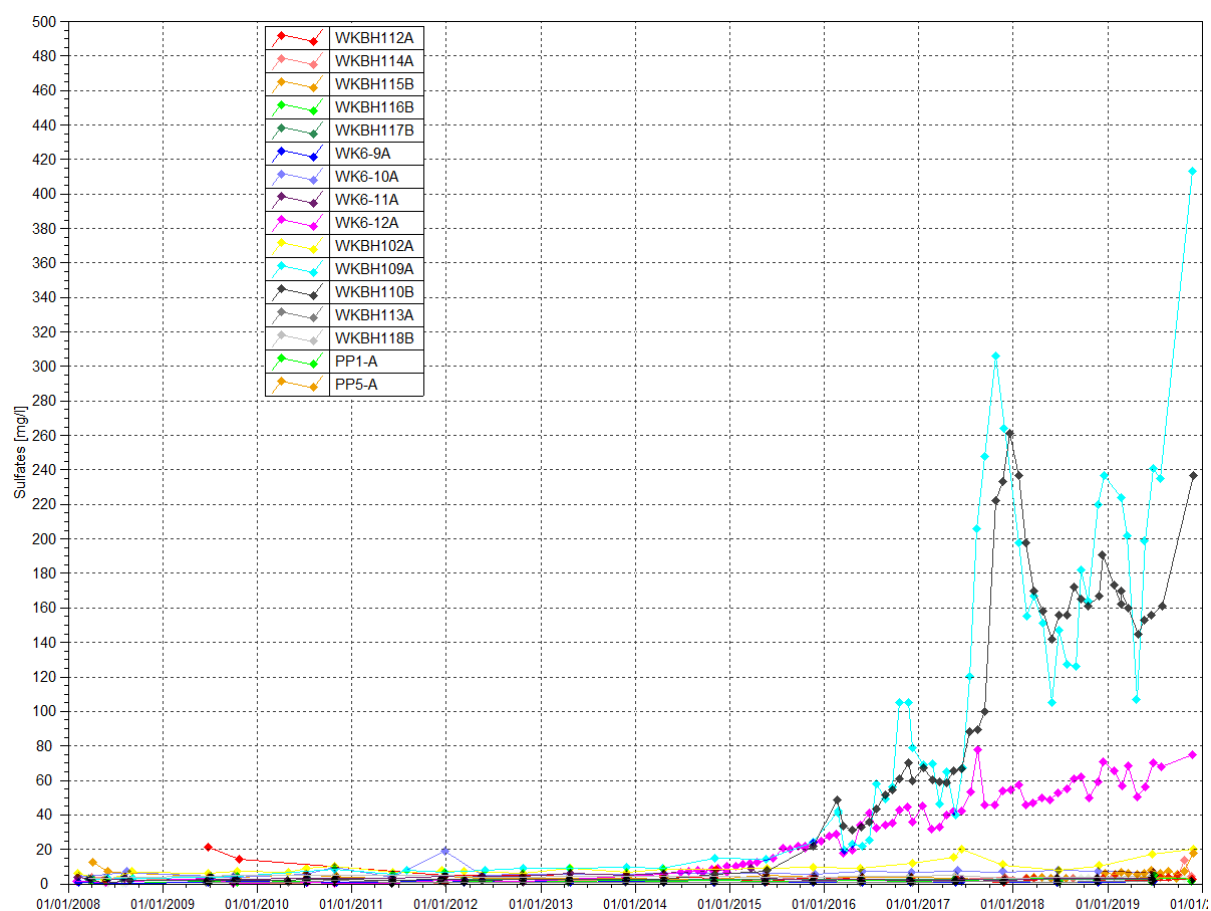
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe de suivi de l'aquitard latéritique proche sont présentés à la Figure 7.

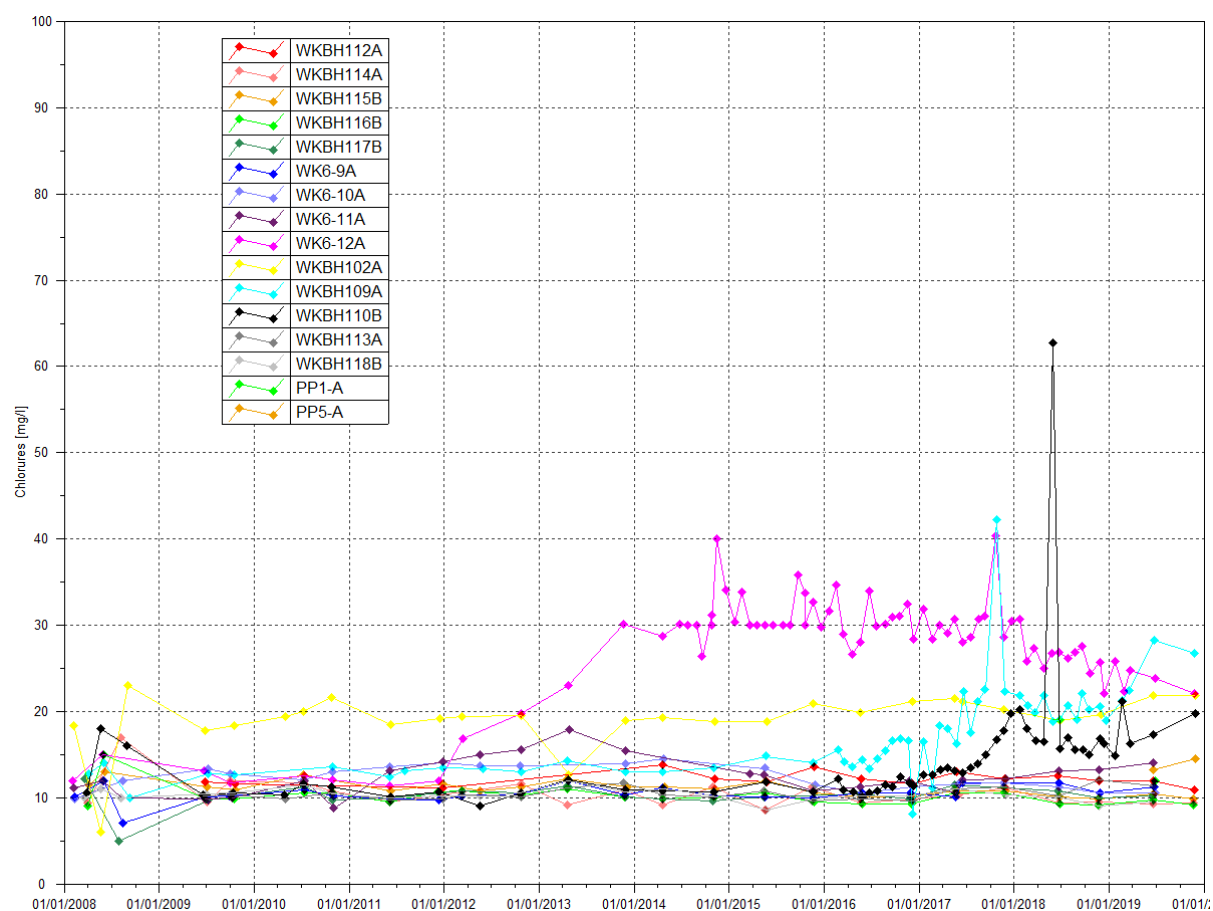
Figure 7 : Résultats du suivi de l'aquitard latéritique proche– pH, conductivité, sulfates, chlorures, nitrates, magnésium, nickel, chrome et manganèse



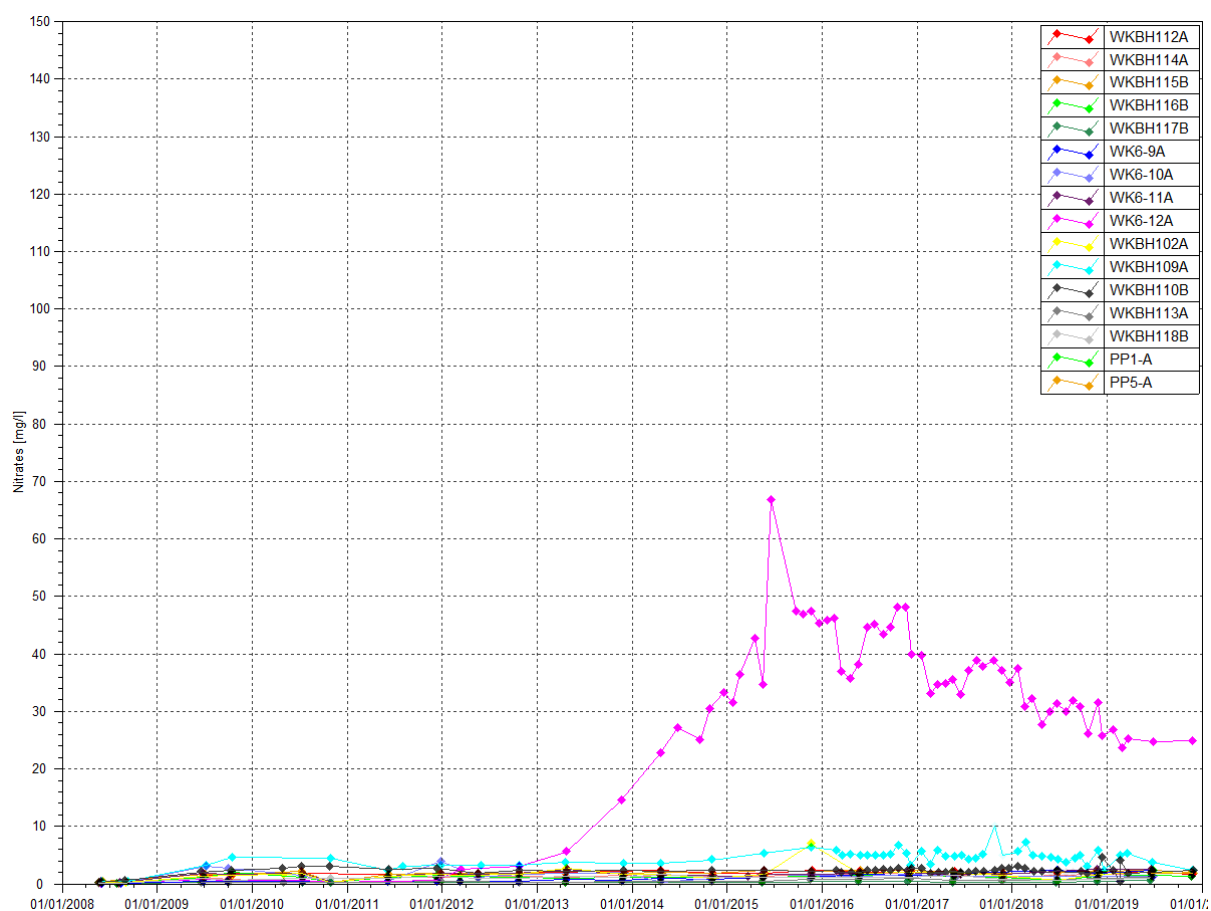


2

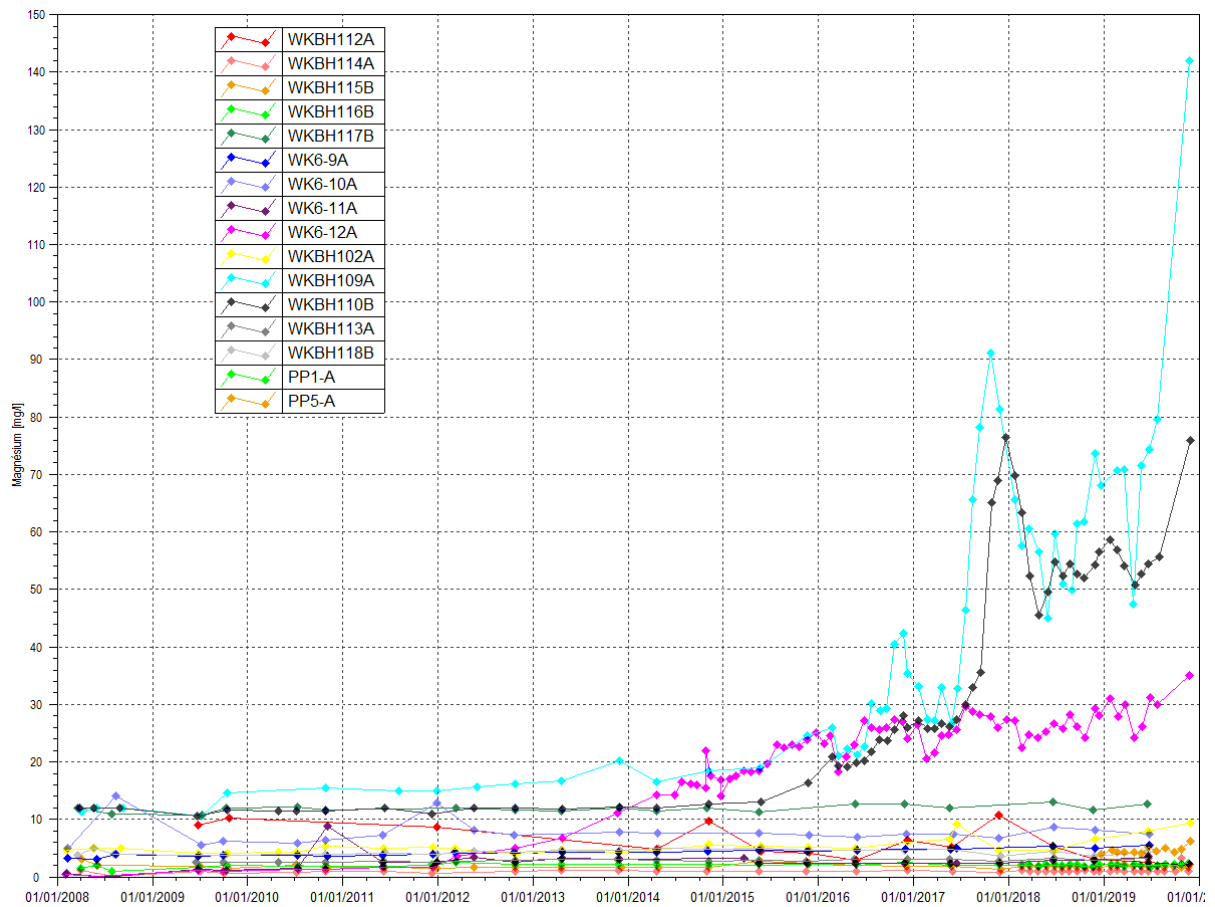




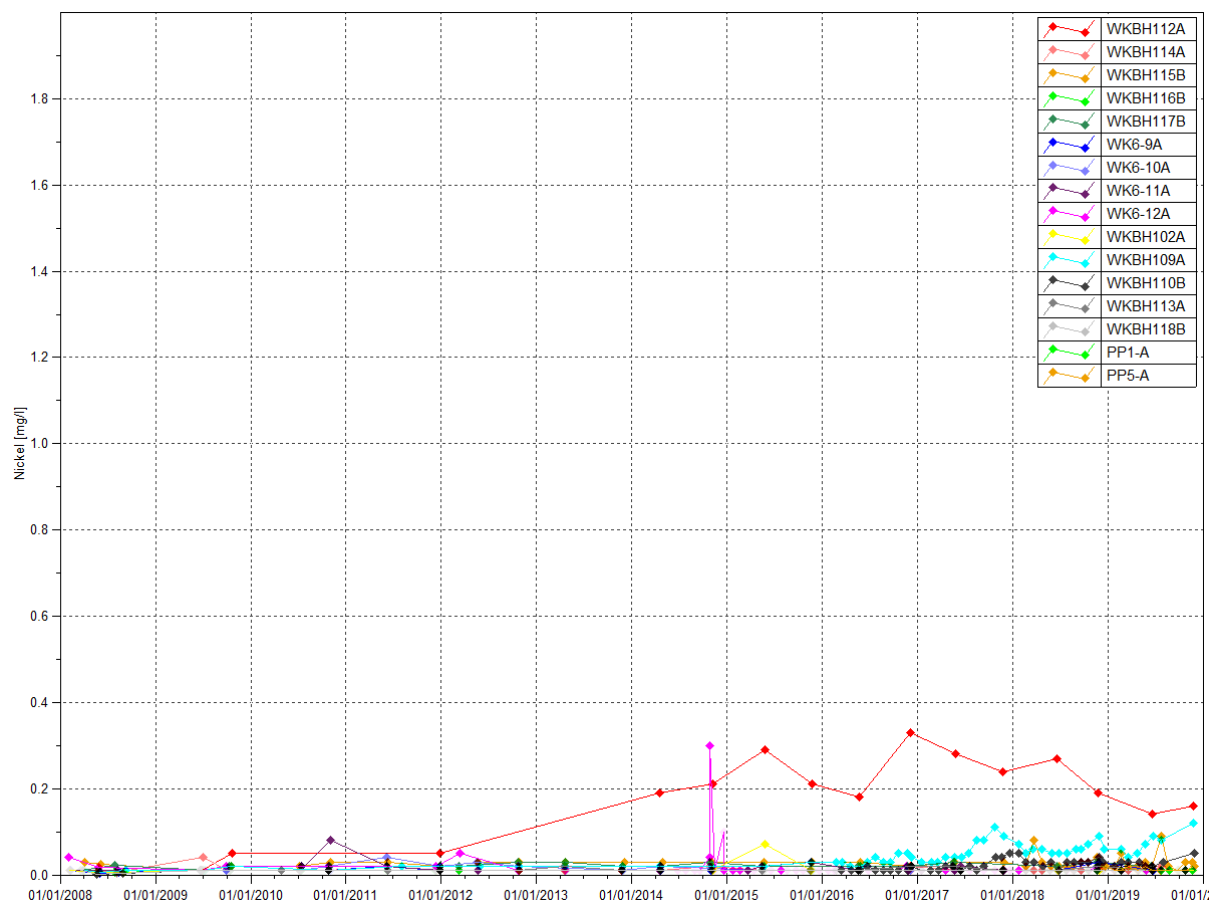
2



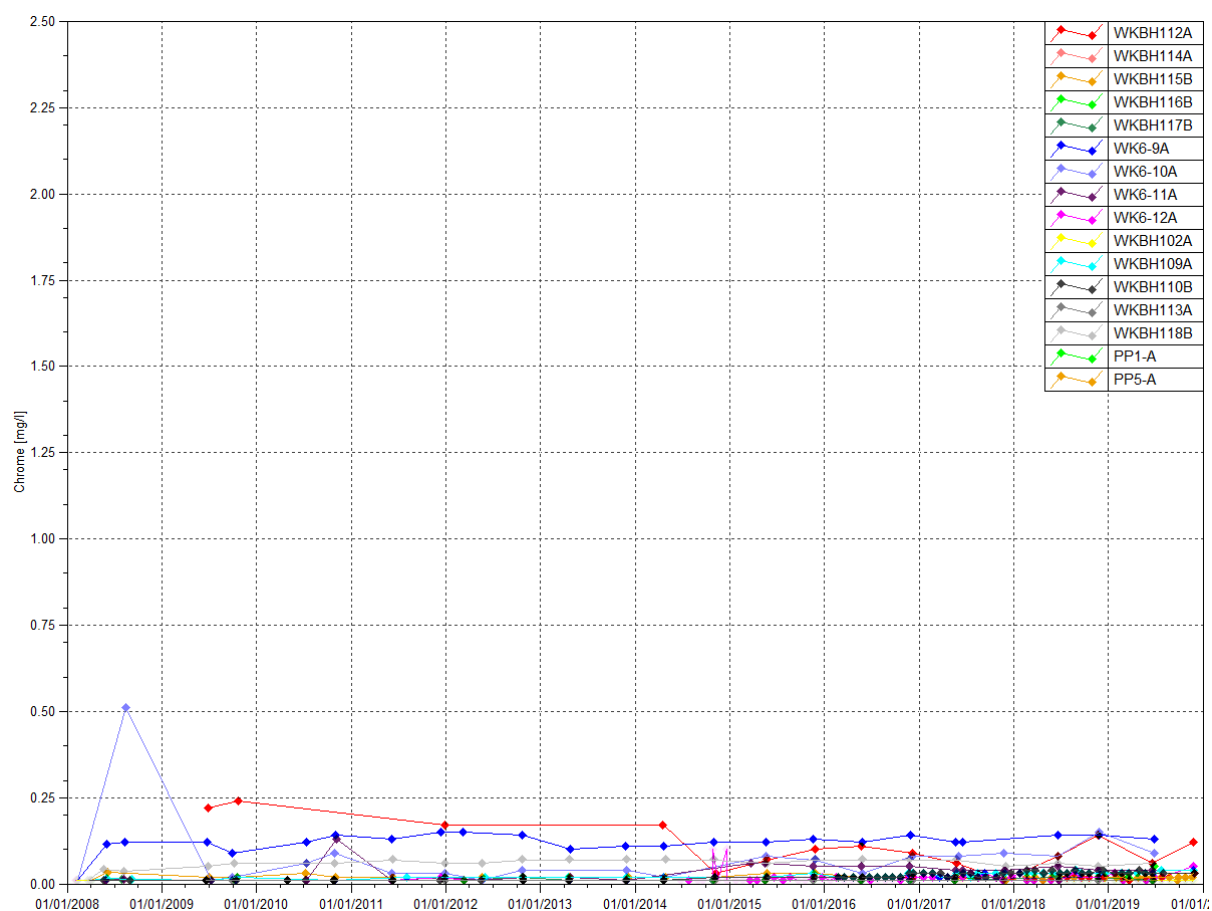
2

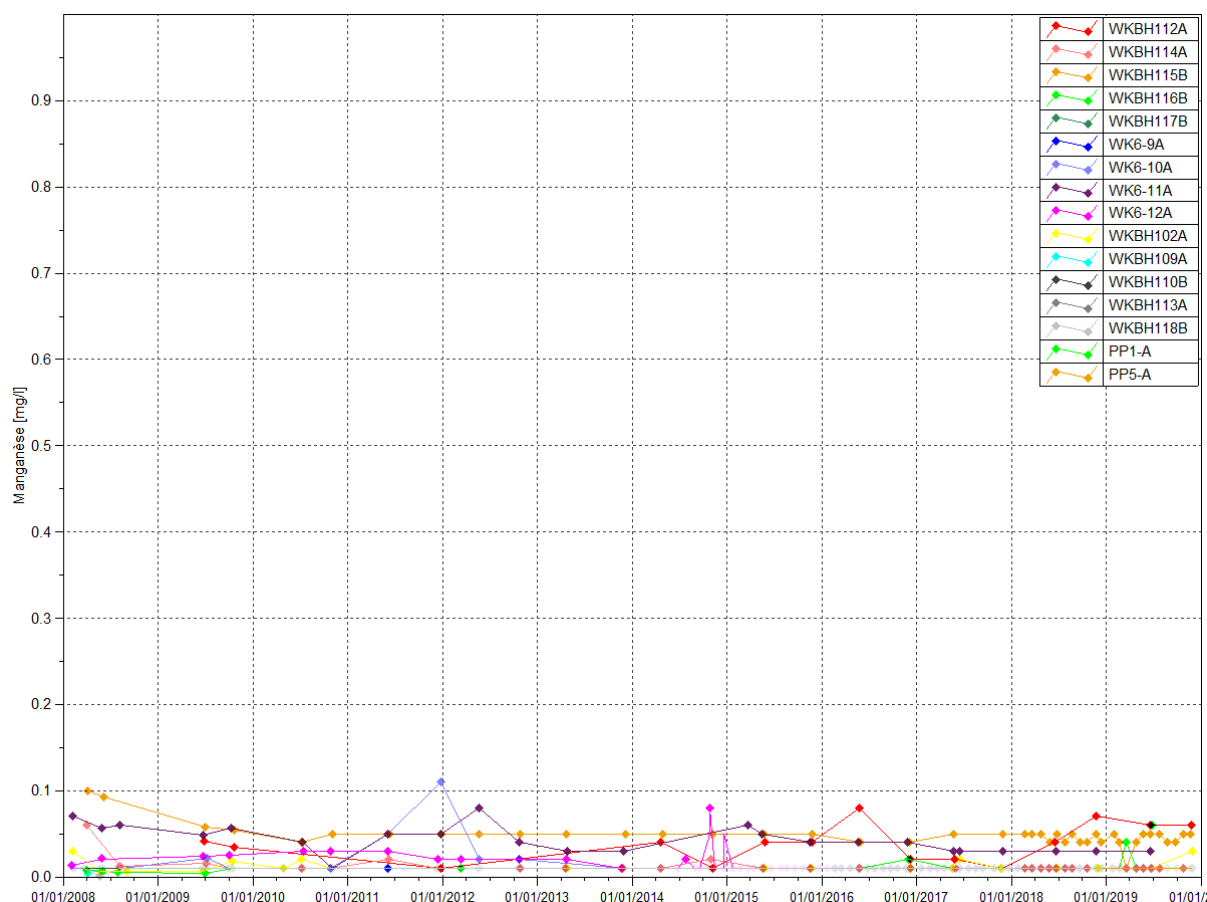


2



2





2.3.2.1.3 Suivi de l'aquifère principal éloigné :

pH : compris entre 6.8 et 9.5 en 2019. Aucun prélèvement n'a pu être effectué au niveau du piézomètre WK6-14 en raison de l'assèchement de la nappe.

Conductivité : comprise entre 105 et 255 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le contrôle de novembre au piézomètre WTBH02 indique une valeur supérieure aux normales mesurées pour cette station.

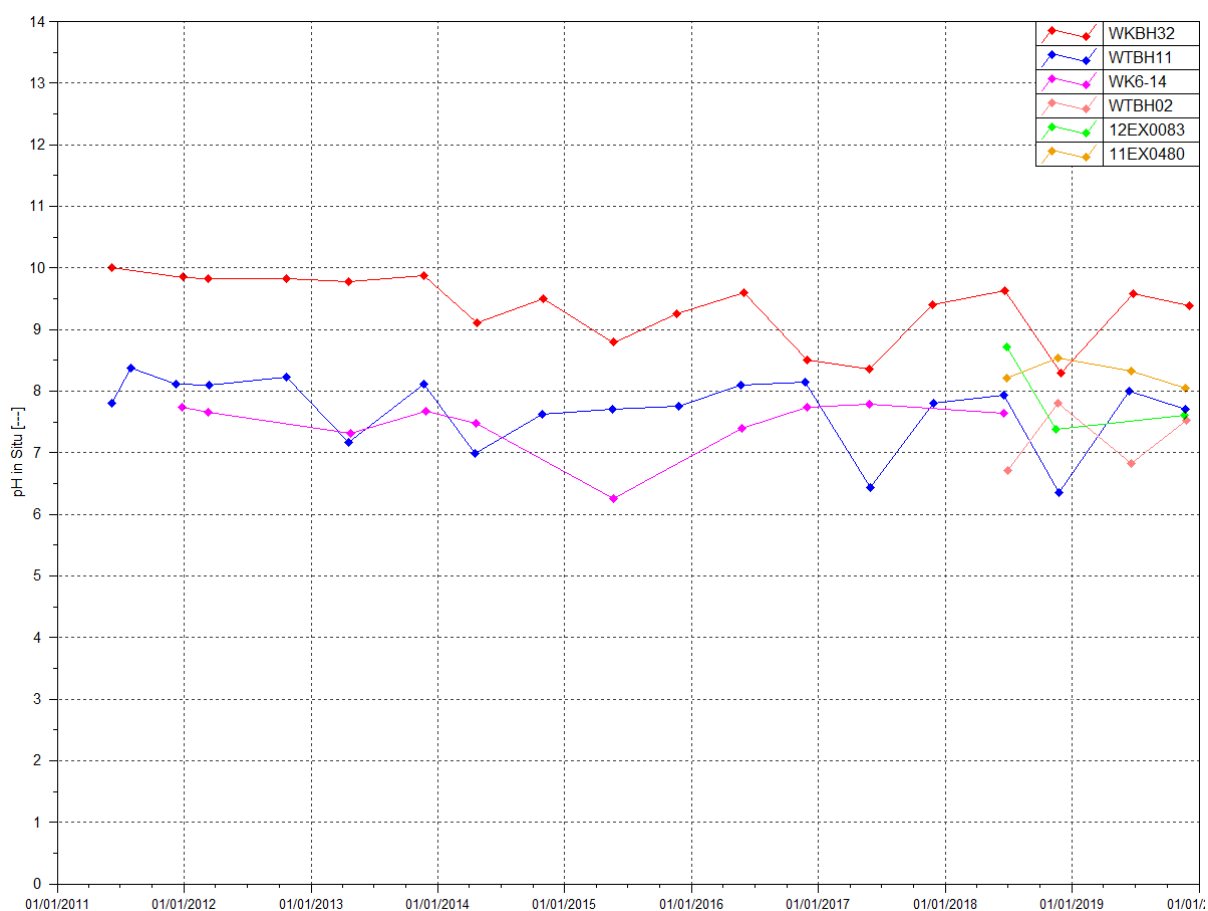
Sulfates : les concentrations en sulfates sont faibles pour ce groupe et comprises entre 1.7 et 4 mg/L en 2019. Aux piézomètres WTBH11, WTBH02 et 11EX0480, les relevés du mois de juin sont indicateurs d'une légère hausse de la teneur en sulfates. La maximale pour ce groupe, soit 4 mg/L, mesurée au piézomètre WTBH11, est supérieure aux normales mesurées depuis 2008.

Chlorures : les concentrations en chlorures sont comparables aux normales mesurées depuis 2008.

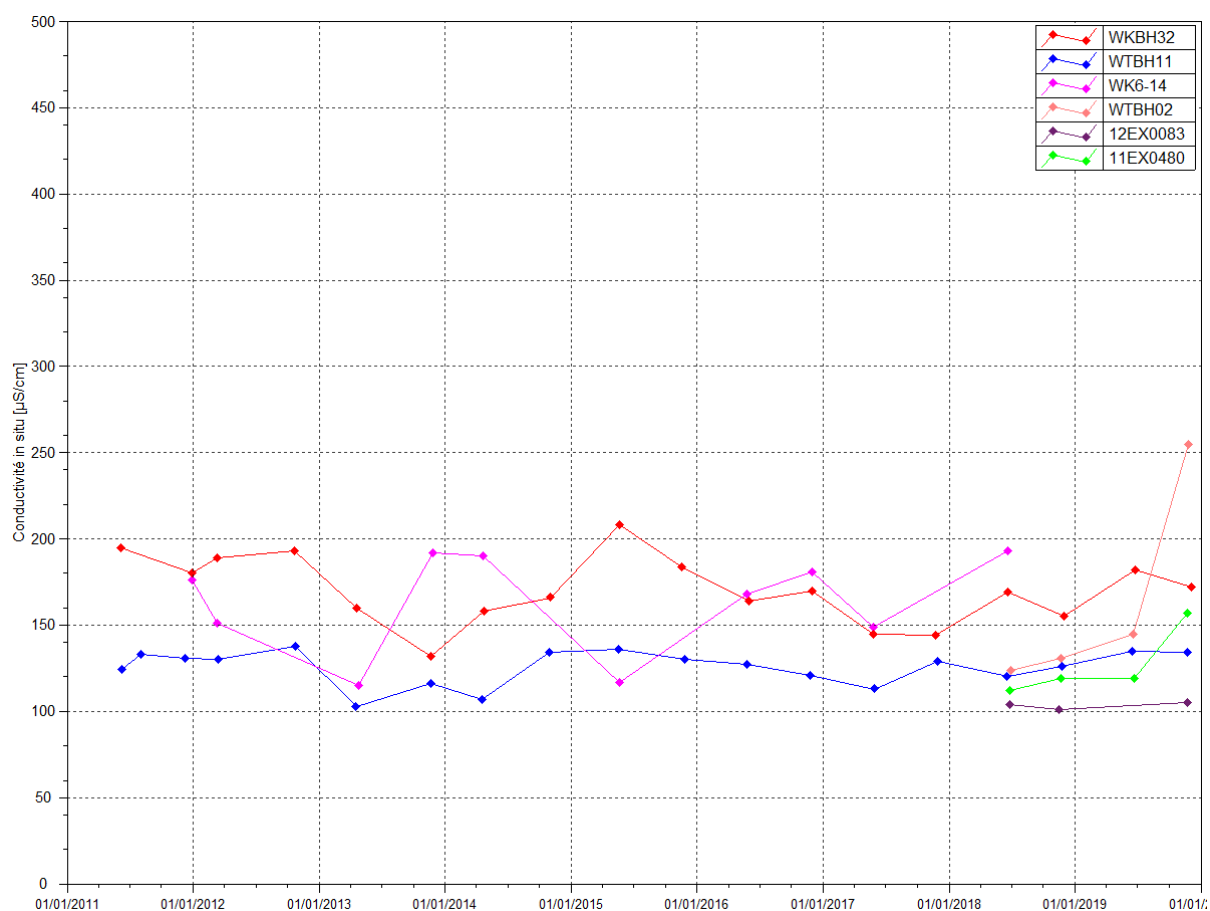
Manganèse : dans l'aquifère principal éloigné de la zone de stockage des résidus, le manganèse est détecté ponctuellement au piézomètre WTBH02 lors du contrôle du 25 novembre 2019, soit 0.11 mg/L.

Figure 8 : Résultats du suivi de l'aquifère principal éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse

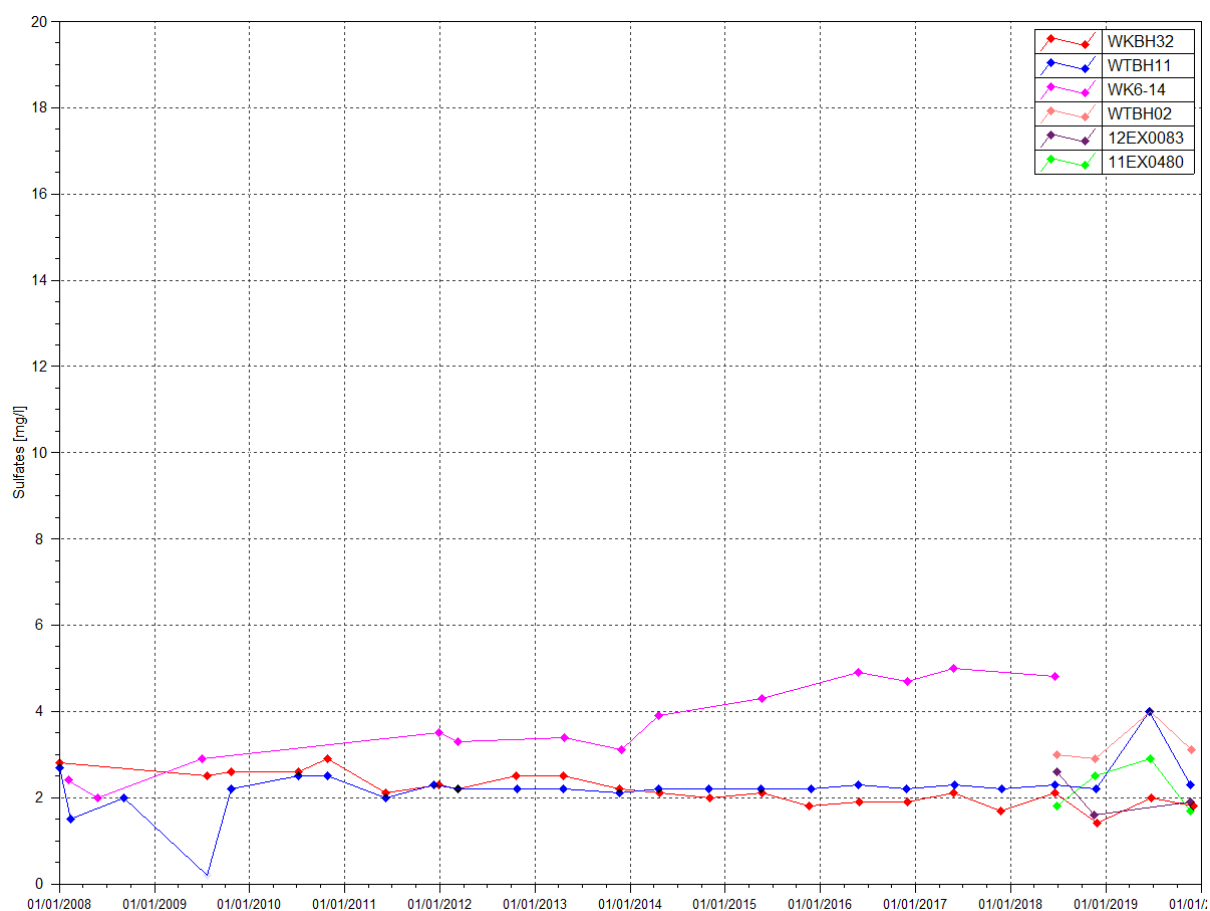
2



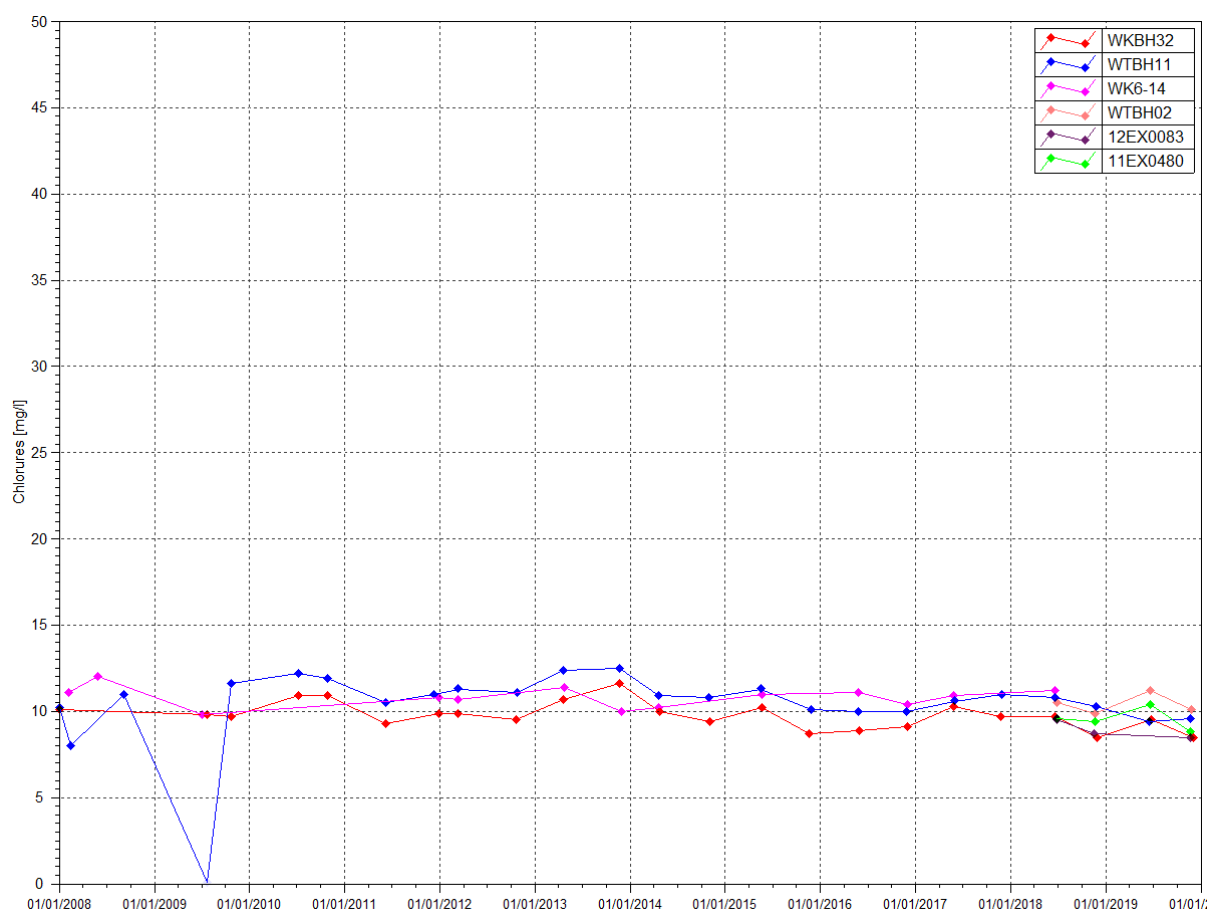
2



2



2





2.3.2.1.4 Suivi de l'aquifère latéritique éloigné :

pH : compris entre 6 et 7.5 en 2019.

Conductivité : comprise entre 72.5 et 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les mesure de conductivité sont comparables aux valeurs mesurées depuis 2008 au piézomètre WTBH11A.

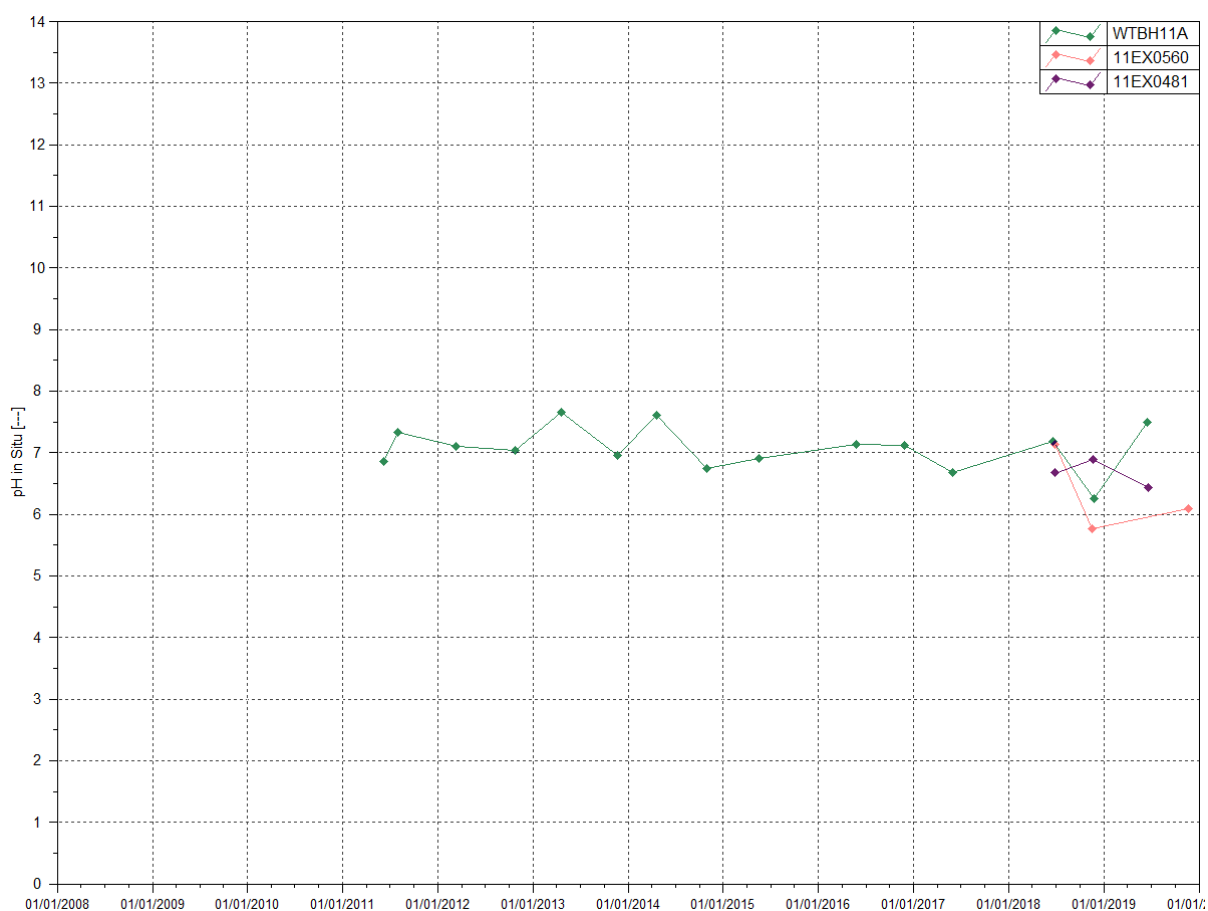
Sulfates : les concentrations en sulfates sont faibles pour ce groupe, comprises entre 1.9 et 5.4 mg/L.

Chlorures : en 2019, les concentrations en chlorures restent stables. Elles sont le plus élevées au piézomètre 11EX0481.

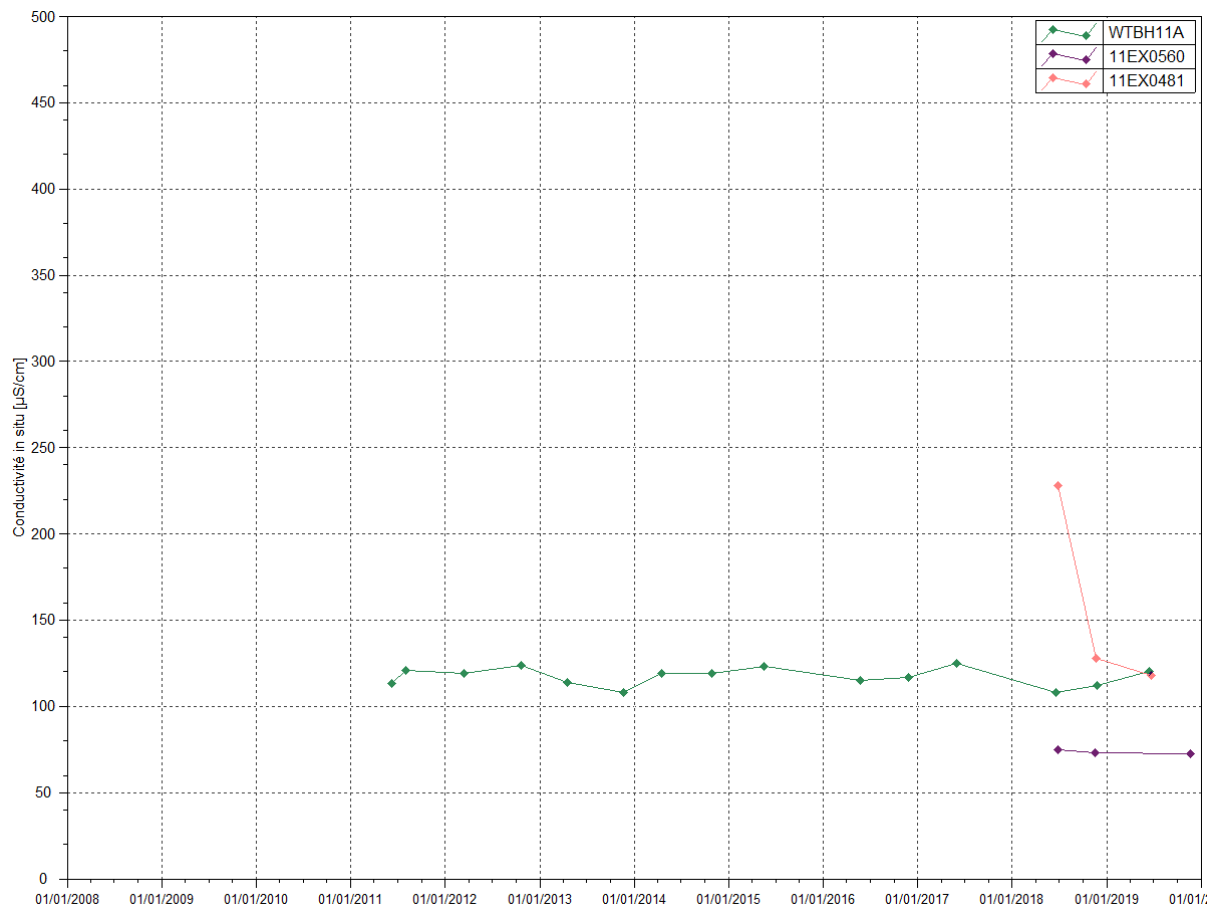
Manganèse : le manganèse n'est pas détecté dans l'aquitard latéritique éloigné de la zone de stockage des résidus.

Figure 9 : Résultats du suivi de l'aquifère latéritique éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse

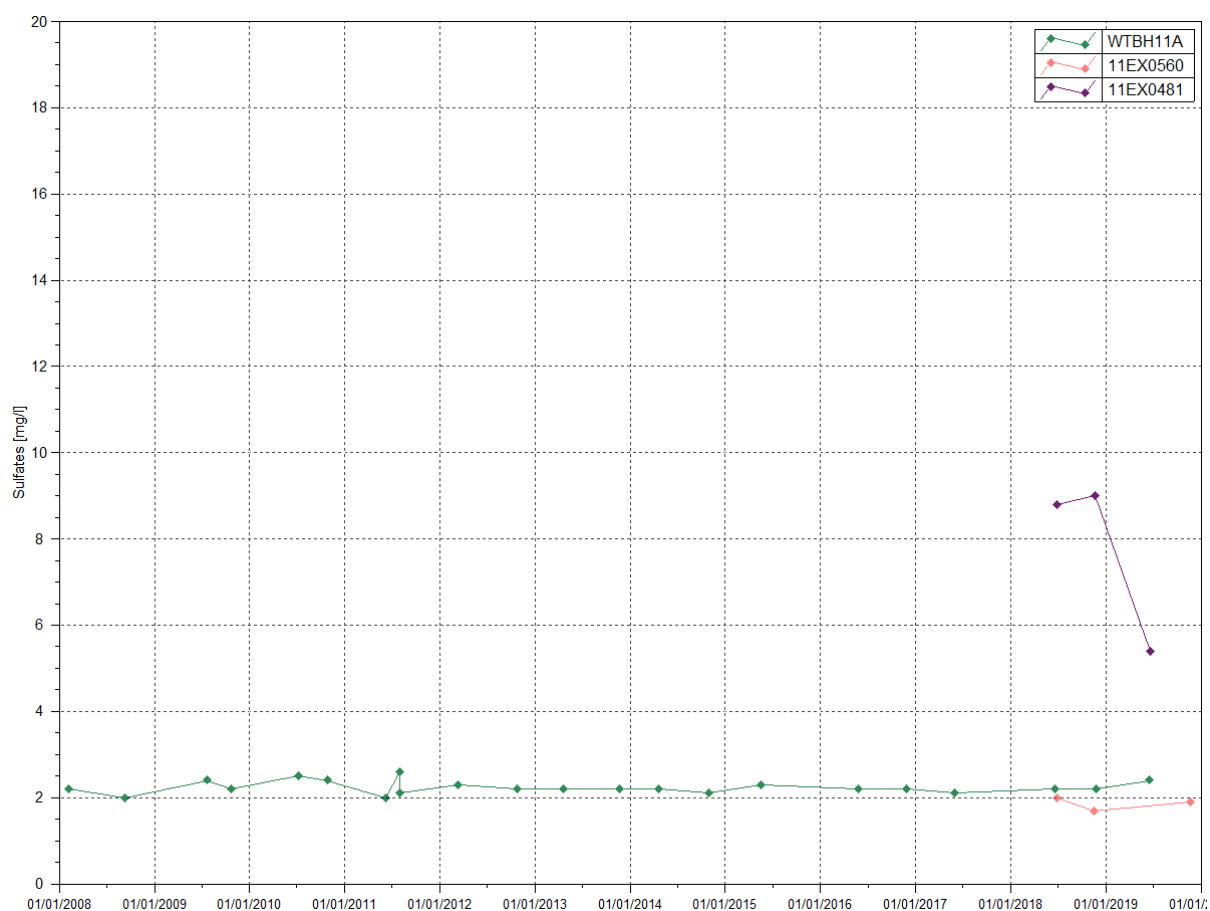
2



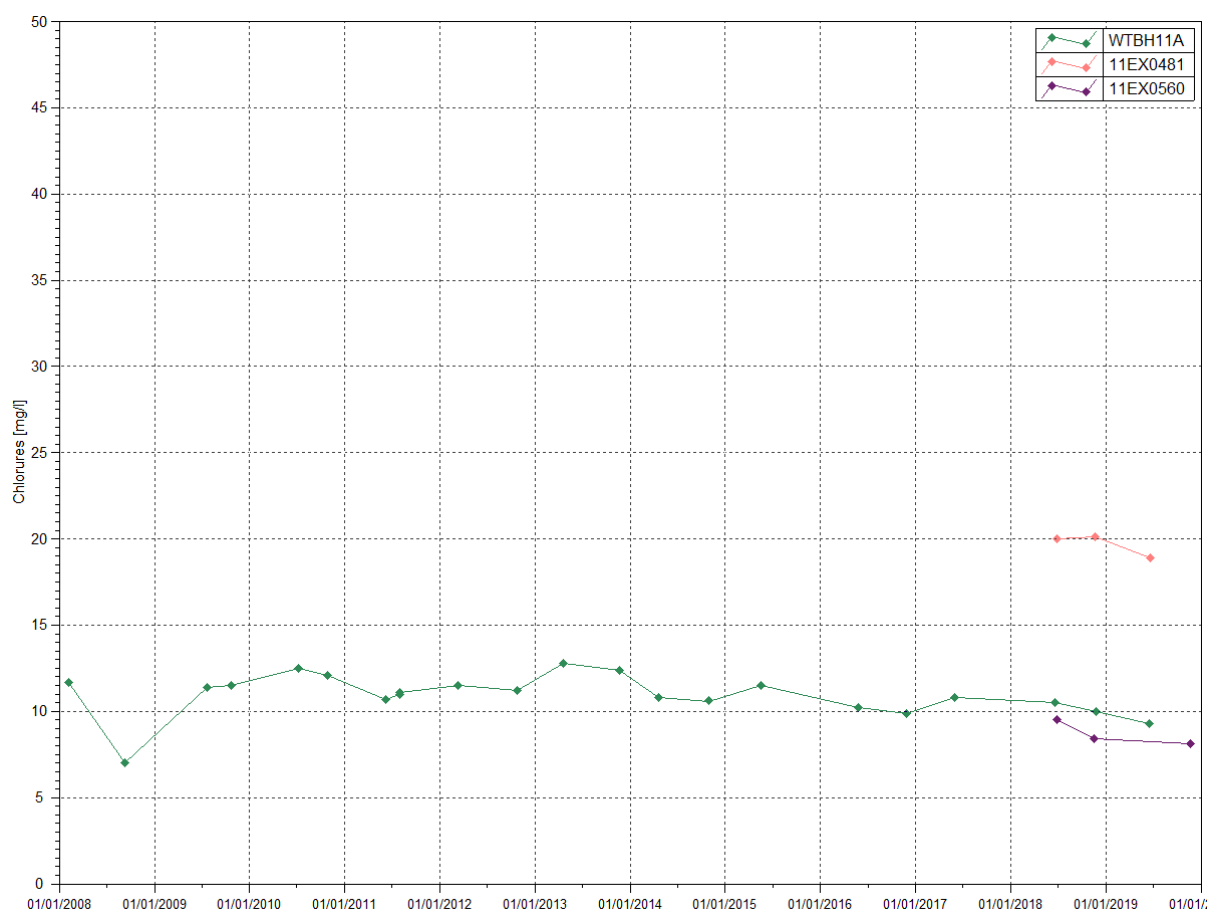
2

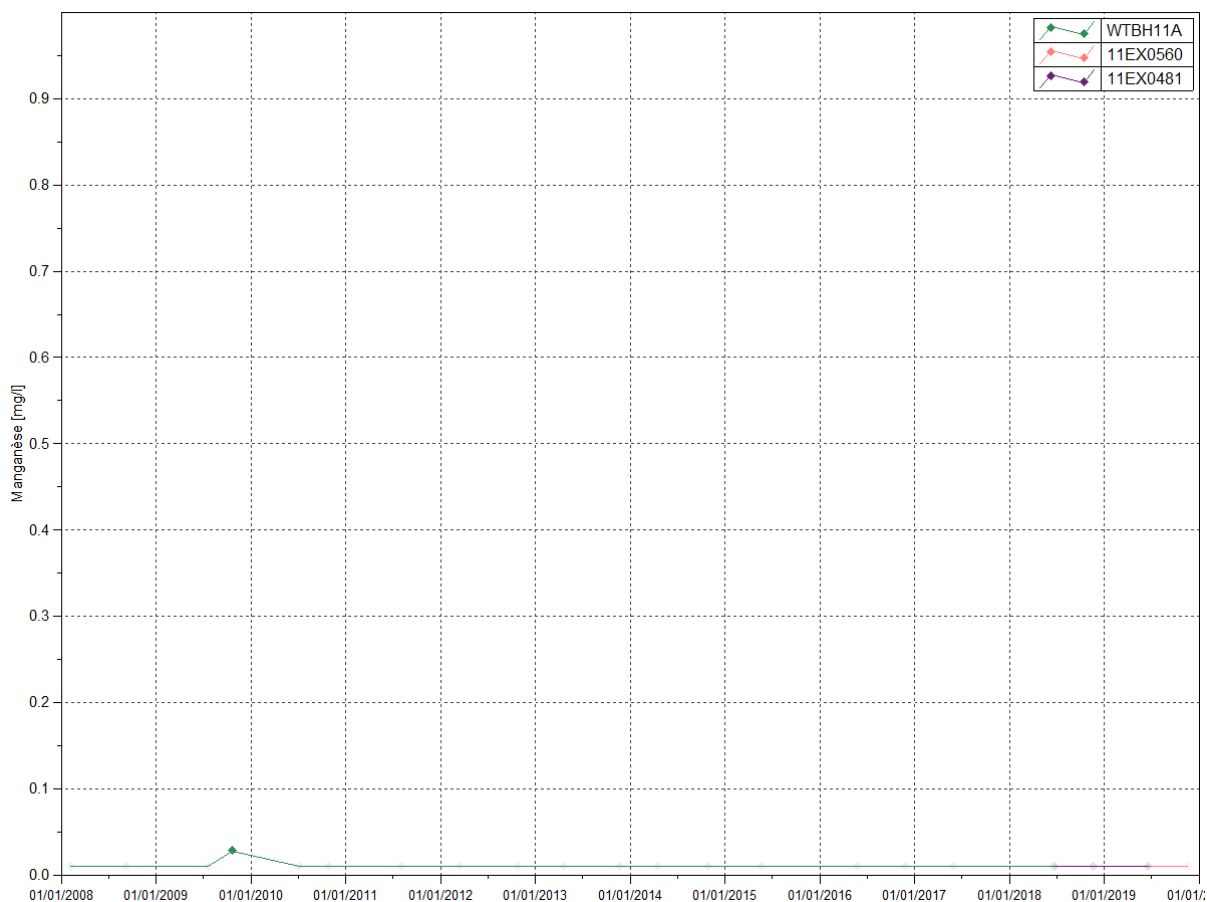


2



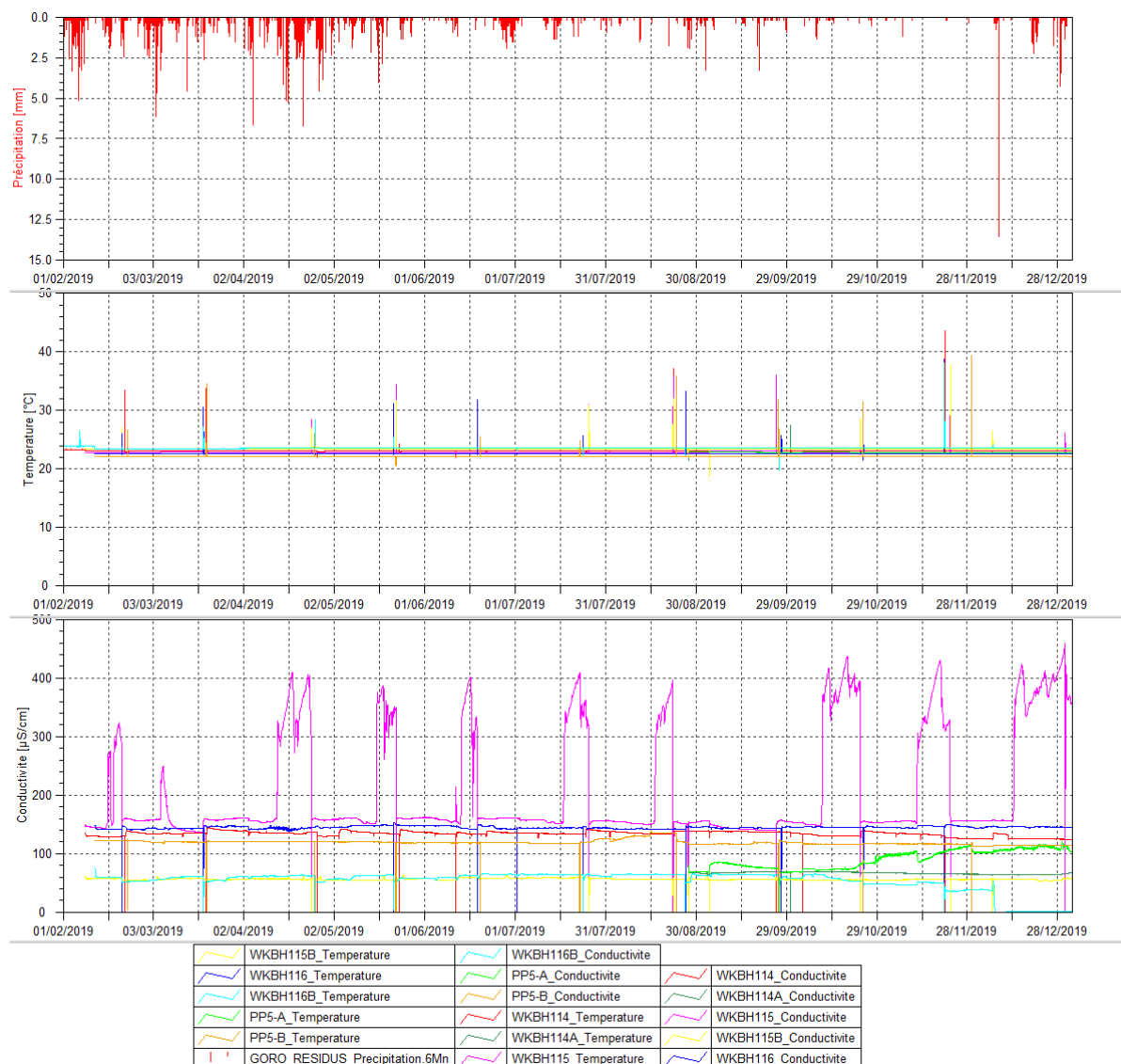
2





Mesures de conductivité en continu : WKBH114 et WKBH114A, WKBH115 et WKBH115B, WKBH116 et WKBH116B, PP5-A et PP5-B

Afin d'assurer le suivi de la conductivité électrique et de la température en continu conformément à l'arrêté N°3690-2017, les plates-formes WKBH114 et WKBH115 et WKBH115B, WKBH116 et WKBH116B et PP5-B ont été équipées en sonde de type Aqua troll 200 à partir du 8 février 2019. Les piézomètres PP5-A et WKBH114A ont été équipés en sonde à partir du second semestre 2019. Les mesures en continues sont présentées graphiquement dans la figure 10 ci-dessous.

Figure 10 : Mesures en continues des température et conductivités aux piézomètres de la Kwé Ouest


Le tableau suivant présente les moyennes de conductivité manuelles et automatiques acquises sur ces ouvrages.

2019	Moyennes des mesures manuelles (µS/cm)		Mesure moyennes de la sonde (µS/cm)	
Piézomètre	1^{er} semestre	2nd semestre	1^{er} semestre	2nd semestre
WKBH114	109	113	135	133
WKBH114A	55.7	61.6	-	66.5
WKBH115	148	147.2	190	219.2
WKBH115B	57	56.6	56	55.8
PP5-A	76.03	85.2	-	89.8
PP5-B	125	127.2	120	118.1
WKBH116	148	153.6	144	144.3
WKBH116B	49	51	59	49.38

Les mesures en continues au niveau des ouvrages sont en accord avec les valeurs obtenues par mesures manuelles. Celles du piézomètre WKBH115 sont plus élevées durant le 2nd semestre 2019. Les valeurs de conductivités et de température aux piézomètres WKBH114, WKBH115B, PP5-A, PP5-B, WKBH116 et WKBH116B sont stables sur la période. Les faibles valeurs de conductivités et les sauts de température ponctuelles sur ces ouvrages correspondent aux passages des équipes pour le pompage des piézomètres. En effet, ces équipements sont retirés de l'ouvrage le temps du pompage puis remis en place.

Les mesures en continu au piézomètre WKBH115 montrent des variations périodiques de conductivités, atteignant des valeurs maximales comprises de 300 à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces phénomènes semblent corrélés aux variations de pluviométrie, donc liés aux variations de niveau piézométrique. En fonction de la circulation des eaux dans la nappe profonde et du niveau piézométrique, cet ouvrage pourrait être impacté par les eaux contaminées en aval proche du bassin à résidus KO2. En effet, les maximales de conductivités relevées à WKBH115 sont comparables aux mesures de conductivité au piézomètres WK6-12, WKBH110 et WKBH110B.

2.3.2.2 Sources: WK17 et WK20

Conformément à l'arrêté d'exploitation de l'usine d'assèchement des résidus et du stockage de déchets dans le bassin versant de la Kwé Ouest N°3690-2017, le suivi des sources WK17 et WK20 est réalisé selon trois fréquences : bihebdomadaire, semestrielle et continu. Ces données sont présentées ci-après.

Comme mentionné précédemment, à partir du 17 octobre 2019, les prélèvements de la source WK17 se sont interrompus en raison de son tarissement.

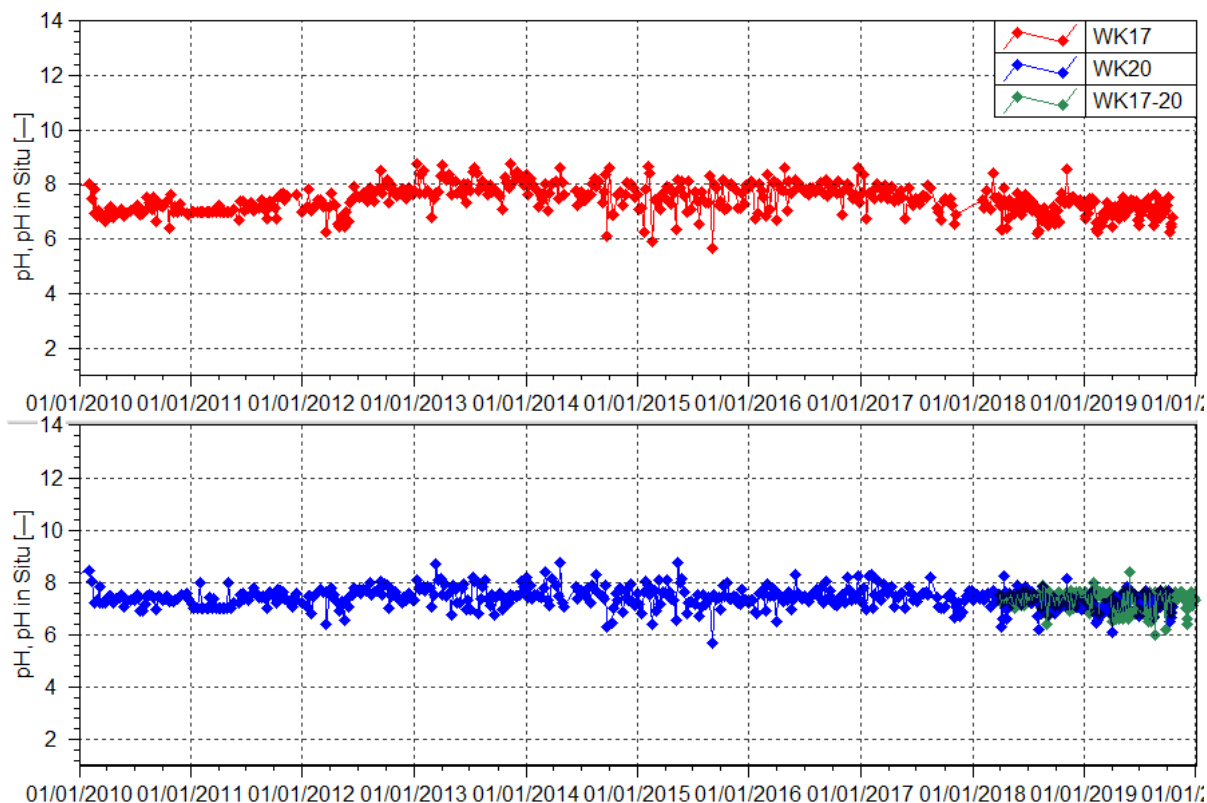
La station de suivi des eaux de surface, nommée WK17-20, située en aval des sources WK17 et WK20, est alimentée principalement par les écoulements de WK17 et WK20. Suite à l'assèchement de WK17, les échantillons de WK20 ont également été interrompus pour n'être prélevé qu'au niveau de WK17-20. En effet, à partir du 17 octobre, WK17-20 n'est alimentée que par les eaux provenant de WK20.

Les graphiques ci-après représentent le suivi des sources WK17, WK20 et la station WK17-20

- **Mesures de pH**

La Figure 11 présente les mesures en pH obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 11 : Mesures de pH des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2010 et 1^{er} janvier 2020



Source WK17 :

En 2019, le pH est compris entre 6.2 et 7.

Source WK20 :

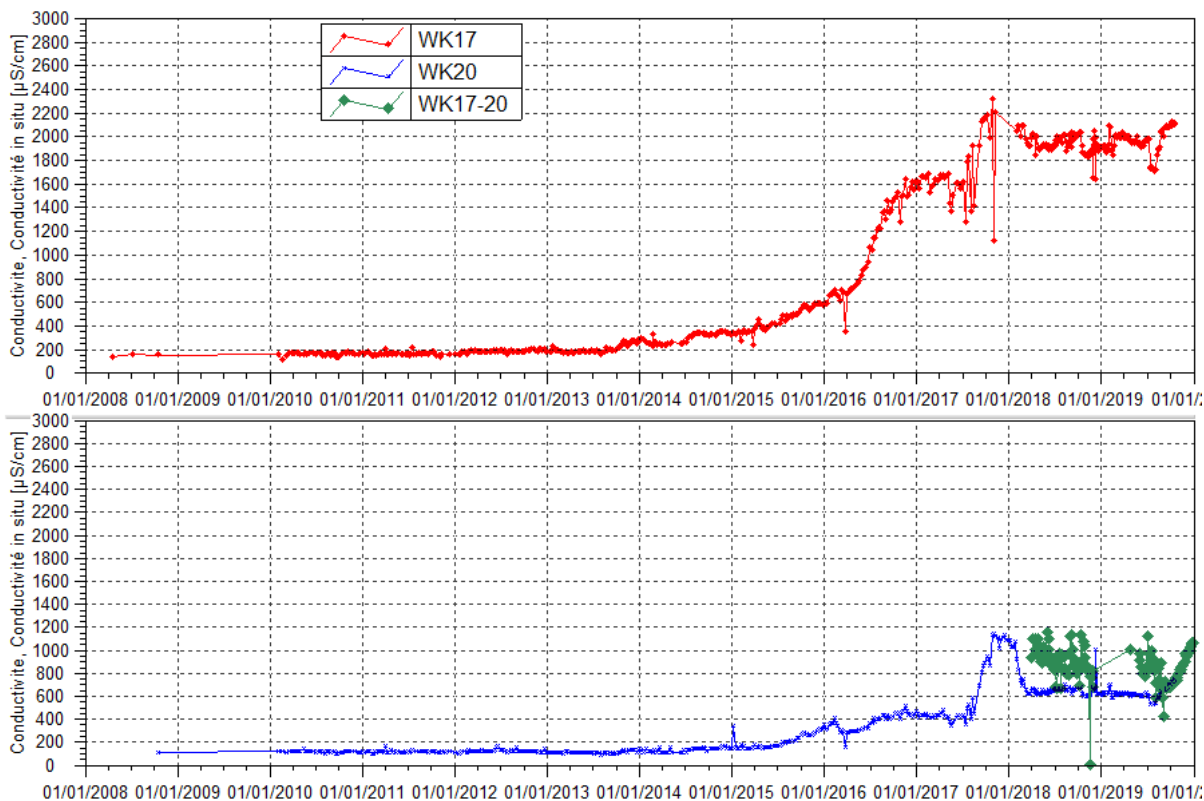
En 2019 le pH oscille entre 6.08 et 7.83

.

Mesures de conductivité

La Figure 13 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 12 : Mesures de conductivité des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020



Source WK17 :

Les mesures de conductivité indiquent une stabilité de la conductivité à la source WK17 au cours du 1^{er} semestre 2019. Durant le 2nd semestre, une légère hausse est enregistrée jusqu'au 17 octobre, date correspondant au dernier échantillonnage suite à l'assèchement au niveau du point de prélèvement de la source WK17. En 2019, on mesure en moyenne une conductivité de 1962µS/cm à WK17.

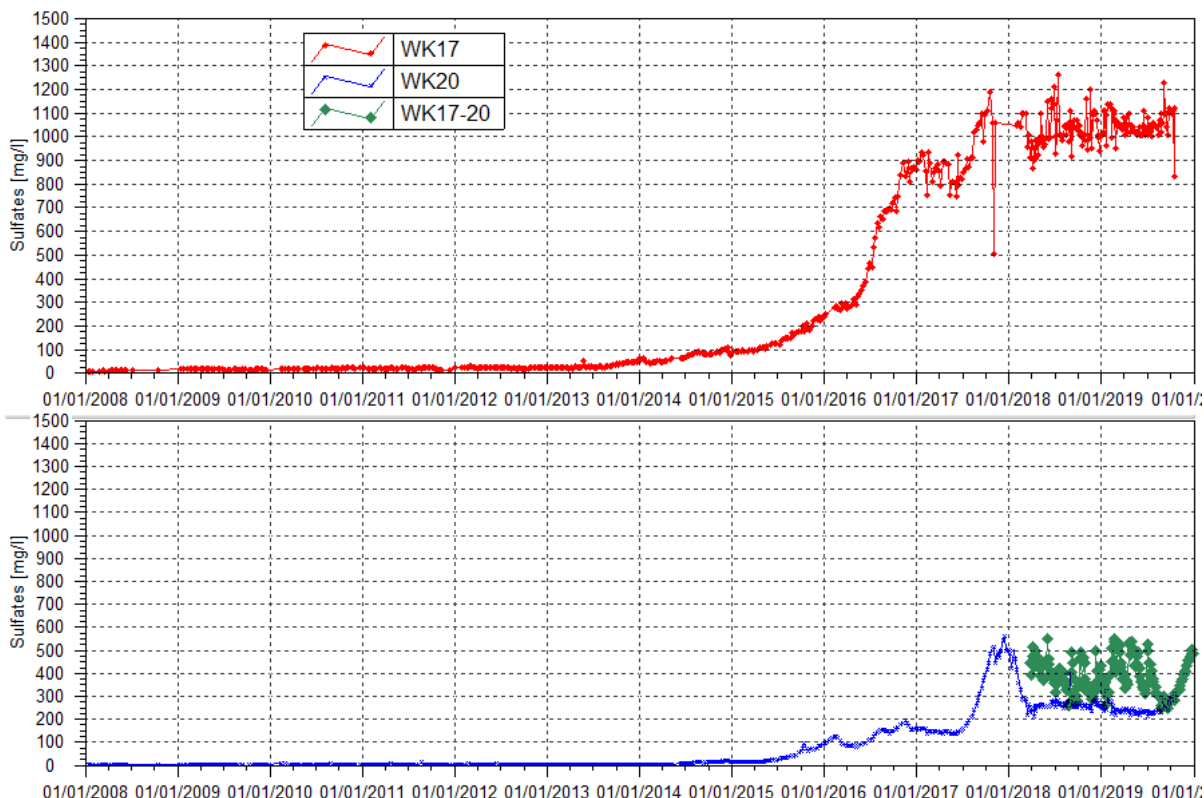
Source WK20 :

Comme décrit à WK17, les mesures de conductivité sont stables jusqu'au 1^{er} septembre 2019, correspondant à la période sèche. A partir de cette date, les prélèvements au niveau de WK17-20 démontrent une hausse de la conductivité au niveau de la source WK20.

Concentrations en sulfates

La Figure 13 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 13 : Concentration en sulfates des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020



Même constat que pour la conductivité au niveau des sources WK17 et WK20.

Source WK17 :

Les résultats du 1^{er} semestre montrent une stabilisation des teneurs en sulfates au niveau de WK17 et une légère hausse durant le 2nd semestre. Les concentrations oscillent entre 833 et 1230 mg/L en 2019.

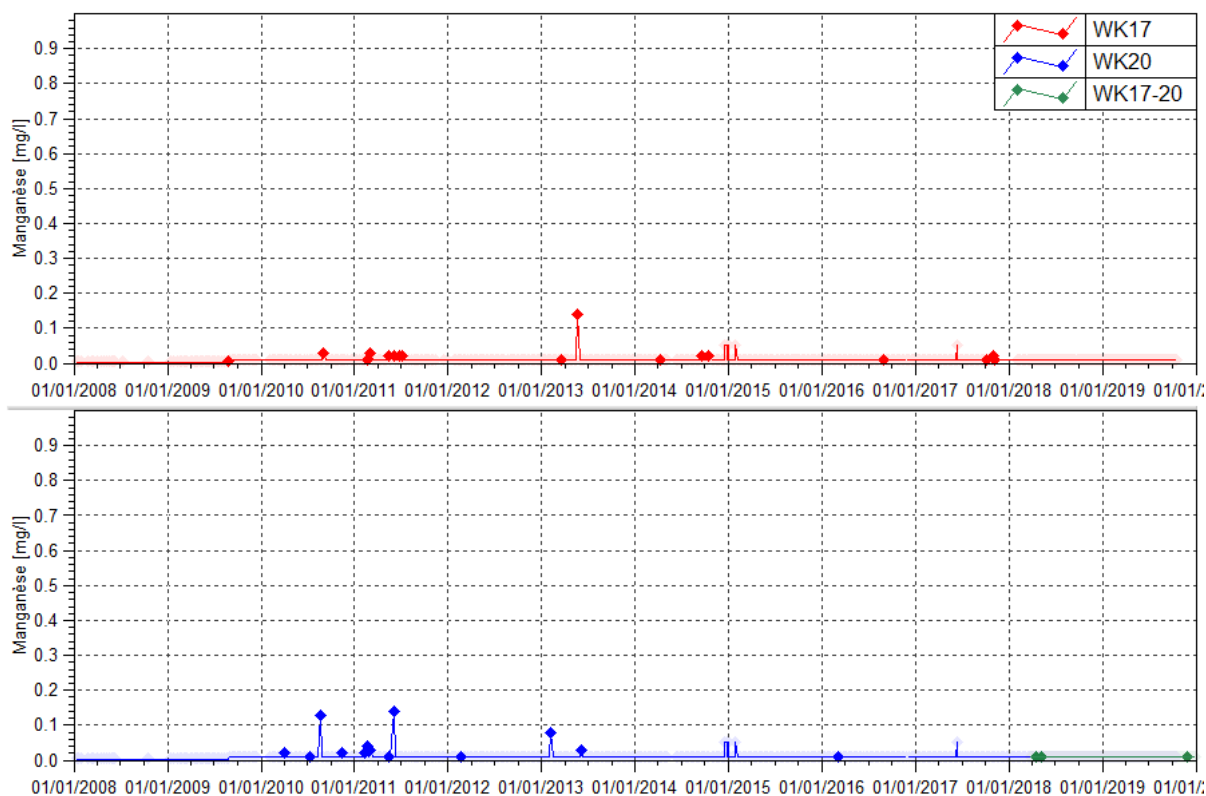
Source WK20 :

L'évolution à WK20 est comparable à WK17. En 2019, les concentrations à WK20 varient entre 215 et 312 mg/L. Les résultats d'analyses de la station WK17-20 permettent de constater une hausse de la teneur en sulfates à partir du 1^{er} septembre 2019 à la source WK20, date de début de la saison sèche.

Concentrations en manganèse

La Figure 14 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence hebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 14 : Concentration en manganèse des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020



Source WK17 :

Le manganèse n'est pas détecté au niveau de la source WK17.

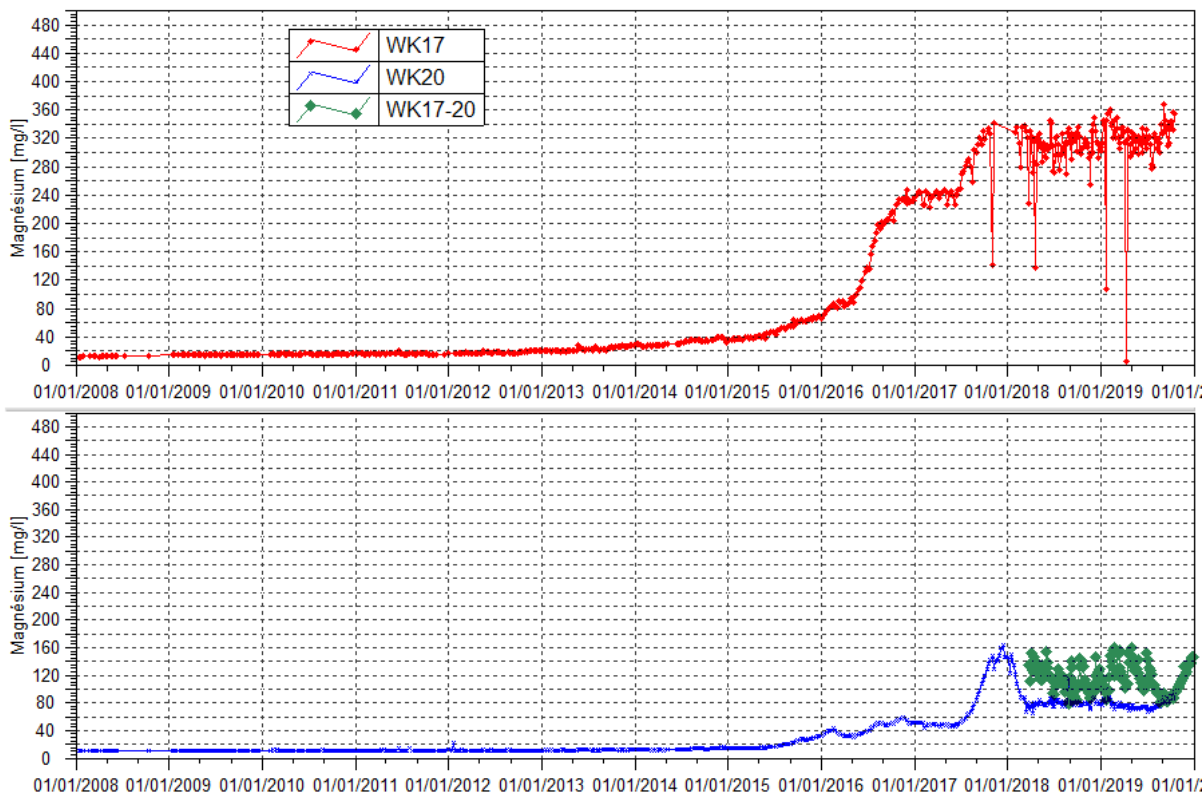
Source WK20 :

Le manganèse est ponctuellement et faiblement détecté au niveau de la station WK17-20, donc provenant de la source WK20, le 28 novembre 2019, en période sèche. La teneur mesurée est équivalente à la limite de détection, soit 0.01 mg/L.

Concentrations en magnésium

La Figure 15 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence hebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 15 : Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020



Source WK17 :

En concordance avec la conductivité et les sulfates, les concentrations en magnésium sont stables au cours du 1^{er} semestre 2019 et les relevés du 2nd semestre indiquent une légère hausse de la conductivité en fin de période.

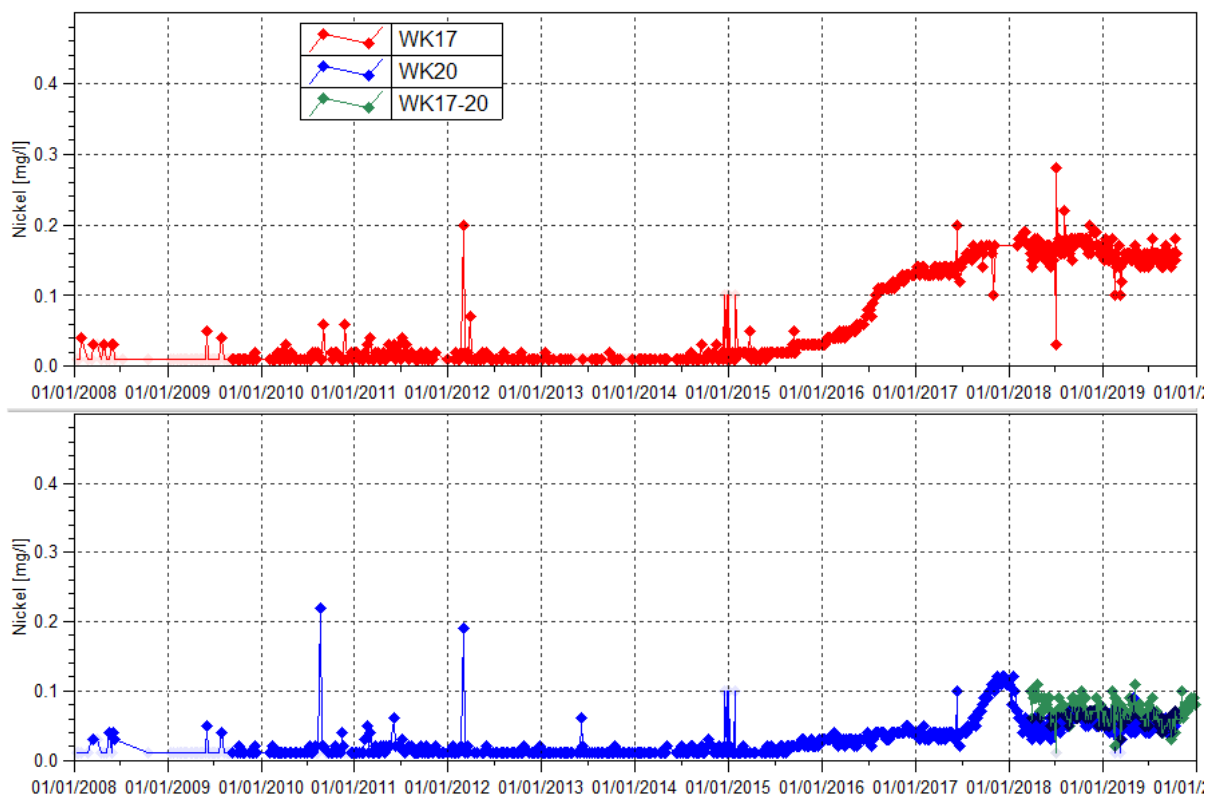
Source WK20 :

L'évolution des teneurs à WK20 est comparable à WK17. Cependant à partir de septembre, les analyses de WK17-20 attestent une hausse de la teneur en magnésium de la source WK20. Cette période correspond au début de la période sèche.

Concentrations en nickel

La Figure 16 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 16 : Concentration en nickel des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020



Source WK17 :

Les résultats 2019 confirment la stabilité des concentrations observées depuis octobre 2017. Les concentrations en nickel sont comprises entre 0.1 et 0.18 mg/L.

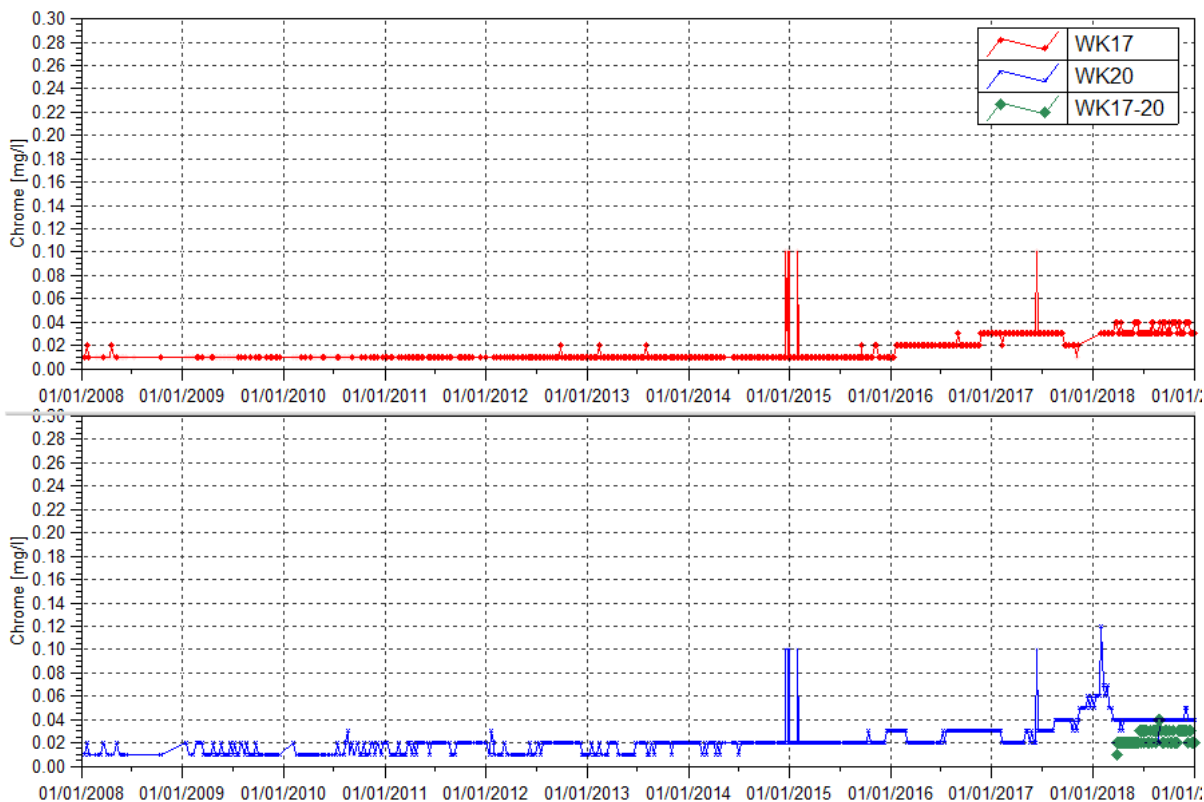
Source WK20 :

Depuis avril 2018, les concentrations en nickel sont stables au niveau de la source WK20. Les concentrations sont comprises entre 0.03 et 0.09 mg/L.

Concentrations en chrome

La Figure 17 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 17: Concentration en chrome des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2020



Source WK17 :

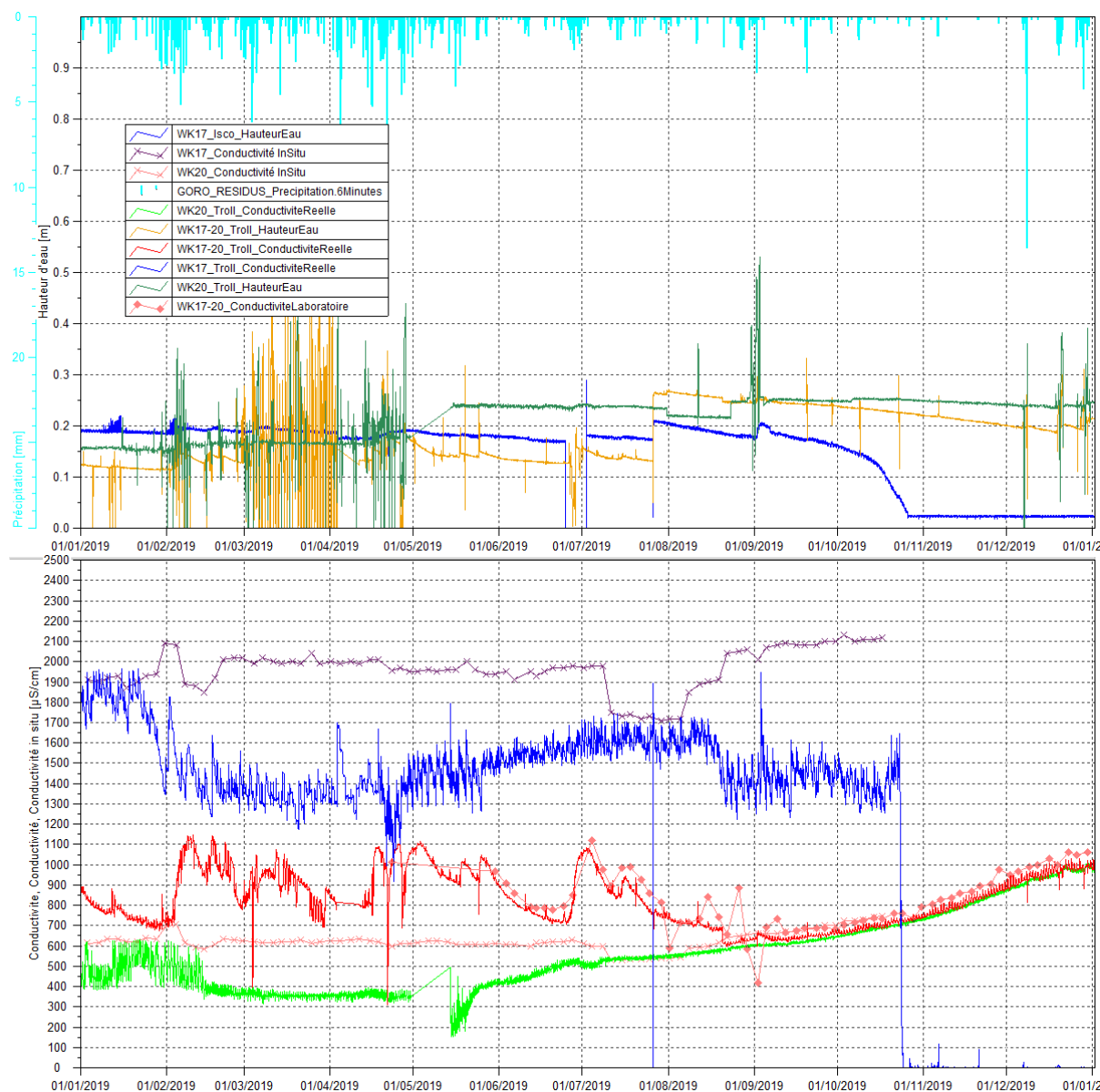
Les teneurs en chrome sont stables depuis 2018.

Source WK20 :

En 2019, les concentrations en chrome au niveau de la station WK20 sont stables.

Les mesures en continu de niveau et conductivité réalisées durant l'année 2019 au niveau des sources WK17 et WK20 sont présentées en Figure 19. Ces mesures sont issues de sondes autonomes de type Aqua Troll 200 installées au niveau des 2 sources, et des sondes asservies à l'échantillonneur automatique (Isco) positionné à WK17. La station WK17-20 est également équipée d'un Aqua Troll 200.

Figure 18 : Suivi des mesures continues aux sources WK17 et WK20



Le déficit hydrique a engendré entre septembre et décembre 2019 une baisse des niveaux d'eau pour la majorité de nos stations suivies.

Concernant la source WK17, cette dernière s'est tarie et plus aucun prélèvement manuel n'a pu se faire à partir du 17 octobre. Les mesures de hauteurs d'eau de l'ISCO attestent des faibles niveaux d'eau voir même nuls à partir de mi-octobre 2019. A partir de cette date, les mesures de conductivité automatisées représentent des conductivités nulles ou erronées.

A WK20, suite à un dysfonctionnement de la sonde, une lacune de données est observée entre le 30 avril et le 15 mai. Cette dernière a été remplacée par un Aquatroll 200 le 15 mai. D'autre part, la source WK20 a subi qu'une très légère baisse de niveaux d'eau en période sèche mais aucun prélèvement n'a été réalisé sur cette source à partir du 17 octobre. Les échantillons représentant la source WK20 ont été volontairement effectués au niveau de la station WK17-20. En effet, la station WK17-20 est

alimentée par les écoulements d'eau provenant de WK17 et WK20. En cette période de tarissement de WK17, les résultats d'analyses de WK17-20 sont représentatifs de la source WK20 à partir du 17 octobre 2019.

La représentation graphique atteste bien d'une parfaite similitude entre les mesures in situ de conductivité manuelles et les mesures automatiques à WK20, WK17-20 à partir du 1^{er} septembre 2019. Les enregistrements en continu de WK17-20 permettent également de visualiser la baisse des hauteurs d'eau à partir de septembre 2019, dû principalement à la baisse du niveau d'eau de WK17. En terme de débit, la station WK17-20 correspond à la somme des débits de WK17, WK20 et par conséquent les eaux fortement minéralisées provenant de WK17 sont diluées au niveau de cette station par les eaux plus faiblement minéralisées de WK20.

Pour conclure, le déficit hydrique a engendré des baisses de niveau d'eau voir un tarissement de WK17. A WK20, les mesures automatisées attestent que cette baisse a engendré une augmentation de la conductivité à partir de septembre 2019 pour atteindre en fin d'année environ 1000 μ S/cm. En revanche, avec l'absence d'écoulement provenant de WK17, les mesures de conductivité de WK17-20 n'ont pas fluctué de manière importante en cette période sèche et restent en accord avec les normales mesurées au niveau de cette station.

2.3.3 Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines

Les résultats du suivi des eaux souterraines sur le site de l'usine sont présentés graphiquement dans les figures ci-après suivant le type d'installation du piézomètre :

Piézomètres courts : suivi de la nappe contenue dans la latérite (Figure 19),

Piézomètres longs : suivi de la nappe contenue dans la saprolite (Figure 20).

Piézomètres courts :

pH : compris entre 5.4 et 7.6 en 2019. Ces valeurs de pH extrêmes sont relevées au piézomètre 6-14A. Le pH basique est mesuré lors du contrôle du 31 janvier 2019.

Conductivité : comprise entre 85 et 572 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2019 pour le suivi des piézomètres courts de l'usine. La maximale est mesurée au piézomètre 6-14A. Au niveau de ce piézomètre, les mesures de conductivité de cette année confirment la hausse légère observée depuis 2018. Pour rappel, les suivis au niveau de ce piézomètre ont révélé des variations plus ou moins importantes depuis 2012. Au piézomètre 6-8A, on relève en moyenne des mesures de conductivité plus élevées depuis 2017.

Chlorures et sulfates : les concentrations maximales en sulfates et chlorures sont enregistrées au piézomètre 6-14A en 2019. On peut également noter au piézomètre 6-8A, qu'à partir de 2017, la moyenne des teneurs annuelles a augmenté. De plus, les relevés de 2019 confirment l'augmentation lente et progressive des concentrations en chlorures depuis 2008. Enfin les teneurs en sulfates et chlorures relevées aux autres piézomètres ne montrent pas d'évolution particulière.

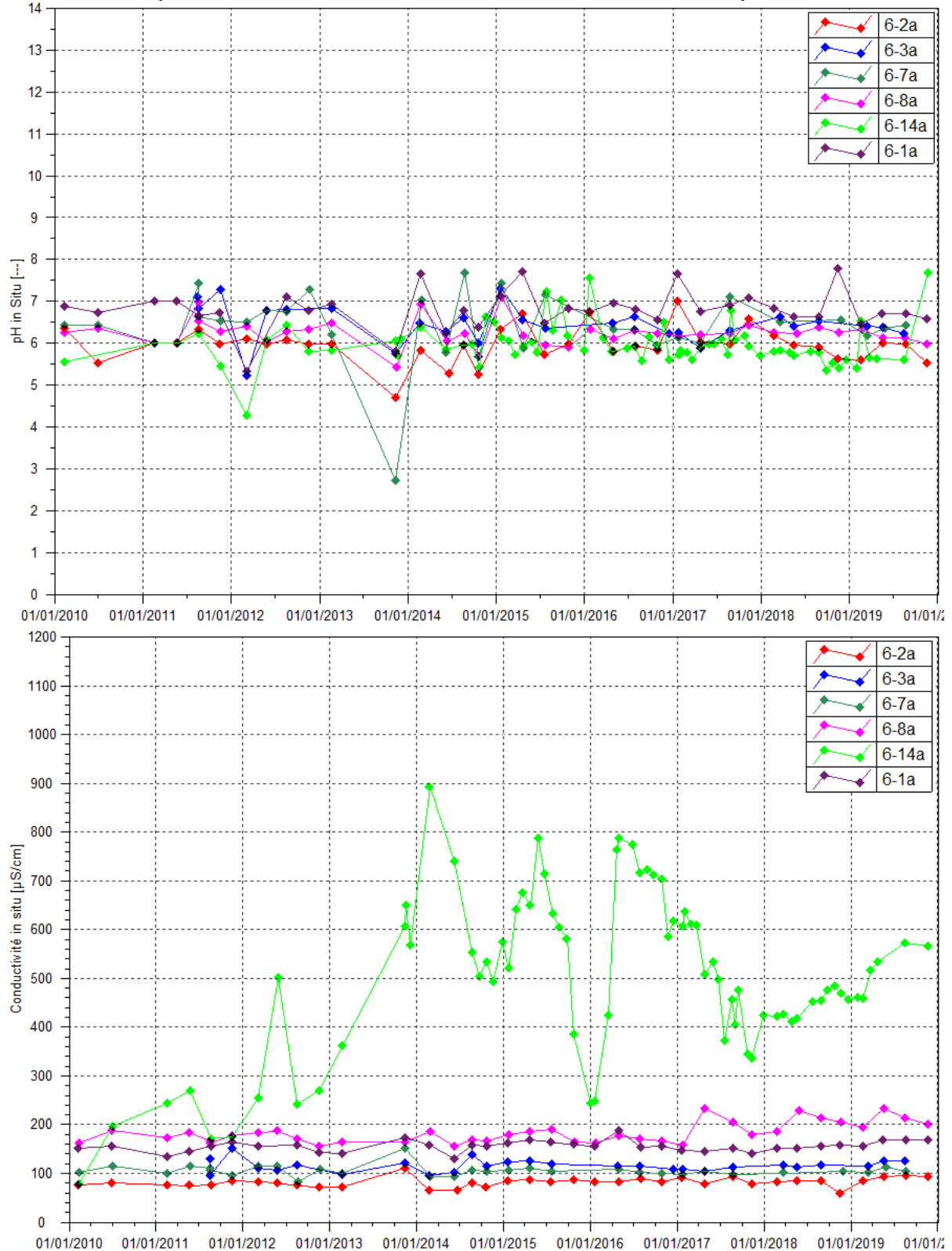
DCO et hydrocarbures : La DCO et les HT ne sont pas détectés dans les piézomètres courts de l'usine durant cette période.

Chrome et chrome VI : les résultats de suivi au piézomètre 6-14A indiquent une variation des teneurs en chrome et chrome VI en 2019. Par rapport aux années précédentes, cette variation est moins accentuée. Aucune évolution particulière n'est constatée pour ces deux paramètres en 2019 pour l'ensemble des piézomètres de ce groupe.

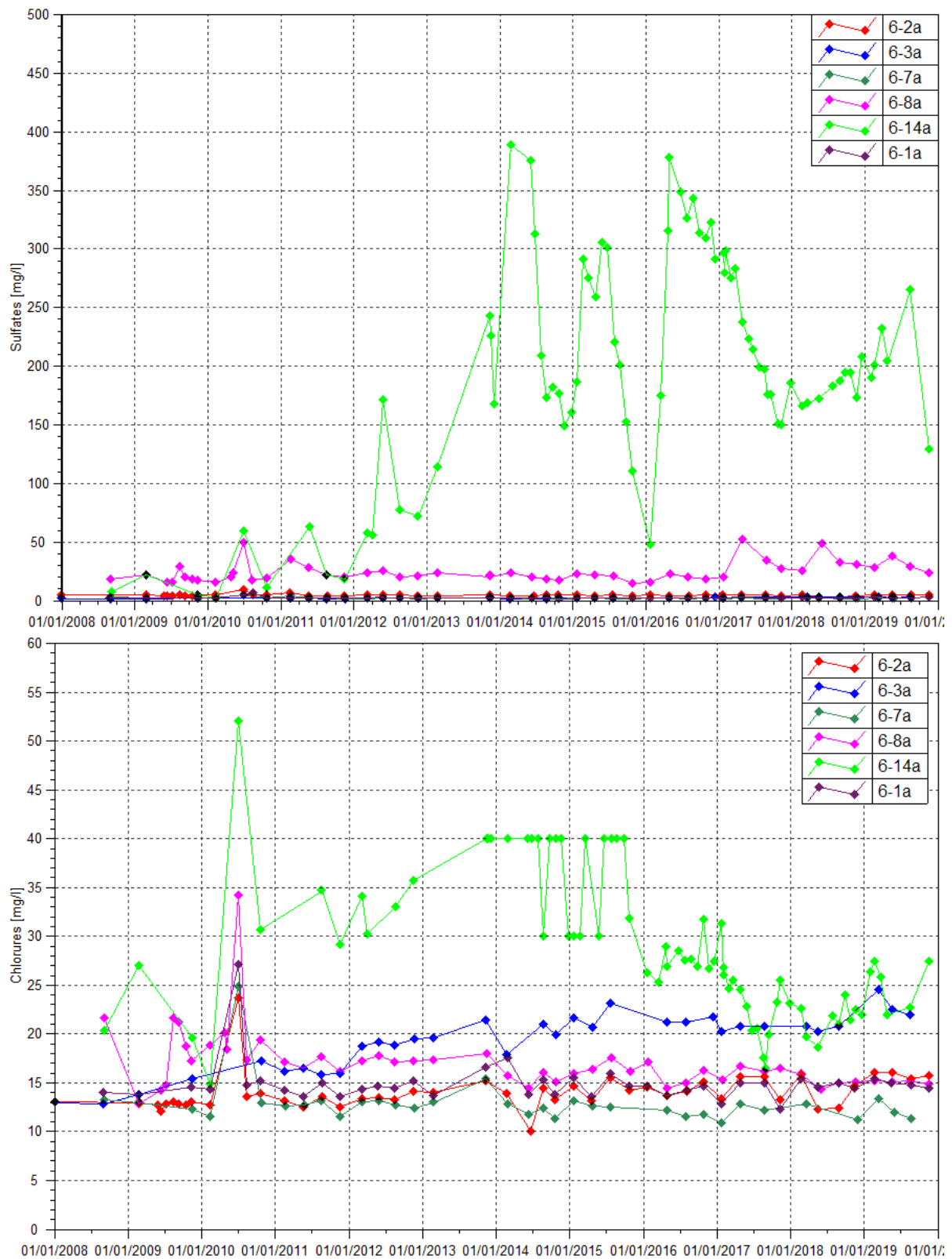
Calcium : comme la conductivité, les concentrations sont toujours plus élevées au piézomètre 6-14A en 2019 mais en moyenne, elles sont plus faibles que les moyennes annuelles relevées depuis 2014. Au piézomètre 6-8A, les mesures sont en moyenne plus élevées depuis 2017. Aucune évolution particulière n'est à constater pour les autres piézomètres.

Sodium, potassium et TAC : Les analyses de 2019 confirment la stabilité des concentrations en sodium, potassium et TAC pour la majorité des piézomètres. Le contrôle de février indique un fort TAC au piézomètre 6-14A par rapport aux normales mesurées. Les résultats en TAC au niveau de 6-8A se stabilisent en 2019.

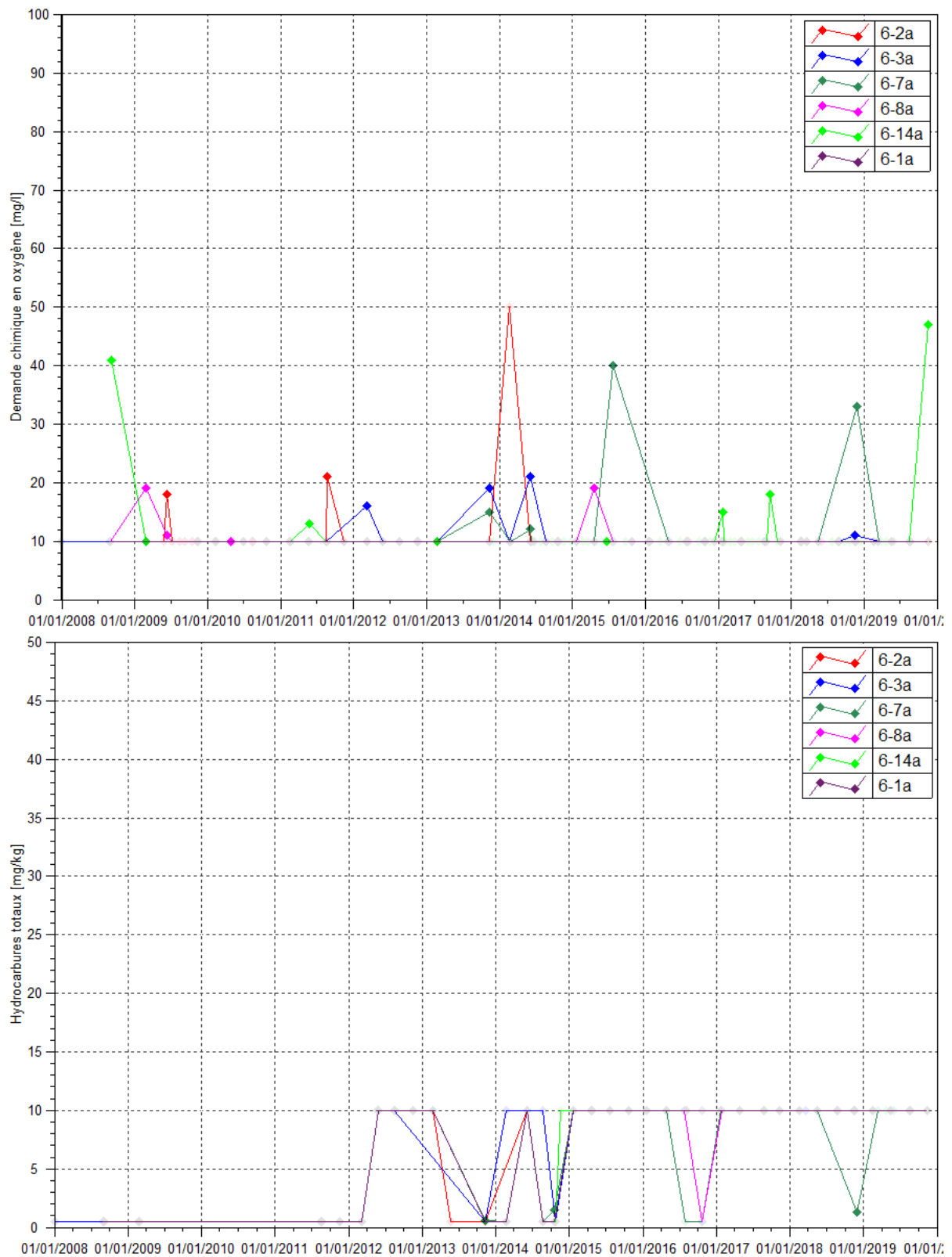
Figure 19 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine–conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

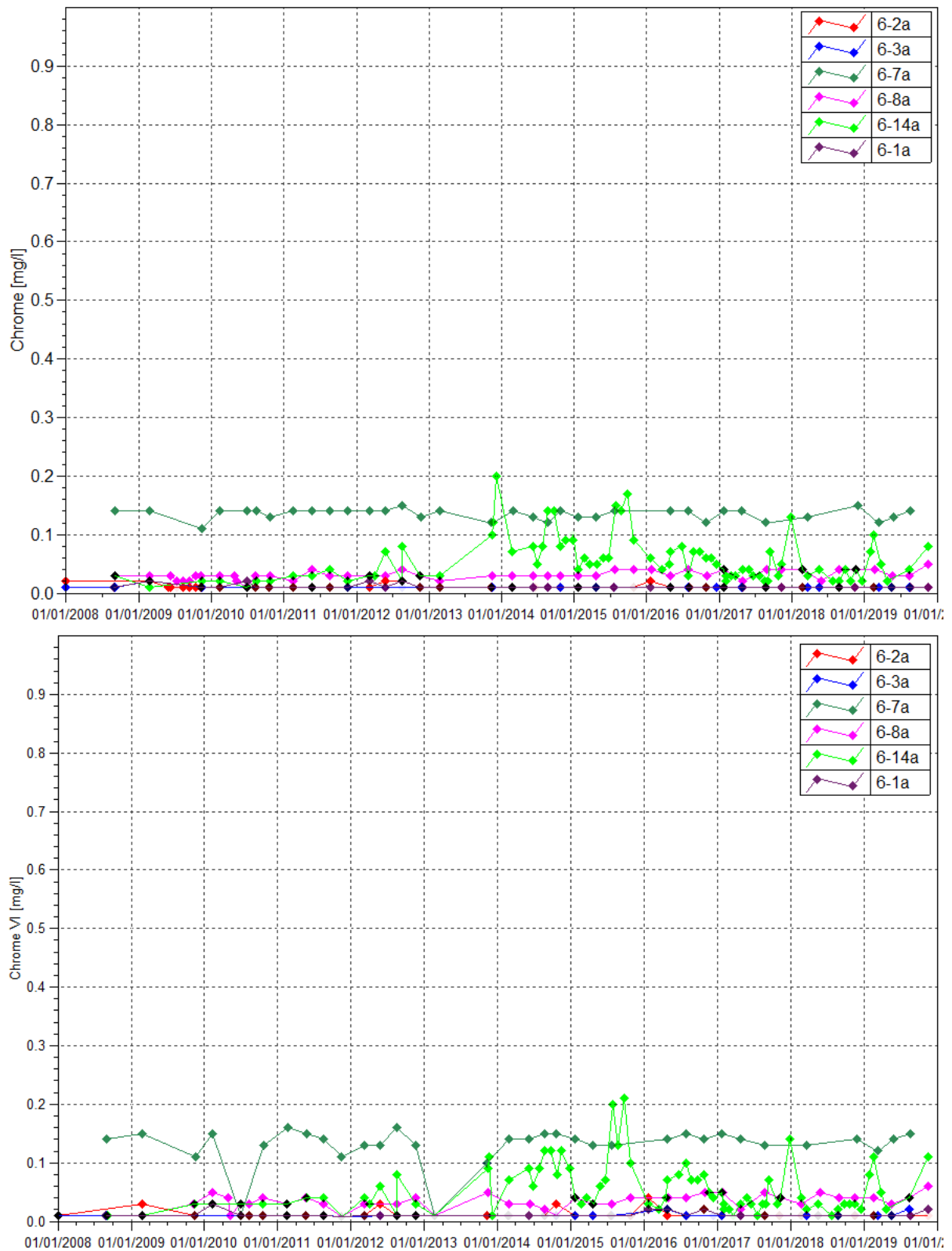


2

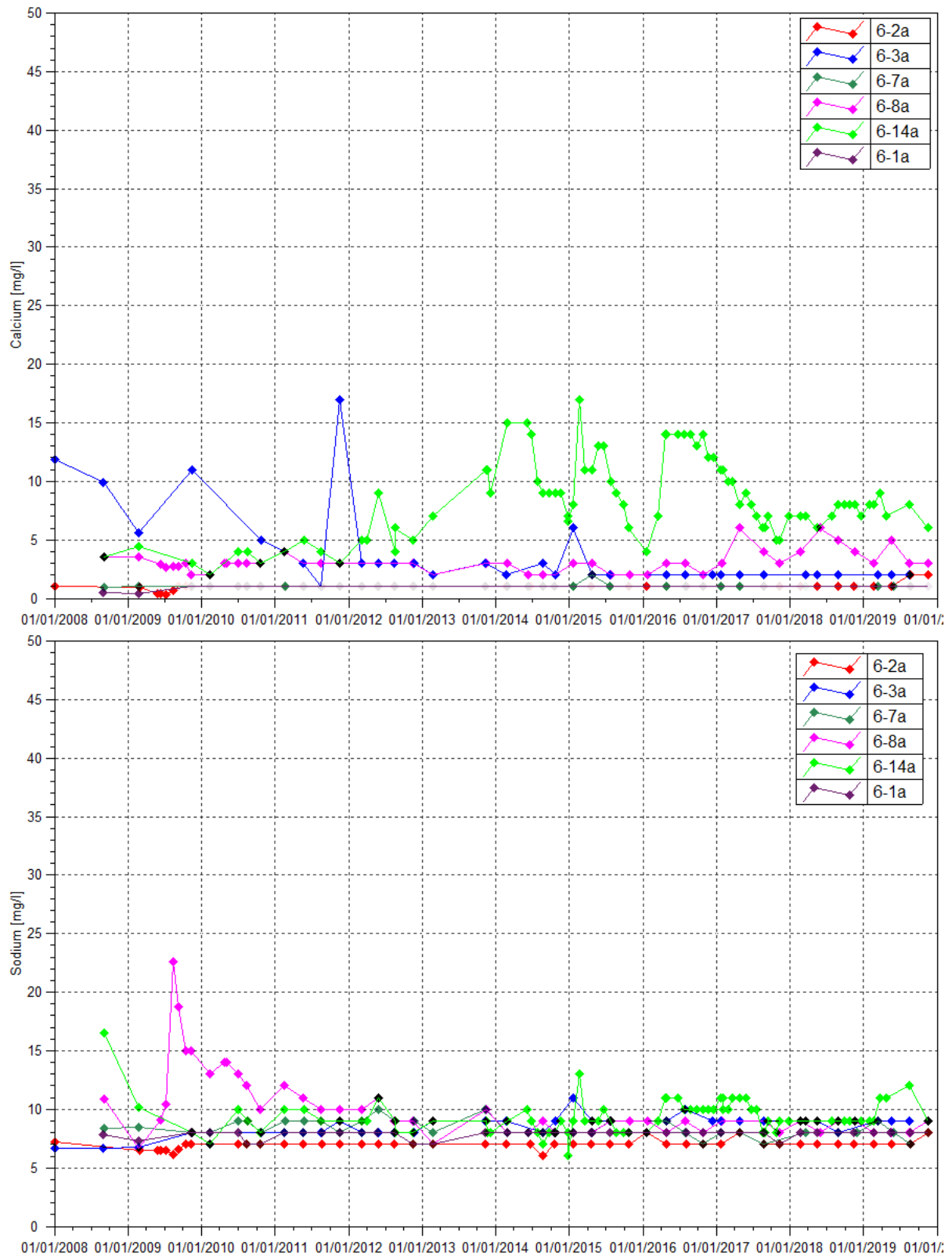


2

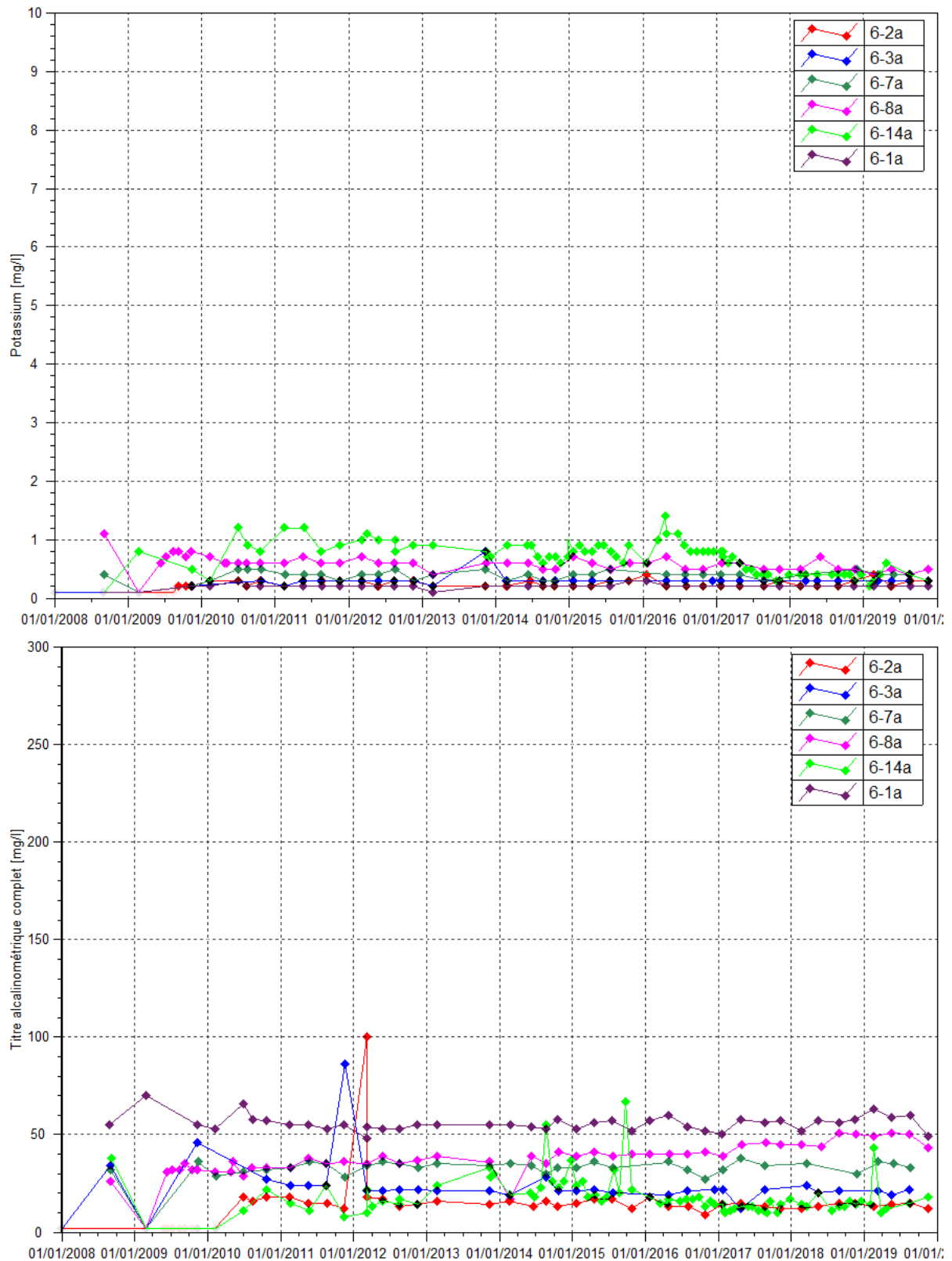




2



2



Piézomètres longs

pH : en 2019, le pH est compris entre 5.9 (au piézomètre **6-2**) lors du contrôle de février et 9.2 (relevé au piézomètre **6-6**) au mois de mai.

Conductivité : comprise entre 90.7 et 348 $\mu\text{S/cm}$ en 2019. La maximale est enregistrée au mois de mai au piézomètre 6-6. Les mesures de conductivité sont en baisse au piézomètre 6-1. Pour rappel une hausse de la conductivité était observée en 2018. De plus, le contrôle de novembre au piézomètre 6-5 indique une valeur supérieure aux normales mesurées. Une légère hausse de la conductivité est également à notifier au piézomètre 6-8 en 2019. Les résultats en conductivité pour les autres piézomètres n'indiquent pas d'évolution particulière en 2019.

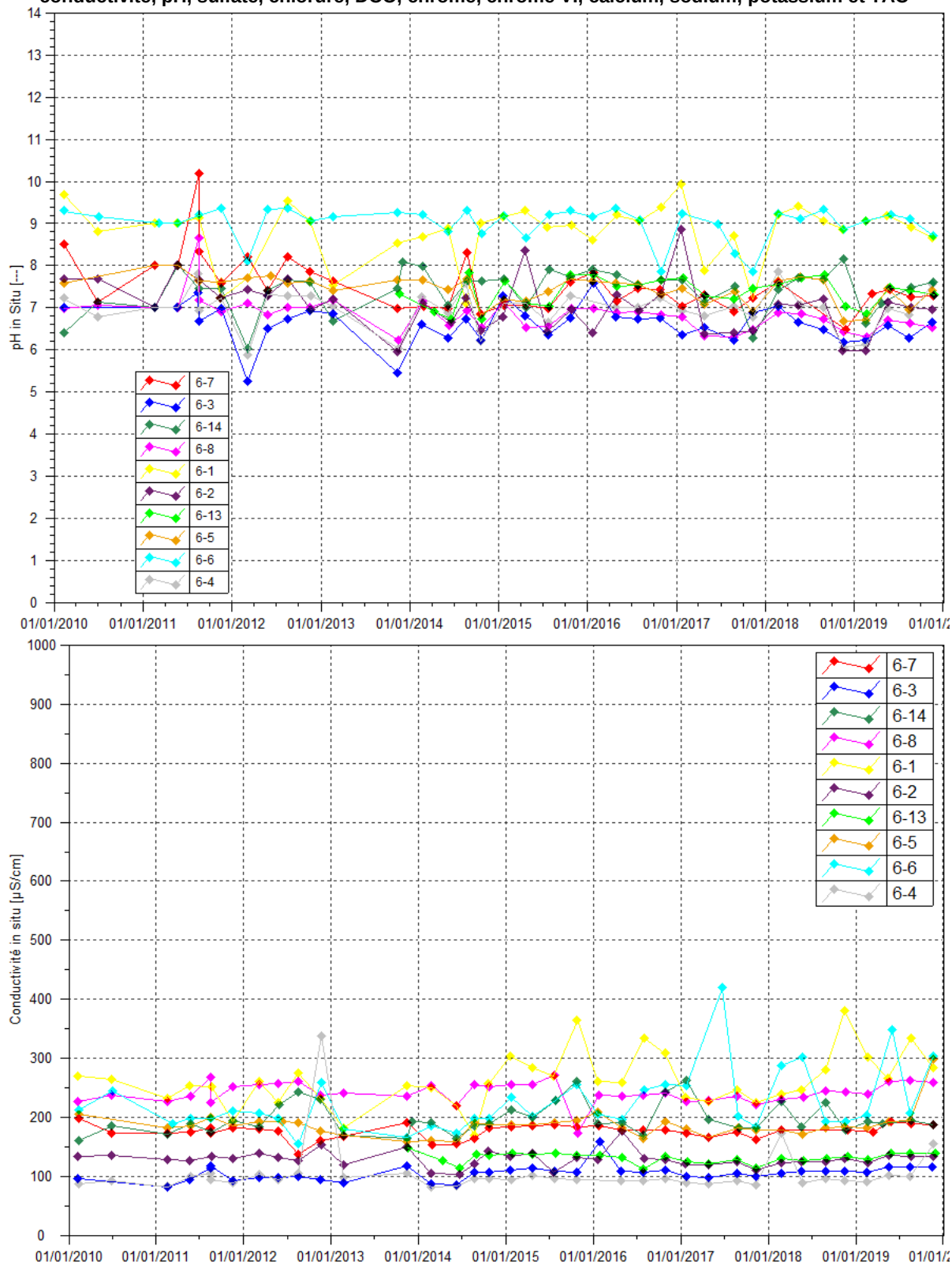
Chlorures et sulfates : Les analyses en chlorures et sulfates de 2019 ne révèlent aucune évolution particulière.

DCO et hydrocarbures : la DCO est faiblement détectée aux piézomètres 6-6, 6-7, 6-13 et 6-14 mais les hydrocarbures ne sont pas quantifiés dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques.

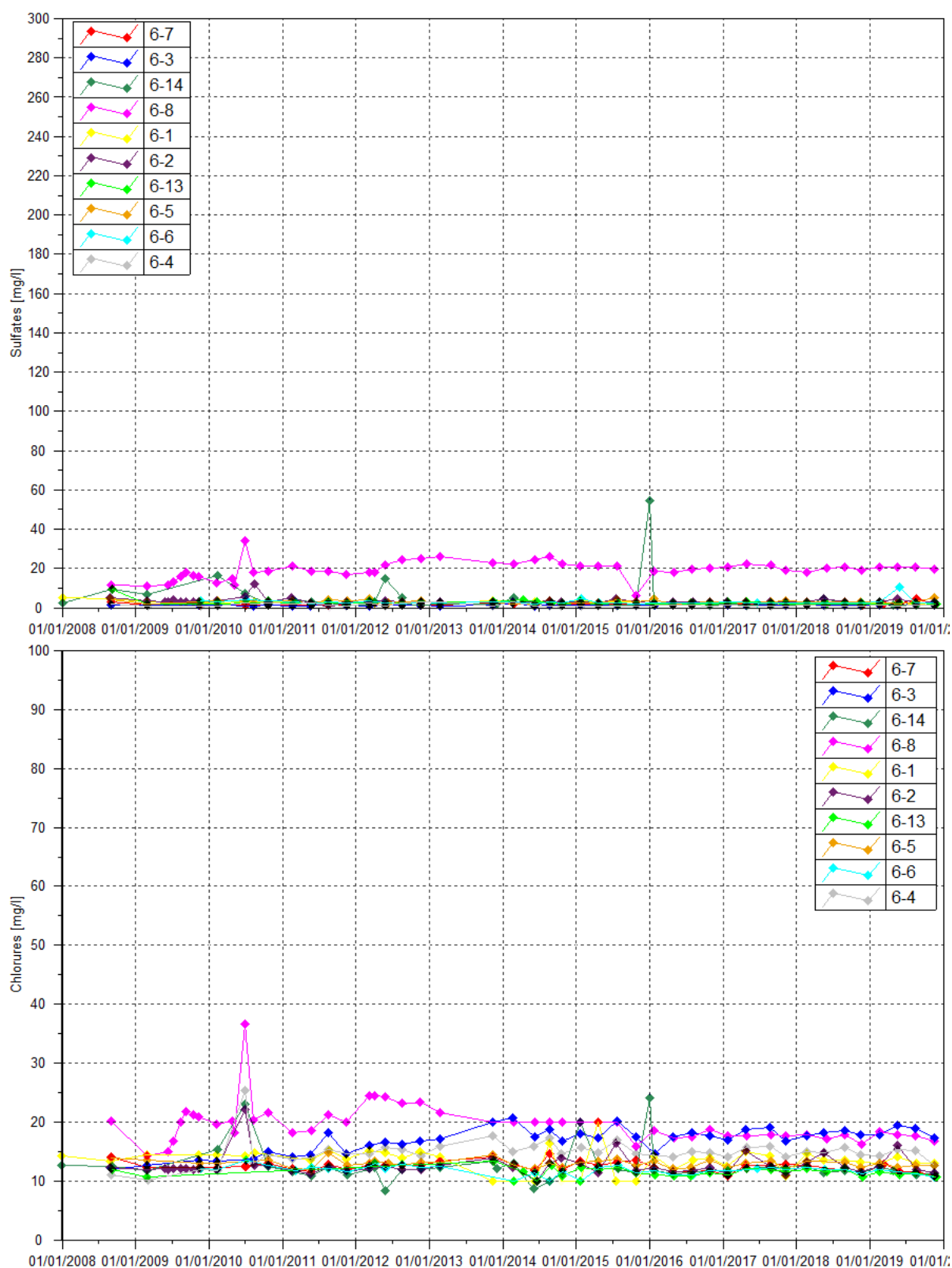
Chrome et chrome VI : une forte teneur en chrome et chrome VI est relevé lors du contrôle du 18 novembre au piézomètre 6-5 (soit 0.91 et 1 mg/L). Pour les autres piézomètres, les résultats d'analyse de 2019 montrent des teneurs comparables aux années précédentes.

Sodium, Calcium, Potassium et TAC : aucune évolution particulière n'est constatée pour les paramètres sodium, potassium, calcium et TAC sur l'ensemble des piézomètres de suivi des horizons saprolitiques durant cette période. Excepté au piézomètre 6-6 où les résultats de début d'année montrent une variation de ces paramètres.

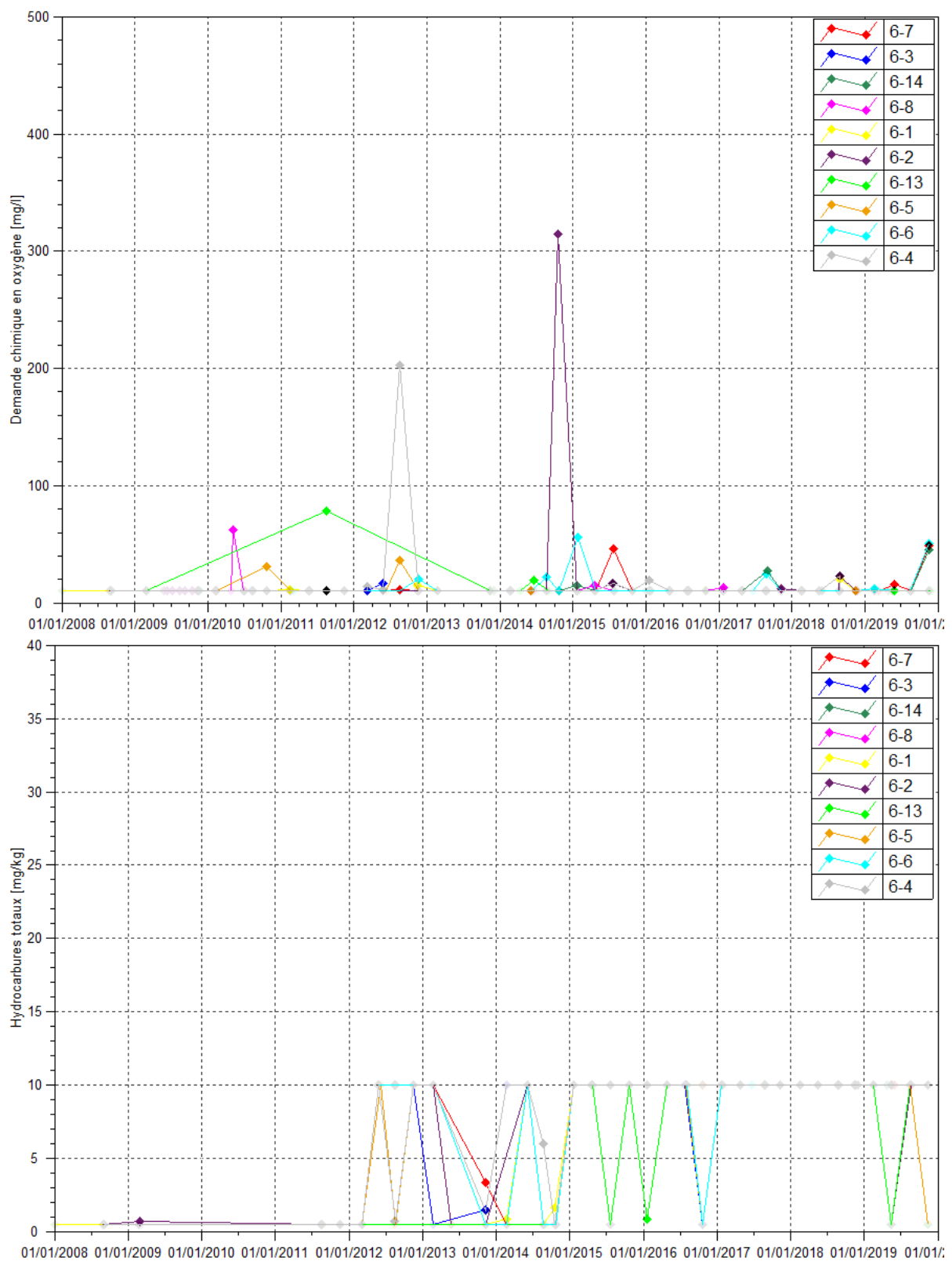
Figure 20 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine-conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC



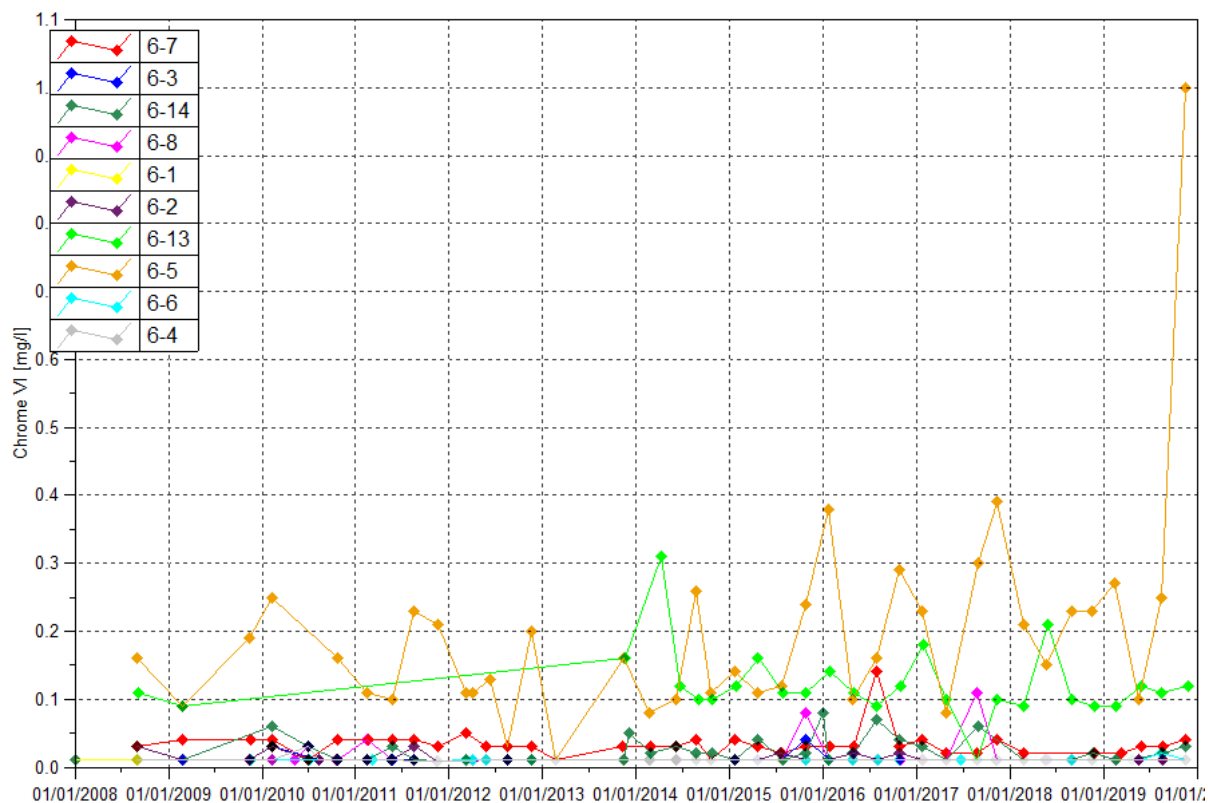
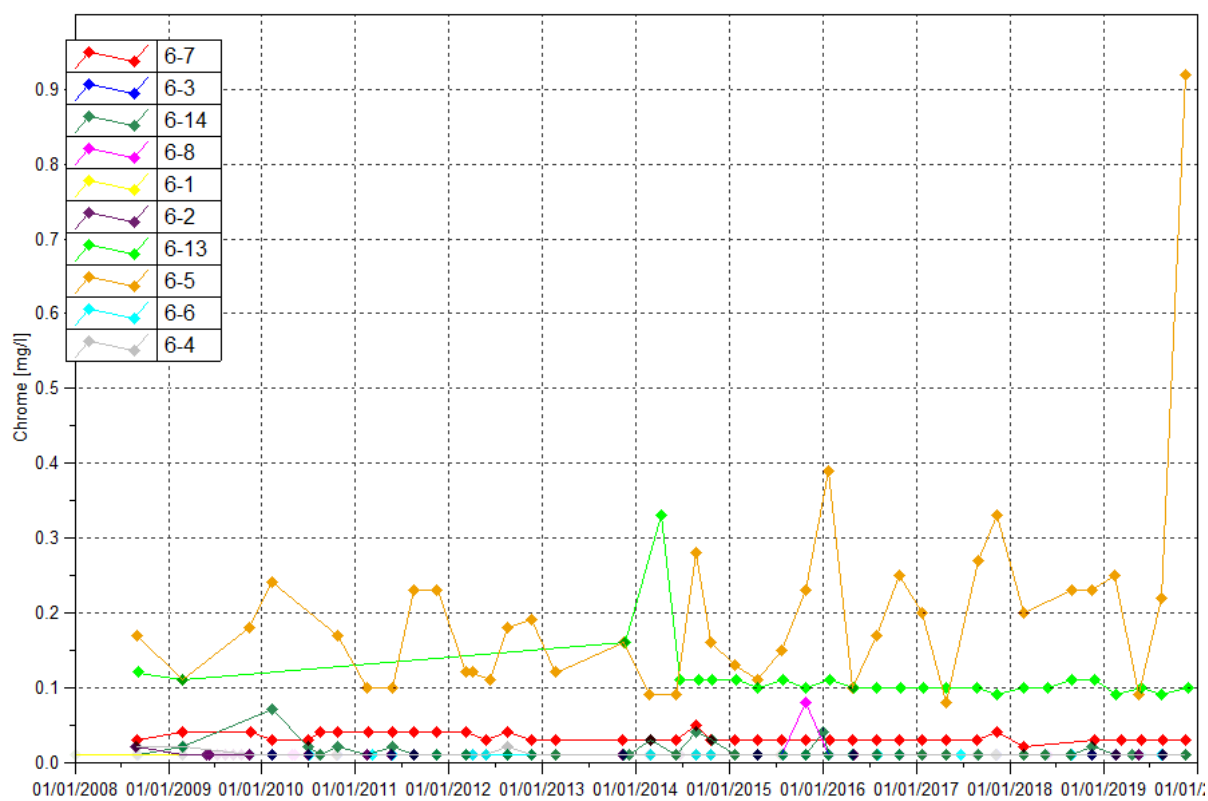
2



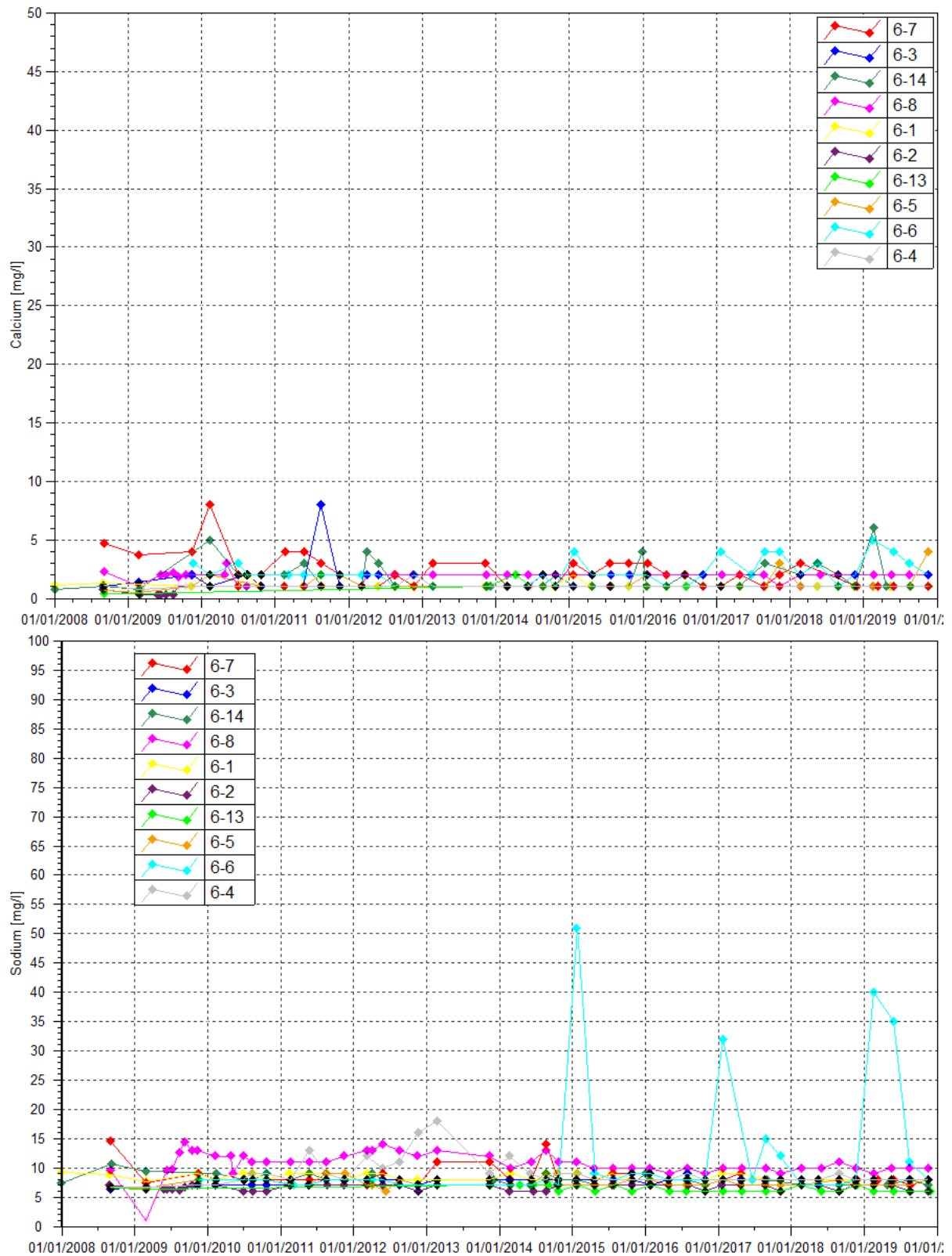
2



2



2



2



2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines

Les figures suivantes présentent les résultats du suivi des eaux souterraines sur le site de l'UPM.

pH : compris entre 5.4 et 6.3 durant cette période.

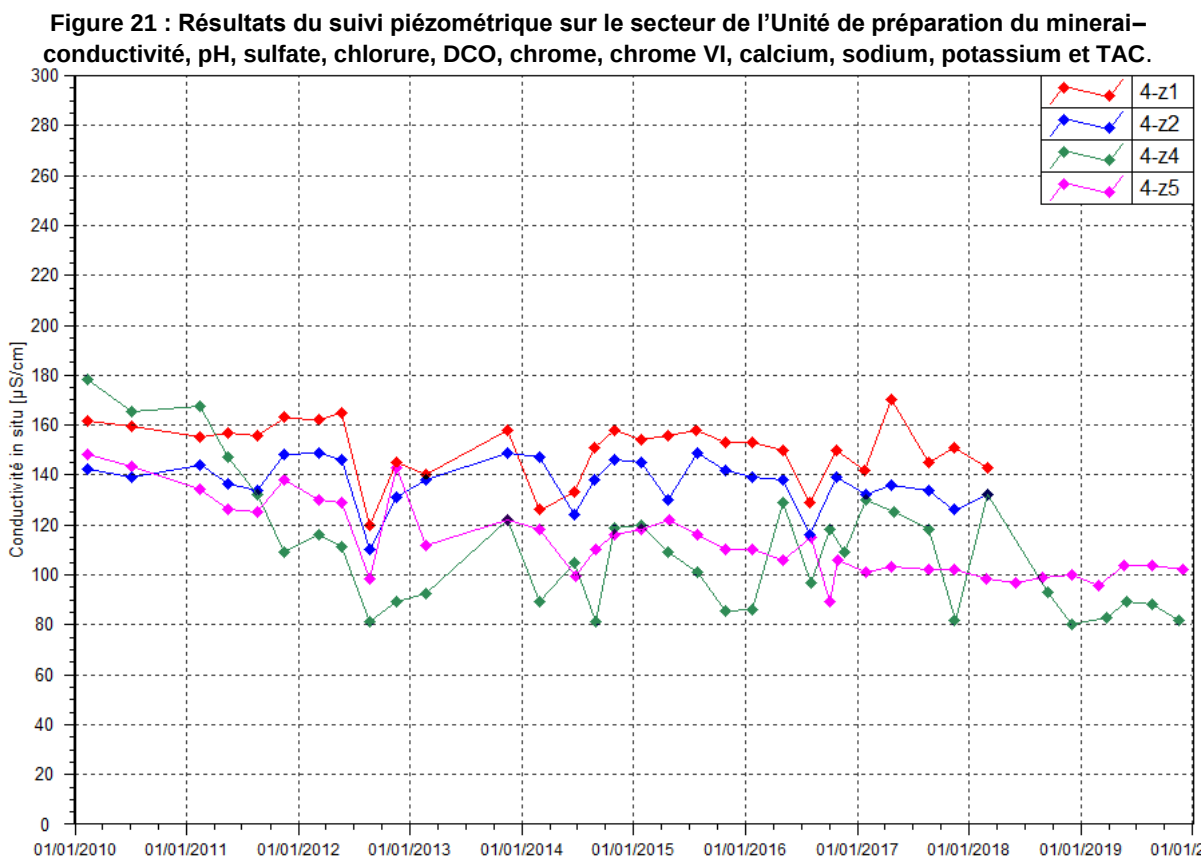
Conductivité : compris entre 81.7 et 104 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2019.

Chlorures et sulfates : au piézomètre 4-z4, les résultats en chlorures se stabilisent en 2019. Une hausse légère et constante était observée depuis 2015. Concernant les sulfates, les résultats d'analyses indiquent un retour aux normales mesurées avant 2016 au piézomètre 4-z4 et une stabilité des teneurs en sulfates au piézomètre 4-z5 depuis 2015.

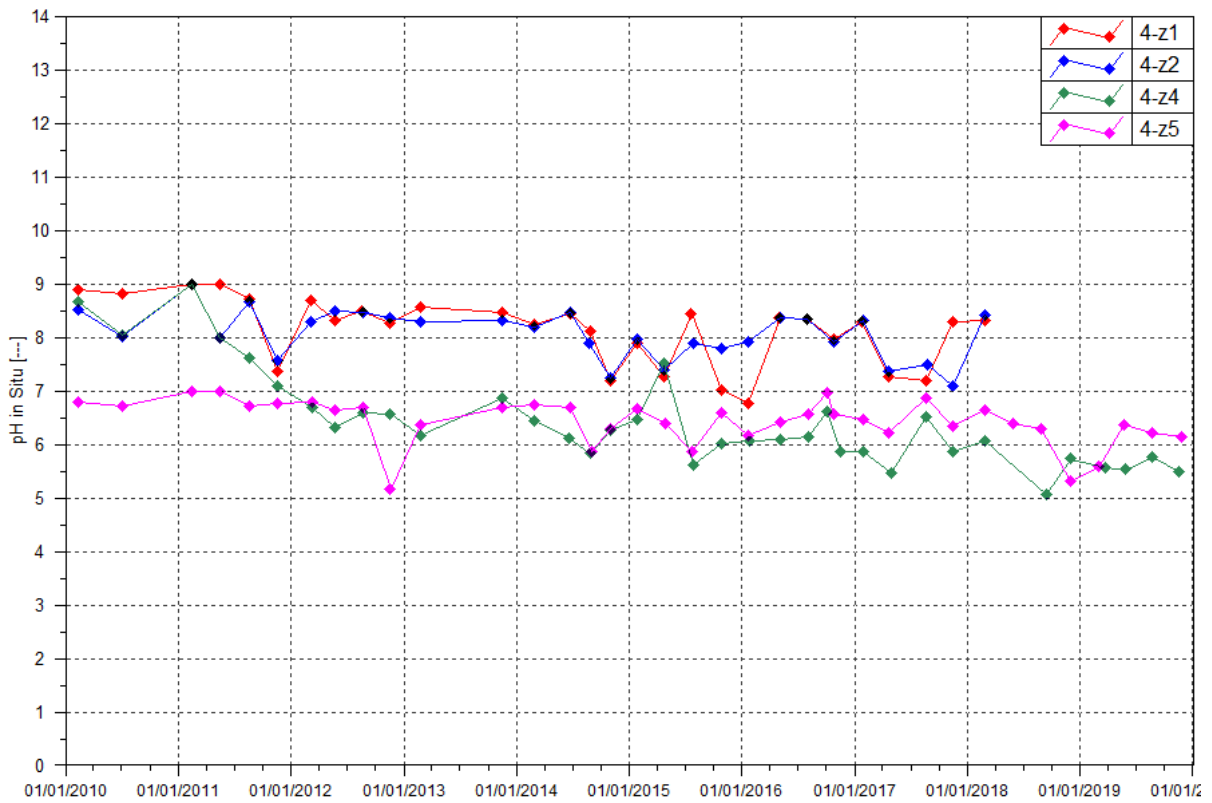
DCO et Hydrocarbures : la DCO et les hydrocarbures ne sont pas quantifiés dans la nappe des horizons saprolitiques au cours de cette période.

Chrome et Chrome VI : ces paramètres ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'UPM.

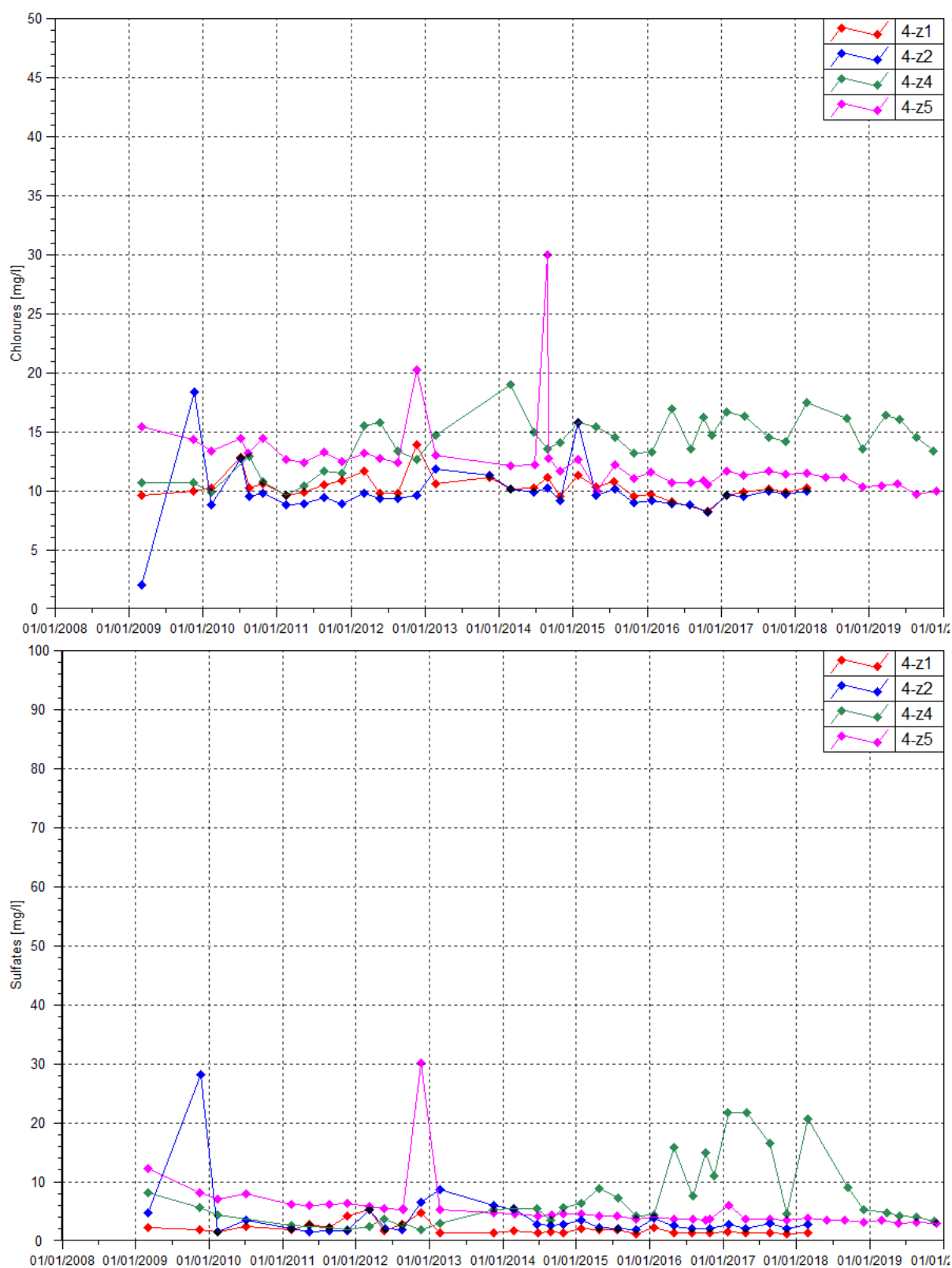
Calcium, TAC, Potassium et Sodium : au piézomètre 4-z4, une baisse du TAC était observée depuis 2011. Depuis 2018, cette tendance s'est stabilisée et les analyses de 2019 confirment cette stabilité. Les concentrations en sodium sont stables alors qu'une hausse légère était constatée depuis 2016. Aucune évolution particulière n'est à constater pour ces paramètres au piézomètre 4-z5.



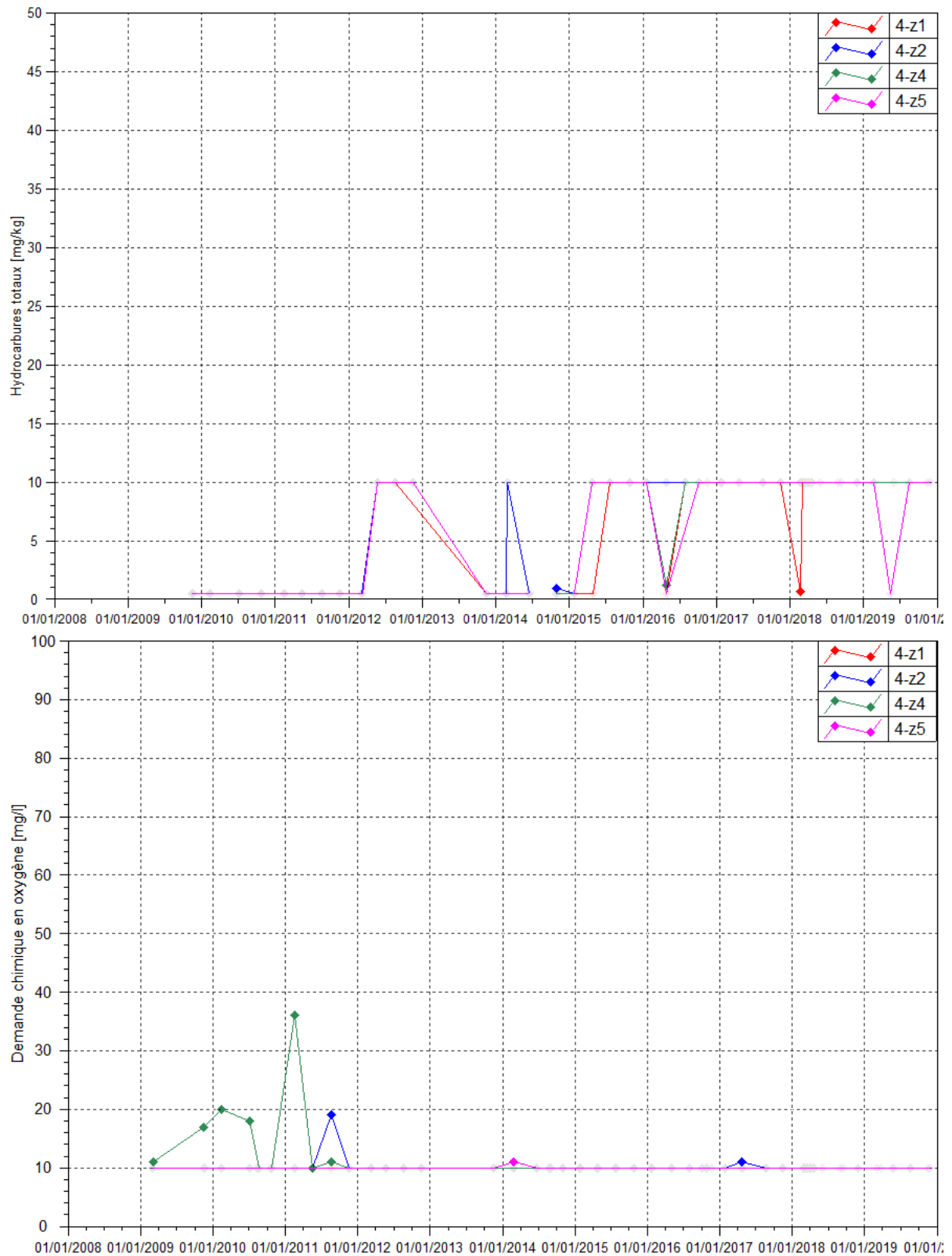
2



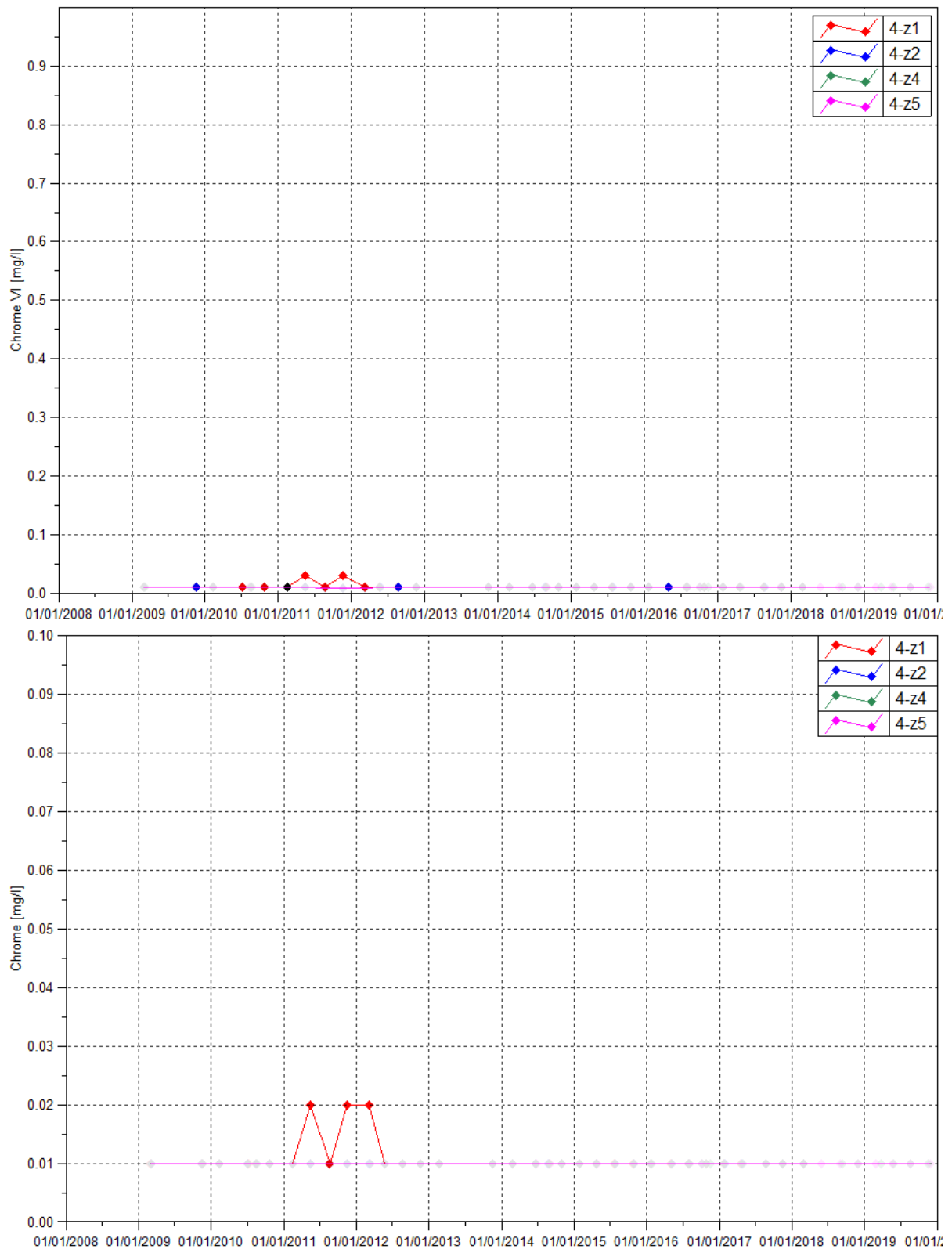
2



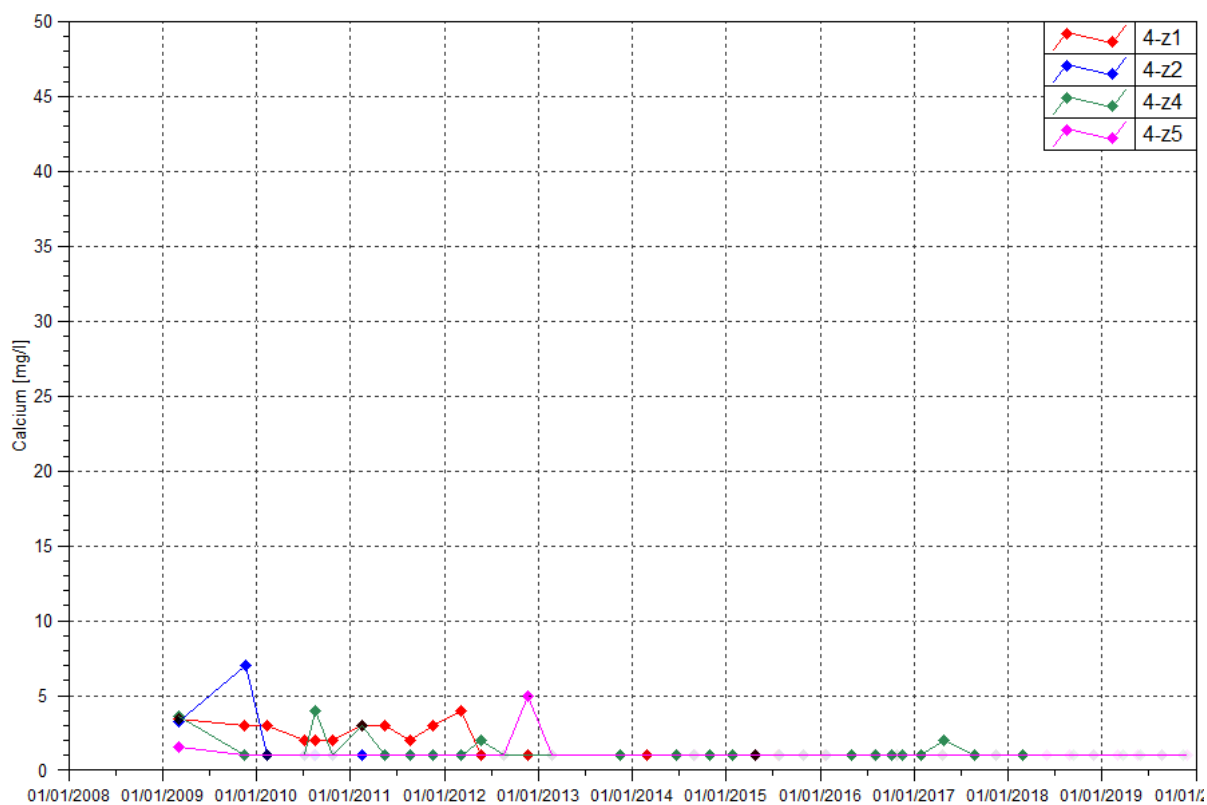
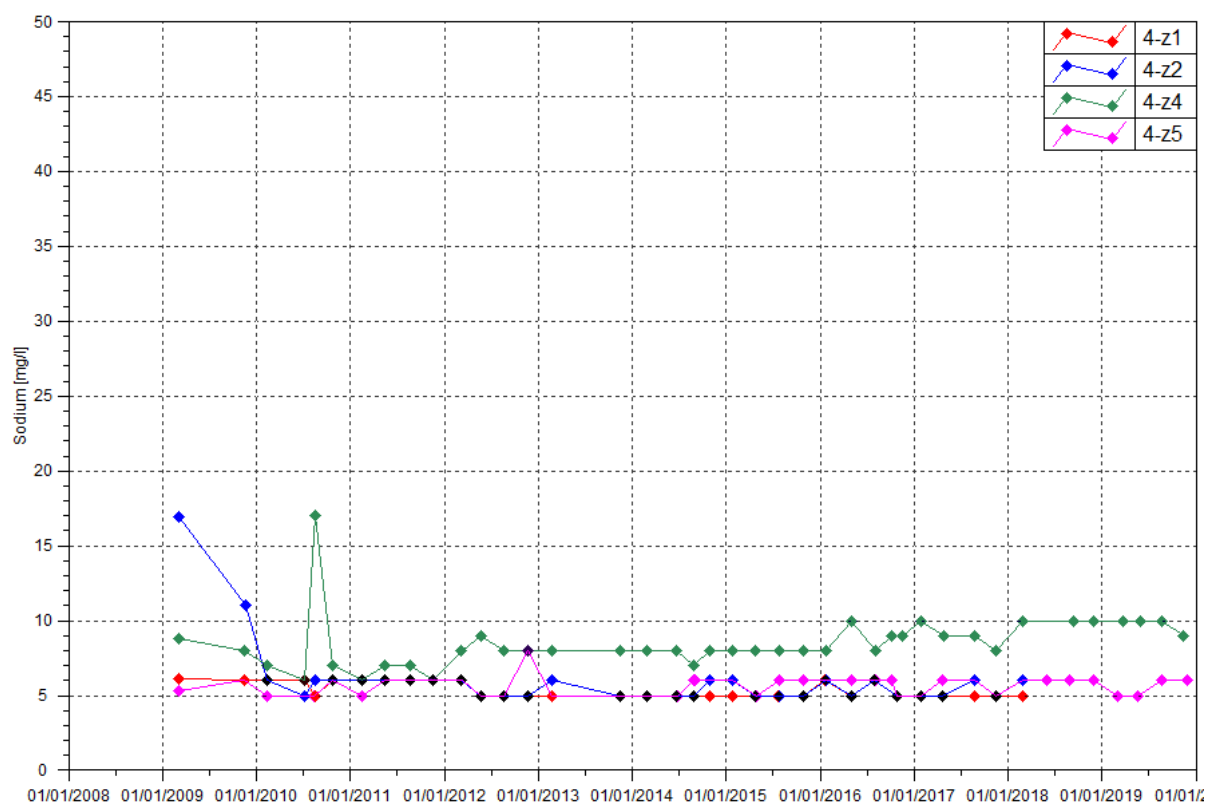
2



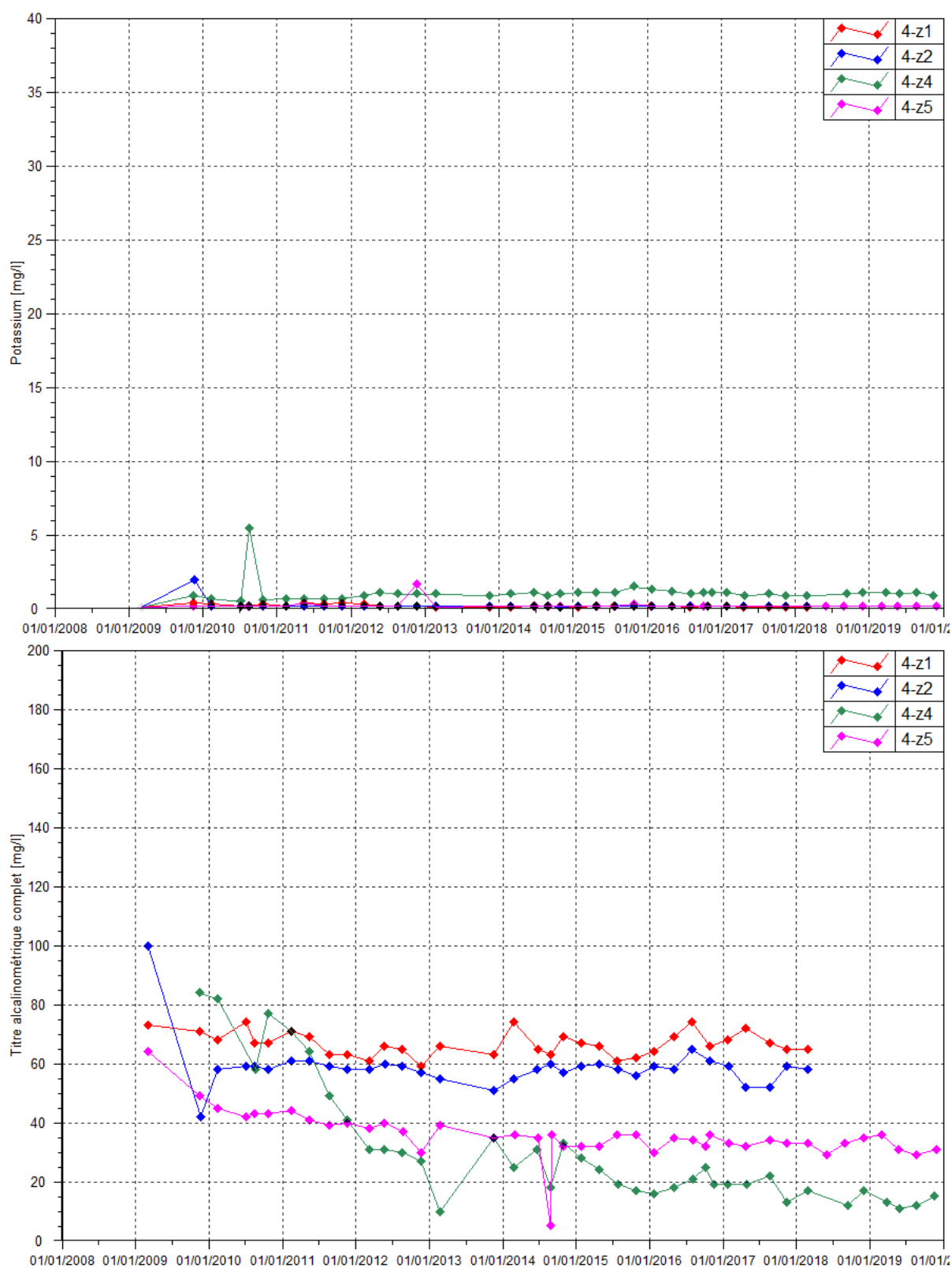
2



2



2



3 ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines

La surveillance des eaux souterraines autour du dépôt d'hydrocarbures du site portuaire n'a pas révélé de variation particulière de la qualité des eaux souterraines. Les valeurs élevées de conductivité et DCO au piézomètre 7-1 sont toujours le résultat d'une intrusion naturelle de l'eau de mer dans la nappe d'eau souterraine.

3.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines

3.2.1.1 Eaux souterraines

Comme précisé en amont du rapport, le suivi piézométrique décrit dans l'arrêté n°1466-2008 désormais obsolète est maintenu jusqu'à destruction des piézomètres en fonction de l'avancée des travaux de construction de l'usine d'assèchement des résidus DWP2.

L'aquifère principal proche de la zone de stockage de résidus présente des eaux faiblement minéralisées. En effet, la conductivité pour la majorité des piézomètres suivis de cette aquifère est inférieure à 200µS/cm. Cependant ce bilan met en évidence la persistance des perturbations de la qualité physico-chimique de la nappe au niveau des piézomètres WKBH103, WKBH102, WKBH110, WKBH110A et WK6-12. Les résultats du suivi en 2019 pour ces piézomètres confirment la hausse de la conductivité, des sulfates, du magnésium, calcium et potassium à plus ou moins mesure suivant la localisation de la station. Toutefois, les concentrations en sulfates, magnésium, calcium sont en moyenne plus faibles qu'en 2018. Les résultats des derniers suivis ont révélé également des tendances légères à la hausse de la conductivité et des concentrations en sulfates au niveau des piézomètres WKBH111, WKBH118 et WKBH118A.

Les évolutions des paramètres de conductivité, sulfates, magnésium et calcium attestent que les perturbations sont liées à l'exploitation du parc à résidus.

La nappe des horizons latéritiques proche de la zone de stockage des résidus montre toujours des déséquilibres de la qualité physico-chimique de la nappe au niveau des piézomètres WKBH109A, WKBH110B et à moindre teneur au piézomètre WK6-12A. L'analyse des résultats en conductivité, sulfates et magnésium aux piézomètres WKBH109A et WK6-12A a confirmé la tendance à la hausse observée depuis 2018.

D'autre part, le suivi de 2019 des nappes profondes et latéritiques dans la zone éloignée du stockage ne révèle aucune tendance particulière pour l'ensemble des paramètres de suivi.

Enfin, concernant les métaux lourds, le manganèse est uniquement et faiblement détecté dans la nappe latéritique et profonde proche de la zone de stockage mais les teneurs relevées sont équivalentes à l'état initial. Concernant le nickel, de légères fluctuations sont enregistrées depuis 2016 dans l'aquitard latéritique et la nappe profonde au niveau des piézomètres où des perturbations sont enregistrées mais les teneurs relevées restent faibles. Concernant les teneurs en chrome, les résultats de suivi ne montrent pas de variation particulière concernant ces deux types de nappes suivant leur localisation par rapport à la zone de stockage de résidus.

3.2.1.2 Sources : WK17 et WK20

Le suivi annuel de 2019 des sources de la Kwé Ouest, WK17 et WK20 montrent que les caractéristiques physico-chimiques se rapprochent de la nappe profonde de la Kwé Ouest. La localisation des sources étant proche du stockage des résidus, les résultats d'analyse des sources révèlent les mêmes perturbations de la qualité physico-chimique constatées aux piézomètres WKBH103, WKBH102, WKBH110, WKBH110A et WK6-12. Le déséquilibre est de moindre intensité à la source WK20.

Cependant, l'analyse des résultats de suivi des sources met en évidence une stabilisation de ces perturbations. Pour rappel, en 2017, une accentuation de la contamination était constatée aux sources de la Kwé Ouest.

Enfin, concernant les métaux lourds, le manganèse n'est en revanche pas détecté au niveau des sources depuis janvier 2015. Les résultats d'analyse ont révélé une tendance légère à la hausse entre 2016 et 2017 des teneurs en chrome et nickel qui diminue et se stabilise en 2018. Les analyses de 2019 confirment cette stabilisation. Les teneurs moyennes en nickel sont de 0.15 mg/L et 0.05 mg/L respectivement aux sources WK17 et WK20 en 2019. Concernant le chrome, les teneurs moyennes annuelles sont de 0.03 mg/L aux sources de la Kwé ouest.

3.3 Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines

Le résultat de suivi de 2019 dans les eaux souterraines des horizons latéritiques confirme :

- L'augmentation de la conductivité au piézomètre 6-14A qui a débuté fin 2017. Cependant la maximale mesurée en conductivité en 2019 soit 572 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est inférieure à la maximale précédemment relevée.
- L'augmentation lente et progressive des concentrations en chlorures au piézomètre 6-3A. En 2008, on mesurait une teneur moyenne de 12.9 mg/L alors que la teneur moyenne est de 23 mg/L en 2019.
- Des mesures plus élevées qu'en début de suivi pour les paramètres de conductivité, sulfates, calcium et TAC au piézomètre 6-8A. Cette observation a débuté en 2017.

Le piézomètre 6-14A est situé près de l'unité de la 310-320 (usine de calcaire et de chaux). L'aquitard latéritique pourrait être influencé par l'infiltration des eaux de ruissellement sur cette zone.

Le piézomètre 6-8A est situé en aval hydraulique du site industriel, des bassins de premier flot et de la zone de stockage du vrac (calcaire et soufre). L'aquitard latéritique pourrait être impacté par les infiltrations des eaux de ruissellement du site industriel et notamment suivant les écoulements préférentiels de l'aquitard latéritique, par l'infiltration des eaux de ruissellement de la zone de stockage de calcaire et de soufre. Au cours de la saison des pluies, une augmentation des concentrations est observée au niveau de ce piézomètre, elle régresse par la suite, toutefois, les niveaux relevés en 2019 sont plus faibles qu'en 2017 et 2018.

Au piézomètre 6-3A, situé en aval de la station de distribution de carburant, aucune contamination en HT n'est relevée. Les eaux de la nappe latéritique au niveau de ce piézomètre pourraient être également impactées par les infiltrations des eaux de ruissellement de la zone du magasin. En effet, ce piézomètre est situé en aval hydraulique de cette importante zone de stockage de matériaux et conteneurs.

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats de 2019 ne montrent pas d'évolution particulière. Toutefois, les derniers bilans mettent en évidence des variations plus importantes aux piézomètres 6-1 et 6-6 à partir de 2015 puis une hausse progressive au piézomètre 6-8 depuis 2009.

Ces variations concernent les paramètres conductivité au piézomètre 6-1 et au piézomètre 6-6, la conductivité, le calcium, sodium et potassium. A partir de 2015, l'effet de la saisonnalité est la cause de ces fluctuations. En effet lorsque les niveaux d'eaux sont au plus bas dans ces piézomètres en début d'année, on observe des pics de concentration de ces cations. Cependant, les teneurs restent en moyenne plus élevées que les années précédentes. Le piézomètre 6-1 est situé en aval des aires de stockage et le piézomètre 6-6 en aval du stockage de gazole de Prony Energie. Aucune contamination en HT n'a été enregistrée au niveau de ce dernier piézomètre.

Une fois de plus, suivant l'écoulement préférentiel des eaux souterraines, l'infiltration des eaux de ruissellement au niveau de la zone stockage des vracs et plus largement du site industriel peut être la cause de ces plus fortes moyennes observées depuis 2015 au piézomètre 6-1 et 6-6.

Au piézomètre 6-8, une croissance légère et progressive de la conductivité est constatée depuis 2009. Comme notifié précédemment, ce piézomètre est situé en aval hydraulique du site industriel. Les concentrations en sulfates ont également évolué de la même manière mais à partir de 2015, la teneur en sulfates s'est stabilisée. La date de début de cette évolution peut nous permettre de penser que la nappe profonde pourrait être affectée par une pollution liée à la décomposition des matériaux de construction du piézomètre tel que le béton. D'autant plus que le piézomètre 6-8 est le seul ouvrage pour lequel nous observons une croissance depuis 2009 dans l'aquifère principal.

3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines

Aucune évolution particulière n'est constatée au niveau du piézomètre 4-z5.

Au niveau de 4-z4, les précédents bilans ont mis en évidence une augmentation des concentrations en chlorures, une baisse du TAC et des fortes variations de la conductivité et des teneurs en sulfates entre 2015 et 2019. Le bilan annuel 2019 indique une stabilisation de ces paramètres voir même pour les sulfates, un retour aux normales mesurées avant 2015 et une confirmation de la baisse significative du TAC.

Une étude menée en interne par Jean-Luc Folio, hydrogéologue, à destination de la DIMENC, a démontré que la perturbation constatée sur le piézomètre 4-z4 est la conséquence d'une dégradation du scellement de l'ouvrage d'observation (contamination du piézomètre par des eaux infiltrées depuis la surface et/ou l'aquitard latéritique sus-jacent). Cette note fait état d'un bilan au 31 novembre de l'impact de l'UPM sur les eaux souterraines et les eaux de surface.

Cette étude décrit les points suivants :

- Entre 2009 et 2011, l'eau du piézomètre 4-z4 présente un faciès chimique naturel caractéristique de l'aquifère principal,
- A partir de 2015, la signature chimique de l'eau est marquée par un enrichissement progressif en sulfates et en sodium,
- Enfin en 2018, la baisse des teneurs en sulfates et magnésium induit un changement de signature chimique de l'eau s'orientant vers un faciès bicarbonaté, chloruré sodique. Ce faciès ne correspond pas à un faciès d'aquifère principal. En revanche, il est standard pour l'aquitard latéritique. Ce phénomène peut être associé à une dégradation du scellement de l'ouvrage.

Conclusion

Les suivis des stations selon les paramètres et les fréquences règlementaires ont pu être réalisés en quasi-totalité.

Les résultats du suivi annuel 2019 des eaux souterraines en aval du parc à résidus de la Kwé ouest a confirmé une contamination des eaux souterraines dans la zone proche du stockage des résidus, notamment dans l'aquifère principal au niveau des piézomètres **WKBH102, WKBH103, WKBH110, WKBH110B, WK6-12 et des sources WK17, WK20**. De plus, dans l'aquitard latéritique, la dégradation de la qualité physico-chimique se poursuit au niveau des piézomètres **WKBH109A, WKBH110B, WK6-12A**.

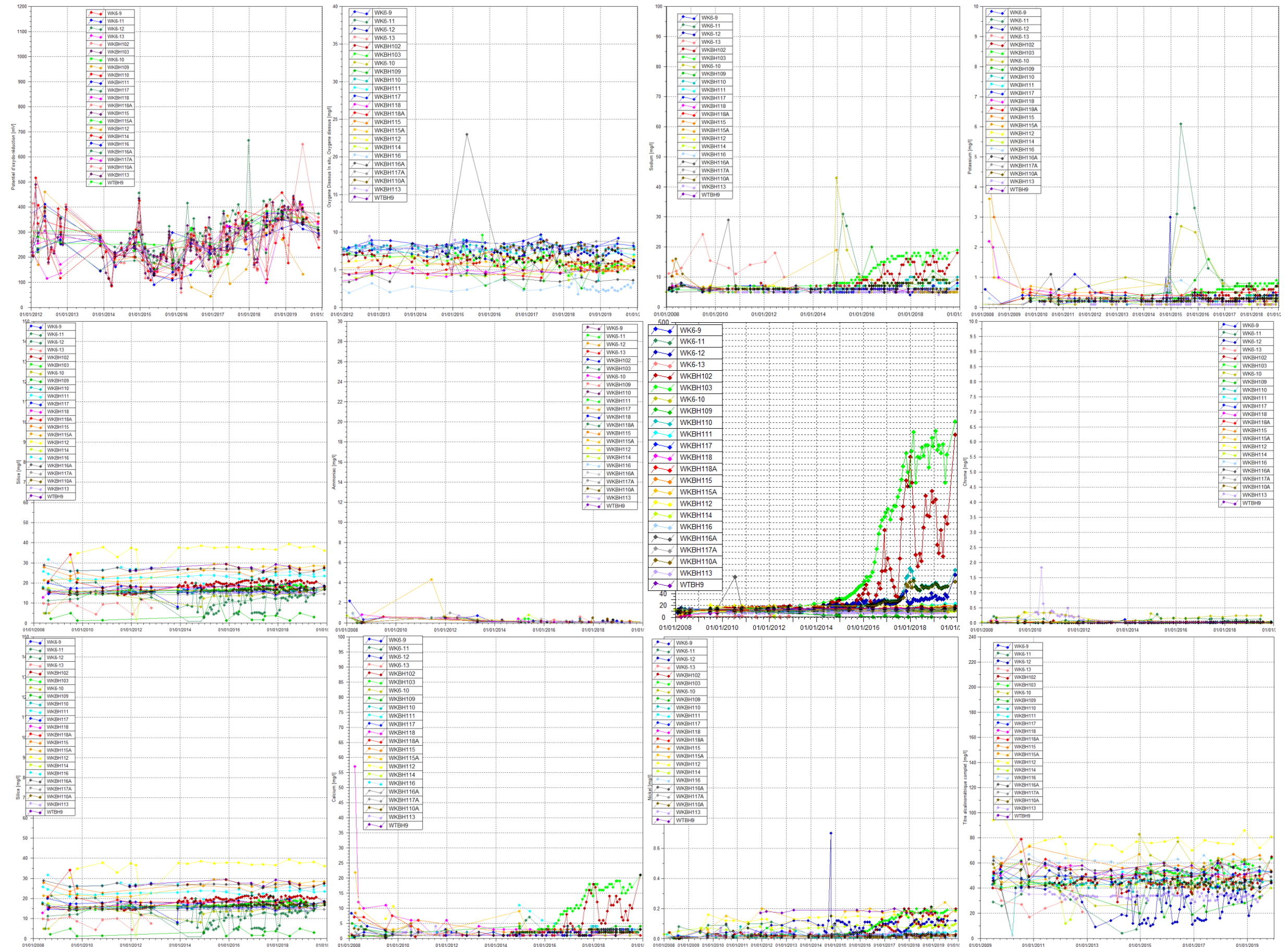
Au niveau de l'usine, des tendances sont observées dans l'aquitard latéritique au piézomètre **6-14A, 6-8A, 6-3A** et dans l'aquifère saprolitique au niveau des piézomètres **6-6 et 6-1**.

Le réseau de suivi piézométrique au niveau de l'usine a été complété dans le but d'avoir une meilleure compréhension de l'origine des contaminations des eaux souterraines en rapport avec les installations de l'usine. Douze piézomètres supplémentaires ont été forés et installés entre janvier et février 2020 au niveau de l'usine.

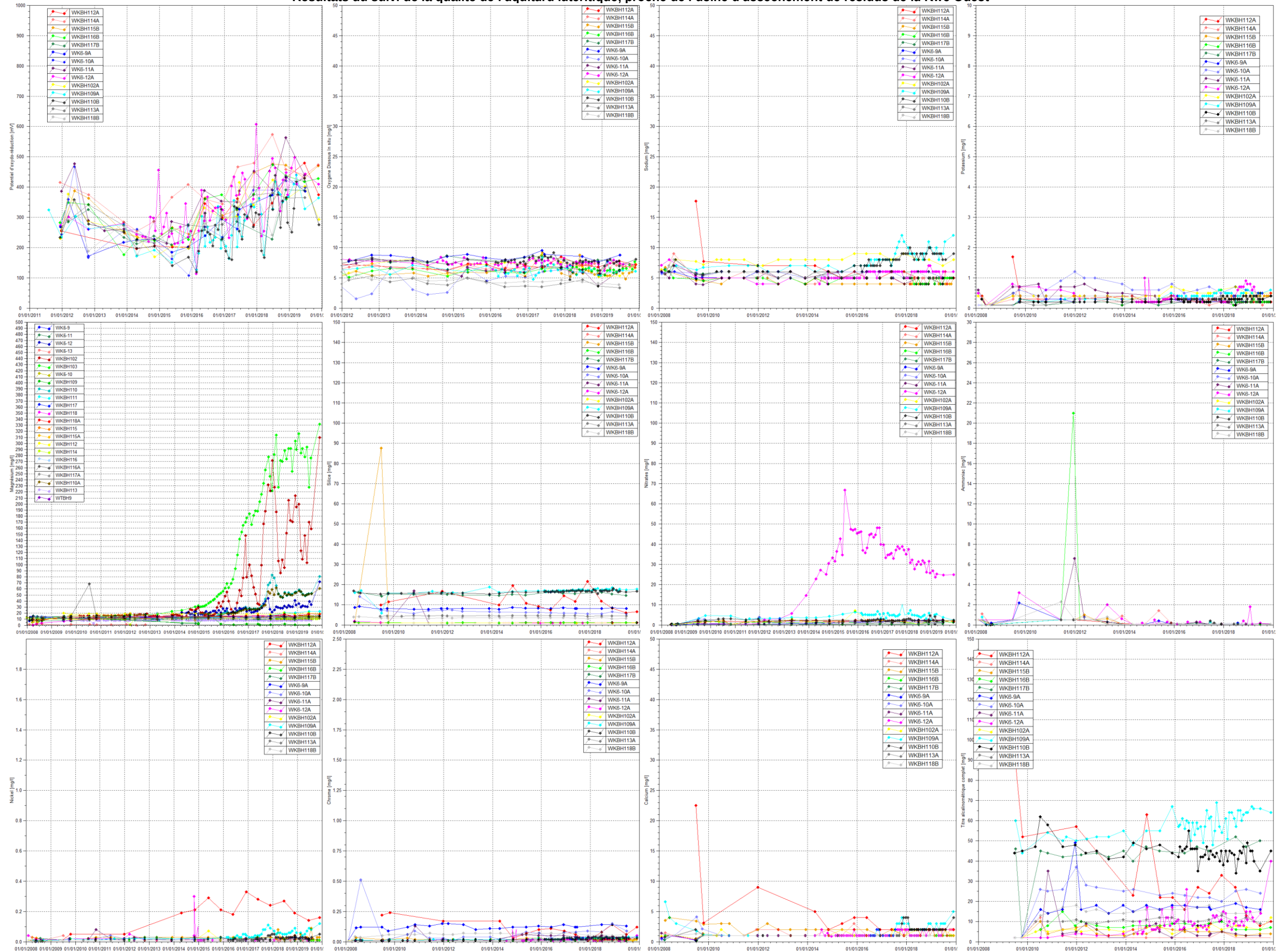
Enfin, les analyses des résultats de suivi annuel 2019 au niveau de l'UPM révèlent une éventuelle contamination des eaux souterraines situées dans les horizons saprolitiques au niveau du piézomètre **4-z4**. Dans le cadre d'une étude spécifique menée au 31 novembre 2019, l'hypothèse de contamination du piézomètre par les eaux de procédé a été écartée et a démontré une contamination liée à une dégradation du scellement de l'ouvrage.

ANNEXE I : SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA KWE OUEST

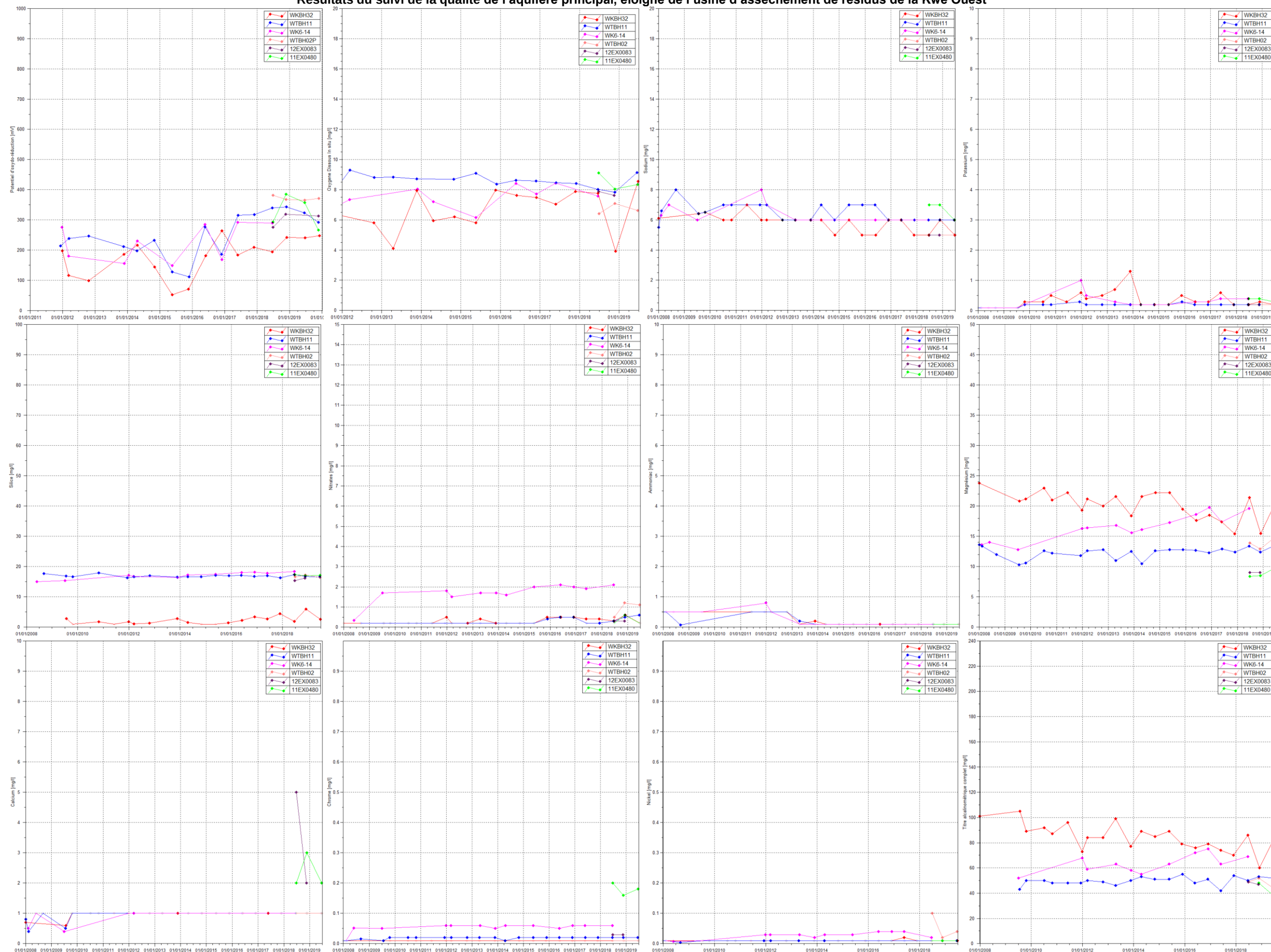
Résultats du suivi de la qualité de l'aquifère principal, proche de l'exploitation de l'usine d'assèchement de la Kwé Ouest :



Résultats du suivi de la qualité de l'aquitard latéritique, proche de l'usine d'assèchement de résidus de la Kwé Ouest



Résultats du suivi de la qualité de l'aquifère principal, éloigné de l'usine d'assèchement de résidus de la Kwé Ouest



Résultats du suivi de la qualité de l'aquitard latéritique, éloigné de l'usine d'assèchement de résidus de la Kwé Ouest

