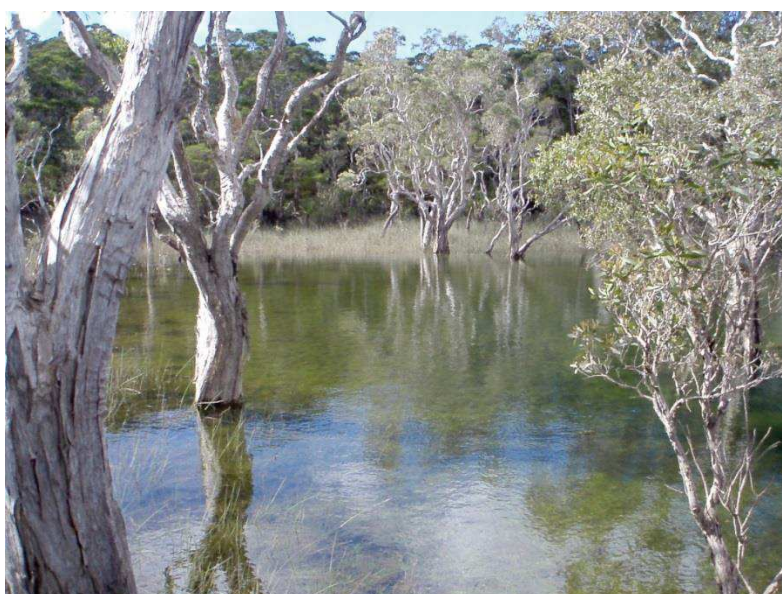




Rapport annuel 2022

Eaux Souterraines



Prony Resources New Caledonia
Février 2023

L'intégralité du présent rapport, en ce compris ses annexes, (ci-après désigné « RAPPORT ») reste la propriété exclusive de Prony Resources New Caledonia (ci-après désignée « PRNC »), 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 PRNC.

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 PRNC, 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 :

PRNC, Département Communication
E-mail : PRNC-communication@pronyresources.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	9
1.2.1	Campagnes de mesures physico-chimiques	9
1.2.2	Mesures des paramètres physico-chimiques in situ	9
1.2.3	Analyse des hydrocarbures.....	9
1.2.4	Analyse des paramètres physico-chimiques en solution	10
1.2.5	Analyse des métaux	11
2	PRESENTATION DES RESULTATS.....	11
2.1	RAPPEL DES VALEURS REGLEMENTAIRES	11
2.1.1	Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines	11
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.....	12
2.1.3	Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM) sur les eaux souterraines	12
2.1.4	Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines	12
2.2	BILAN DES CAMPAGNES DE MESURE	12
2.2.1	Données disponibles pour le Port	12
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	16
2.2.4	Données disponibles pour l'Usine	17
2.3	RESULTATS	18
2.3.1	Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines	18
2.3.2	Suivi de l'impact des activités du stockage des résidus sur les eaux souterraines de la Kwé Ouest	20
2.3.3	Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines	49
2.3.4	Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines	63
3	ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	69
3.1	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PORT SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	69
3.2	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PARC A RESIDUS SUR LES EAUX SOUTERRAINES	69

3.3	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'USINE SUR LES EAUX SOUTERRAINES	70
3.4	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'UPM SUR LES EAUX SOUTERRAINES	72
CONCLUSION		73

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	10
Tableau 7 : Méthodes d'analyse pour les métaux	11
Tableau 8 : Valeurs indicatives suivant l'arrêté n°891-2007/PS	11
Tableau 10 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port	12
Tableau 11 : Données disponibles sur les huit piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi mensuel et continu	13
Tableau 12 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi semestriel en 2020	14
Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des résurgences de la Kwé Ouest	15
Tableau 14 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM	16
Tableau 15 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine	17

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 Minerai	6
Figure 4 : Carte de localisation des piézomètres de l'usine	8
Figure 5 : Résultats du suivi du Port – pH, Conductivité, HT et DCO	18
Figure 6 : Résultats du suivi de l'aquifère principal proche– pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, manganèse, magnésium, nickel et chrome	22
Figure 7 : Résultats du suivi de l'aquitard latéritique proche– pH, conductivité, sulfates, chlorures, nitrates, magnésium, nickel, chrome et manganèse	28
Figure 8 : Résultats du suivi de l'aquifère principal éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate, magnésium et manganèse	33
Figure 9 : Résultats du suivi de l'aquifère latéritique éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse	37
Figure 10 : Mesures en continues des température et conductivités aux piézomètres de la Kwé Ouest ..	40
Figure 11 : Mesures de pH des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2010 et 1 ^{er} janvier 2022	42
Figure 12 : Mesures de conductivité des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2022	43
Figure 13 : Concentration en sulfates des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2022	44
Figure 14 : Concentration en manganèse des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2022	45
Figure 15 : Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2022	46
Figure 16 : Concentration en nickel des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2022	47
Figure 17: Concentration en chrome des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1 ^{er} janvier 2022	48

Figure 18 : Suivi des mesures continues aux sources WK17 et WK20.....	Erreur ! Signet non défini.
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	50
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	57
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	63

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 Minerai

Organismes

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

Paramètres

Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
CaCO3	Carbonates de Calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone Organique Total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO5	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
FelI	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
Zn	Zinc
Autre	
IBNC	Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie
IIB	Indice d'Intégrité Biotique
N°	Numéro
WJ	Wadjana

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, minier et portuaire détenu par Prony Resources New Caledonia (ci-après PRNC) produit du Nickel Hydroxyde Cake (NHC) dans l'objectif de satisfaire à la demande émergente de production de batteries pour les véhicules électriques.

Les activités liées au projet PRNC 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 des campagnes de suivis de 2022 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 PRNC 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

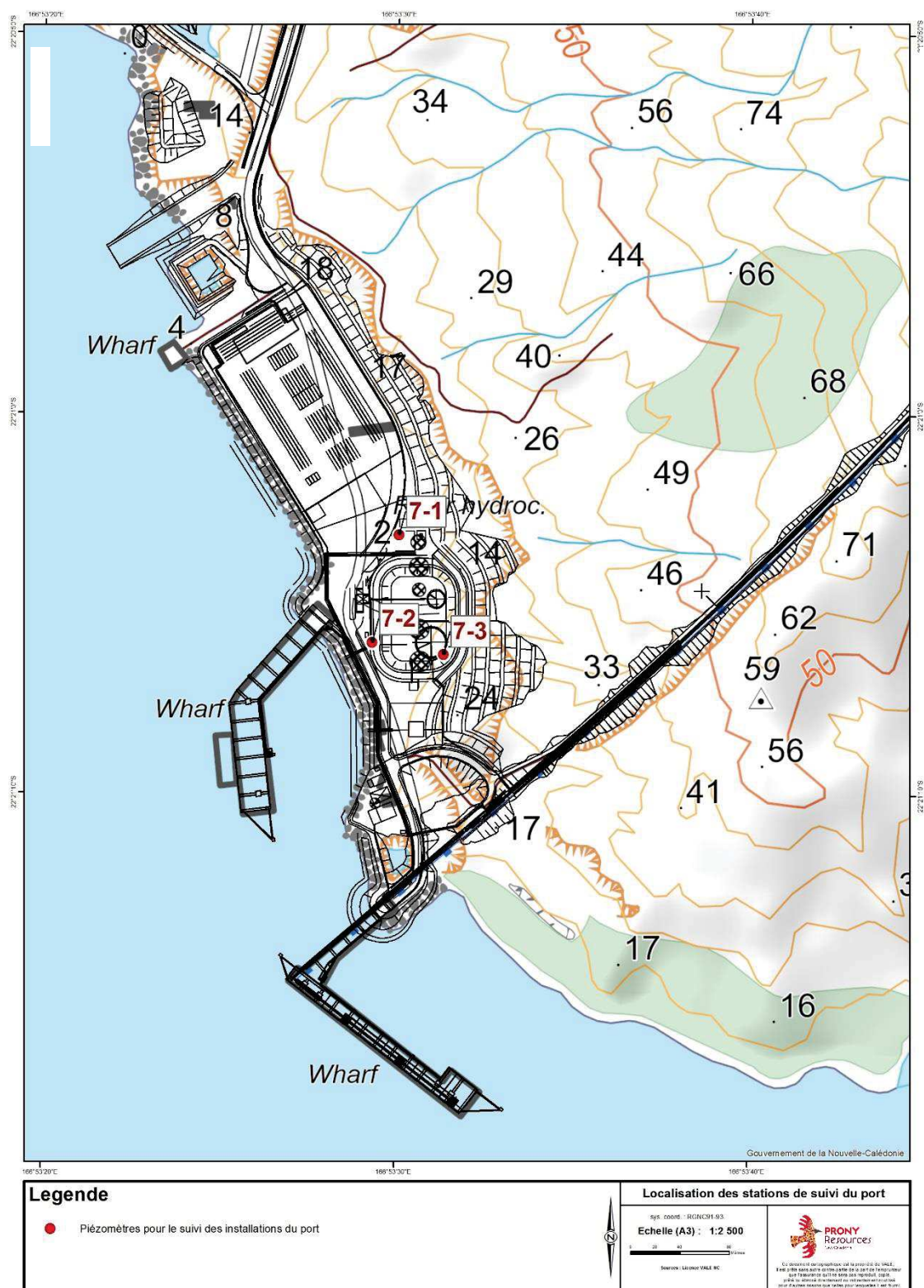
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
7-1	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491884,5	205436,3
7-2	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491828,35	205442,3
7-3	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491847,2	205522,5

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

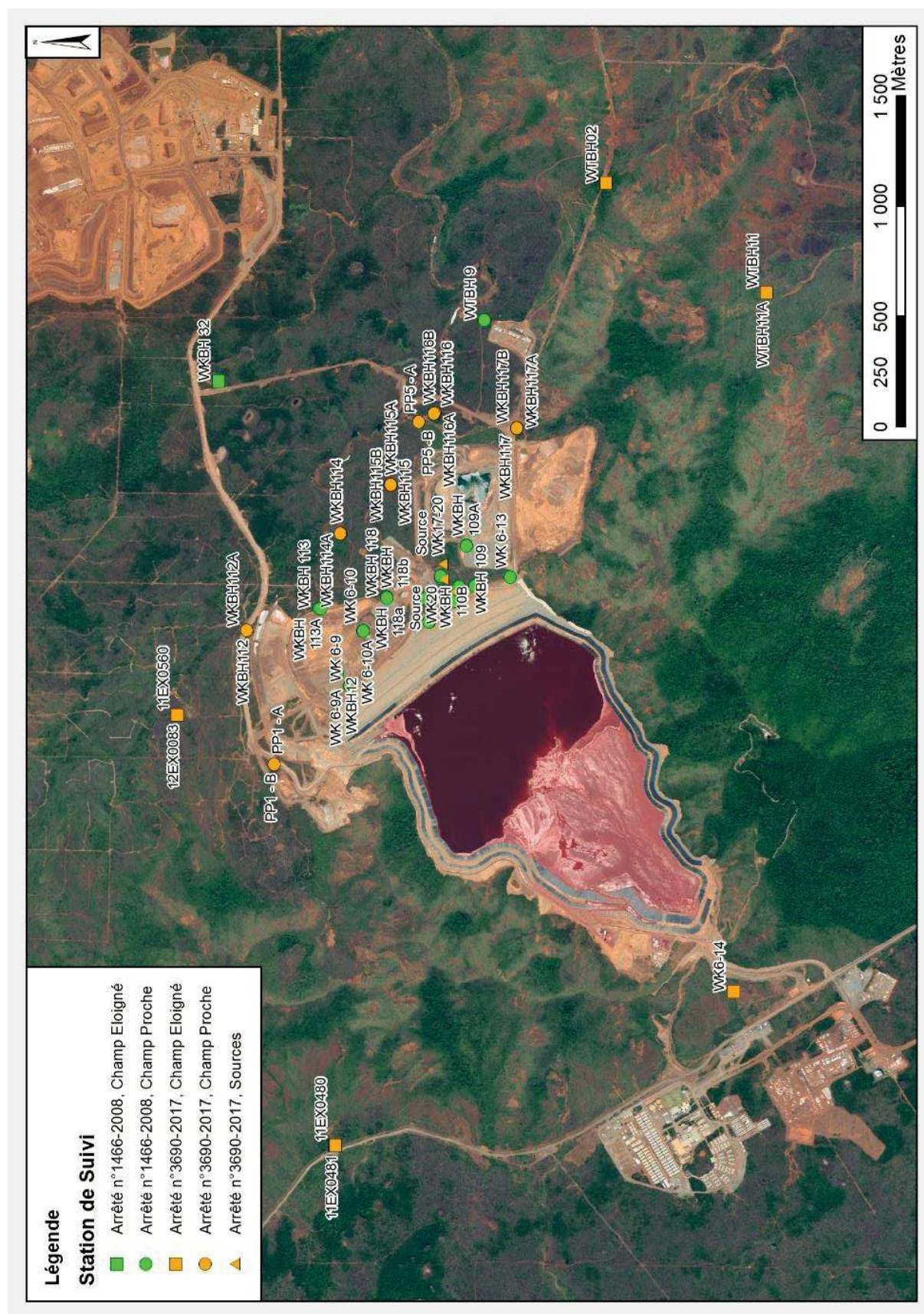
Les suivis des eaux souterraines du bassin versant de la Kwé Ouest sont effectués selon l'arrêté n°3690-2017 sur 25 piézomètres, deux résurgences et la confluence des sources. Trois points de suivi de cet arrêté ont été détruits suite à l'avancée des travaux de construction de Lucy 2.0 et quatre ont été obstrués par les sédiments. Ces 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. Sept piézomètres référencés dans cet arrêté désormais obsolète sont toujours suivis actuellement. Les piézomètres qui ont fait l'objet de destruction ne sont plus représentés graphiquement.

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

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
4-z6	Kwé Ouest	Souterrain	-		
4-z6A	Kwé Ouest	Souterrain	-		

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 une nouvelle plateforme de contrôles en bordure immédiate de la zone excavée. Celle-ci comprend deux piézomètres permettant de suivre l'aquitard latéritique et l'aquifère profond saprolitique (respectivement 4-z6a et 4-z6). Les travaux de la plateforme ont été finalisés en fin octobre 2020. Les premiers résultats ont été collectés en 2021 et sont présentés dans ce rapport. Les résultats de suivi portent sur les hydrocarbures totaux et la demande chimique en oxygène.

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 effectué avant la purge et en surface par écrémage conformément à la norme ISO 5667.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire interne de PRNC 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 PRNC 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, deux campagnes d'échantillonnage semestrielles ont été réalisées en juin et novembre-décembre 2022.

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 2022.

2.2.1 Données disponibles pour le Port

Les campagnes pour le suivi des installations du Port ont toutes été réalisées en 2022. 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 2022				2022	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Août	Novembre	Nombre d'analyses attendues	Nombre d'analyses réalisées
Trimestrielle	pH	3	3	3	3	12	12
Trimestrielle	Conductivité	3	3	3	3	12	12
Trimestrielle	DCO	3	3	3	3	12	12
Trimestrielle	HT	3	2	2	2	12	9
						Nombre total d'analyses réalisées	45
						% analyses réalisées	93,75

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 2022 sont présentés dans le tableau 11.

Les taux de données disponibles des campagnes de suivi semestriel en 2022 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, WKBH1115, WKBH115B, PP5-A, PP5-B, WKBH116, WKBH116B		Annuel 2022												2022	
Fréquence	Analyses	janv-22	févr-22	mars-22	avr-22	mai-22	juin-22	juil-22	août-22	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	Nbre données attendues	Nbre données réalisées
Continu	Cond /Tempé	Le taux de disponibilité des données est faible pour les piézomètres PP5-B (piézomètre obstrué) , WKBH115 et WKBH115B (piézomètres détruits)												140160	89366
Mensuelle	Sulfates	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	96	58
Mensuelle	Magnésium	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	96	58
Mensuelle	Calcium	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	96	58
Mensuelle	Manganèse	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	96	58
% de mesures continues réalisées															63,75
Nombre total d'analyses réalisées															232
% analyses réalisées															60,4

Certains prélèvements n'ont pas pu être réalisés suite à des problèmes d'accès aux plateformes ou encore suite à la destruction des piézomètres liée à l'avancée des travaux de construction de DWP2 (WKBH115 et WKBH115B) et à l'obturation du piézomètre PP5-B. De plus le piézomètre WKBH114 a été détruit accidentellement fin décembre, ce qui a impacté l'acquisition de données en continu.

Tableau 12 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi semestriel en 2022

	Aquitard Latéritique proche: PP1-A, WKBH112A, WKBH114A, WKBH115B, PP5-A, WKBH116B, WKBH117B			Aquifère principal proche: PP1-B, WKBH112, WKBH114, WKBH115, WKBH115A, PP5B, 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	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Cond	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Eh	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
O ² Dissous	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Al	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
As	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Ca	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Cl	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Co	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Cr	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
CrVI	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Cu	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Fe	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
HCO3-	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
K	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Mg	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Na	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Ni	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
NO2	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
NO3	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
NH4	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Pb	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
PO4	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
SiO2	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
SO4	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Zn	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
Mn	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
F	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
DCO	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
HT	14	12	85	16	6	37,5	6	6	100	10	10	100	
% d'analyses réalisées			85	% d'analyses réalisées			37,5	% 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 2022 sont présentés dans le tableau 13.

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

Sources WK17, WK20 et confluence WK17-20		Annuel 2022												2022	
Fréquence	Analyses	janv-22	févr-22	mars-22	avr-22	mai-22	juin-22	juil-22	août-22	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Hauteur d'eau													26280	0
Continu	Conductivité													26280	0
Bihebdo	pH	27	18	24	21	27	24	24	27	26	18	16	26	309	278
Bihebdo	Conductivité	18	21	27	21	27	24	24	27	26	18	16	26	309	275
Bihebdo	MES	26	21	27	21	27	24	24	27	26	18	16	26	309	283
Bihebdo	Sulfates	26	21	27	21	27	24	24	27	26	17	16	26	309	282
Bihebdo	Nickel	26	21	27	21	27	24	24	27	26	18	16	26	309	283
Bihebdo	Chrome	26	21	27	21	27	24	24	27	26	18	16	26	309	283
Bihebdo	Manganèse	26	21	27	21	27	24	24	27	26	18	16	26	309	283
Semestriel	pH, Eh, T°, Cond, O ₂ disous	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
Semestriel	Alcalinité	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
Semestriel	Anions majeurs	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
Semestriel	Cations majeurs	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
Semestriel	Métaux	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
Semestriel	Silice	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
Semestriel	DCO+HT	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	6	6
														% de mesures continues réalisées	0
														Nombre total d'analyses réalisées	2009
														% analyses réalisées	91

Suite à l'avancée des travaux de terrassement et de construction du chantier LUCY, les sources et leur confluence ont été déséquipées de leurs instruments de mesures en continu (troll et isco) fin 2021. De ce fait, aucune donnée continue n'est disponible pour l'année 2022.

Aucun échantillonnage n'a pu être réalisé sur WK17-20 durant les travaux de canalisations des sources WK-17 et WK-20 entre octobre et novembre 2022, leur confluence ne se faisant plus.

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)		2022				Annuel 2022	
Fréquence	Analyses	févr-22	mai-22	août-22	nov-22	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		2022				Annuel 2022	
Fréquence	Analyses	févr-22	mai-22	août-22	nov-22	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	Conductivité	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	DCO	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	Sulfates	14	16	16	16	64	62
Trimestrielle	Chrome VI	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	Calcium	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	Potassium	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	Sodium	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	TA	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	TAC	15	16	16	16	64	63
Trimestrielle	Chlorures	13	16	16	16	64	61
Trimestrielle	HT	15	16	16	16	64	63
Nombre total d'analyses réalisées						753	
% analyses réalisées						98	

Le prélèvement du piézomètre 6-6 n'a pu se faire en février 2022 du fait de son inaccessibilité.

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.

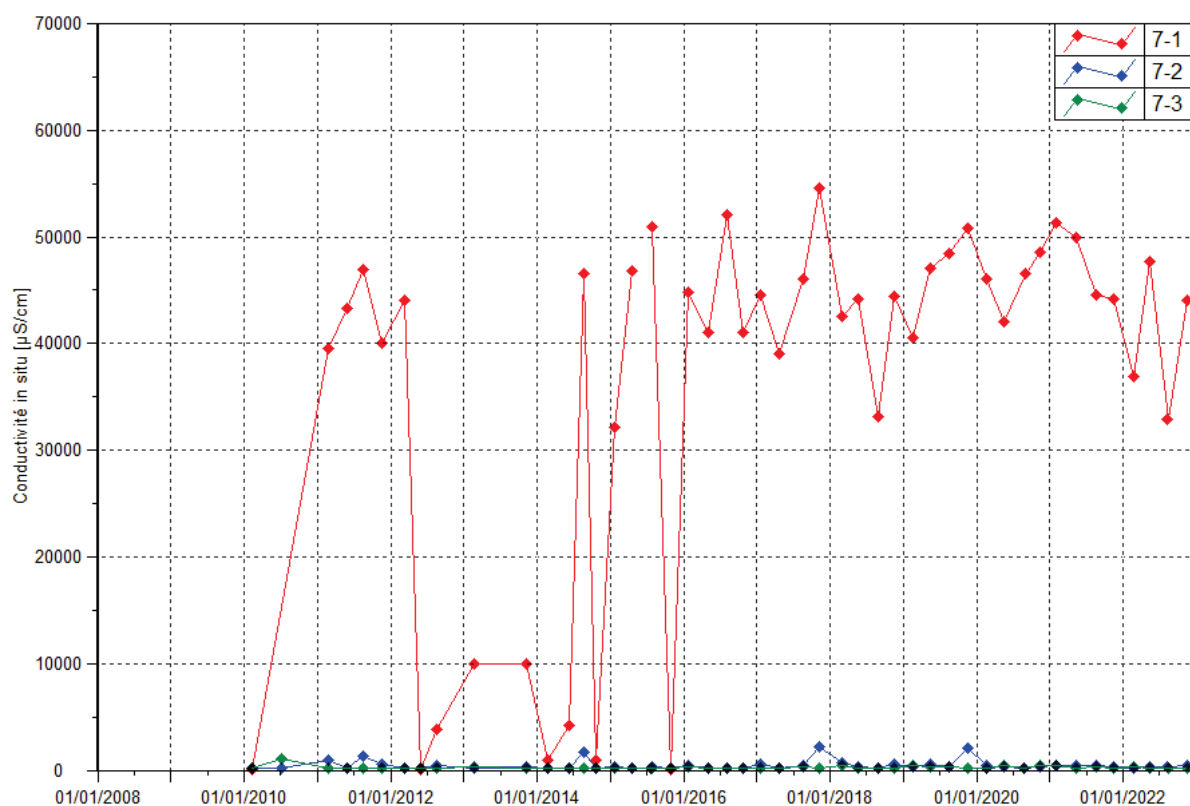
pH : compris entre 6.26 et 8.15 en 2022

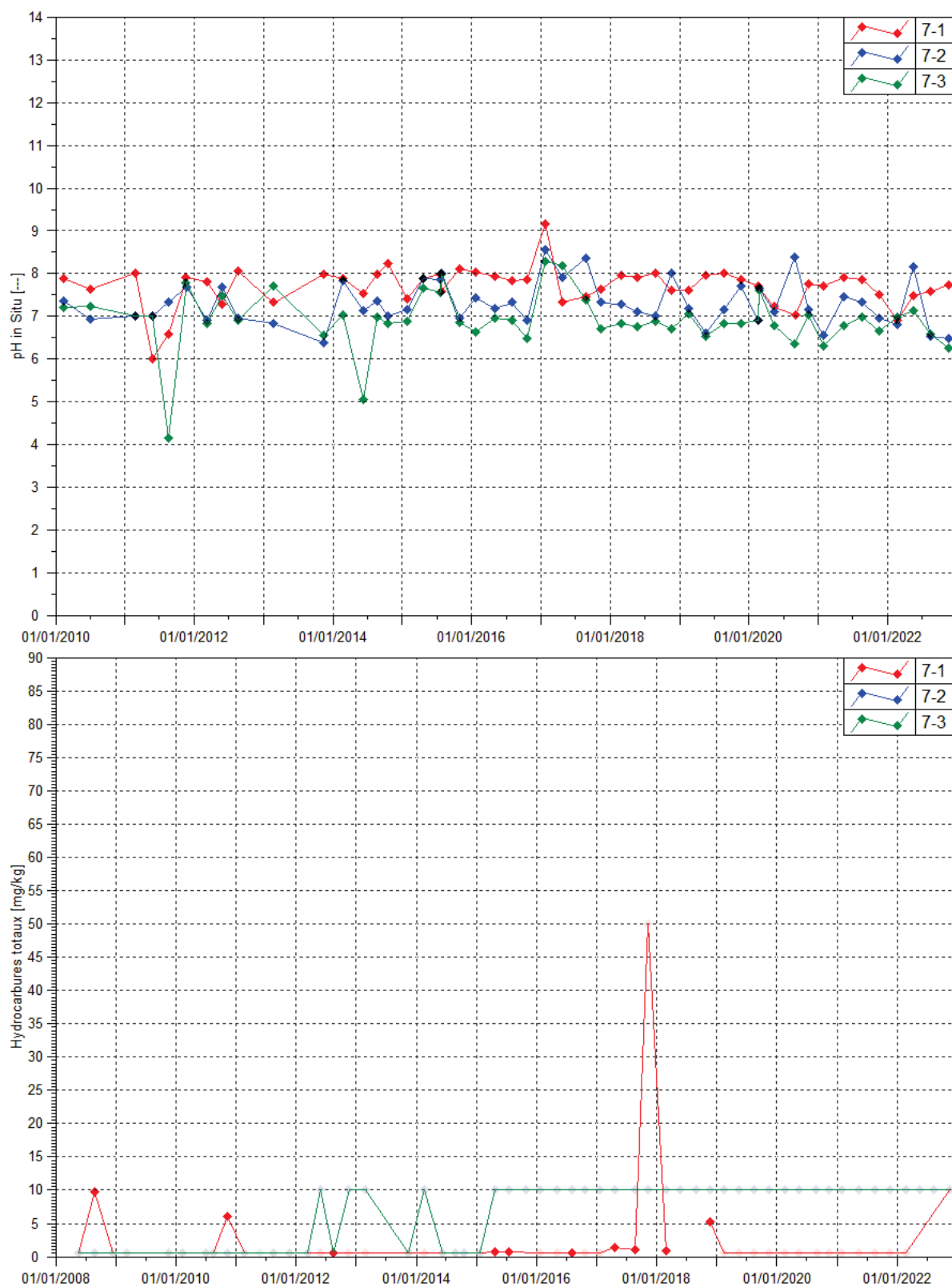
Conductivité : les relevés de 2022 sont identiques aux normales mesurées aux piézomètres 7-2 et 7-3. Les mesures de conductivité au piézomètre 7-1 sont toujours élevées en raison de l'intrusion d'eau de mer.

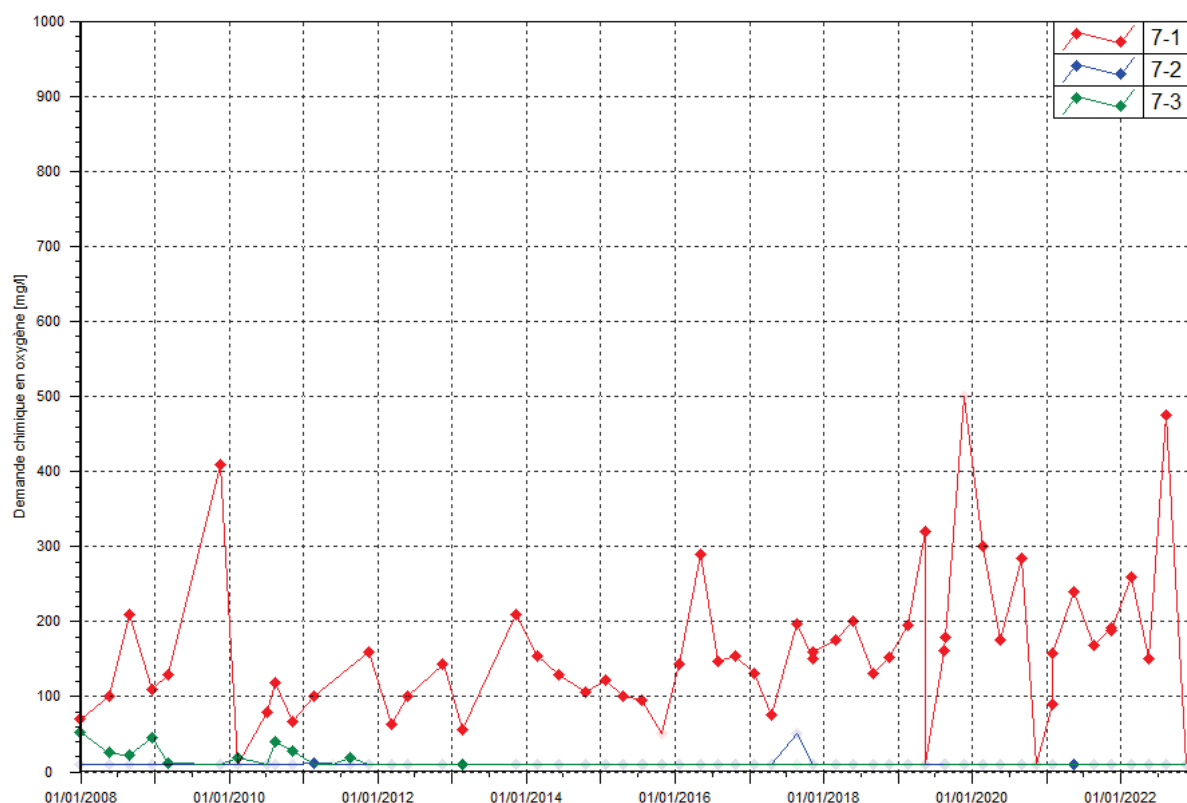
DCO : Les résultats sont comparables aux années précédentes.

Hydrocarbures : les hydrocarbures ne sont pas détectés en 2022.

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







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 2022 : aluminium, cadmium, cuivre, fer, zinc, nitrites, titre alcalimétrique, phosphates et fluorures, DCO et HT. Les valeurs détectées pour ces paramètres sont équivalentes à la limite de détection et ne sont pas indicatrices de pollution ou d'impact particulier. On peut toutefois préciser pour les paramètres suivants :

- Cuivre : la maximale en cuivre de 0.06 mg/l est mesurée au piézomètre 11EX0560 lors du contrôle de juin 2021. Le suivi au niveau de ce piézomètre a débuté en juin 2018 à fréquence semestrielle. Le cuivre n'a pas été détecté sur ce piézomètre lors des deux campagnes d'échantillonnage de 2022.
- Fer : une concentration de 1 mg/l est ponctuellement relevée lors du contrôle bihebdomadaire du 7 avril 2022 à la source WK20. Cette concentration correspond à la maximale relevée depuis le début des suivis au niveau de la source WK20. Au niveau de la confluence des sources, à la station nommée WK17-20, le fer n'est pas détecté à cette même date.
- L'ammoniac : En 2022, la concentration maximale de 0.2 mg/l est mesurée ponctuellement au piézomètre WKBH114 le 15 décembre 2022.
- Plomb : la concentration maximale de 0.02 mg/l pour cette période est relevée à la confluence des sources nommée WK17-20. Habituellement les concentrations mesurées en plomb sont équivalentes à la limite de détection.

- L'arsenic : la concentration maximale est de 0.03 mg/l est détectée sur la source WK17 le 07/02/2022. Depuis juillet 2018, l'arsenic est détecté au niveau des sources WK17 et WK20. Les concentrations détectées sont faibles et sont en majorité équivalentes à la limite de détection du laboratoire, soit 0.02 mg/l.
- L'étain : les concentrations oscillent entre 0.01 et 0.02 mg/l dans les eaux souterraines de la Kwe ouest en cours de l'année.

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 5.19 et 8.59 en 2022.

Conductivité : comprise entre 93 et 218 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022. Les maximales sont enregistrées au niveau du piézomètre WKBH118A. Les mesures pour ce piézomètre indiquent une tendance à la hausse de la conductivité depuis 2017. On peut également noter une légère augmentation ponctuelle de la conductivité au piézomètre WKBH116 lors du contrôle de mars 2022.

Sulfates : les concentrations oscillent entre 1.5 et 35.7 mg/L dans l'aquifère principale proche en 2022. Les concentrations maximales sont enregistrées au piézomètre WKBH118A. Depuis 2008, les sulfates sont en augmentation lente et constante au niveau du piézomètre WKBK118A. En novembre 2021, on note une légère baisse de la concentration en sulfates mais en 2022, la teneur en sulfates est de nouveau en hausse. Au WK6-9, les sulfates sont également en légère hausse depuis 2016 mais depuis juin 2021, les sulfates se stabilisent. De manière générale, les concentrations en sulfates sont stables pour l'ensemble des autres piézomètres de cette aquifère en 2022.

Nitrates : les résultats de l'ensemble des piézomètres de ce groupe indiquent des concentrations en nitrates globalement stables depuis le début des suivis. Dans cette aquifère, les teneurs en nitrates oscillent entre 0.2 et 3.8 mg/l en 2022. De légères fluctuations sont enregistrées aux piézomètres WKBH118A et WK6-9. Au piézomètre WKBH118A, les concentrations en nitrates sont en légère hausse à partir de 2020. De manière générale, même si une baisse est relevée en novembre 2021, les nitrates sont de nouveau en hausse légère en 2022.

Chlorures : Dans cette aquifère, les teneurs en chlorures oscillent entre 8.9 et 13.9 mg/l en 2022. Les contrôles pour l'ensemble des piézomètres de ce groupe indiquent des concentrations en chlorures globalement stables depuis 2015. Au piézomètre WKBH118A, les concentrations en chlorures augmentent légèrement à partir de 2021 même si une diminution est relevée en novembre 2021, les contrôles effectués en 2022 indiquent de nouveau une hausse des chlorures.

Manganèse : en 2022, le manganèse est seulement détecté au piézomètre WKBH116. Les teneurs quantifiées sont équivalentes à 0.01 mg/l correspondant à la limite de détection du laboratoire.

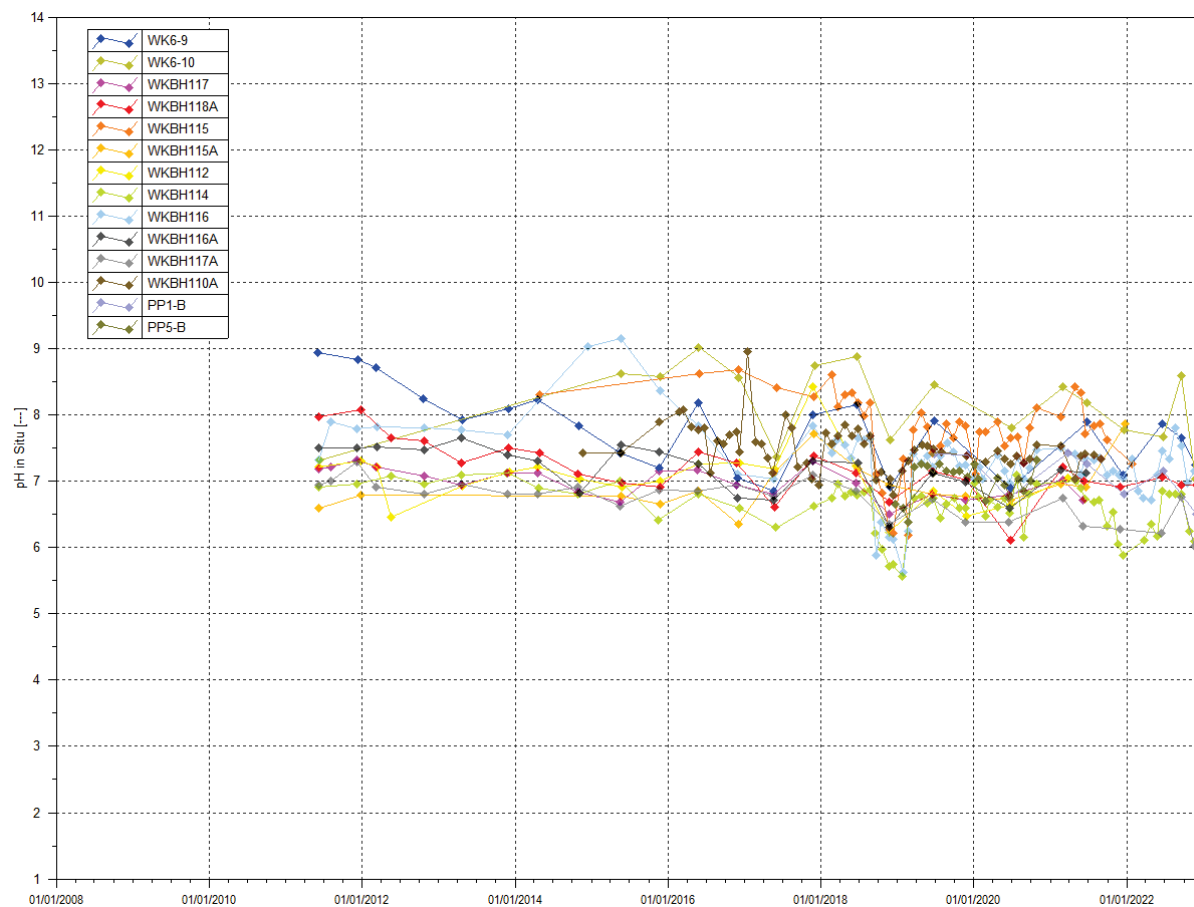
Magnésium : en concordance avec l'évolution des sulfates, les résultats montrent une tendance légère à l'augmentation des concentrations en magnésium au niveau du piézomètre WKBK118A depuis 2008. A WK6-9, les teneurs en magnésium sont également en hausse légère depuis 2016. Globalement les résultats des autres piézomètres de suivi de cet aquifère montrent une stabilité des concentrations en magnésium. Sur l'ensemble des piézomètres les valeurs oscillent entre 10.5 et 21.8 mg/L pour 2022.

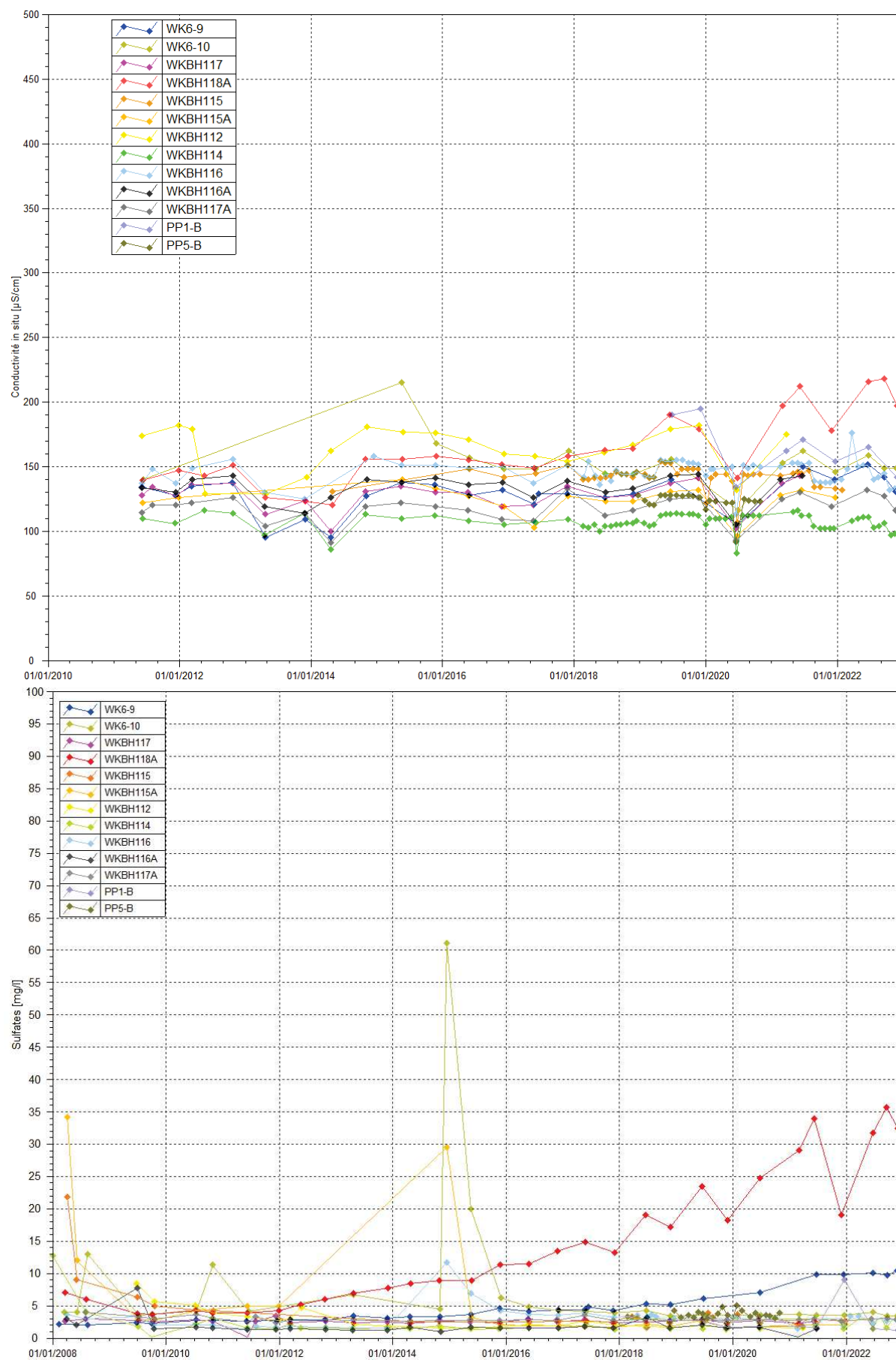
Nickel : en 2022 les concentrations en nickel sont stables dans l'aquifère principal proche de la berme. Les teneurs sont comprises entre 0.01 et 0.08 mg/l.

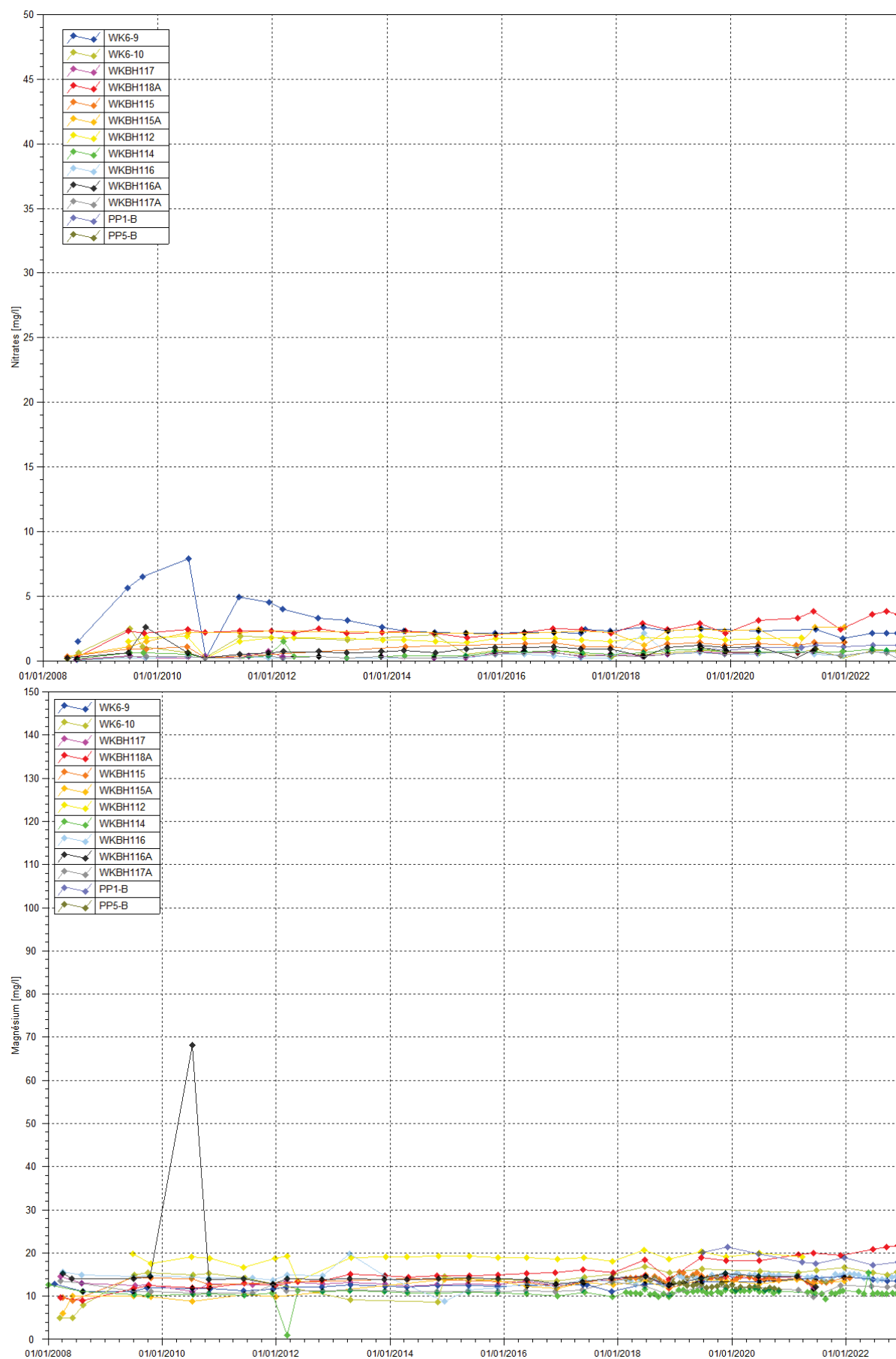
Chrome : Les teneurs sont stables depuis 2018 et comprises entre 0.01 et 0.23 mg/L en 2022. Les concentrations les plus élevées étant trouvées au piézomètre WKBH118A.

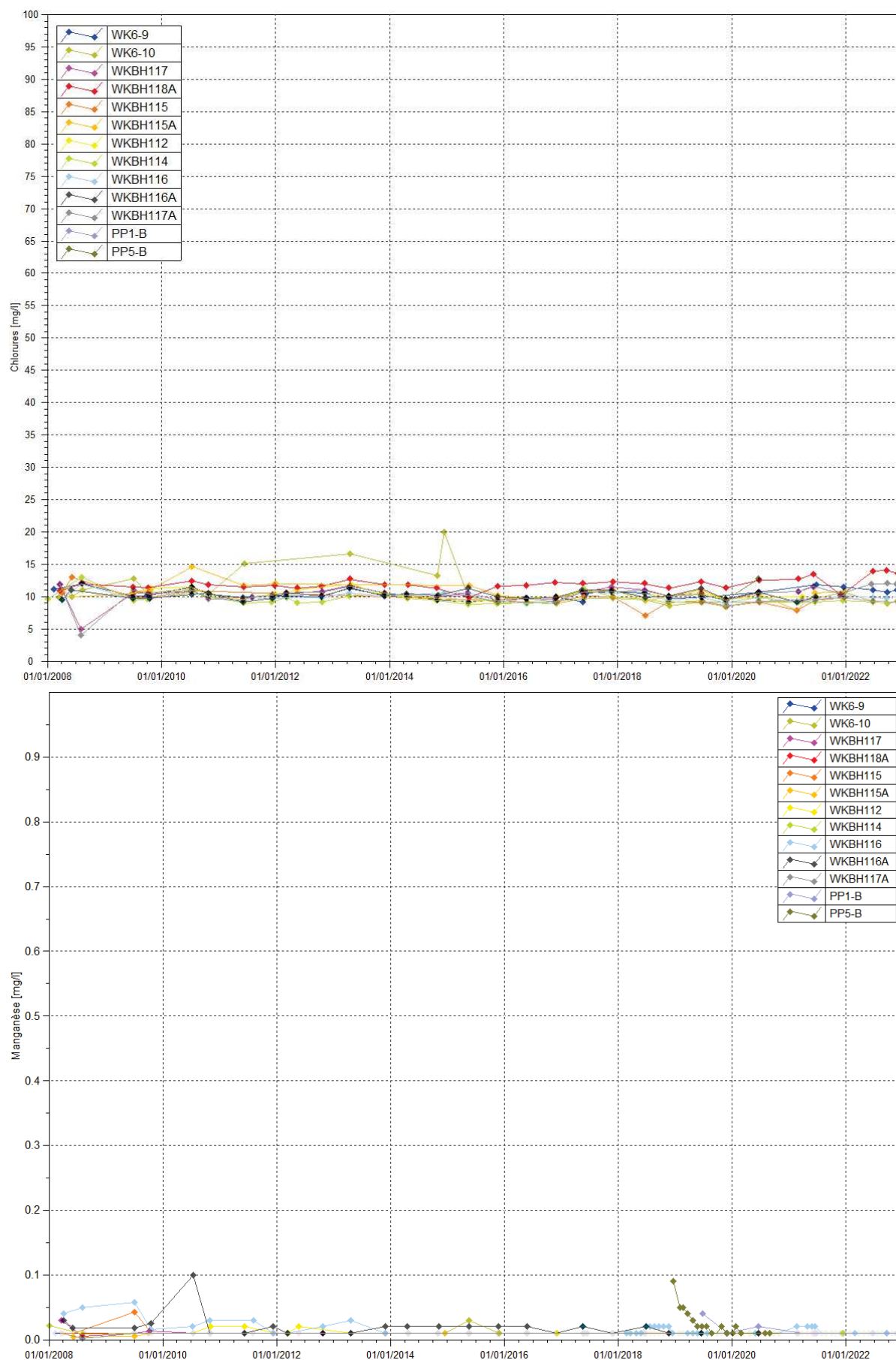
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe de suivi de l'aquifère principal proche sont présentés à la Figure 6.

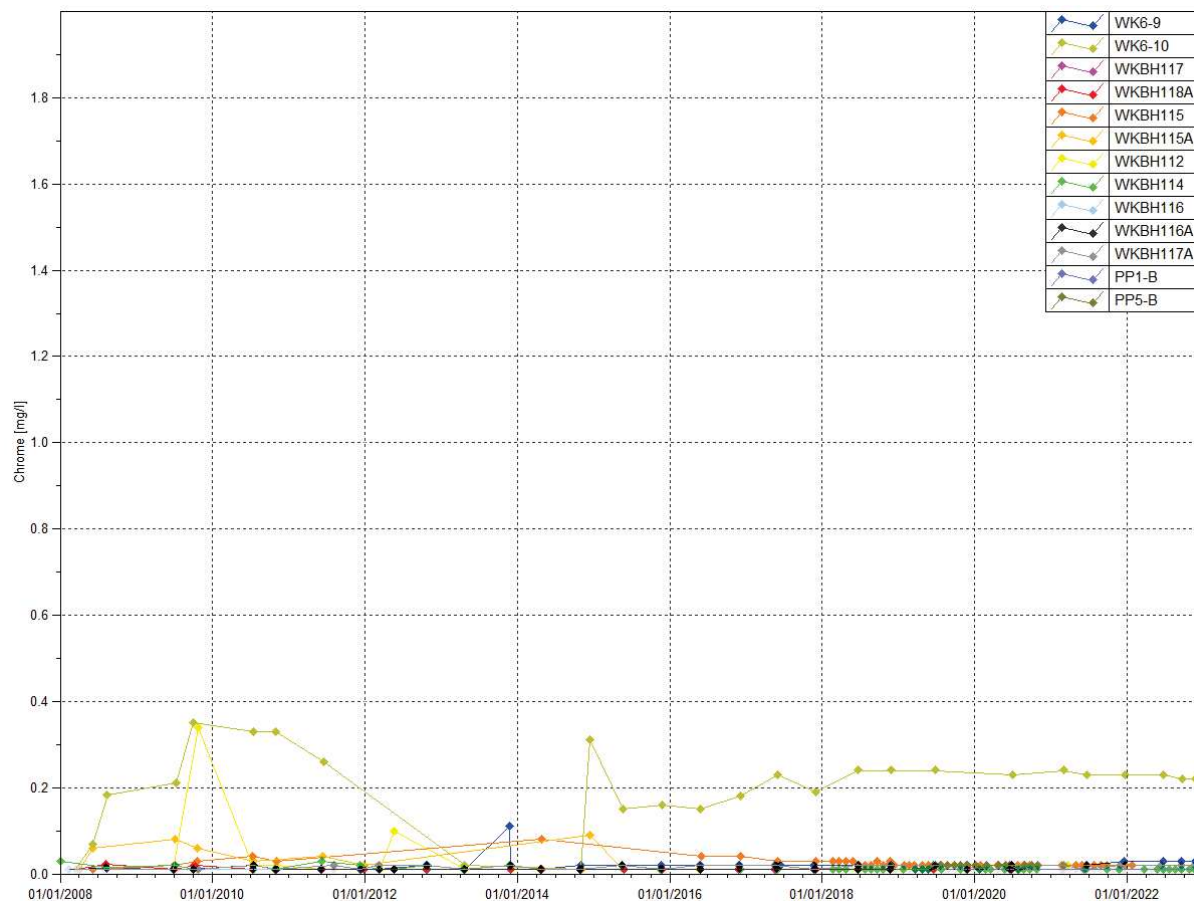
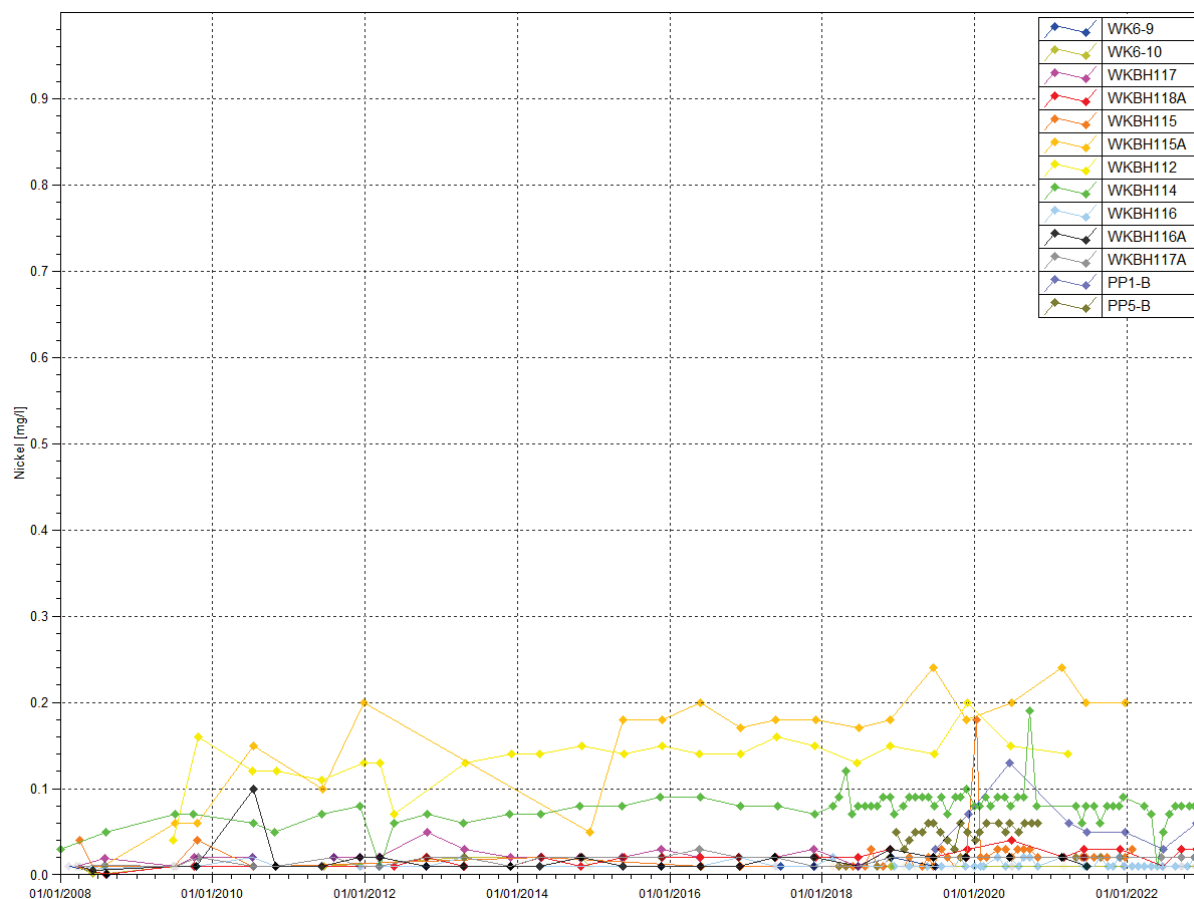
Figure 6 : Résultats du suivi de l'aquifère principal proche– pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, manganèse, magnésium, nickel et chrome











2.3.2.1.2 Suivi de l'aquitard latéritique proche :

pH : compris entre 3.76 et 7.28 en 2022. Les valeurs minimales sont toujours enregistrées au piézomètre WKBH114A. Aux piézomètres PP5-A et WKBH116B, on note un pH neutre de l'ordre de 7.2 en janvier 2022. Il est généralement mesuré au niveau de ces piézomètres des pH plus acides, compris entre 4.5 et 6.

Conductivité : compris entre 39.4 et 144 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022. Les résultats de 2022 indiquent une légère baisse de la conductivité au piézomètre PP5-A puis une stabilisation alors qu'une tendance légère à la hausse était enregistrée depuis juillet 2019. On peut noter également une baisse de la conductivité au piézomètre PP1-A, WK6-10A et WKBH117B en cours de l'année 2022. Au niveau des autres piézomètres du groupe, les relevés ne révèlent aucune évolution particulière.

Sulfates : les teneurs pour ce groupe sont compris entre 1 et 21.2 mg/L sur l'année 2022. Les maximales sont enregistrées au piézomètre PP1-A. En corrélation avec la conductivité, une tendance légère à la baisse des sulfates est enregistrée aux piézomètres PP1-A, WK6-10A.

Chlorures : Les teneurs en chlorures sont comprises entre 8.8 et 22.2 mg/L. Les concentrations relevées 2022 pour ce groupe n'indiquent aucune évolution particulière. Toutefois, les teneurs en chlorures au niveau du piézomètre PP1-A sont en baisse en 2022 par rapport à l'année 2021 où la tendance était plutôt à la hausse.

Nitrates : Les teneurs sont faibles et sont comprises entre 0.6 et 3.29 mg/l en 2022. Cependant, les résultats indiquent une augmentation légère suivi d'une baisse progressive aux piézomètres PP1-A et WK6-9A entre 2021 et 2022. Aucune évolution particulière n'est à signaler au niveau des autres piézomètres de cet aquitard.

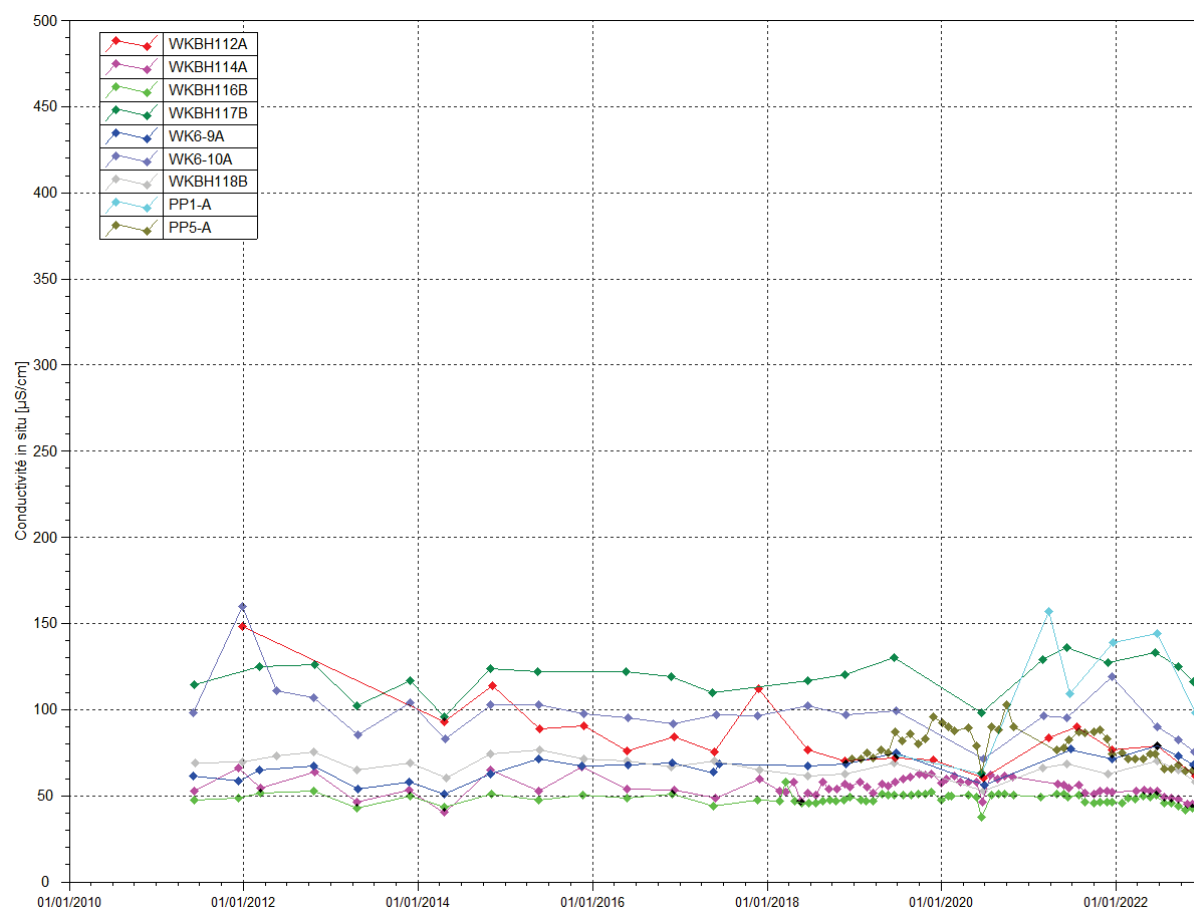
Manganèse : En 2022, les teneurs comprises entre 0.01 et 0.05 mg/L ne montrent pas d'évolution particulière.

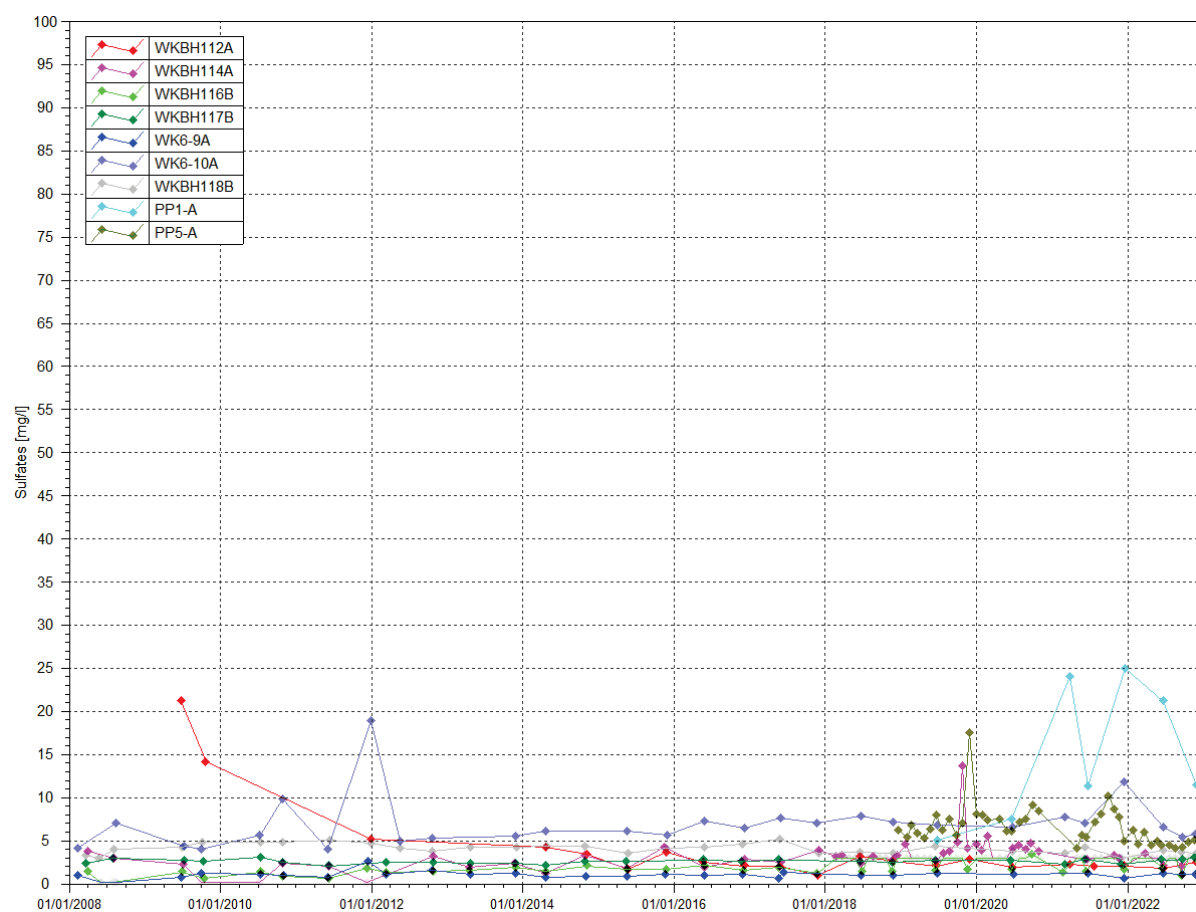
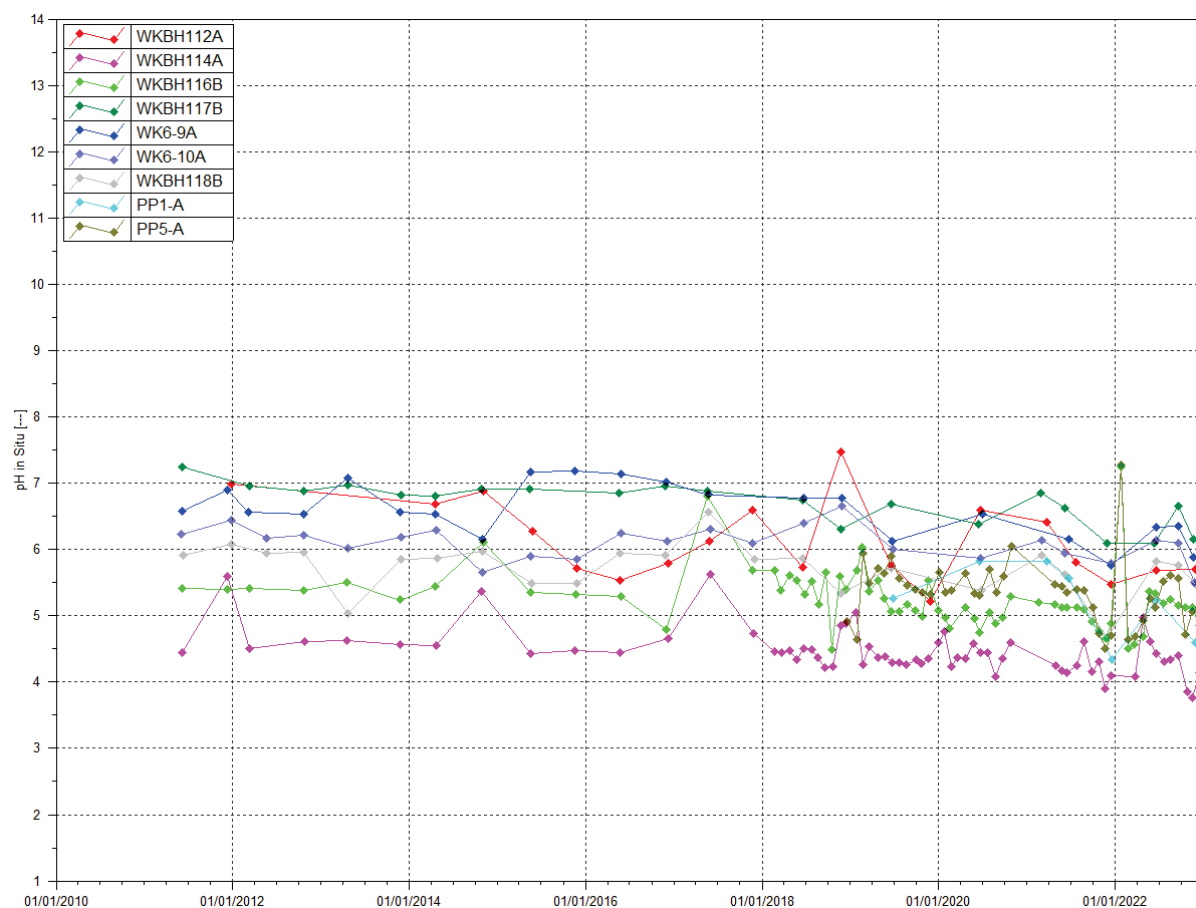
Nickel : Depuis 2012, des variations sont enregistrées au niveau du piézomètre WKBH112A. La maximale pour cet aquitard latéritique de 0.38 mg/l est mesurée en juin 2022 au niveau de ce piézomètre. Rien n'est à signaler au niveau des autres piézomètres de cet aquitard.

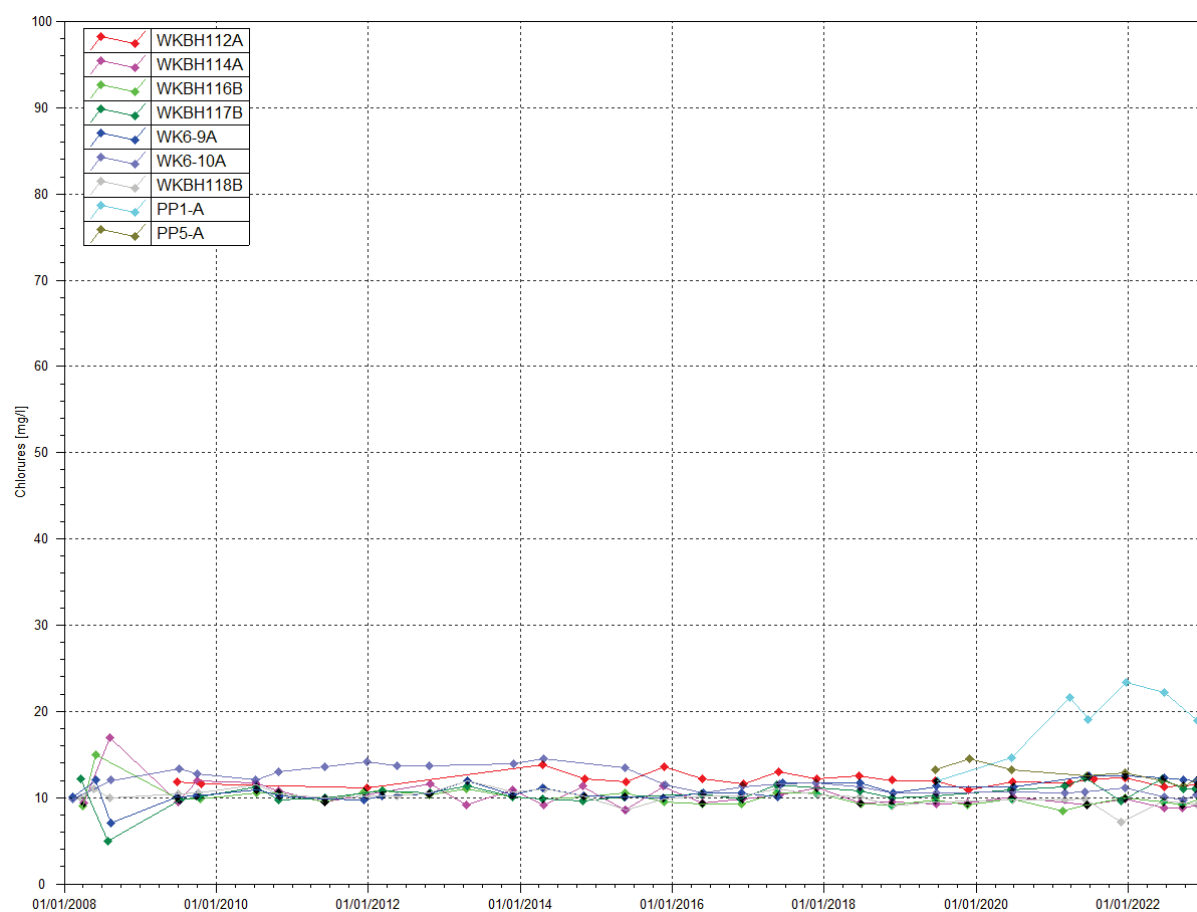
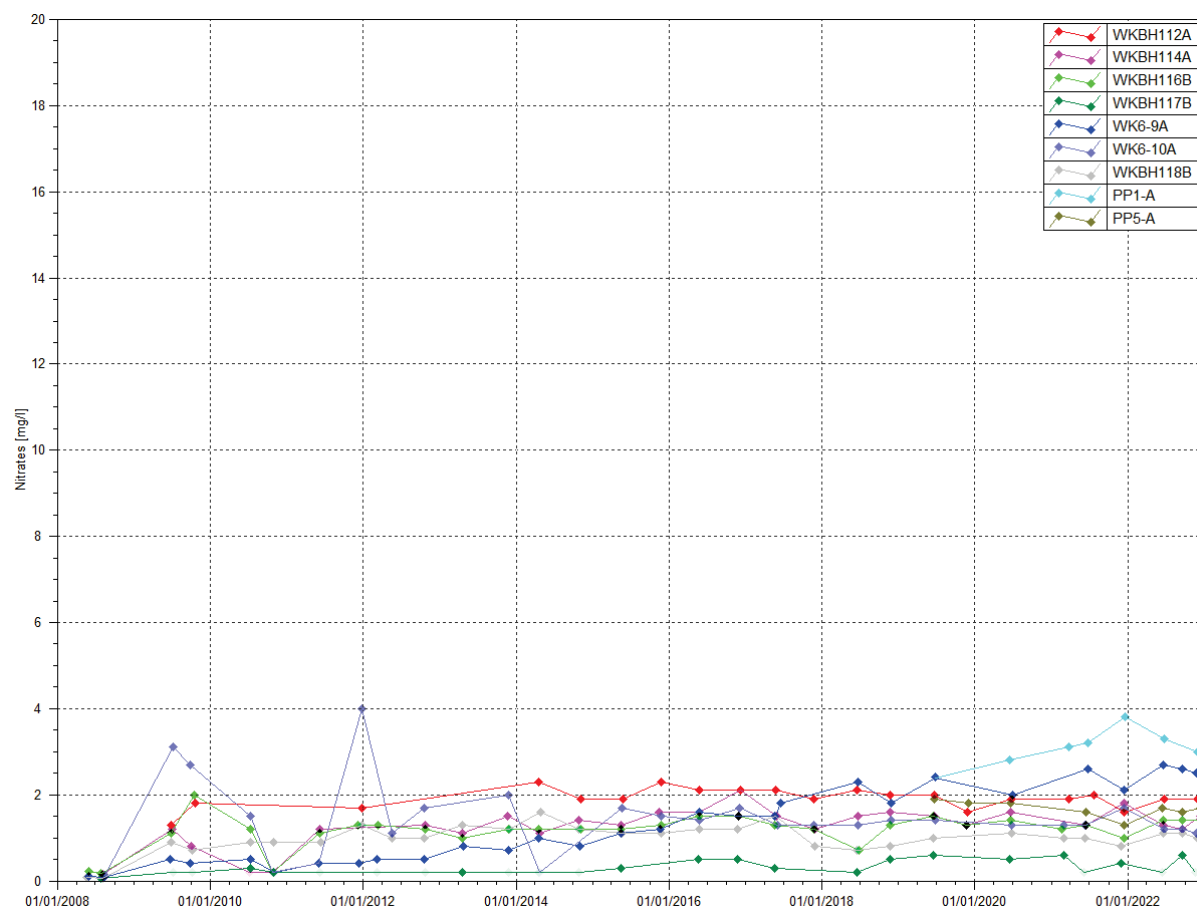
Chrome : les teneurs quantifiables pour cet aquitard sont comprises entre 0.01 et 0.14 mg/L en 2022. Aucune variation particulière de la concentration en chrome n'est enregistrée au niveau des piézomètres de ce groupe.

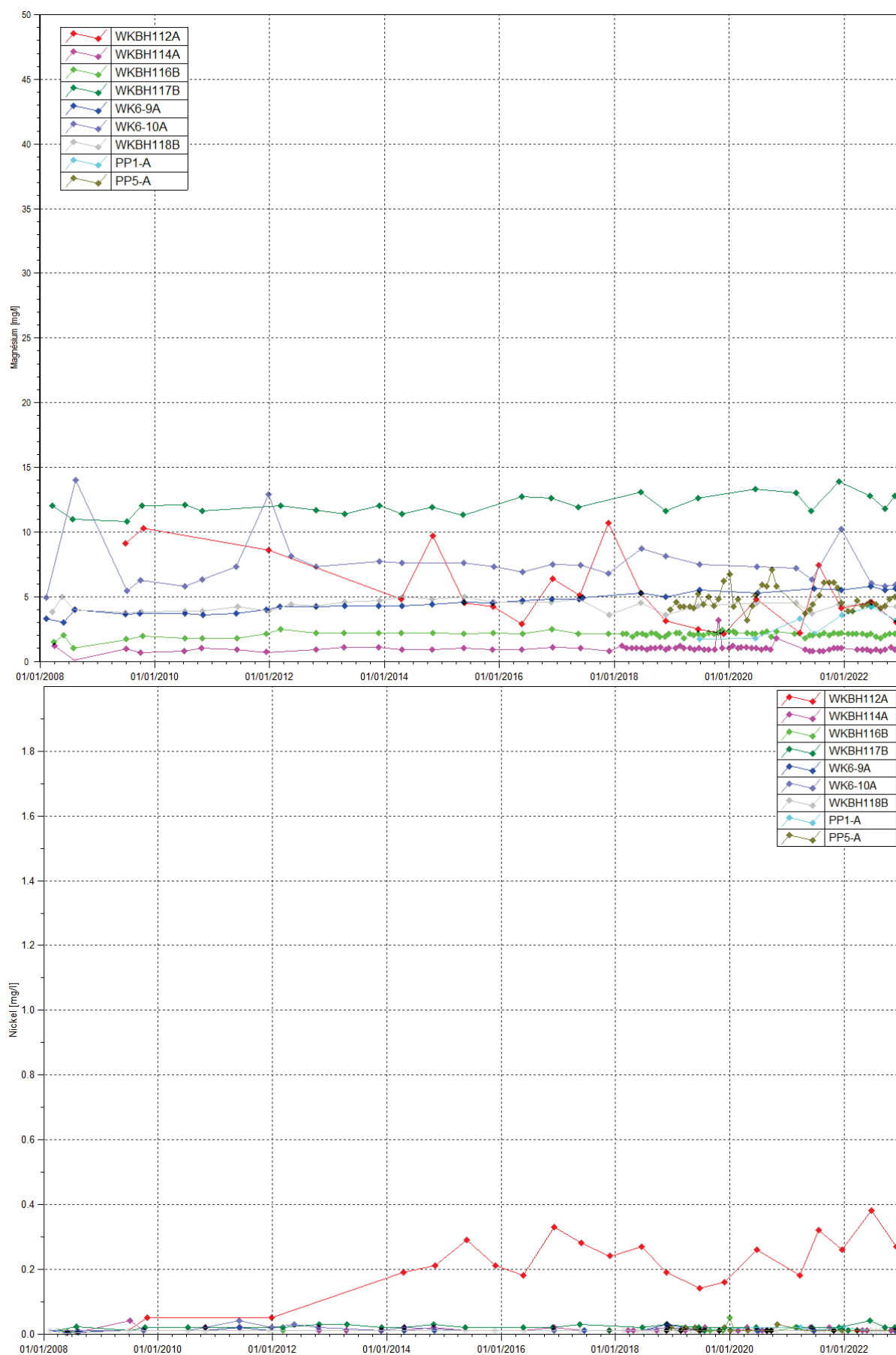
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe de suivi de l'aquitard latéritique proche sont présentés à la Figure 7.

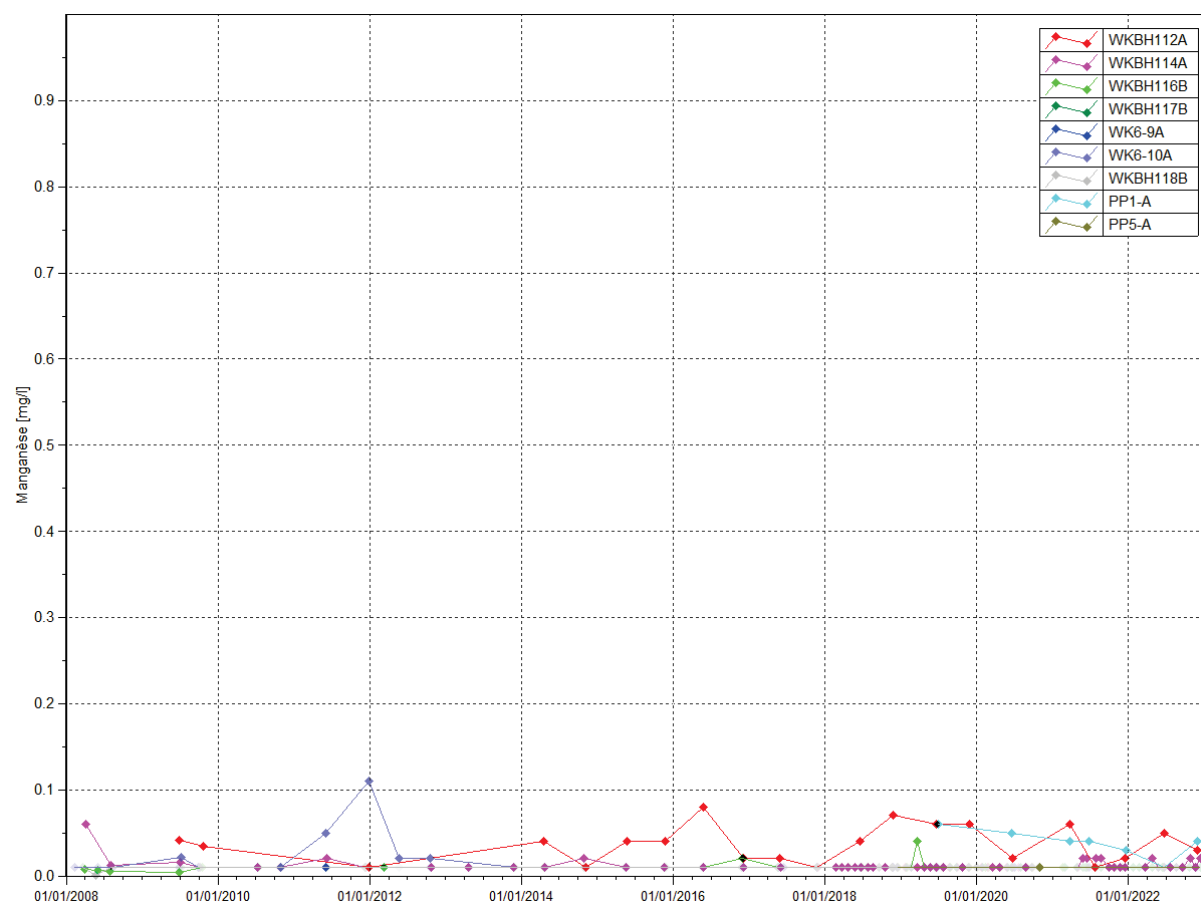
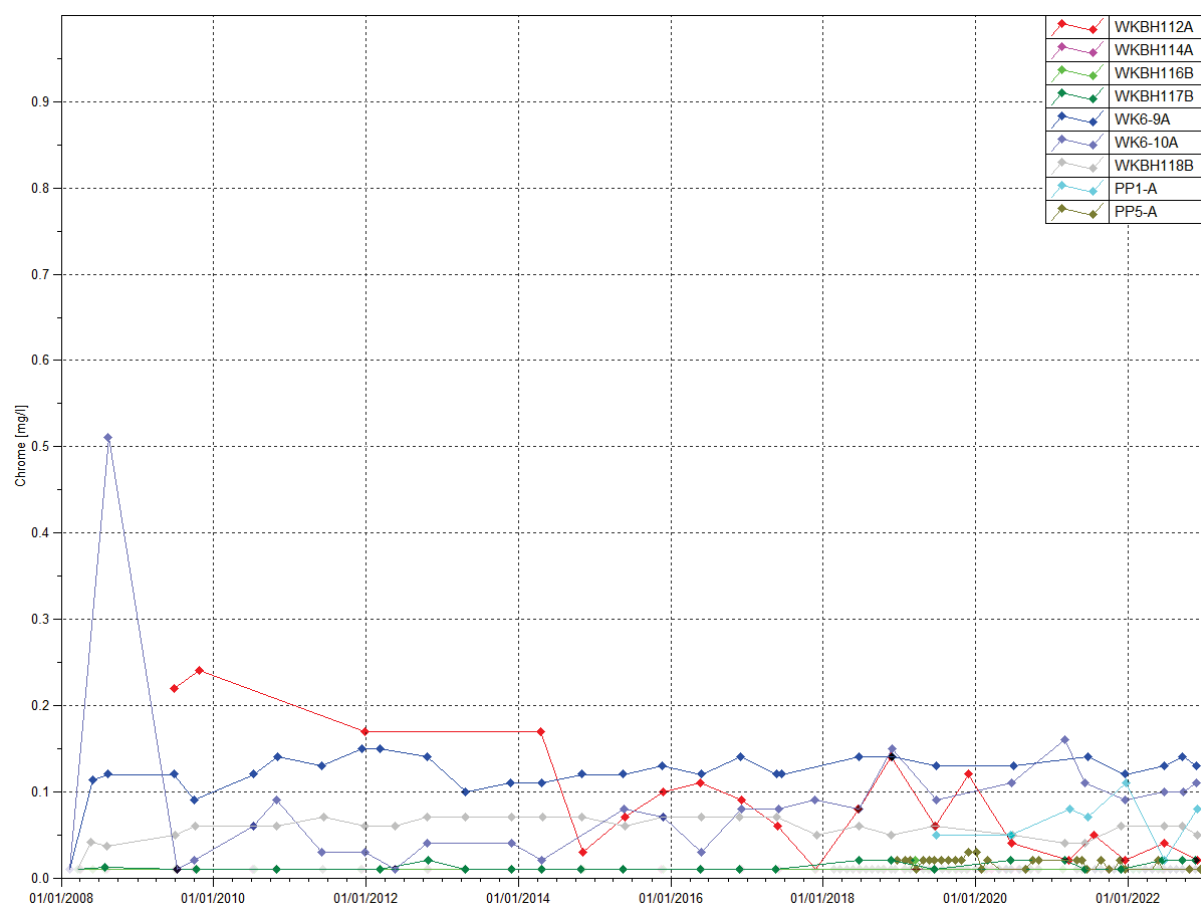
Figure 7 : Résultats du suivi de l'aquitard latéritique proche– pH, conductivité, sulfates, chlorures, nitrates, magnésium, nickel, chrome et manganèse











2.3.2.1.3 Suivi de l'aquifère principal éloigné :

pH : compris entre 6.5 et 9.25 en 2022. Les relevés indiquent une augmentation du pH au piézomètre WK6-14.

Conductivité : en 2022, la conductivité est comprise entre 89.5 et 209 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les mesures de conductivité ne montrent pas d'évolution particulière.

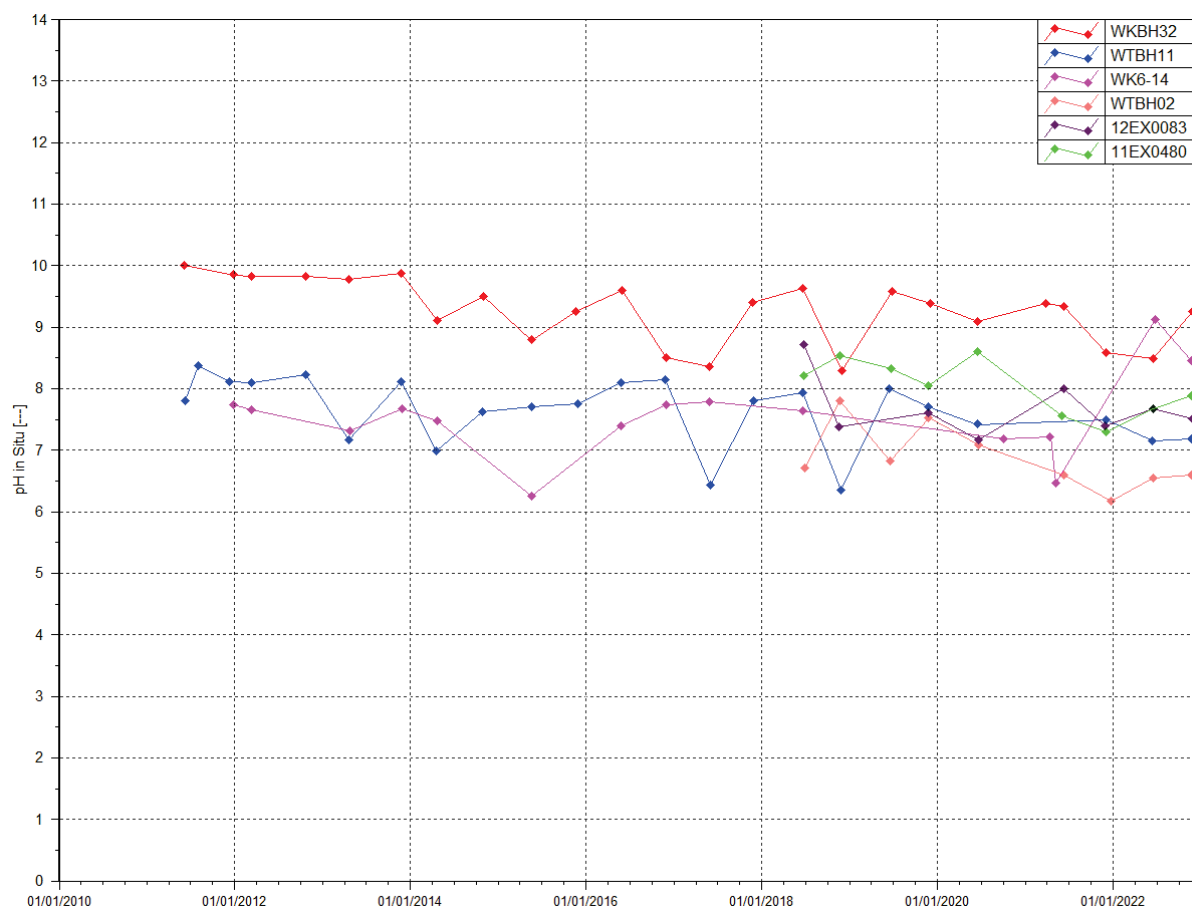
Sulfates : les concentrations en sulfates sont faibles pour ce groupe et comprises entre 1.5 et 7.3 mg/l pour 2022. Toutefois sur le piézomètre WK6-14 la hausse lente et constante des teneurs en sulfates observées depuis 2008 s'est stoppée avec une baisse observée à la suite du prélèvement du 22 novembre 2022.

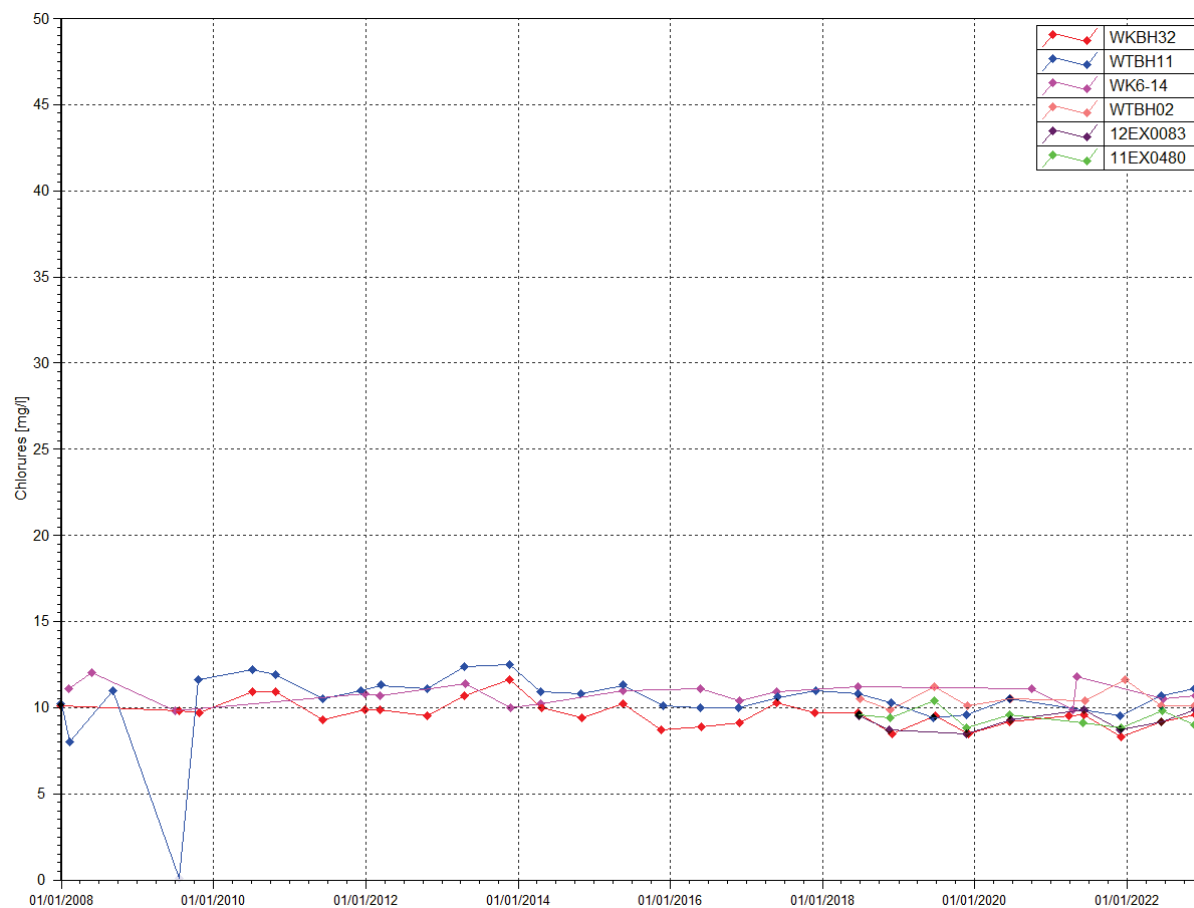
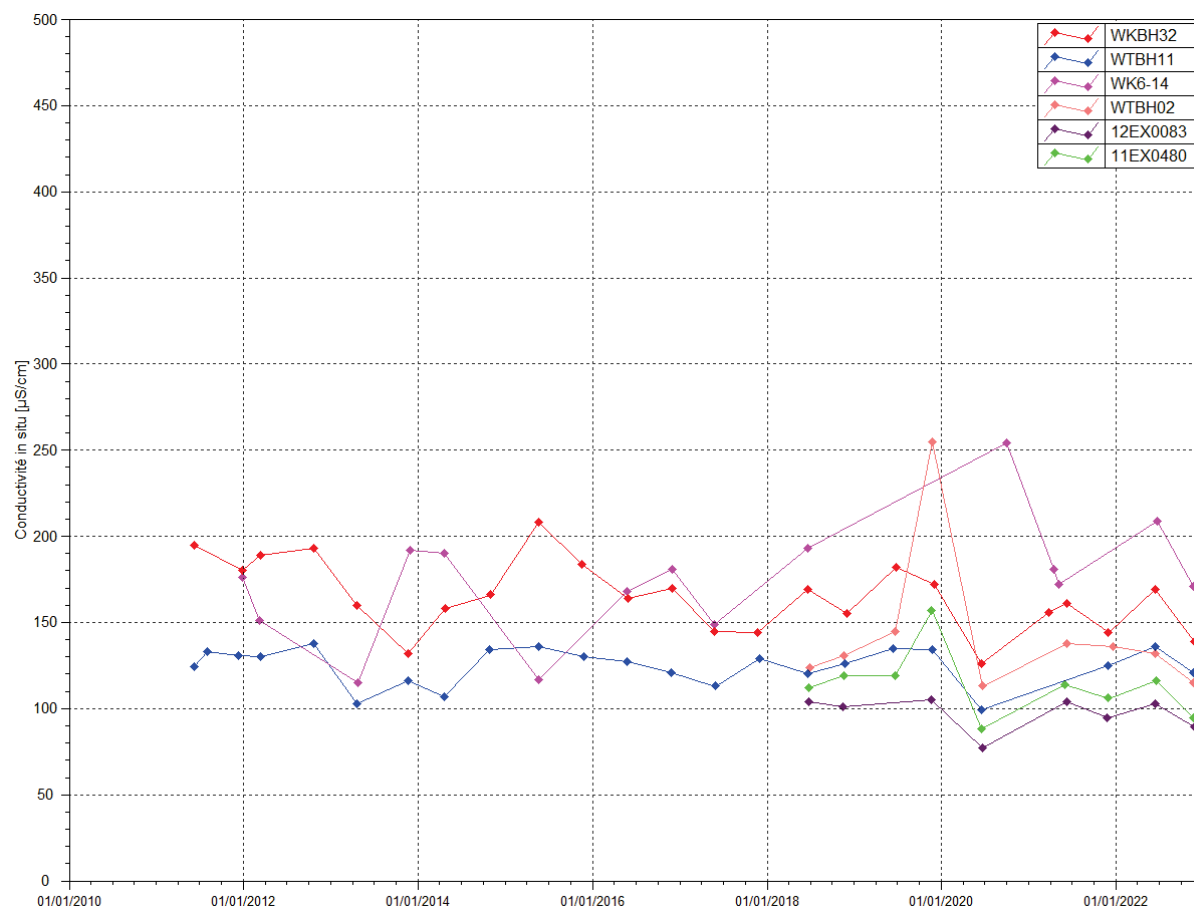
Chlorures : les concentrations en chlorures sont comparables aux normales mesurées depuis 2008.

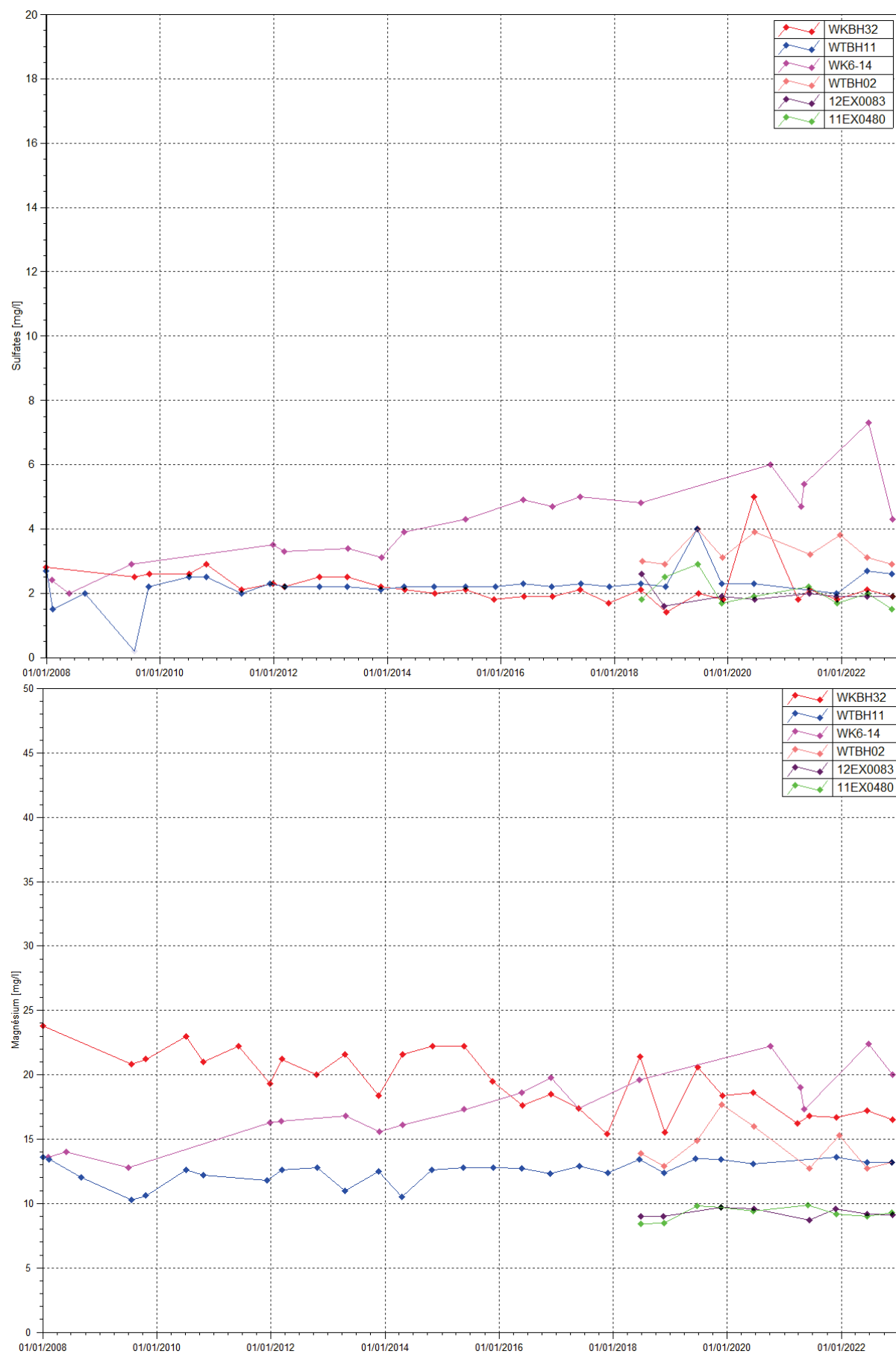
Magnésium : la hausse des concentrations en magnésium observées depuis 2008 au piézomètre WK6-14 se poursuit en 2022 bien que l'on constate une légère baisse pour le deuxième semestre 2022.

Manganèse : comme constaté depuis 2008, le manganèse n'est pas détecté en 2022 dans l'aquifère principal éloigné de la zone de stockage des résidus. Pour rappel, il a été ponctuellement détecté en fin d'année 2019 au piézomètre WTBH02.

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









2.3.2.1.4 Suivi de l'aquitard latéritique éloigné :

pH : compris entre 5.94 et 6.82 en 2022.

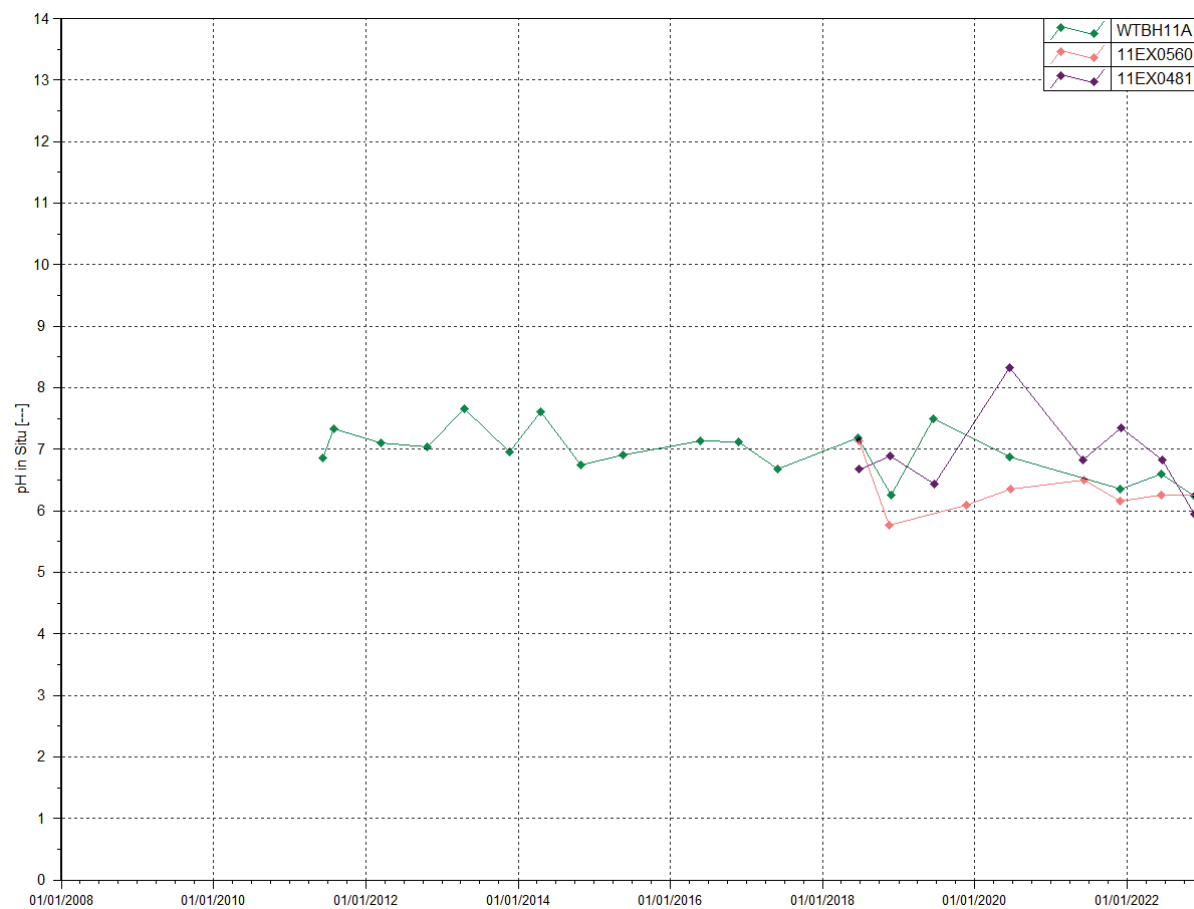
Conductivité : comprise entre 66.4 et 121 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les mesures de conductivité sont comparables aux valeurs mesurées depuis 2008 au piézomètre WTBH11A. Aux piézomètres 11EX0560 et 11EX0481, les conductivités évoluent de manière stable en 2022.

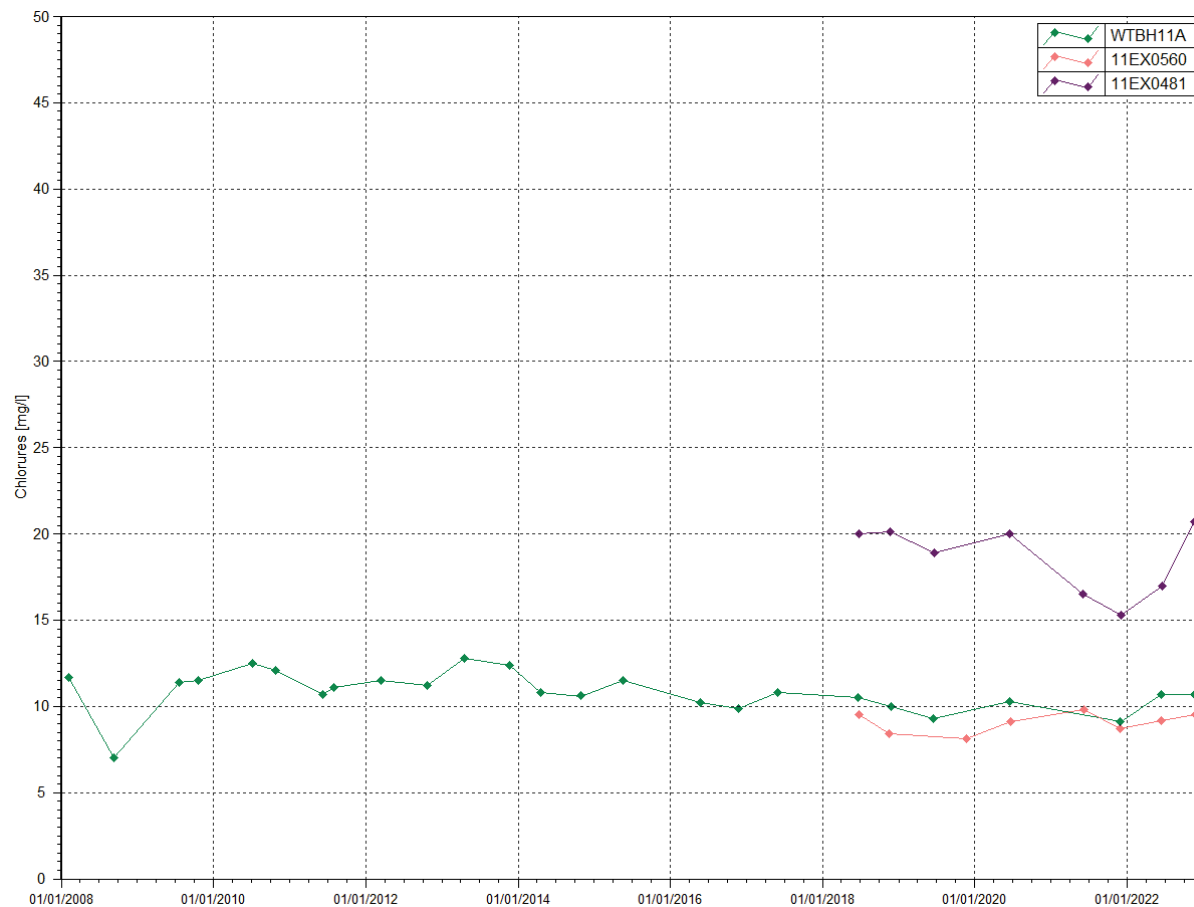
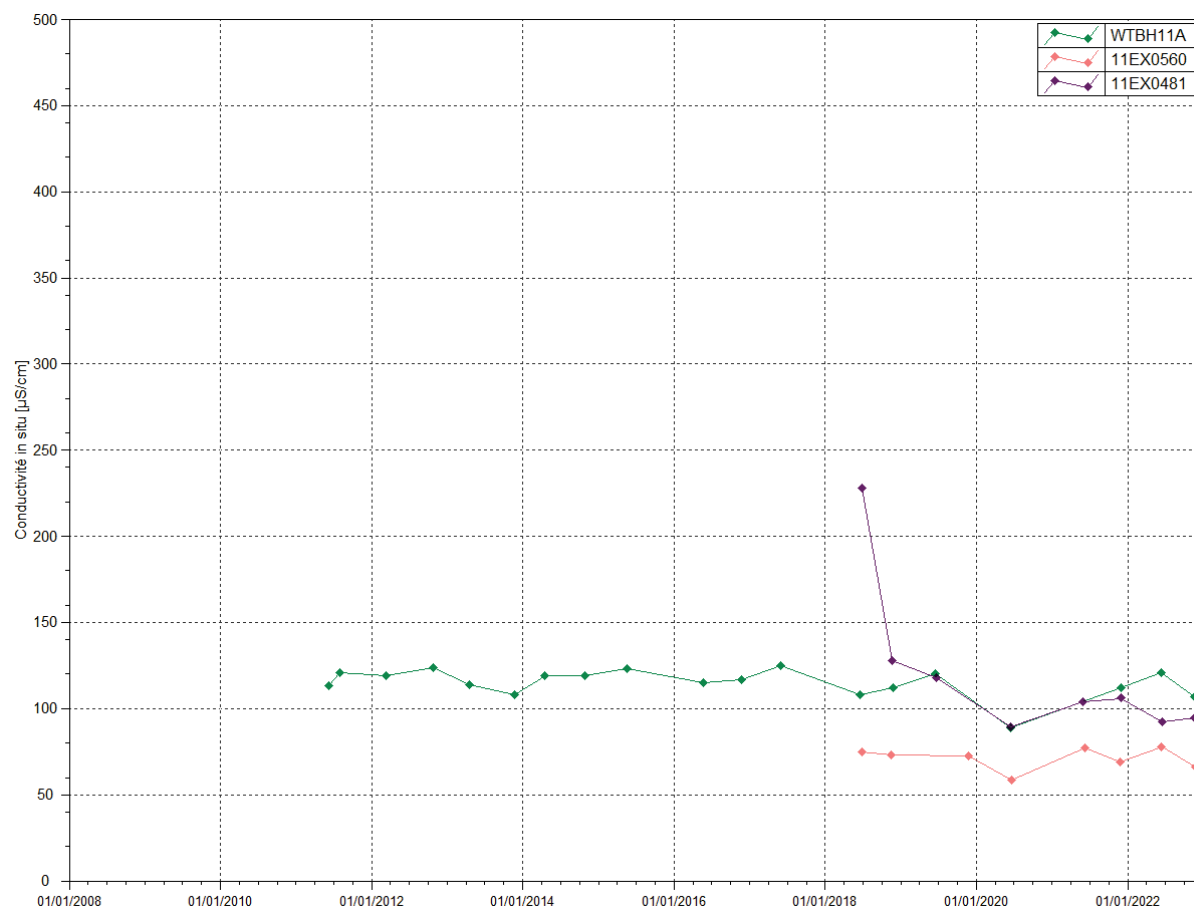
Sulfates : les concentrations en sulfates sont faibles pour ce groupe, comprises entre 2 et 6.4 mg/L, au cours de 2022.

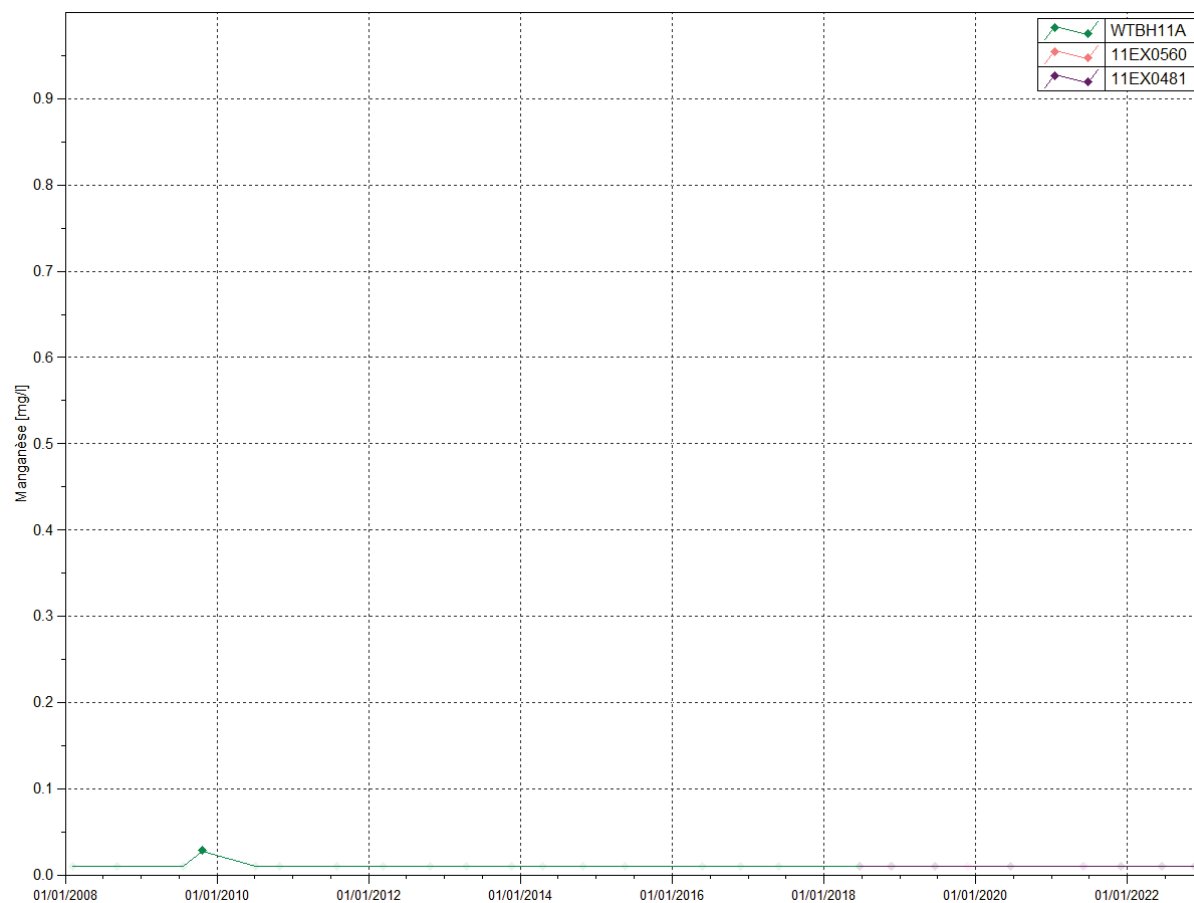
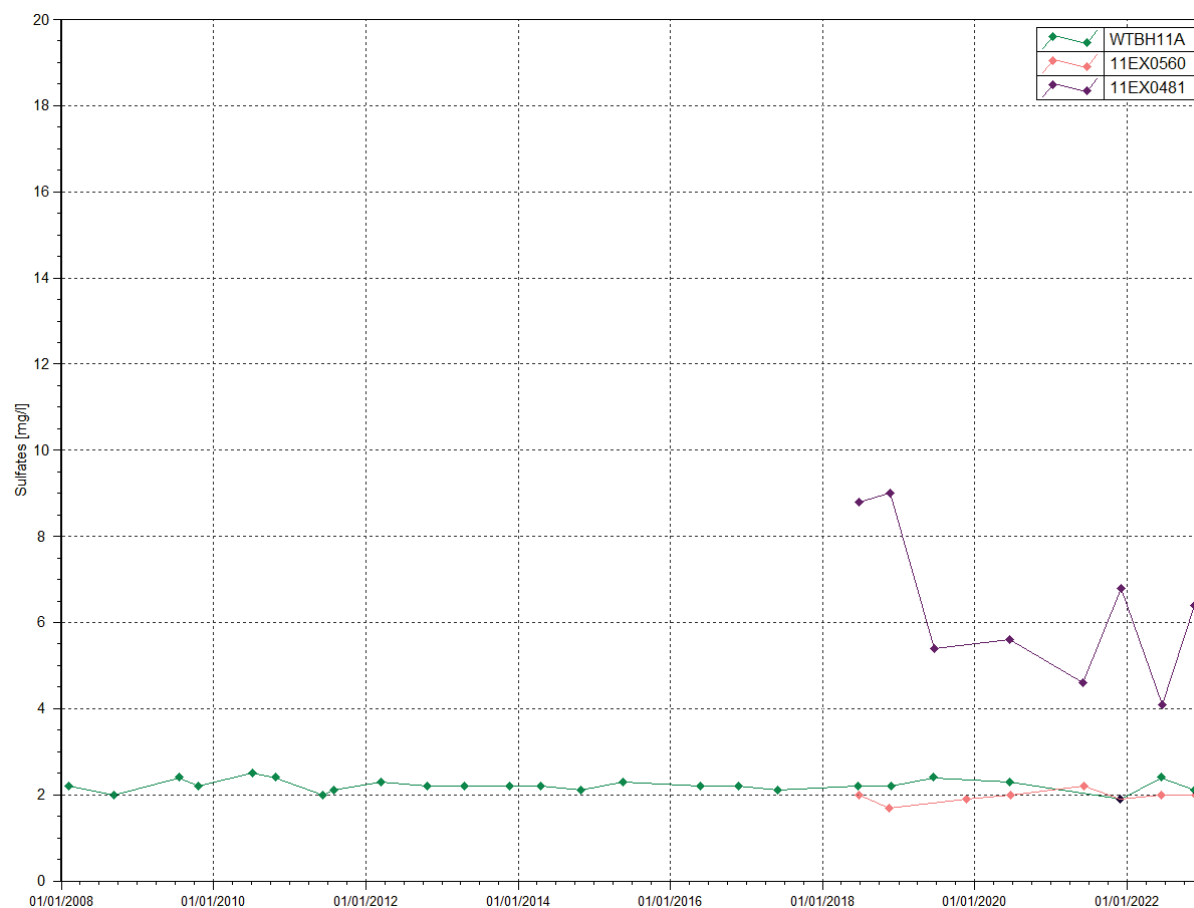
Chlorures : en 2022, les concentrations en chlorures restent stables aux piézomètres WTBH11A et 11EX0560. Elles sont toujours le plus élevées au piézomètre 11EX0481 où elles ont augmenté en 2022 après l'observation d'une baisse durant l'année 2021.

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'aquitard latéritique éloigné – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse





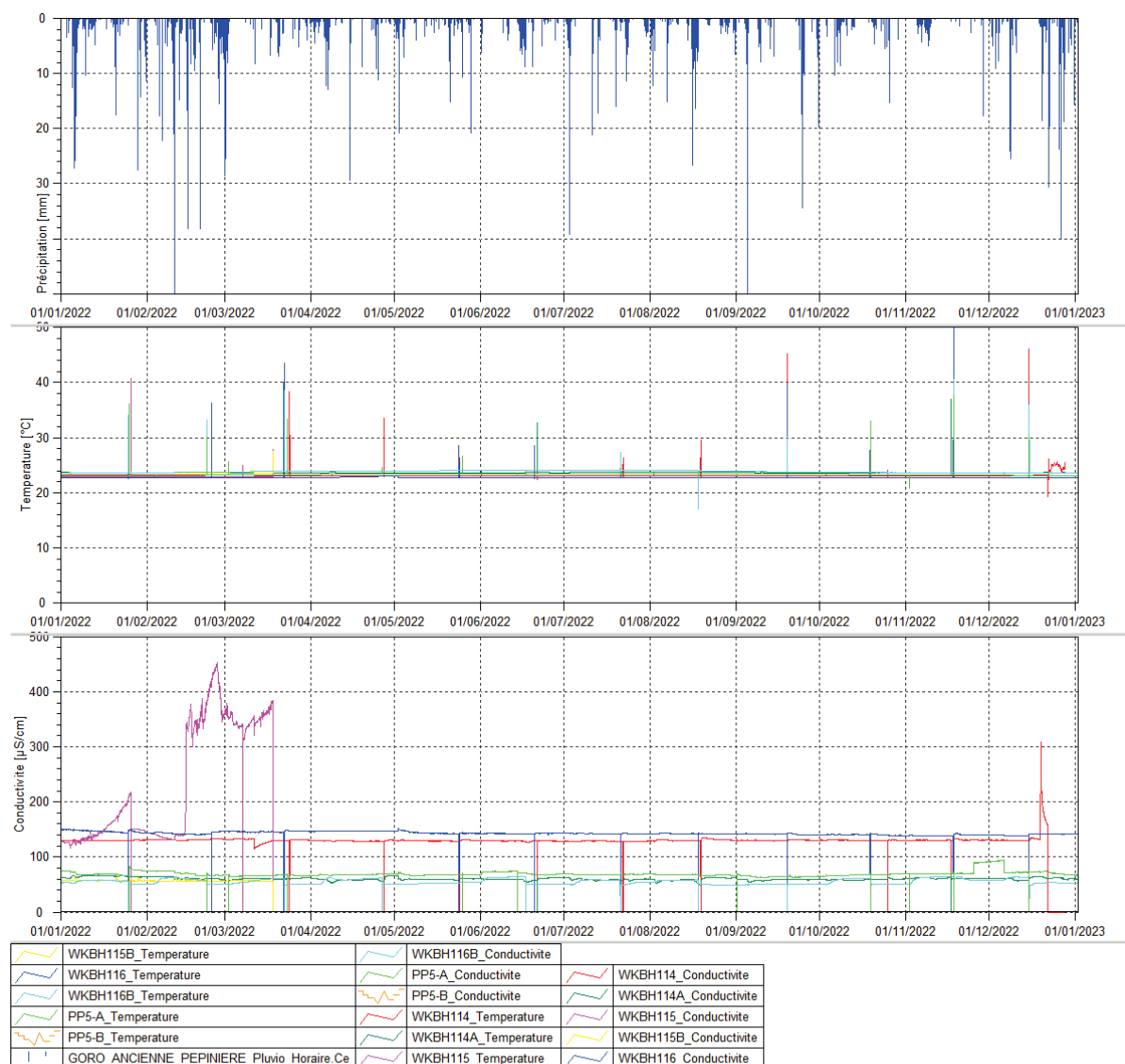


Mesures de conductivité en continu : WKBH114 et WKBH114A, WKBH115 et WKBH115B, WKBH116 et WKBH116B, PP5-A et PP5-B

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, WKBH114A, WKBH115, WKBH115B, WKBH116, WKBH116B, PP5-A et PP5-B ont été équipées en sonde de type Aqua troll 200 à partir du 8 février 2019.

Les mesures en continues sont présentées graphiquement dans la figure 10 ci-dessous.

Figure 10 : Mesures en continues des températures et conductivités aux piézomètres de la Kwé Quest



Le tableau suivant présente les moyennes de conductivité manuelles et automatiques acquises sur ces ouvrages en 2022.

Piézomètre	Moyenne des mesures de la sonde (µS/cm)	Taux de disponibilité de la donnée	Moyenne des mesures manuelles (µS/cm)
WKBH114	135.2	97.3%	104.1
WKBH114A	62	99%	49.8
WKBH115	223.8	17.9%	132
WKBH115B	58.8	14.3%	54.5
PP5-A	71.5	100%	69
PP5-B		0%	
WKBH116	149	97.3%	144.4
WKBH116B	57	95.9%	45.8

Les mesures en continu au niveau des ouvrages sont en accord avec les valeurs obtenues par mesures manuelles sur les piézomètres PP5-A, WKBH116 et WKBH116B.

Les piézomètres WKBH115 et WKBH115B ont été déséquipés et détruit en mars 2022 à la suite de l'avancement des travaux de terrassement du projet Lucy. De plus seulement une prise de mesure manuelle de la conductivité a été effectuée en janvier 2022 sur ces deux piézomètres. On peut y constater tout de même une différence entre les mesures en continu et la mesure manuelle sur WKBH115 où un écart de près de 100 µS/cm est constaté.

On remarque également une légère différence entre la moyenne des mesures en continu et la moyenne des mesures manuelles sur les piézomètres WKBH114 et WKBH114A.

Le piézomètre PP5-B étant obturé depuis fin d'année 2020, ce dernier a été déséquipé en avril 2021. Les valeurs de conductivité et de température aux piézomètres WKBH114, WKBH114B, PP5-A, WKBH116 et WKBH116B sont stables sur la période. 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.

2.3.2.2 Sources WK17 et WK20 et confluence WK17-20

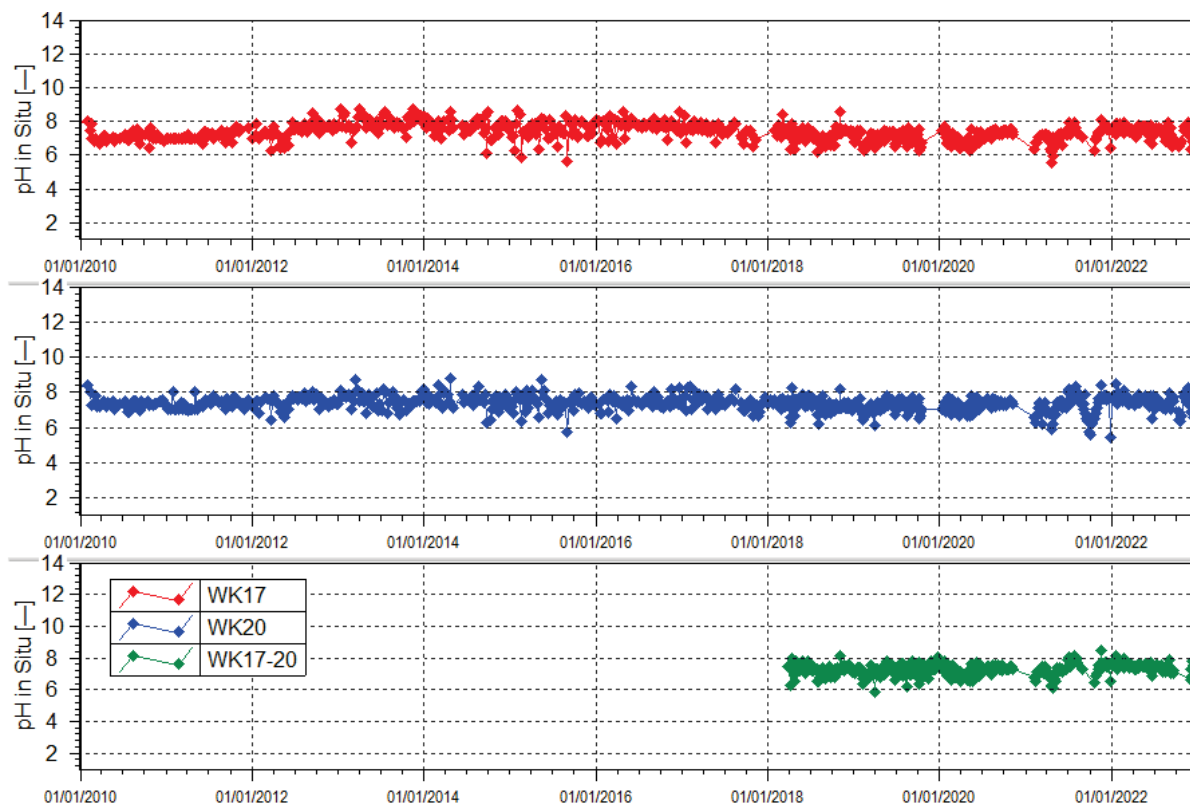
Conformément à l'arrêté d'exploitation de l'usine d'assèchement des résidus et du stockage de déchets dans le bassin versant de la Kwé Ouest N°3690-2017, le suivi des sources WK17 et WK20 est réalisé selon trois fréquences : bihebdomadaire, semestrielle et continu. Ces données sont présentées ci-après. Par suite des travaux d'avancement du projet Lucy, les sources ont dû être déséquipées ce qui induit l'absence de suivi à fréquence continue sur ces dernières.

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. En raison du chantier de terrassement, il n'a toutefois pas été possible durant l'année d'échantillonner WK17-20 sur certaines périodes du fait que les sources WK17 et WK20 suivaient des points de rejet distincts (absence de confluence).

▪ Mesures de pH

La Figure 11 présente les mesures en pH obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et la confluence des sources WK17-20.

Figure 11 : Mesures de pH des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2010 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

En 2022, le pH est compris entre 6.37 et 7.94.

Source WK20 :

En 2022, le pH oscille entre 6.34 et 8.28.

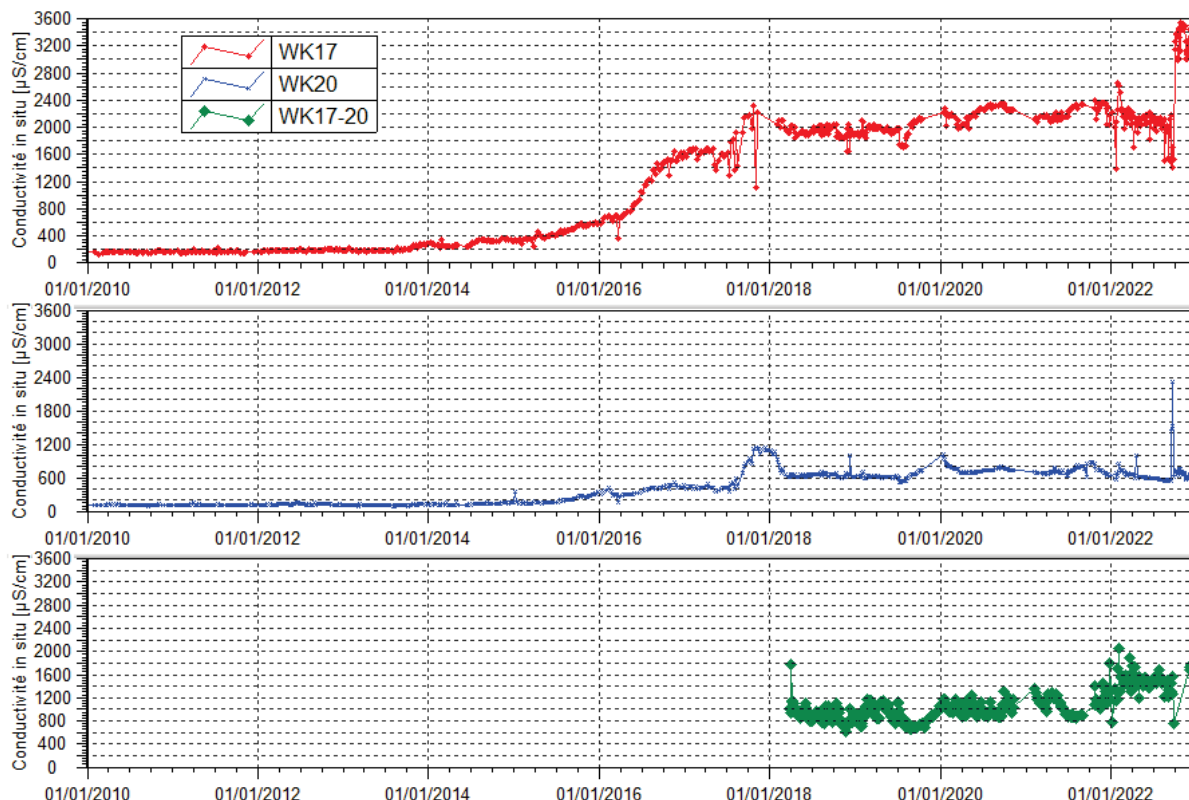
Confluence WK17-20

En 2022, le pH oscille entre 6.65 et 7.88.

▪ Mesures de conductivité

La Figure 12 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et à la confluence des sources WK17-20.

Figure 12 : Mesures de conductivité des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

En 2022, une conductivité moyenne de 2586 $\mu\text{S/cm}$ est mesurée. A partir du mois de septembre la conductivité a doublé. En effet elle est passée de 1520 $\mu\text{S/cm}$ mesurée le 26 septembre à 3140 $\mu\text{S/cm}$ mesurée le 29 septembre. Elle est restée stable jusqu'à la fin de l'année où elle a oscillé entre 2920 et 3550 $\mu\text{S/cm}$.

Source WK20 :

En 2022, une conductivité moyenne de 665.6 $\mu\text{S/cm}$ est mesurée. Hormis une augmentation constatée fin septembre, où la conductivité a atteint un maximum de 2120 $\mu\text{S/cm}$ le 22 septembre 2022, cette dernière est en baisse comparée à la moyenne de 735.2 $\mu\text{S/cm}$ mesurée pour l'année 2021.

La conductivité élevée constatée en septembre est revue à la baisse dès le 26 septembre avec une valeur de 620 $\mu\text{S/cm}$ relevée, pour ensuite se stabiliser jusqu'à la fin de l'année.

Confluence WK17-20 :

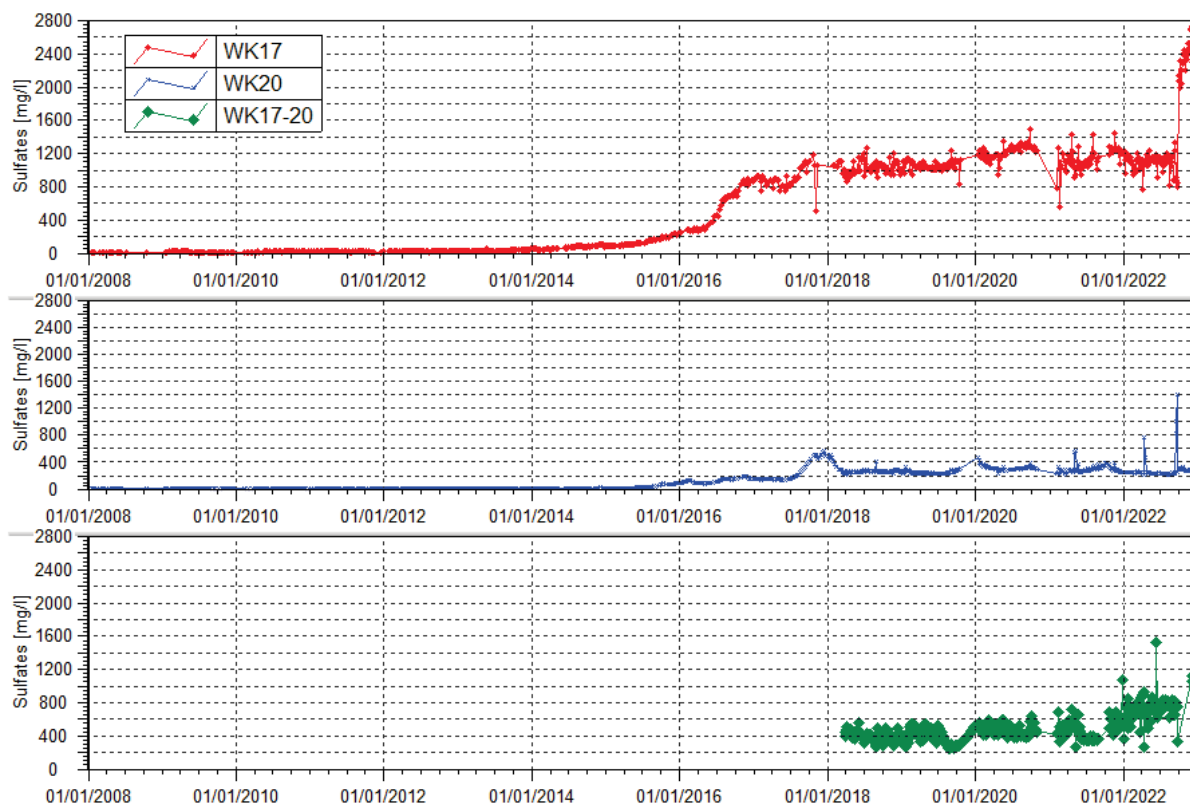
Au niveau de la confluence des sources WK17 et WK20, une hausse de la conductivité est enregistrée au début de 2022. La conductivité moyenne relevée au cours de l'année est de 1466.6 $\mu\text{S/cm}$.

Les travaux liés à l'avancée du chantier Lucy 2.0 ont générés du défrichement de la zone proche des sources et des modifications majeures de l'écoulement naturel des eaux. Ces travaux ont débuté en avril 2021. Des drains ont été creusés afin de faciliter les écoulements des sources vers l'aval. La conductivité au niveau de la source WK20 est globalement stable depuis 2020 alors qu'elle a subitement augmenté en septembre 2022 sur WK17. Non seulement les modifications d'écoulement des sources ont eu une influence sur les apports en minéraux au niveau de WK17-20 mais l'élévation subite de la conductivité sur WK17 a également engendré une augmentation de la conductivité au niveau de la confluence WK17-20.

Concentrations en sulfates

La Figure 13 présente les concentrations en sulfates obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et à la confluence des sources WK17-20.

Figure 13 : Concentration en sulfates des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

En 2022, au même titre que la conductivité, on constate une forte augmentation des teneurs en sulfates en septembre où l'on passe de 803 mg/L mesurées le 26 septembre à 2070 mg/L le 29 septembre. Comme pour la conductivité, les concentrations sont restées élevées le reste de l'année avec des mesures comprises entre 2040 mg/L et 2730 mg/L. Pour l'année, la moyenne mesurée en sulfates est de 1438.9 mg/L.

Source WK20 :

Mis à part des pics relevés en septembre où le maximum de 1410 mg/L a été atteint le 22 septembre, la concentration en sulfates est assez stable avec une moyenne de 277.89 mg/L au cours de l'année, soit en légère baisse par rapport à 2021 où la moyenne était de 296 mg/L.

Confluence WK17-20 :

Les teneurs en sulfates sont en hausse au cours du 1^{er} semestre 2022 avec un deuxième palier d'augmentation constaté début décembre.

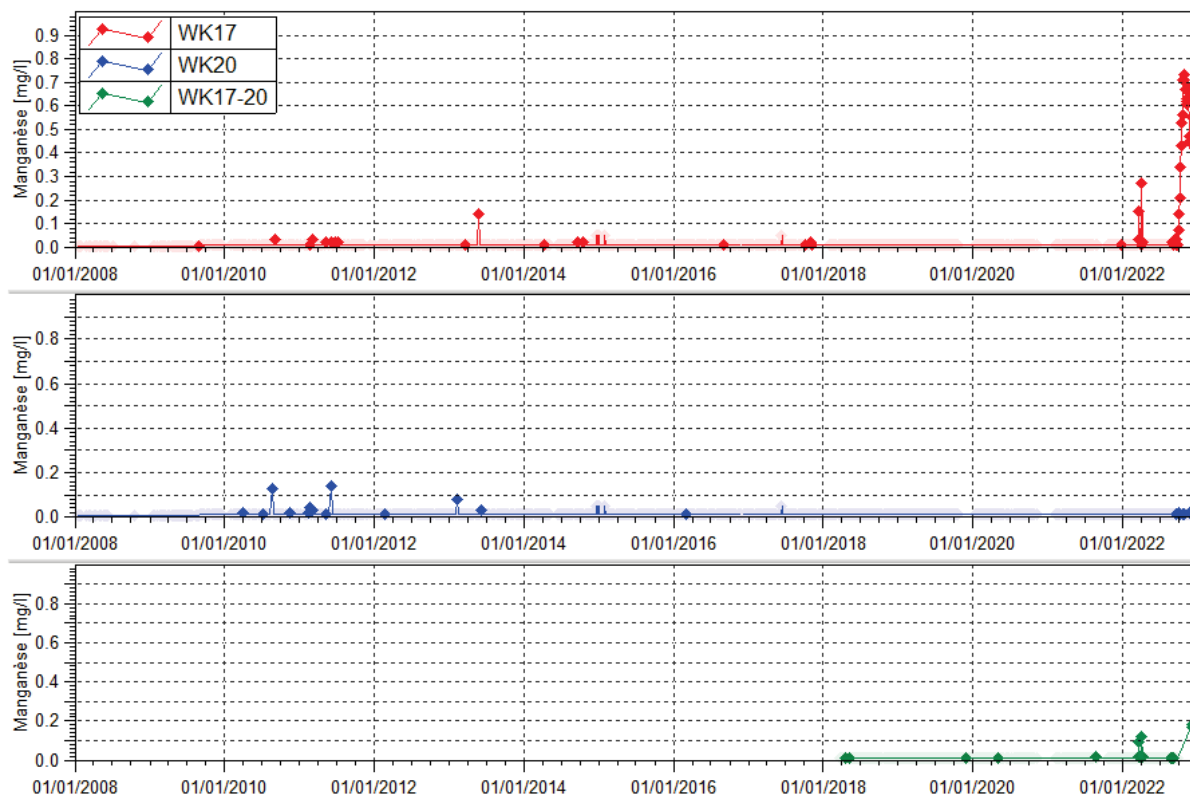
En 2022, la teneur moyenne annuelle est de 747.7 mg/L soit une nette augmentation par rapport à 2021 où la moyenne était de 473 mg/L.

Même constat que pour la conductivité au niveau des sources WK17, WK20 et confluence WK17-20.

Concentrations en manganèse

La Figure 14 présente les concentrations en manganèse obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et à la confluence des sources WK17-20.

Figure 14 : Concentration en manganèse des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

En 2022, le manganèse est détecté à cinq reprises entre le 17 mars et le 7 avril 2022 pour ensuite être de nouveau détecté à la mi-septembre et ce jusqu'à la fin de l'année où les concentrations atteignent une moyenne de 0.45 mg/L avec un maximum de 0.73 mg/L relevé le 31 octobre 2022. La moyenne relevée sur l'année est 0.19 mg/L.

Source WK20 :

Le manganèse détecté à partir du 22 septembre 2022 au niveau de la source WK20 et à 8 reprises ensuite jusqu'à la fin de l'année où les valeurs mesurées sont comprises entre 0.01 mg/L et 0.02 mg/L.

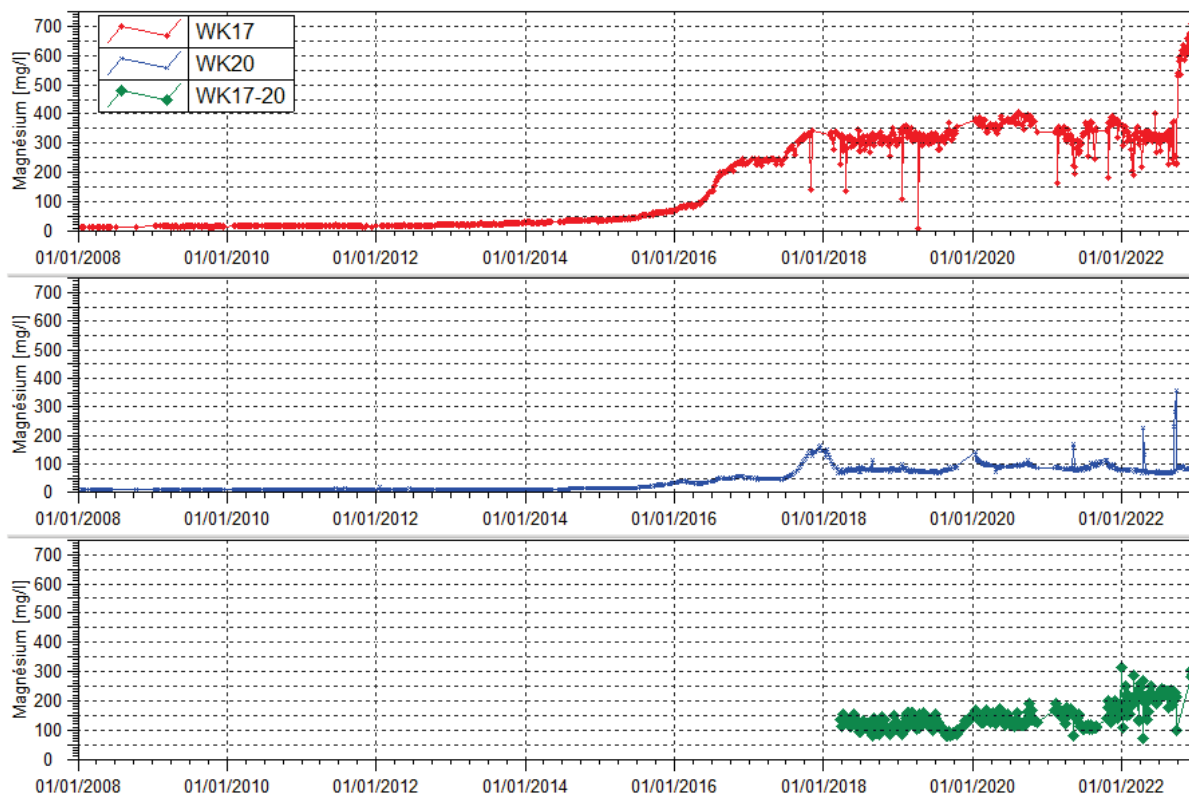
Confluence WK17-20 :

En 2022, le manganèse est détecté à cinq reprises entre le 17 mars et le 7 avril 2022 puis est à nouveau détecté à partir du 05 décembre 2022 avec des valeurs relevées entre 0.12 mg/L et 0.18 mg/L jusqu'au 29 décembre 2022.

▪ Concentrations en magnésium

La Figure 15 présente les concentrations en magnésium obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et à la confluence des sources WK17-20.

Figure 15 : Concentration en magnésium des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

En concordance avec la conductivité et les sulfates, les concentrations en magnésium connaissent une augmentation subite à partir de fin septembre 2022. Elles passent de 226 mg/L le 26 septembre à 538 mg/L le 29 septembre pour stagner à ce niveau jusqu'à la fin de l'année. La moyenne sur l'année 2022 étant de 397.3 mg/L.

Source WK20 :

Les concentrations en magnésium relevées entre le 1^{er} janvier 2021 et le 1^{er} juillet 2022 évoluent globalement de manière stable excepté deux pics de concentrations en magnésium durant cette période suivi de trois pics relevés fin septembre 2022 avec un maximum de 358 mg/L constaté. La moyenne mesurée sur l'année 2022 est de 84.08 mg/L.

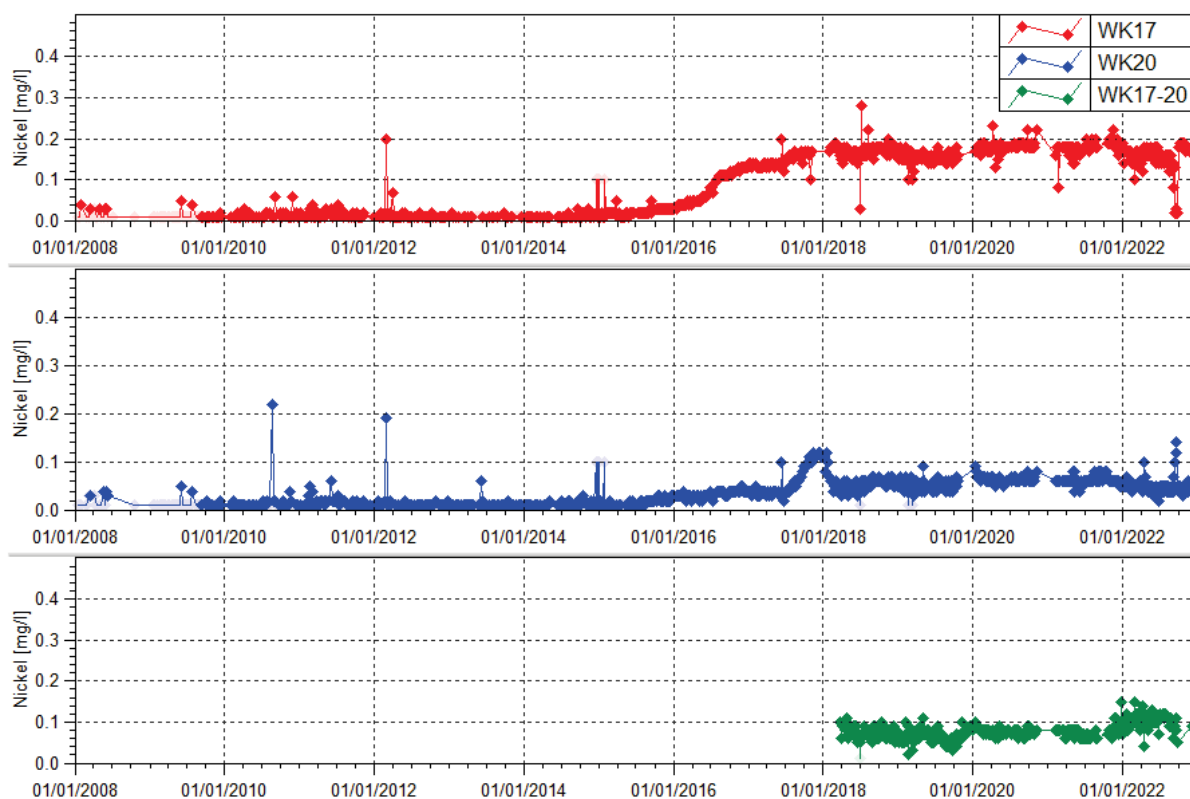
Confluence WK17-20

En concordance avec la conductivité et les sulfates, les teneurs en magnésium sont en augmentation au cours de 2022.

Concentrations en nickel

La Figure 16 présente les concentrations en nickel obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et à la confluence des sources WK17-20.

Figure 16 : Concentration en nickel des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

Les résultats du suivi de 2022 montrent une baisse des concentrations en nickel. Les concentrations en nickel sont en moyenne équivalentes à 0.15 mg/L en 2022 alors que la moyenne pour 2021 était de 0.18 mg/L.

Source WK20 :

Les résultats du suivi de 2022 montrent une baisse des concentrations en nickel malgré des pics relevés fin septembre avec un maximum de 0.14 mg/L mesuré le 22 septembre. Les concentrations en nickel sont en moyenne équivalentes à 0.049 mg/l en 2022.

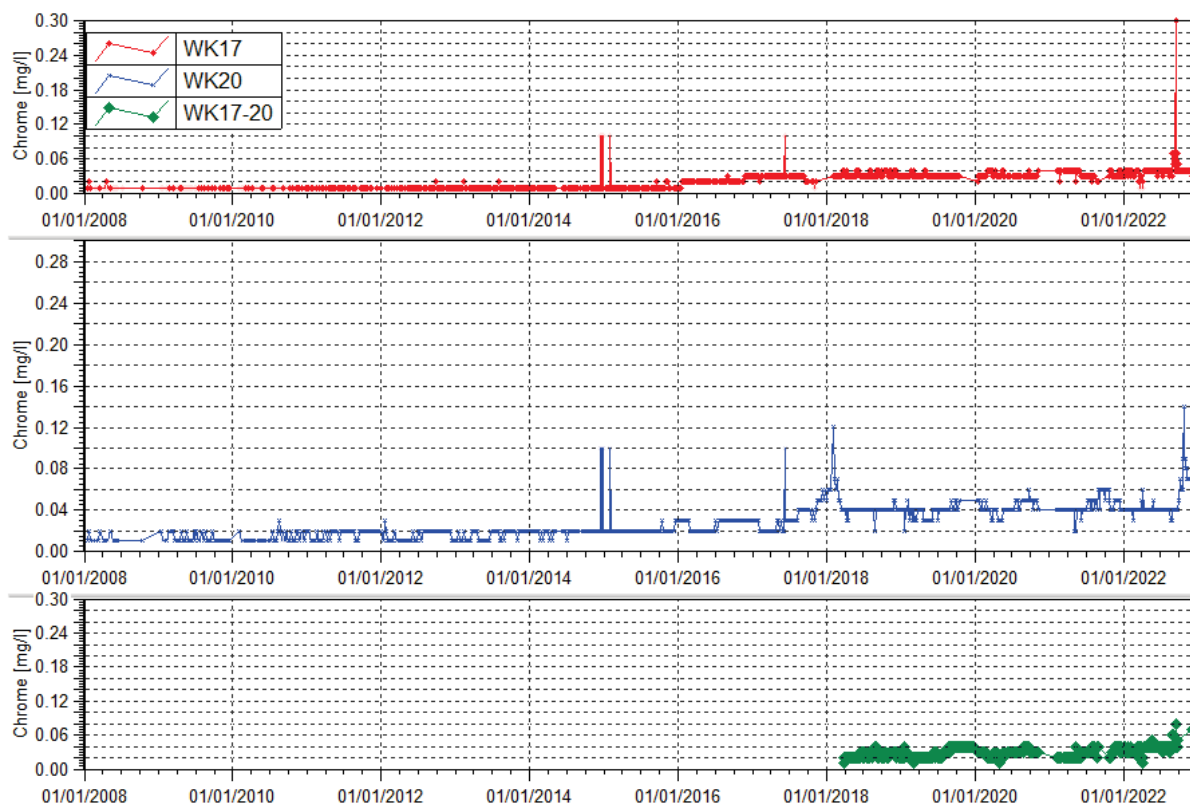
Confluence WK17-20

Les teneurs en nickel sont légèrement supérieures aux normales mesurées habituellement pour l'année 2022.

Concentrations en chrome

La Figure 17 présente les concentrations en chrome obtenues à une fréquence bihebdomadaire pour les stations WK17, WK20 et à la confluence des sources WK17-20.

Figure 17: Concentration en chrome des stations WK17, WK20 et WK17-20 entre janvier 2008 et 1^{er} janvier 2023



Source WK17 :

Les teneurs en chrome sont stables depuis 2018 avec tout de même un pic de 0.3 mg/L relevé le 15 septembre 2022. Sur l'année 2022 la moyenne mesurée en chrome est de 0.04 mg/L.

Source WK20 :

En 2022, les concentrations en chrome au niveau de la station WK20 sont stables au cours du premier semestre et commence à augmenter à partir de fin octobre où après un maximum de 0.14 mg/L mesuré le 31 octobre, les concentrations stagnent avec une moyenne de 0.075 mg/L.

Confluence WK17-20

Les concentrations sont également stables au niveau de la confluence des sources le premier semestre 2022 pour ensuite légèrement augmenter à partir de septembre.

Aucune donnée de mesures en continue de la hauteur d'eau et de la conductivité n'est disponible pour le suivi des sources pour l'année 2022.

À la suite de l'avancée des travaux de construction Lucy 2.0 débuté en avril 2021, les sources ont dû être déséquipé de leur instrument de mesure automatisée. A chaque point de suivi, les équipements ont été désinstallé aux dates suivantes :

- WK17 : ISCO (échantillonneur automatique) et sonde de type aqua Troll 200 désinstallés le 2 septembre 2021,
- WK20 : sonde de type Aqua Troll 200 désinstallée le 2 août 2021,
- Confluence WK17-20 : sonde de type Aqua Troll 200 désinstallée le 5 octobre 2021.

Le rééquipement de ces stations en appareil de mesures automatiques est prévu dès la fin des travaux sur cette zone.

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 5.24 et 7.07 en 2022. Le pH minimal est mesuré au piézomètre 6-2A.

Conductivité : comprise entre 89.4 et 442 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022. Les maximales sont mesurées au piézomètre 6-14A. Les suivis au niveau de ce piézomètre ont révélé des variations plus ou moins importantes de conductivité depuis 2012. Les résultats de suivis indiquent un affaiblissement des mesures de conductivité en 2021 suivi d'une augmentation sur l'année 2022. Et durant le 1^{er} semestre 2022, la conductivité est de nouveau en hausse au niveau du piézomètre 6-14A. Au piézomètre 6-8A, les valeurs de conductivité sont toujours plus variables et légèrement plus élevées depuis 2017.

Chlorures et sulfates : les concentrations maximales en sulfates sont enregistrées au piézomètre 6-14A en 2022. En concordance avec les mesures de conductivité, les teneurs en sulfates au piézomètre 6-14A sont en baisse en 2021 suivi d'une augmentation durant 2022. Les teneurs en chlorures évoluent de la même manière au piézomètre 6-14A. Au piézomètre 6-8A, les teneurs en sulfates montrent toujours les mêmes variations depuis 2017. Concernant les chlorures, les concentrations sont en légère hausse cependant la maximale mesurée est inférieure aux maximales relevées les années précédentes. A 6-3A, la hausse légère et progressive des chlorures constatée depuis 2008 dans les précédents bilans s'est de nouveau poursuivie en 2021 et 2022. Enfin toujours concernant les chlorures, les suivis de 2022 confirment la tendance légère à la hausse au niveau des piézomètres 6-1A et 6-2A débutée en 2020. Les concentrations mesurées durant cette période restent toutefois inférieures aux maximales relevées ultérieurement.

DCO et hydrocarbures : la DCO est faiblement quantifiée aux piézomètres 6-8A, 6-3A et 6-2A. En revanche, les HT ne sont pas détectés dans les piézomètres courts de l'usine en 2022.

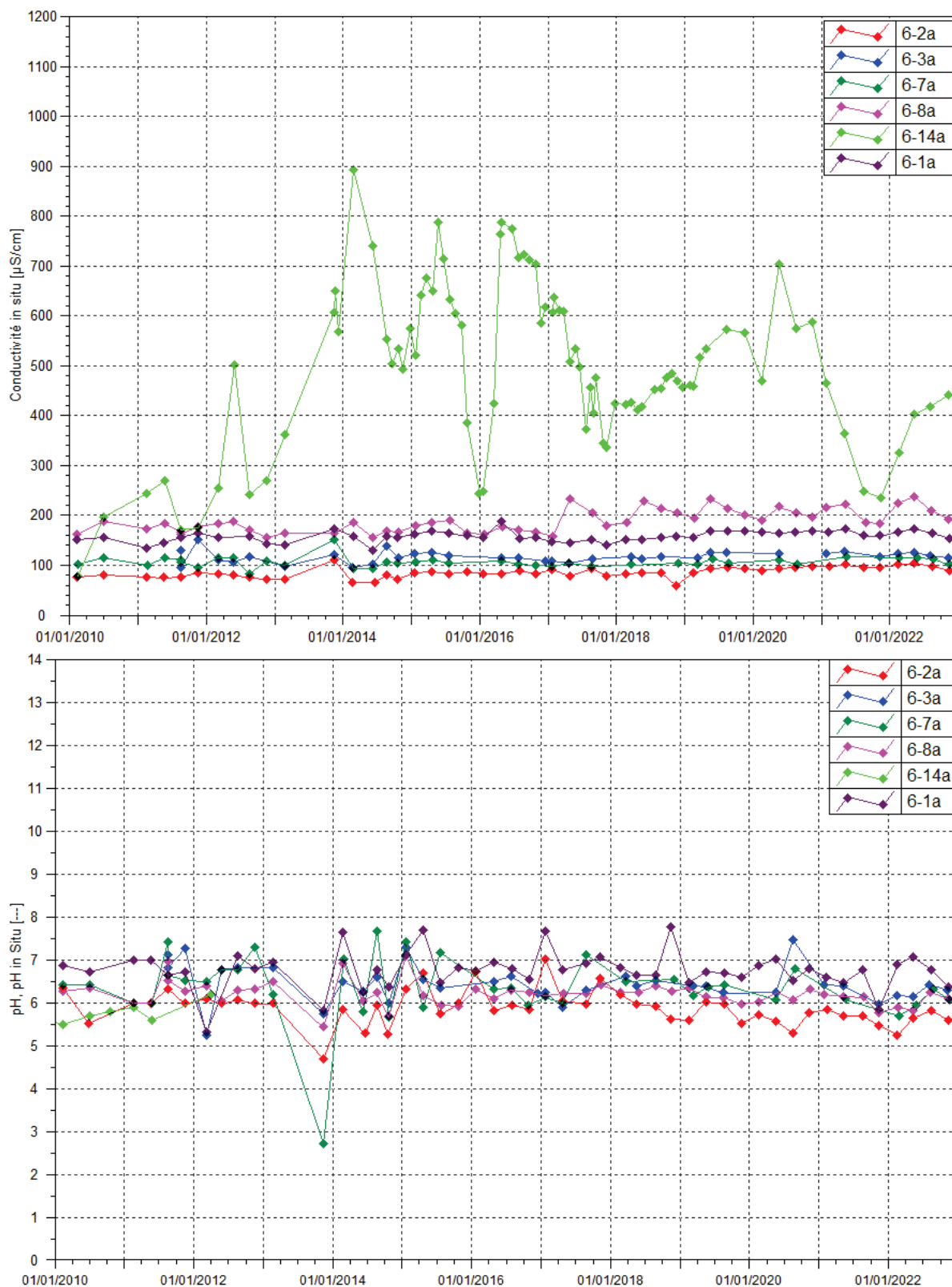
Chrome et chrome VI : les résultats de suivi aux piézomètres 6-14A e 6-8A indiquent une forte baisse de la concentration en chrome VI en 2022 par rapport à l'année précédente.

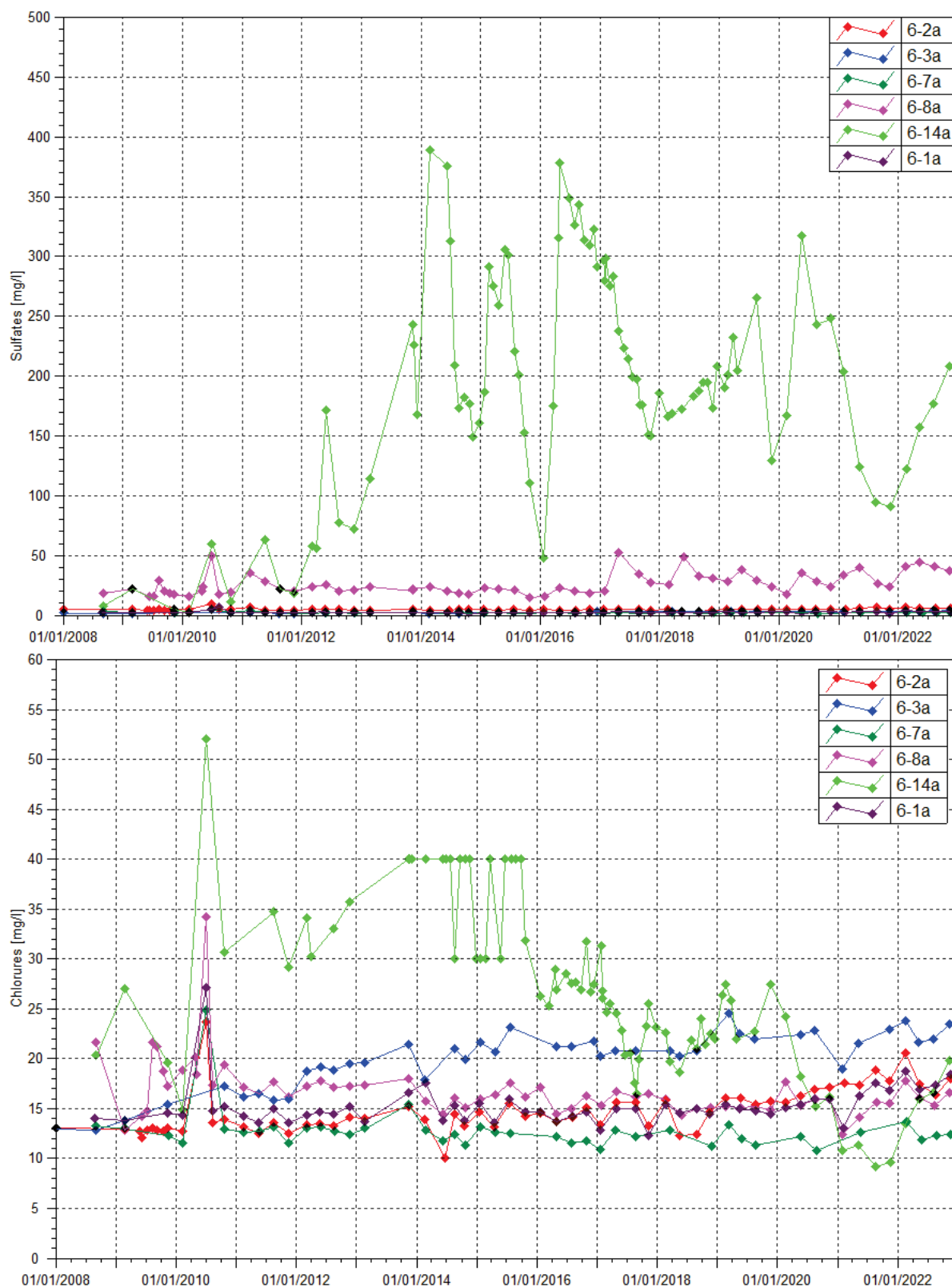
Aucune évolution particulière n'est constatée pour ces deux paramètres en 2022 pour l'ensemble des piézomètres de ce groupe où l'on retrouve sur le piézomètre 6-7A les concentrations les plus élevées avec une moyenne de 0.15 mg/L sur l'année.

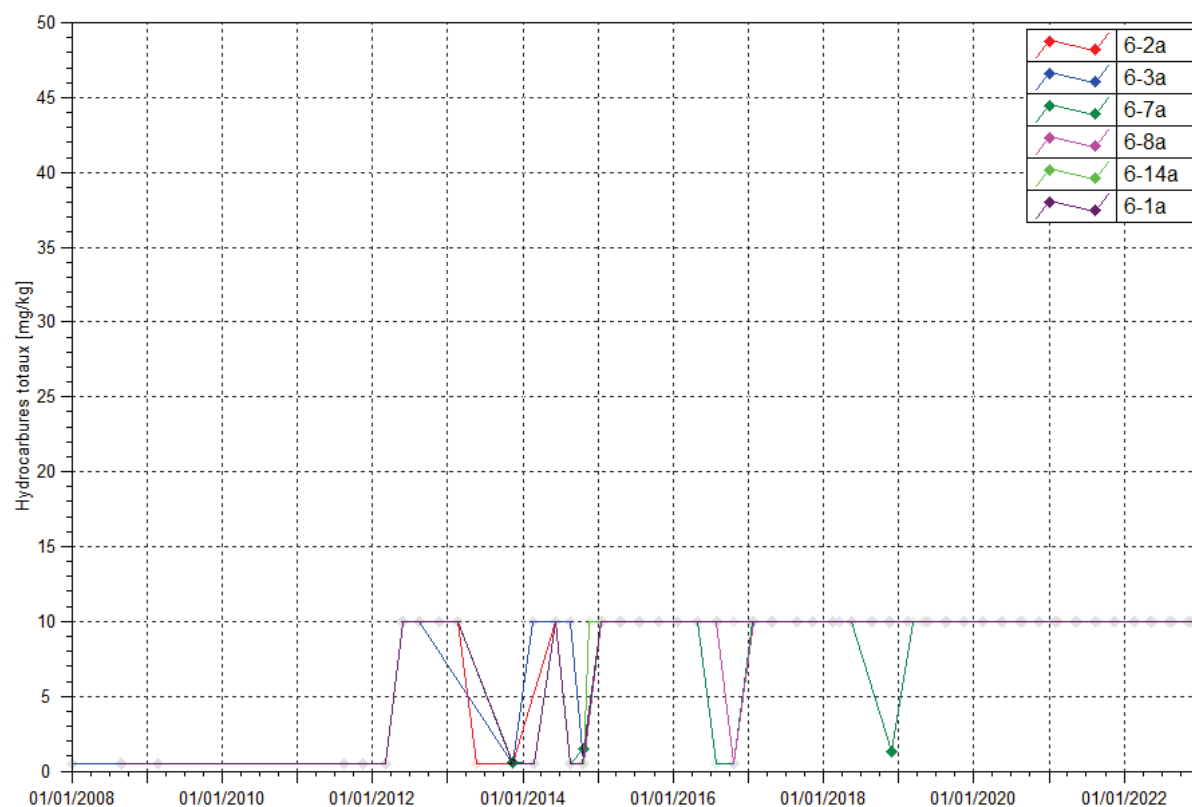
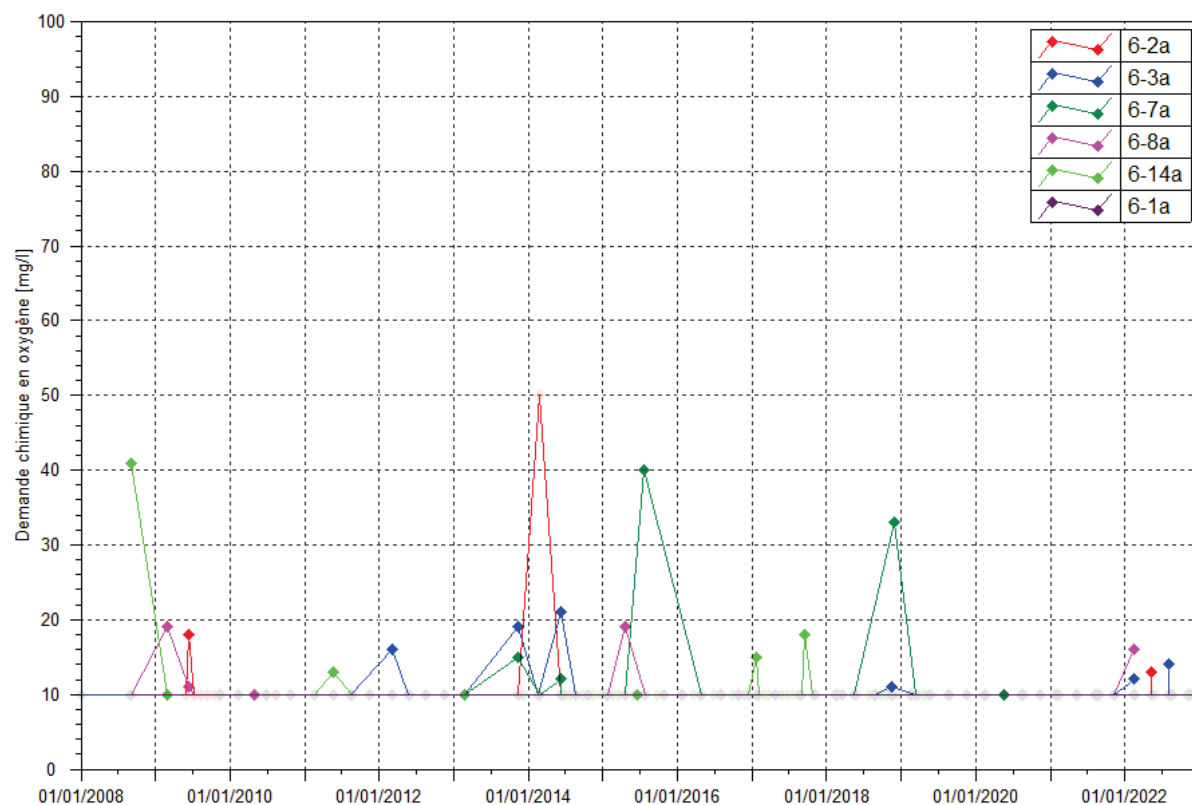
Calcium : comme la conductivité, les concentrations sont toujours plus élevées au piézomètre 6-14A en 2022. Après une baisse constatée en 2021 sur ce piézomètre, on remarque une légère augmentation durant l'année 2022. Mais en moyenne, elles sont moins élevées qu'en 2020. Aucune évolution particulière n'est à constater pour les autres piézomètres.

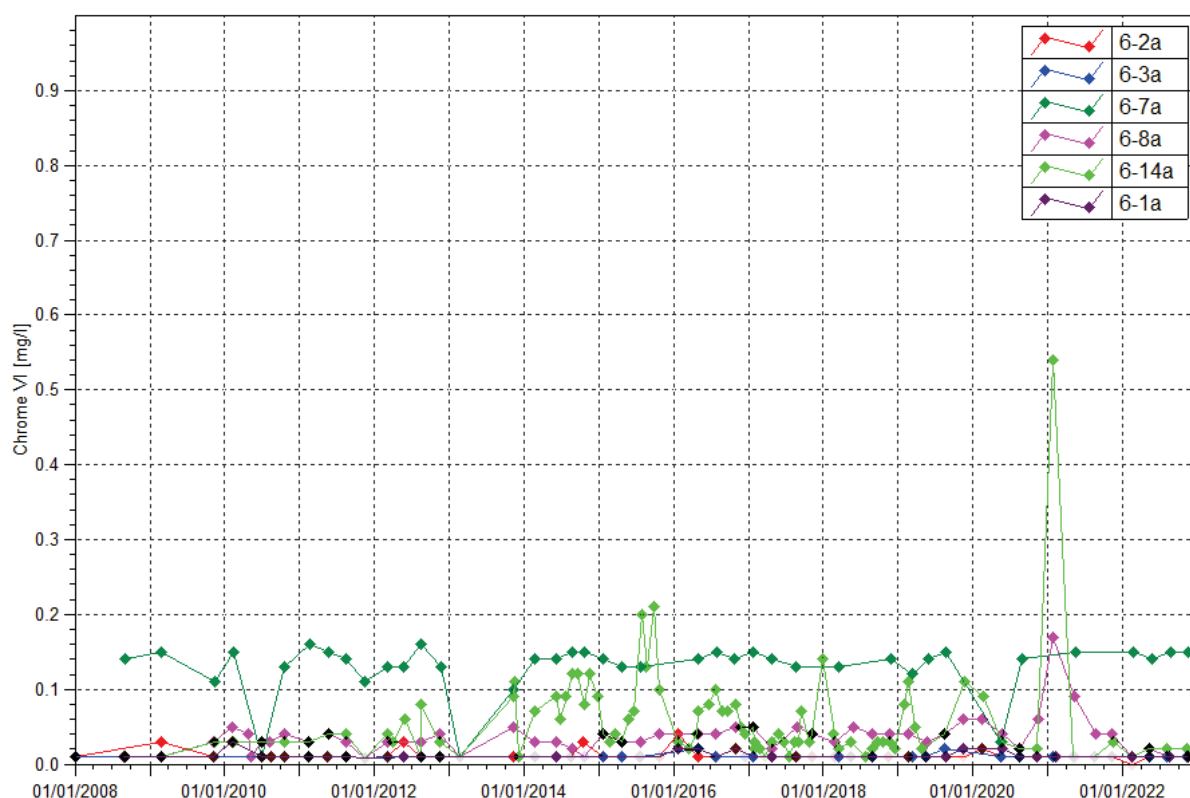
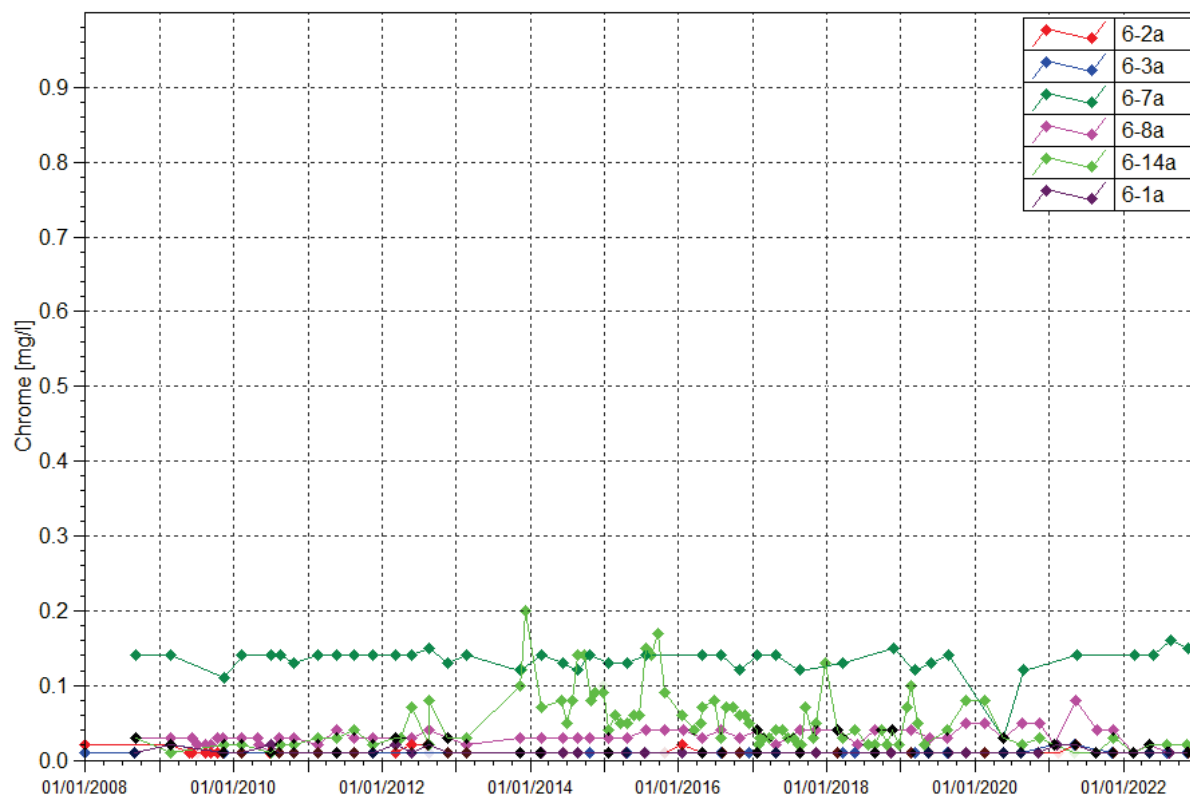
Sodium, potassium et TAC : Toujours sur le piézomètre 614A, on constate une légère augmentation du sodium au cours de l'année 2022 alors que ces concentrations étaient en baisse lors de l'année précédente. Concernant le reste des piézomètres les analyses de 2022 confirment la stabilité des concentrations en sodium, potassium et TAC.

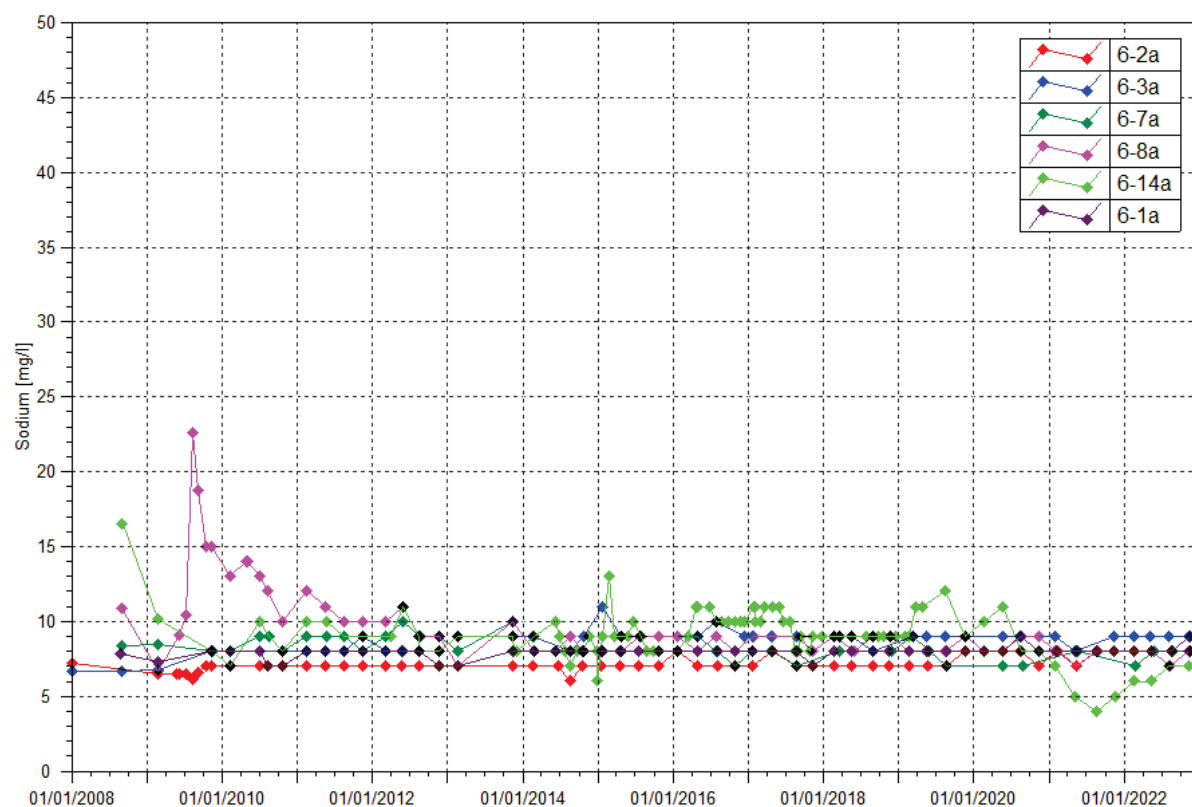
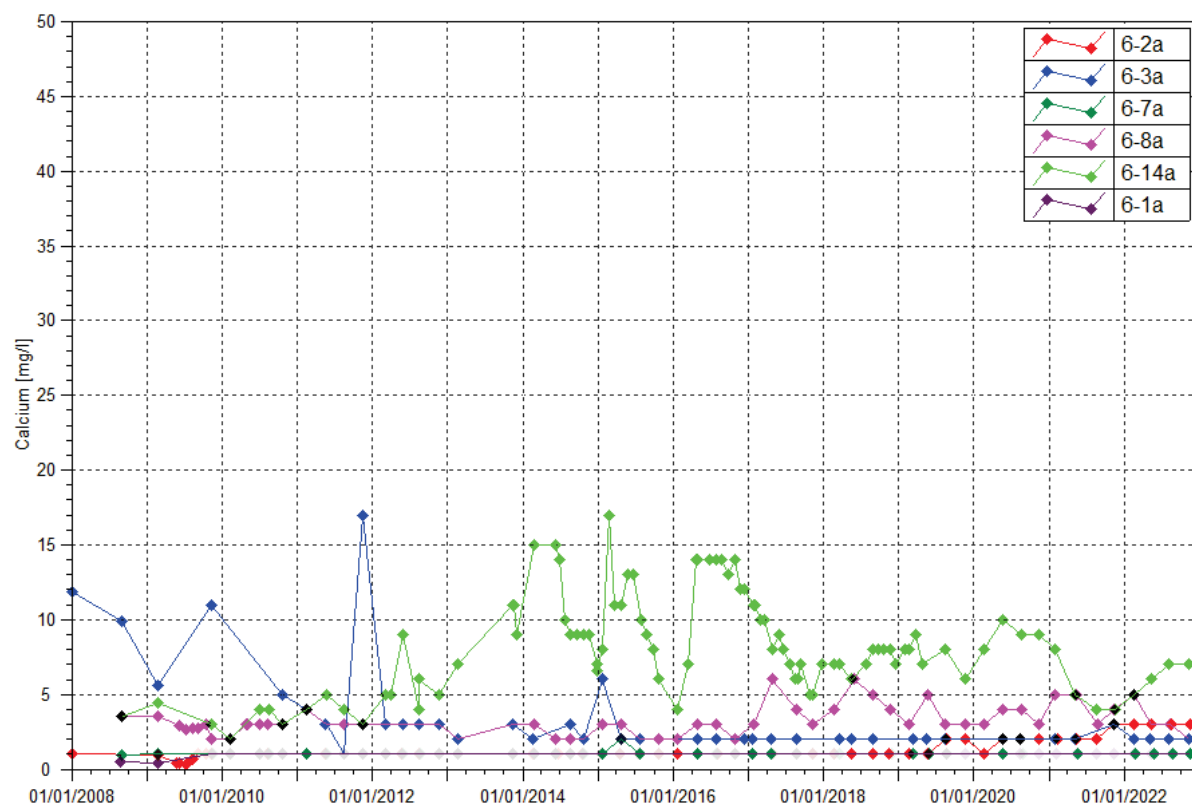
Figure 19 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine–conductivité, pH, sulfates, chlorures, DCO, HT, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

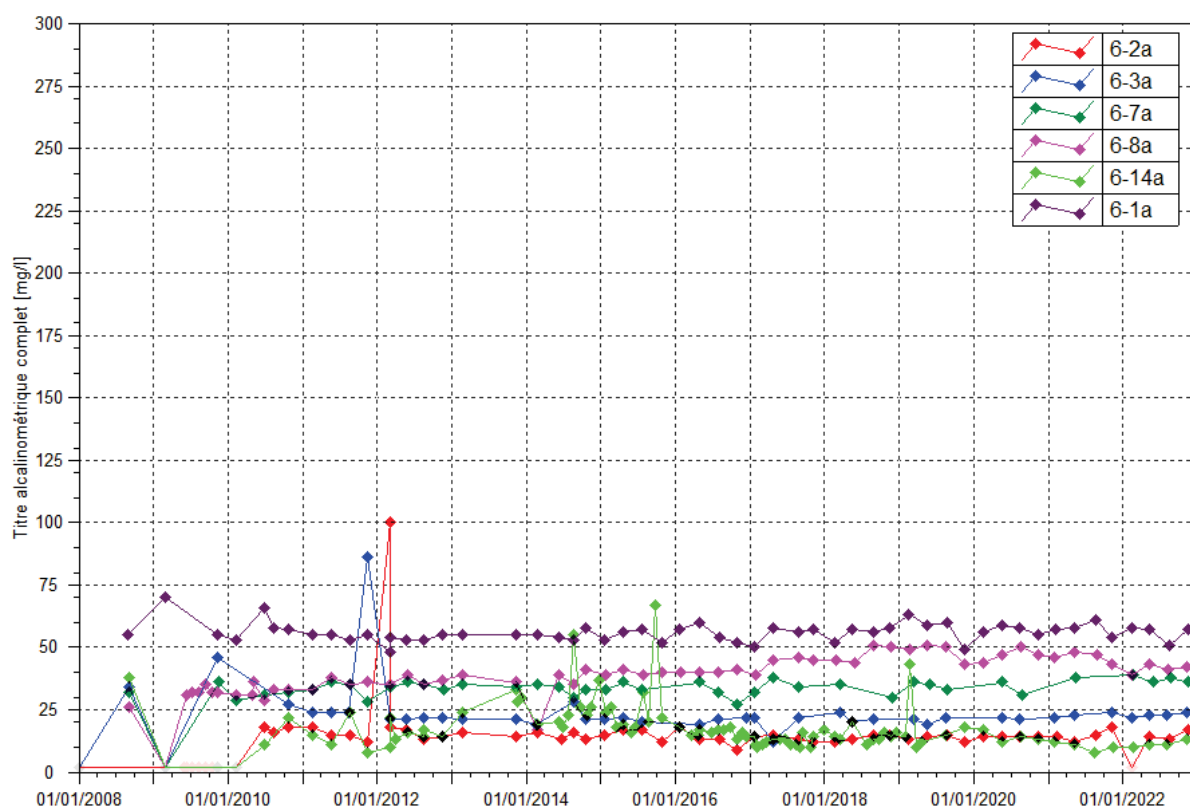
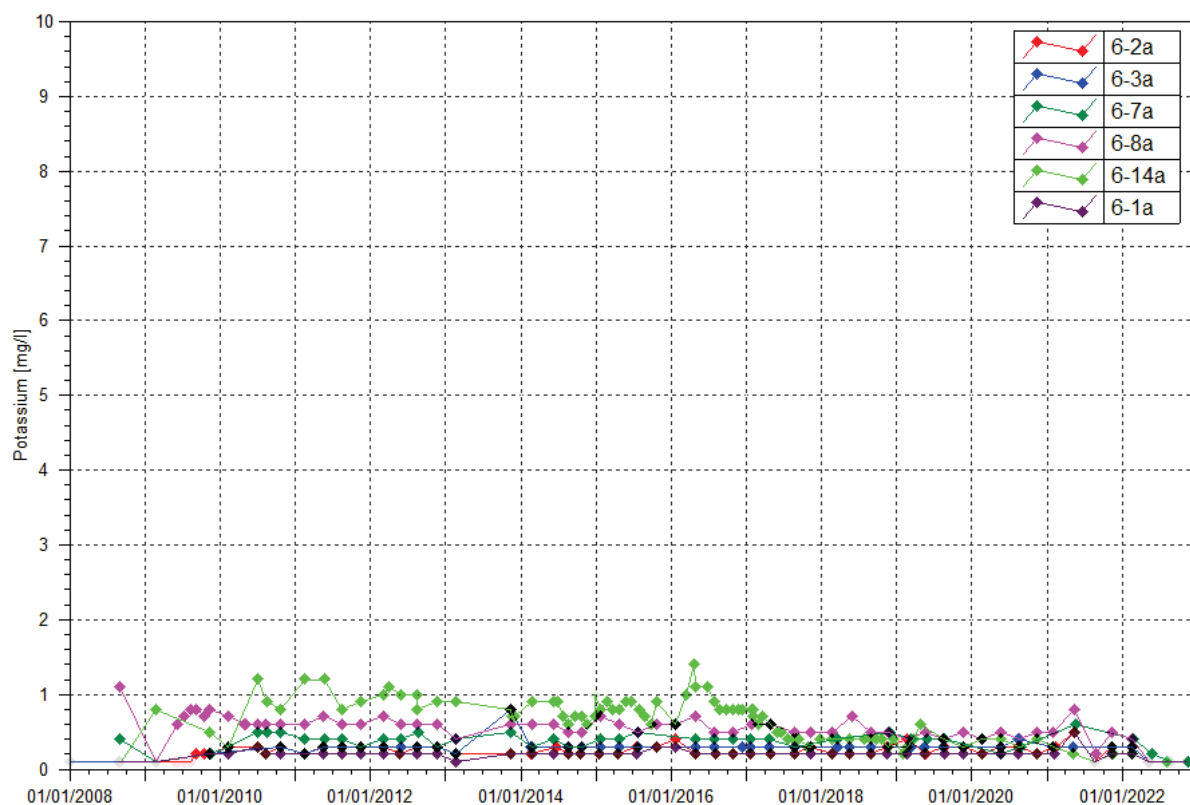












Piézomètres longs

pH : en 2022, le pH est compris entre 5.98 (au piézomètre **6-3**) lors du contrôle du mois de mai et 9.23 (relevé au piézomètre **6-6**) au mois d'août.

Conductivité : comprise entre 88.5 et 298 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022. La maximale est enregistrée au mois de février au piézomètre 6-1. Des variations de conductivité ont été régulièrement enregistrée au niveau de cette station. De manière générale, les résultats en conductivité pour l'ensemble des piézomètres n'indiquent pas d'évolution particulière en 2022.

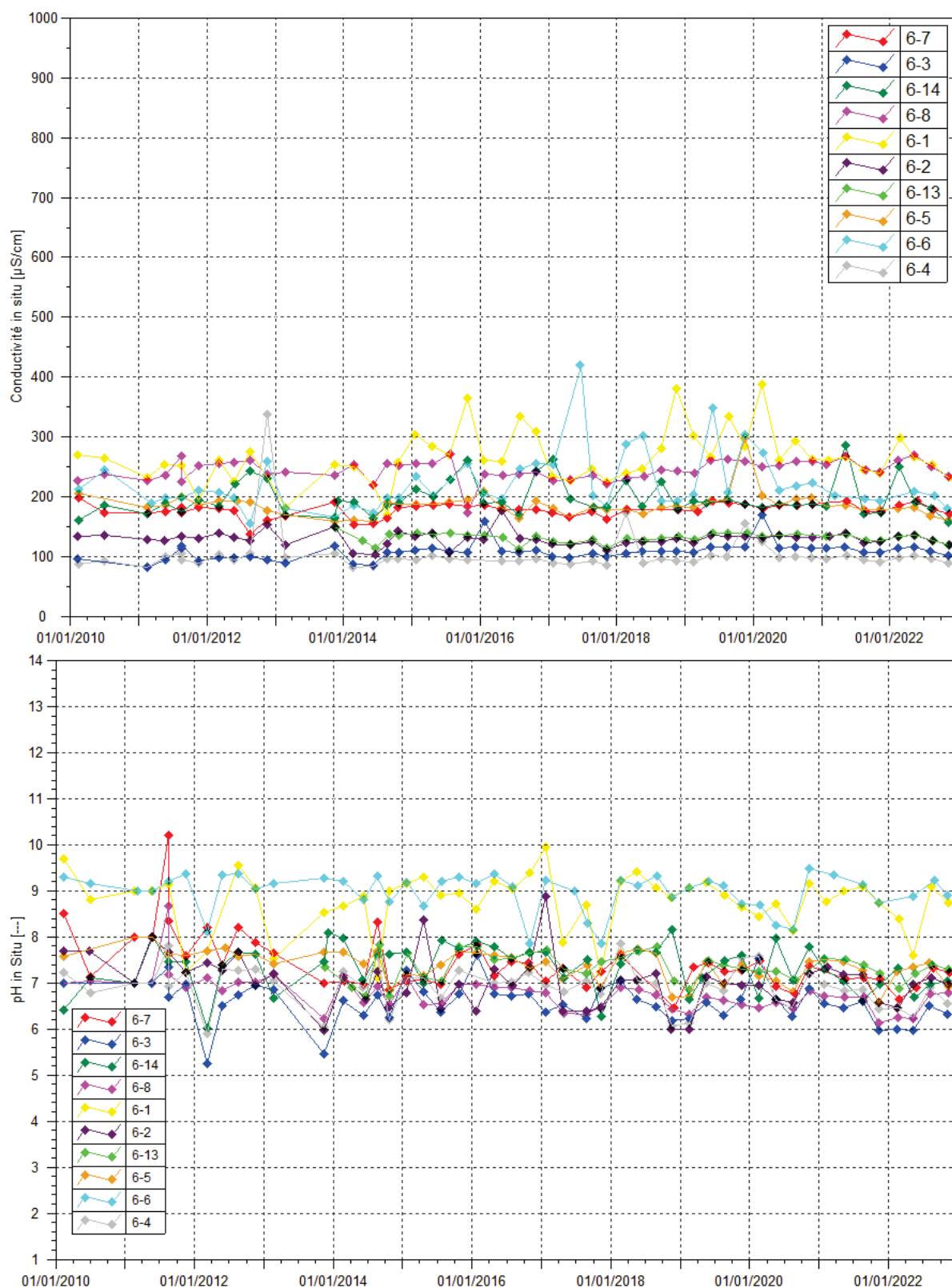
Chlorures et sulfates : Les analyses au piézomètre 6-8 révèlent une tendance légère à la hausse des sulfates à partir de février 2022. Les chlorures sont en légère baisse en 2022 sur l'ensemble des piézomètres.

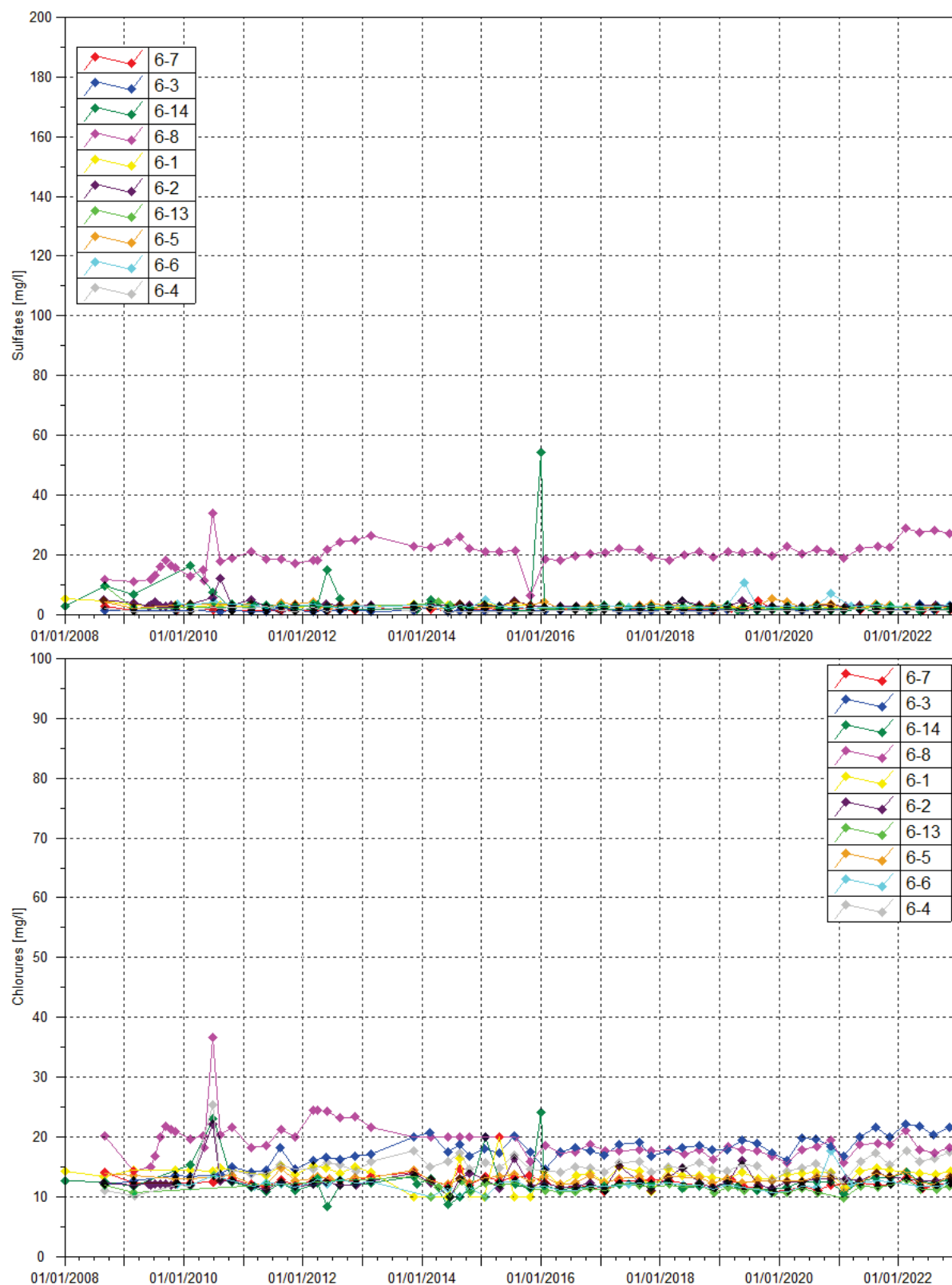
DCO et hydrocarbures : comme les années précédentes, la DCO est faiblement détectée sur l'ensemble des piézomètres des horizons saprolitiques. Cependant les hydrocarbures ne sont pas détectés dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques.

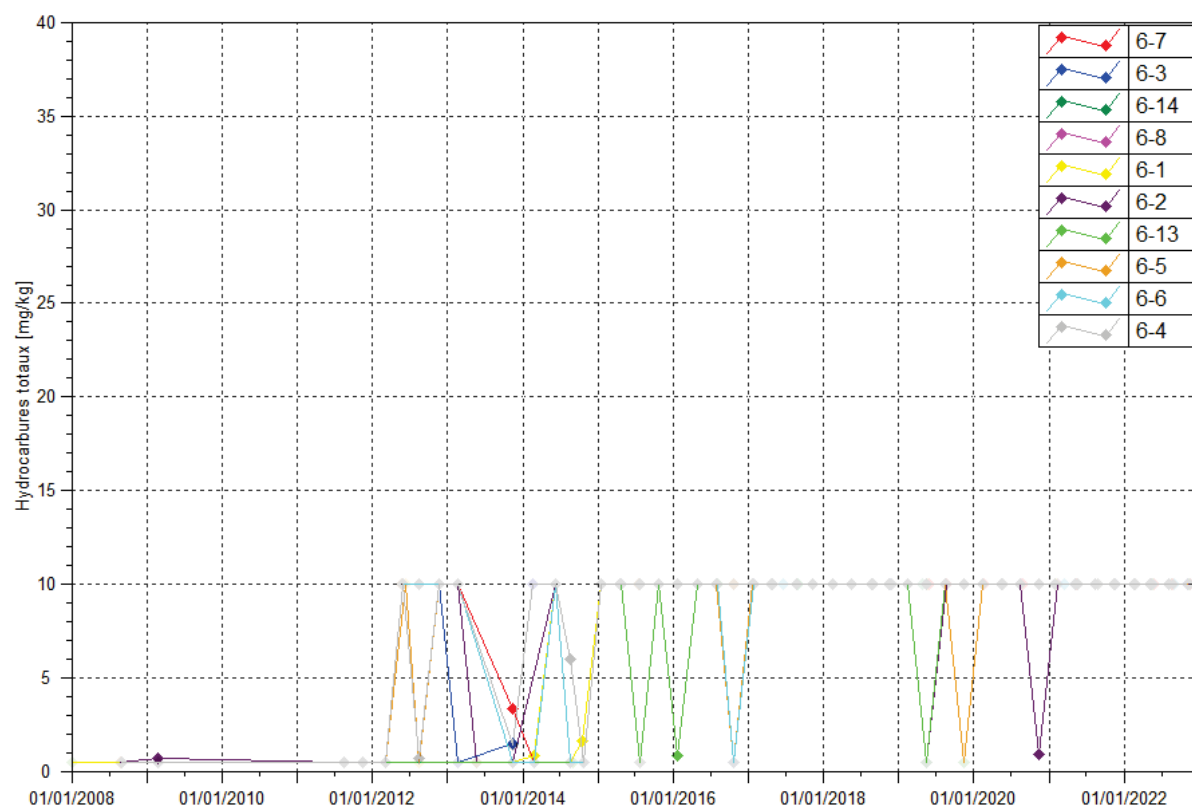
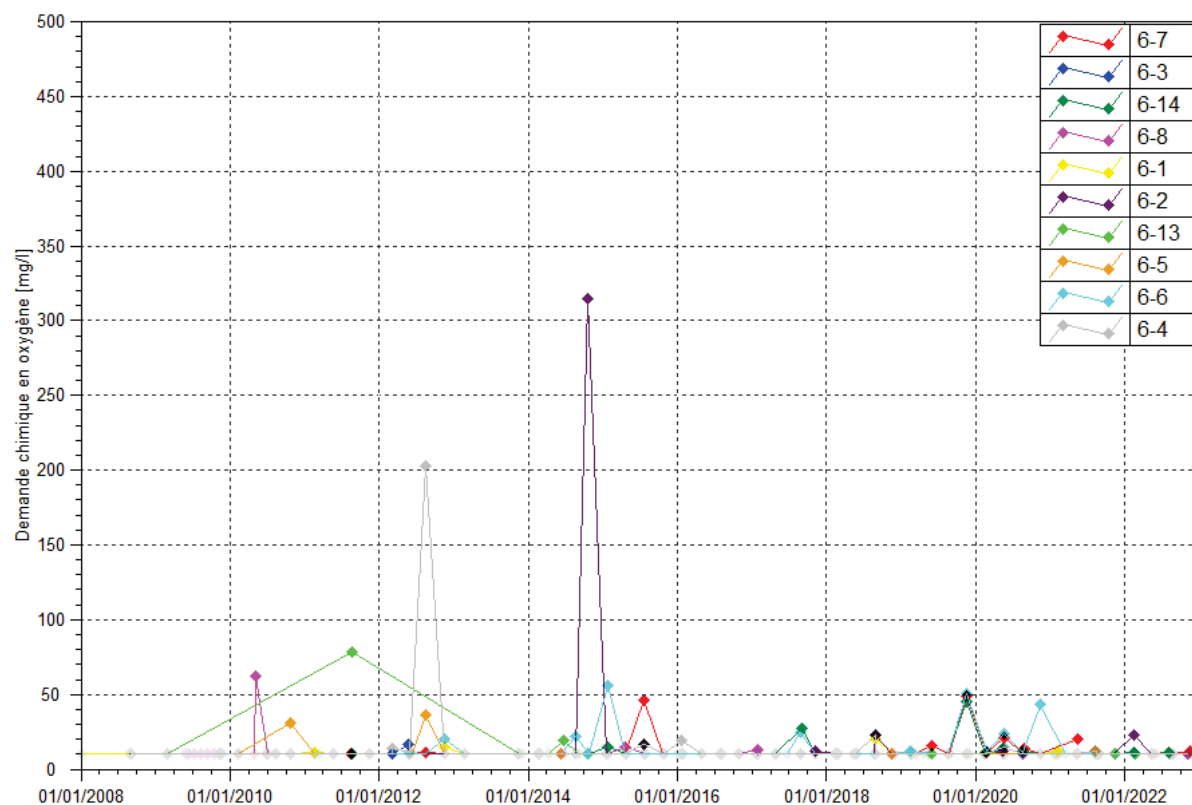
Chrome et chrome VI : le chrome et le chrome VI sont en baisse sur le piézomètre 6-5 en 2022 comparée l'année 2021. Pour les autres piézomètres, les résultats d'analyse de 2022 montrent des teneurs comparables aux années précédentes.

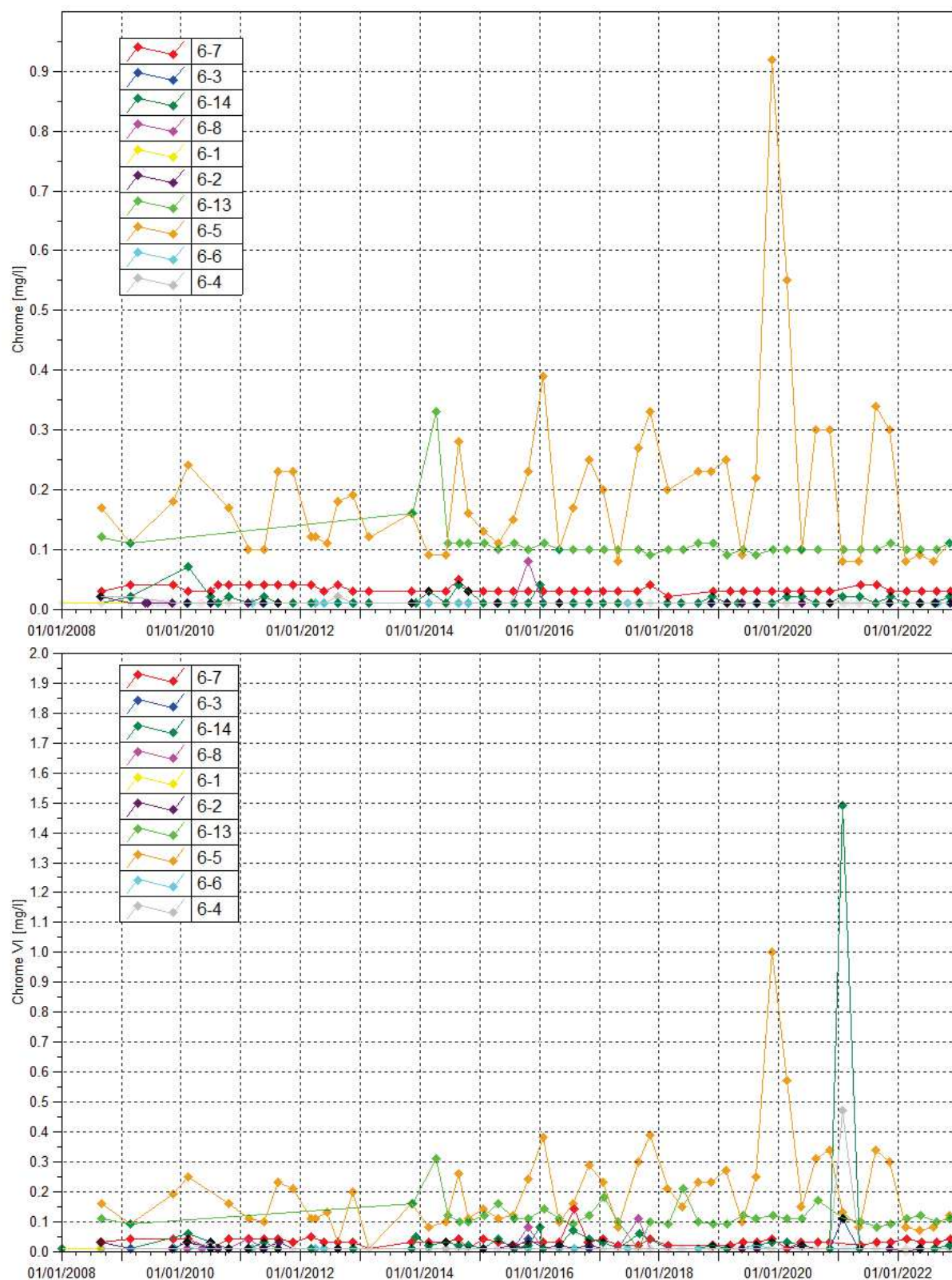
Sodium, Calcium, Potassium et TAC : aucune évolution particulière n'est constatée pour les paramètres sodium et calcium hormis une légère augmentation du calcium sur le 6-8. Concernant le potassium on note une concentration supérieure aux normales mesurée sur le piézomètre 6-1 en février 2022. Les résultats en TAC sont comparables aux années précédentes sur l'ensemble des piézomètres.

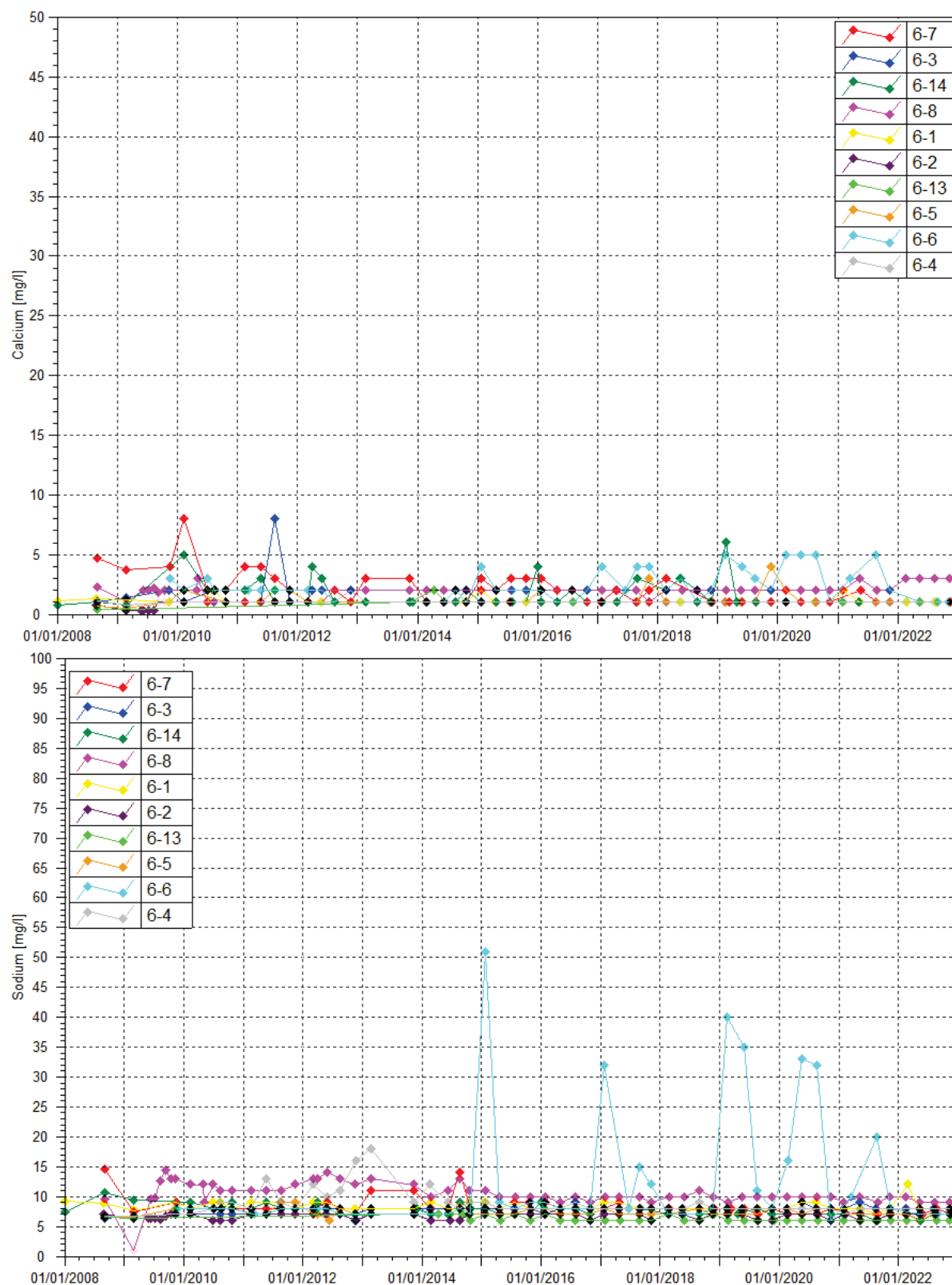
Figure 20 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine–conductivité, pH, sulfates, chlorures, DCO, HT, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC

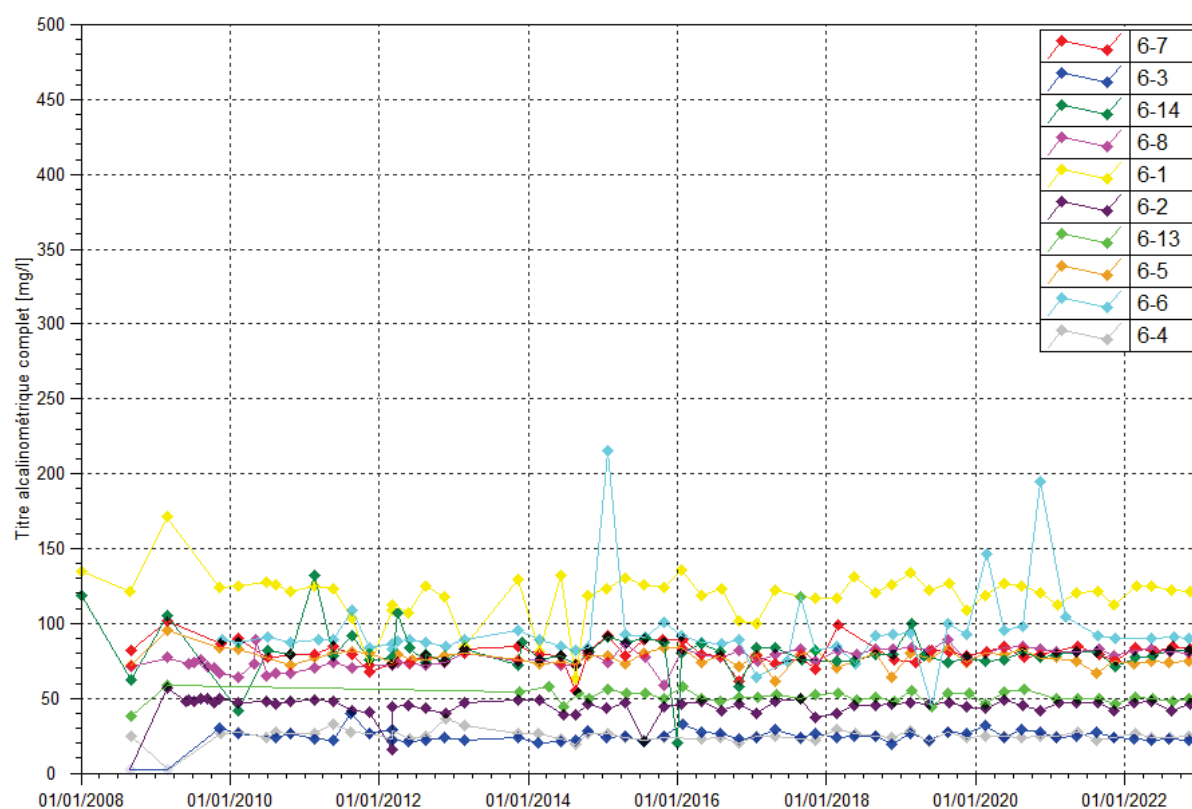
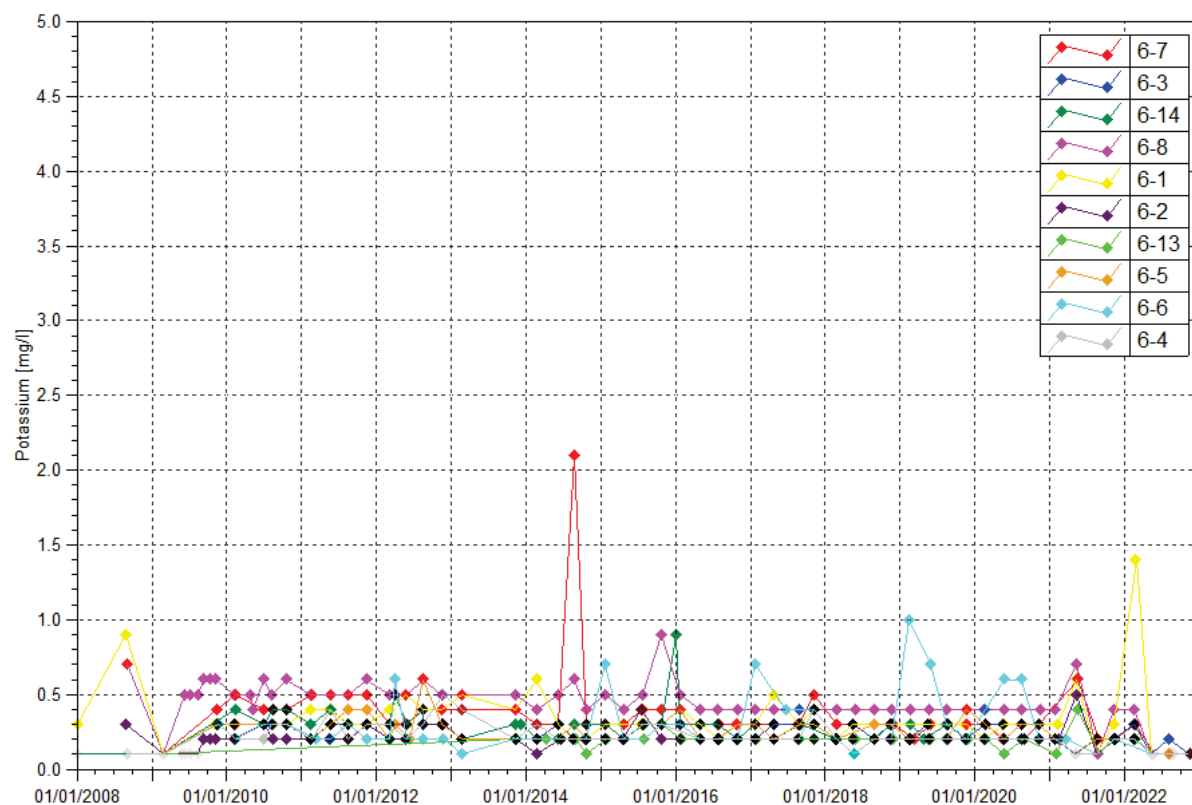












2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines

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

pH : en 2022, le pH est compris entre 4.88 et 6.34 et le 1^{er} juillet 2022.

Conductivité : comprise entre 71.3 et 99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2022.

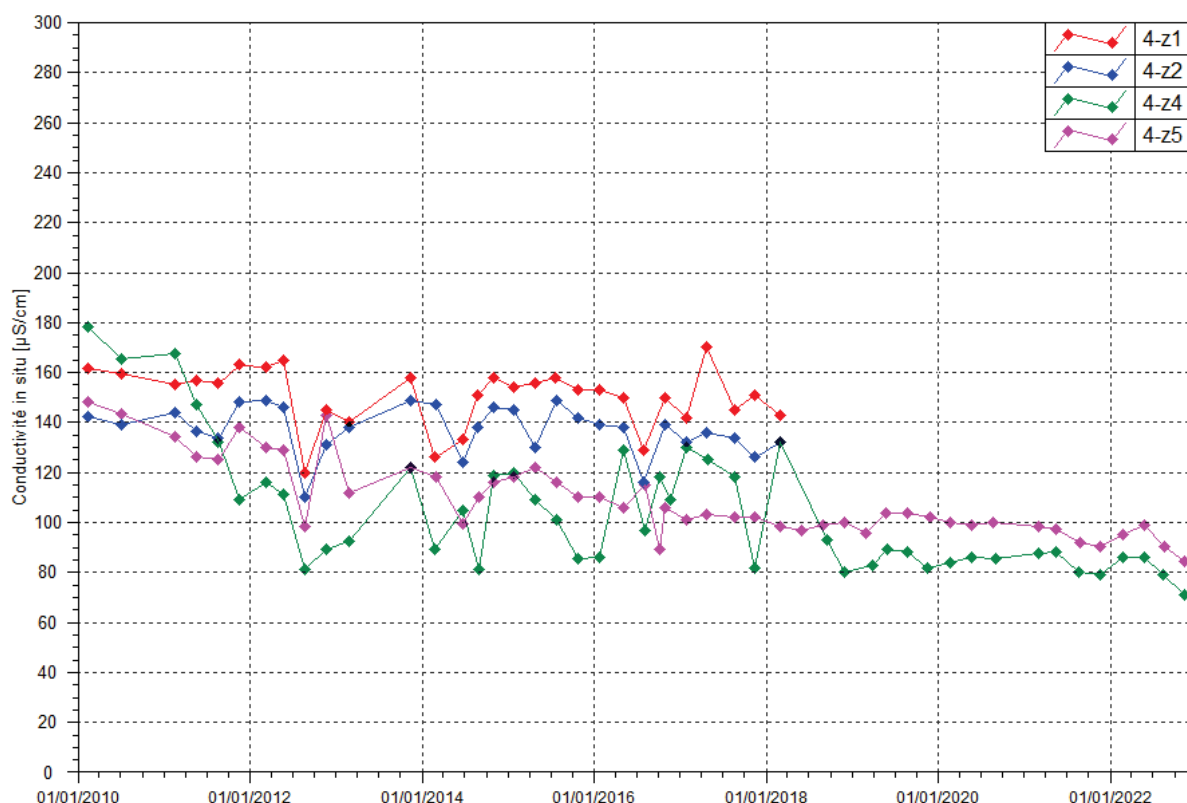
Chlorures et sulfates : Les résultats en chlorures au piézomètre 4-z5 sont stables depuis 2016. En revanche, après une augmentation en février, les chlorures sont en légère et constante baisse le reste de l'année au piézomètre 4-z4. Concernant les sulfates, les résultats d'analyses montrent une stabilité des teneurs en sulfates au piézomètre 4-z4 et 4-z5 depuis 2019.

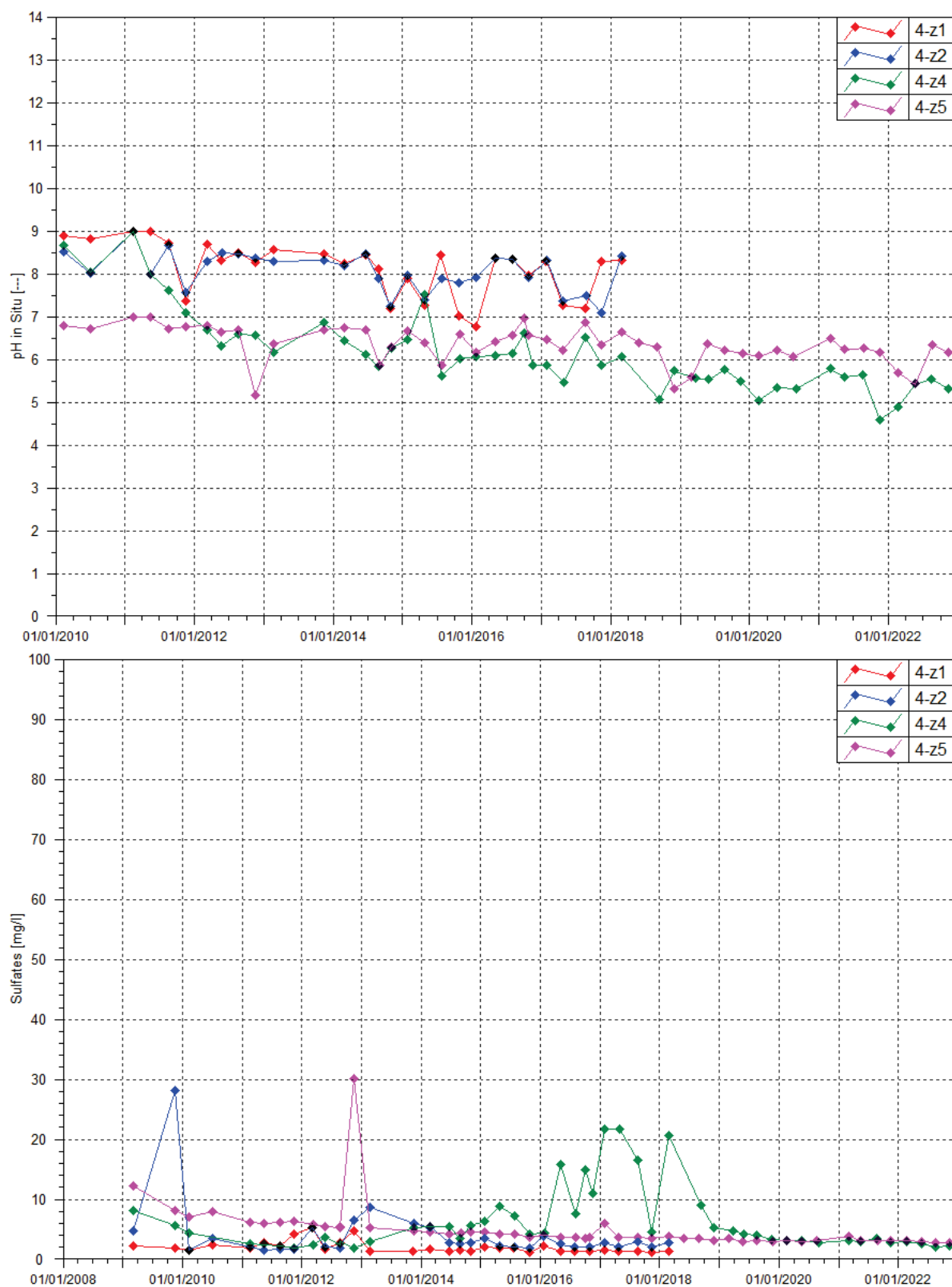
DCO et Hydrocarbures : Les hydrocarbures ne sont pas quantifiés dans la nappe des horizons saprolitiques au cours de 2022.

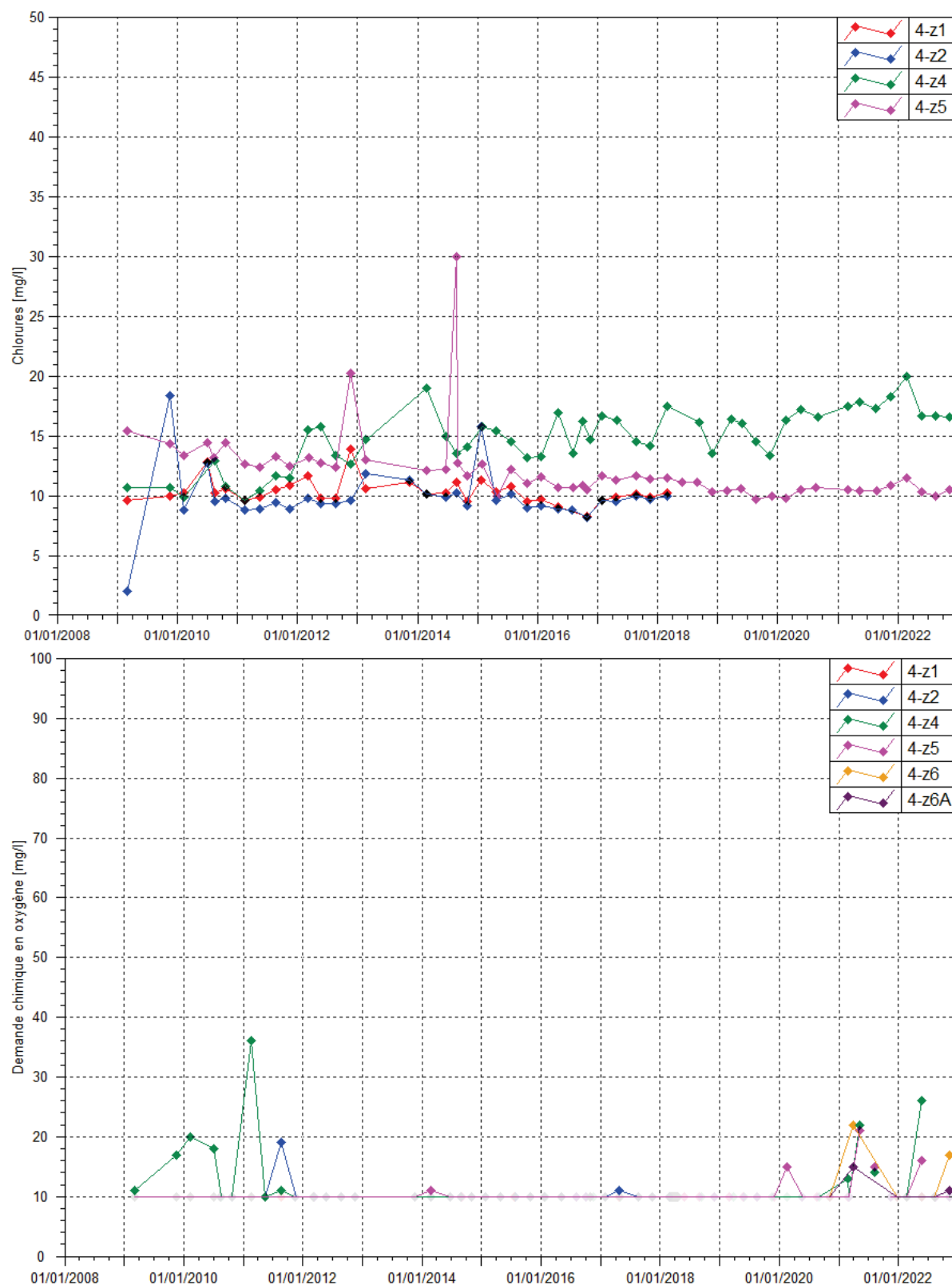
Chrome et Chrome VI : ces paramètres ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'UPM.

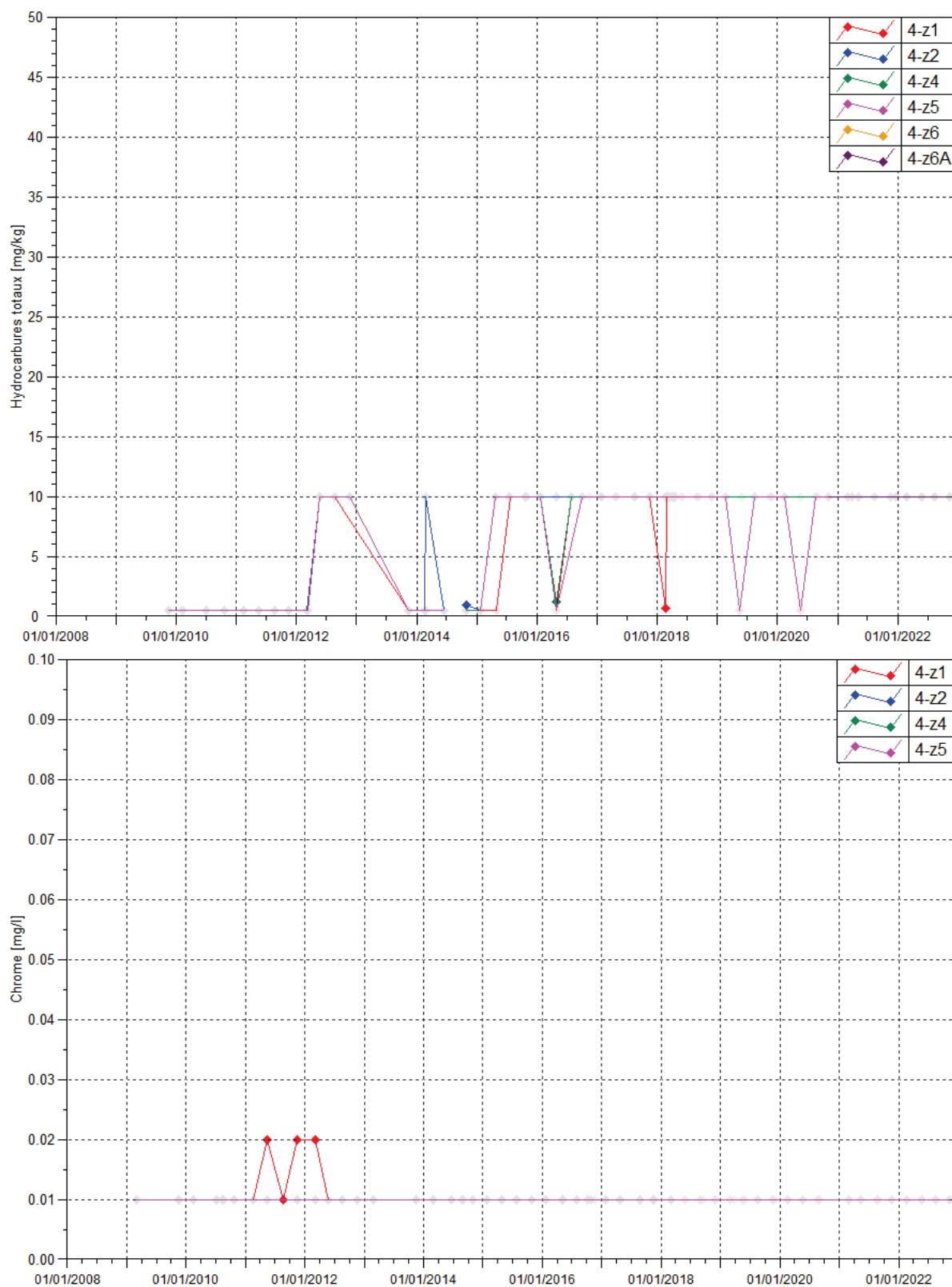
Calcium, TAC, Potassium et Sodium : les résultats d'analyse de 2022 ne révèlent aucune évolution particulière pour ces paramètres calcium et TAC. De légères variations en sodium et potassium sont enregistrées aux piézomètres 4-z4 et 4-z5 avec une baisse du potassium au 4-z4 sur l'année 2022.

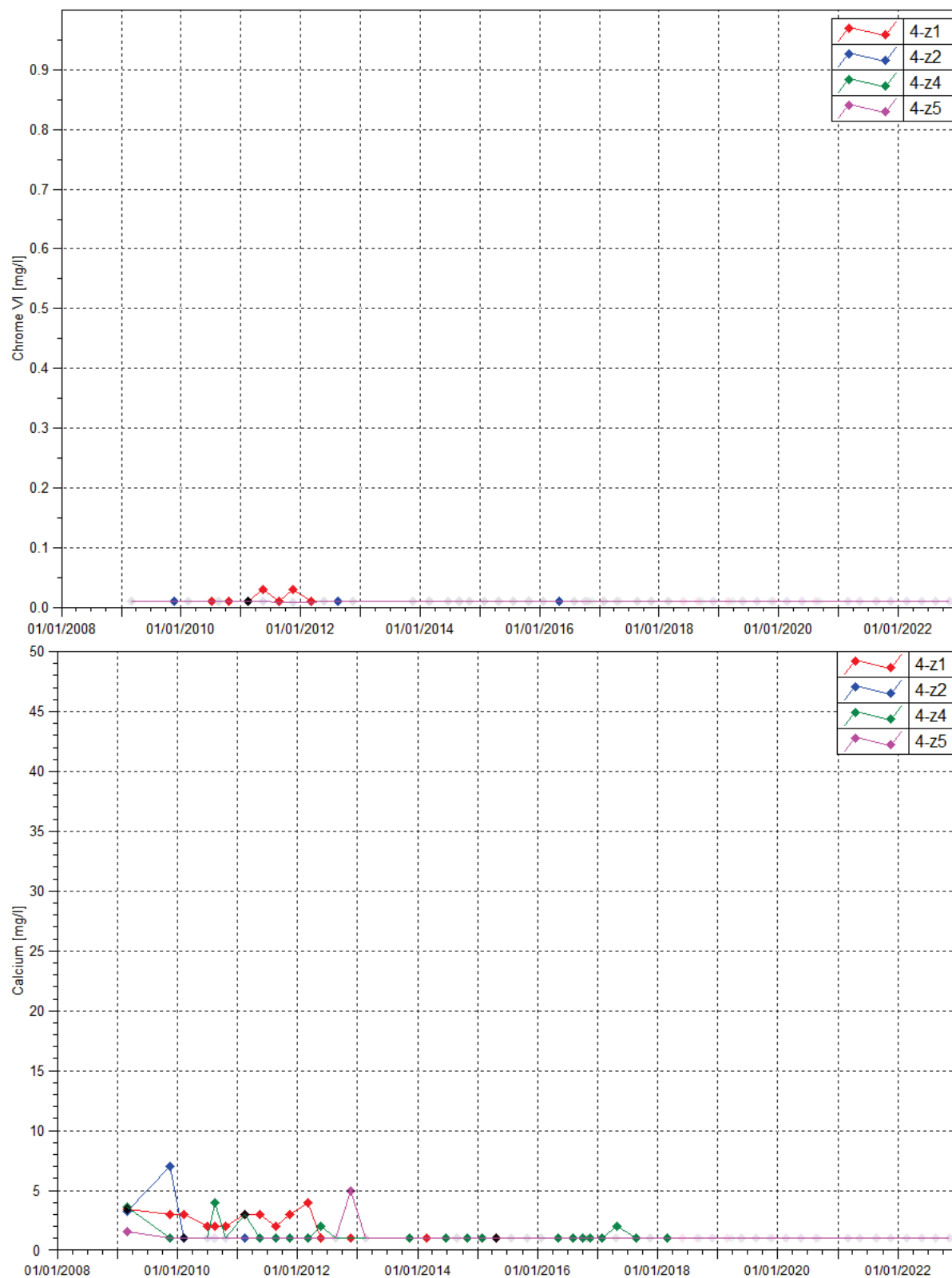
Figure 21 : Résultats du suivi piézométrique sur le secteur de l'Unité de préparation du minerai–conductivité, pH, sulfates, chlorures, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

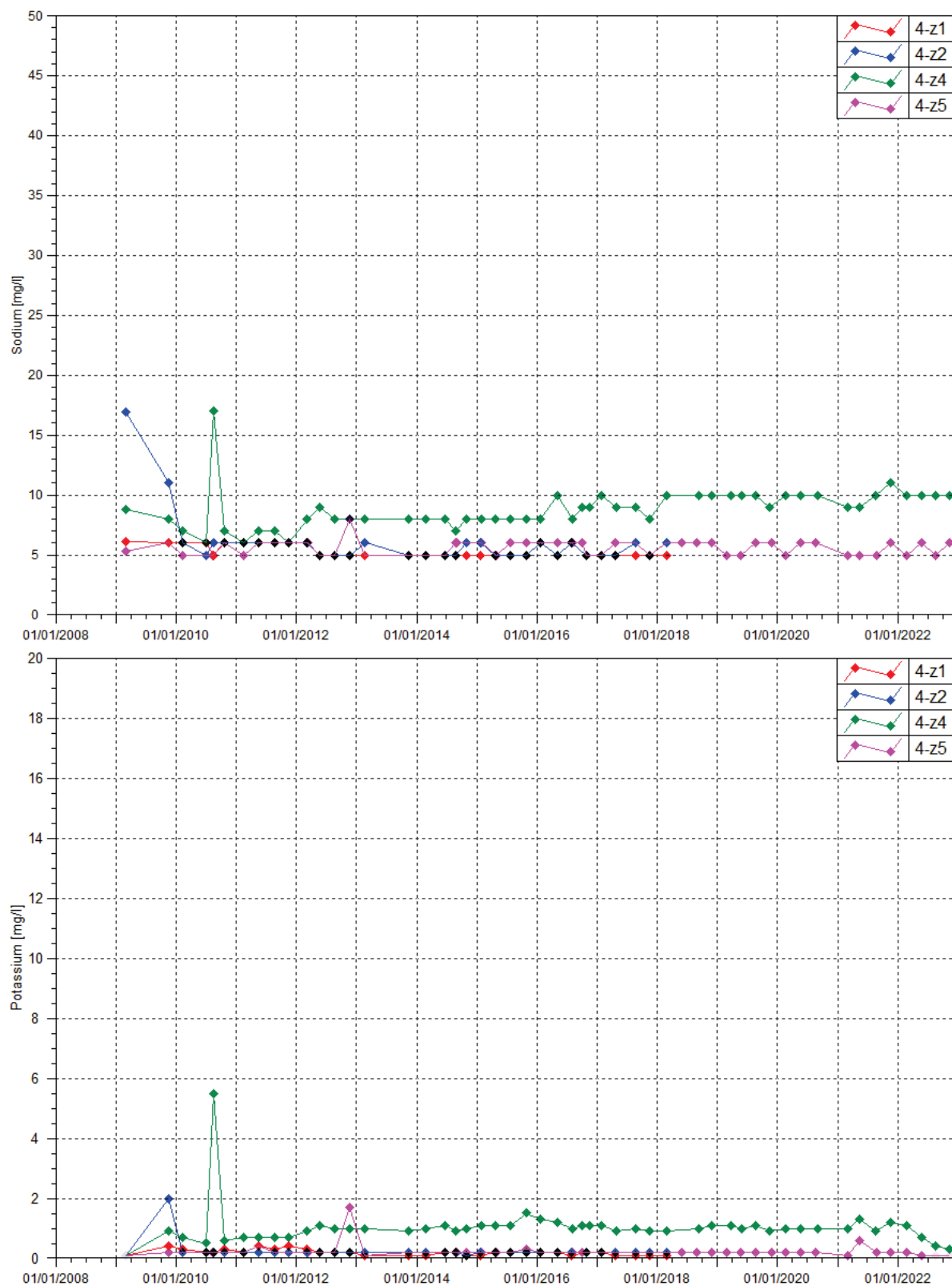


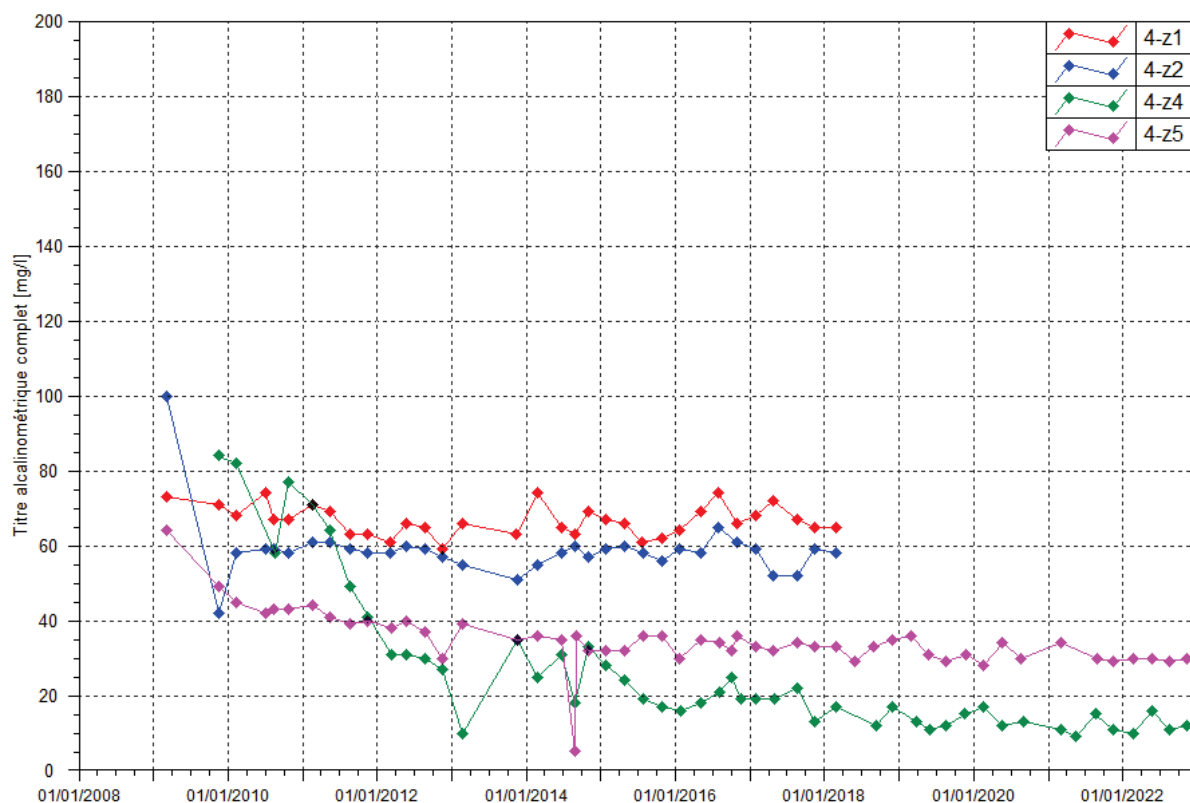












3 ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS

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 comprise entre 102 et 216 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cependant ce bilan met en évidence de légères perturbations de la qualité physico-chimique de la nappe au niveau des piézomètres WKBH118A. Les résultats du suivi en 2021 et 2022 pour ces piézomètres confirment la tendance légère à la hausse de la conductivité, des sulfates, chlorures et magnésium à plus ou moins mesure aux piézomètres WKBH118A depuis 2008.

Les évolutions des paramètres de conductivité, sulfates, magnésium 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 également un déséquilibre de la qualité physico-chimique de la nappe au niveau des piézomètres PP1-A, WK6-10A, WKBH117B et à moindre teneur au piézomètre WK6-12A. Les résultats de suivi en conductivité,

sulfates et magnésium pour ces piézomètres confirment la tendance à la hausse observée à partir de 2020.

D'autre part, le suivi de 2021 et 2022 dans la zone éloignée du stockage de résidu ne révèle aucune tendance particulière pour l'ensemble des paramètres de suivi de la nappe latéritique. En revanche, le suivi de la nappe profonde atteste d'une évolution de la qualité physico-chimique au niveau du piézomètre WK6-14. En effet, l'analyse des résultats de suivi de ce piézomètre confirme une croissance légère et constante de la conductivité, des teneurs en sulfates et magnésium. Les valeurs mesurées ne sont pas indicatrices de perturbation majeure de la qualité physico-chimique mais l'évolution de ces paramètres sera à suivre au cours des prochains bilans semestriels.

Ces évolutions sont liées à l'exploitation du parc à résidus, qui continuent d'apporter des éléments dissous via des circulations d'eau souterraines préférentielles et des infiltrations qui influent sur la qualité physico-chimique de la nappe profonde en certains points localisés. Aucun nouveau point de perturbations n'est observé au cours de ce bilan annuel. Seul le piézomètre WK6-14, situé en zone éloignée, semble présenter une légère évolution qui sera à surveiller lors des prochains bilans semestriels.

Enfin, concernant les métaux, le manganèse est uniquement et faiblement détecté dans la nappe saprolitique profonde et latéritique proche de la zone de stockage mais les teneurs relevées sont faibles et équivalentes à l'état initial. Concernant le nickel, une légère augmentation de la concentration en nickel dans l'aquitard latéritique proche de la zone de stockage se poursuit au niveau du piézomètre WKBH1112A. Les précédents bilans indiquaient des fluctuations en nickel au niveau de ce piézomètre depuis 2014. 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 excepté au piézomètre WKBH114 où un pic de concentration en chrome est enregistré en mai 2022.

3.2.1.2 Sources : WK17 et WK20

L'analyse des résultats de suivi des sources de la Kwé Ouest, WK17 et WK20, montrent les mêmes caractéristiques physico-chimiques et les mêmes comportements que ceux de la nappe profonde de la Kwé Ouest. La localisation des sources est proche du stockage des résidus, il a été démontré lors des précédents bilans que les résultats d'analyse des sources présentaient des similitudes d'évolution avec le piézomètre WKBH103 et avec le piézomètre WKBH110 pour la source WK20, deux piézomètres désormais détruits suite à l'avancée des travaux de construction Lucy.

Le bilan du suivi 2021 et du 1^{er} semestre 2022 atteste :

- D'un affaiblissement de la minéralisation justifié par une diminution de la conductivité, des sulfates et du magnésium à la source WK17,
- D'une stabilité physico-chimique à WK20. Les concentrations relevées à WK20 restent toujours plus faibles qu'à WK17.
- Une hausse de la minéralisation au niveau de la confluence des sources, WK17-20, s'expliquant par la modification des écoulements en provenance de WK17 et WK20. Suite aux travaux opérés dans la zone à partir d'avril 2021, les apports en minéraux venant des sources ont été modifiées.

En revanche, lors du 2^{ème} semestre, à la suite de l'incident au niveau de la géomembrane du parc de stockage des résidus de la Kwé, les concentrations en minéraux et sulfates ont augmenté de manière significative. En fin 2022, les concentrations des différents paramètres diminuent très légèrement mais ne sont pas encore revenues aux valeurs normales mesurées habituellement.

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

Les résultats de suivi de 2022 dans les eaux souterraines des horizons latéritiques confirment :

- Les fortes variations de conductivité et des sulfates observées au piézomètre 6-14A depuis 2012. Cependant les maximales mesurées en 2022 sont inférieures aux maximales précédemment relevées. La tendance en 2022 est de nouveau à la hausse pour ces paramètres.

- Des mesures légèrement plus élevées pour les paramètres de conductivité et chlorures au piézomètre 6-8A au premier semestre 2022.
- Des concentrations en chlorures en légère hausse sur l'ensemble des piézomètres de ce groupe constatées en fin d'année 2022.

Le piézomètre 6-14A est situé près de l'unité 310-320 (usine de calcaire et de chaux). L'aquitard latéritique pourrait être influencé par l'infiltration des eaux de ruissellement sur cette zone. Les pics de conductivité et de sulfates sont le résultat des variations du niveau d'eau dans la nappe latéritique. En 2021, les relevés de niveau piézométrique effectués lors des prélèvements d'eau souterraine indiquaient une diminution du niveau de l'aquitard. Cet assèchement pourrait expliquer l'affaiblissement de la minéralisation relevée pour ce piézomètre en 2021. En 2022, l'augmentation du niveau d'eau de l'aquitard explique la tendance à la hausse de nouveau observée.

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats de 2022 ne montrent pas d'évolution particulière. Toutefois, on peut noter de légères perturbations notamment au piézomètre 6-8 durant cette période. Ces variations qui sont représentées par une légère hausse puis une stabilisation en 2022 concernent les ions sulfates et chlorures. 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 pour le piézomètre 6-8 et plus largement du site industriel pourrait être la cause des variations observées durant cette période.

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, ce bilan confirme la tendance à l'augmentation des concentrations en chlorures depuis 2015. De légères variations en sodium et potassium sont également enregistrées aux piézomètres 4-z4 et 4-z5.

L'évolution des chlorures est liée à la dégradation du scellement du piézomètre. Les résultats de suivi physico-chimique attestent que cette dégradation s'atténue au fil des années.

Pour rappel, une étude menée en interne 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 2019 de l'impact de l'UPM sur les eaux souterraines et les eaux de surface.

Conclusion

En 2022, les résultats du suivi des eaux souterraines en aval du parc à résidus de la Kwé ouest montrent une baisse de la conductivité sur les stations localisées dans l'aquitard latéritique proche : PP1-A, WK6-10A, WKBH117B. En corrélation avec la conductivité, on peut également constater une tendance à la baisse des sulfates sur PP1-A et WK6-10A.

Au niveau de l'aquifère principal éloigné, les concentrations en sulfates sont faibles. On enregistre par ailleurs une baisse suite au prélèvement effectué en fin d'année 2022.

En revanche, on constate une augmentation soudaine des concentrations en sulfates, magnésium, calcium, manganèse et chrome au niveau des sources WK-17, WK-20 vers fin septembre, qui est la résultante des infiltrations de résidus sous la géomembrane de l'aire de stockage de KO2. Ces concentrations se maintiennent à des niveaux élevés en fin d'année 2022, sauf le chrome qui revient à des valeurs de normale.

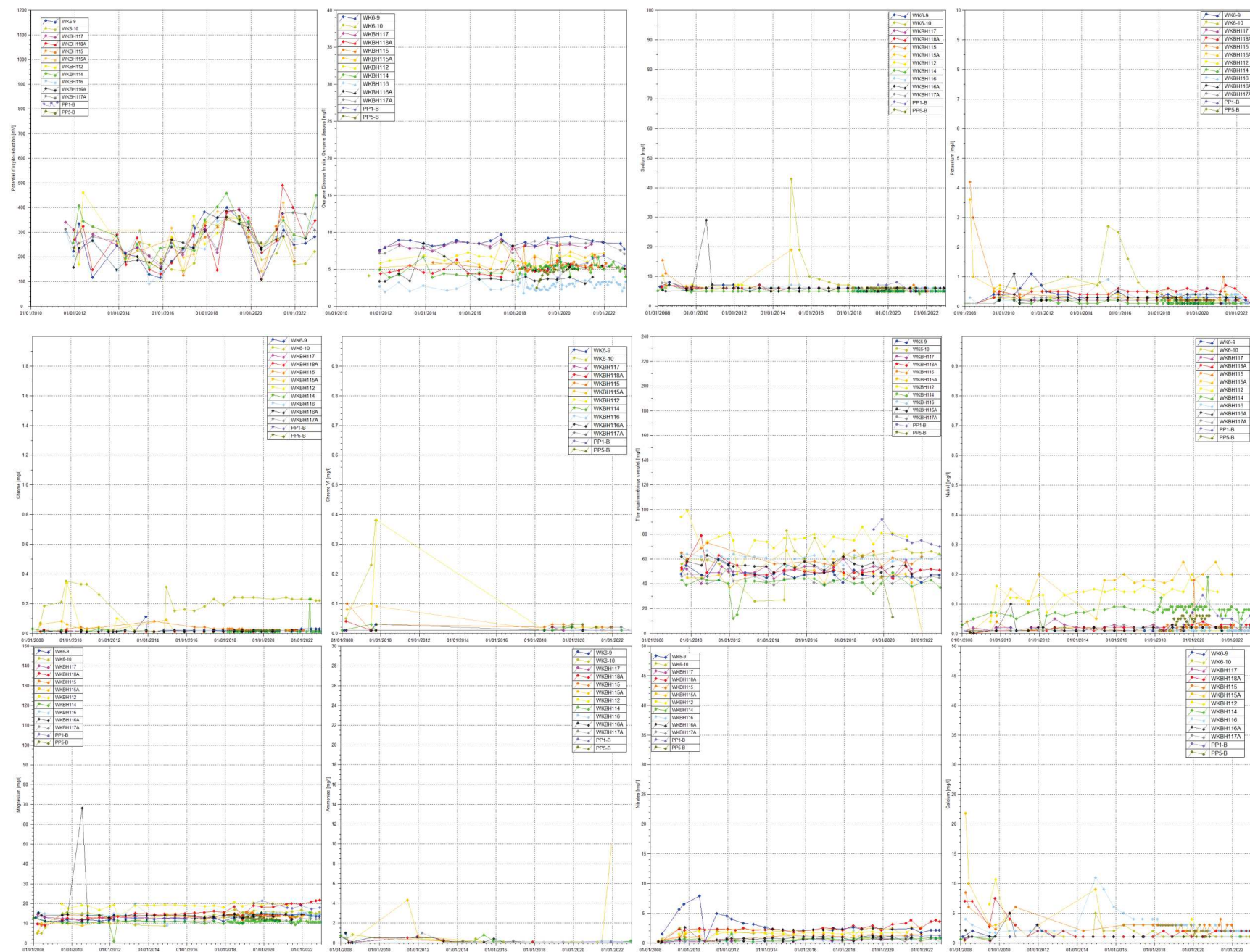
Au niveau de l'usine, des tendances sont observées notamment aux piézomètres 6-14A, 6-8, et sont probablement en lien avec l'infiltration des eaux de ruissellement au niveau de la zone de stockage de vrac.

Le réseau de suivi piézométrique au niveau de l'usine a été complété dans le but d'avoir une meilleure compréhension de l'origine et de l'étendue 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. Des campagnes de prélèvement sont réalisées et l'exploitation des résultats fera l'objet d'une étude spécifique.

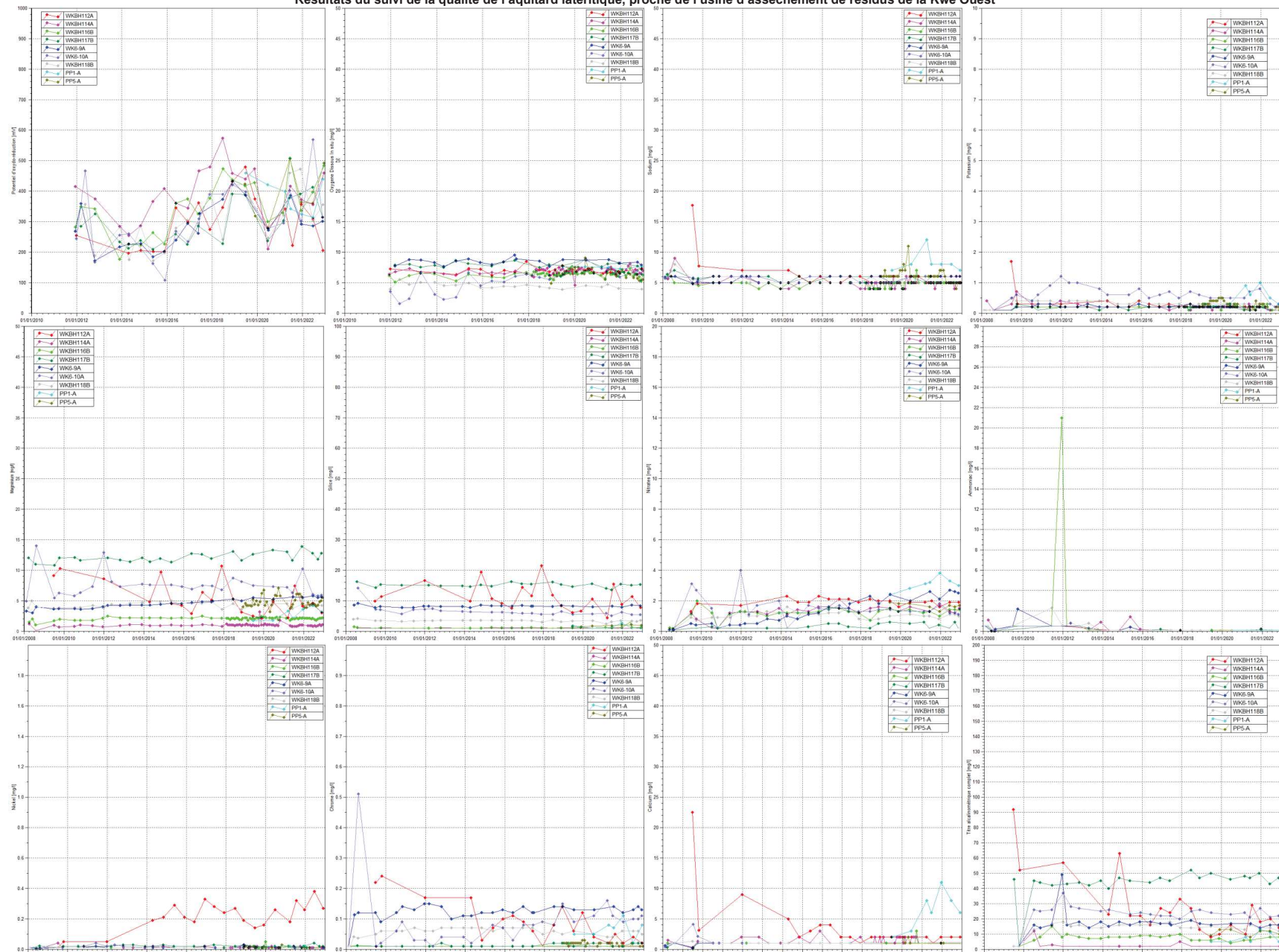
Enfin, les analyses des résultats de suivi au niveau de l'UPM attestent d'une contamination en chlorures des eaux souterraines situées dans les horizons saprolitiques au niveau du piézomètre 4-z4, que l'on explique du fait d'une dégradation progressive du scellement de l'ouvrage.

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

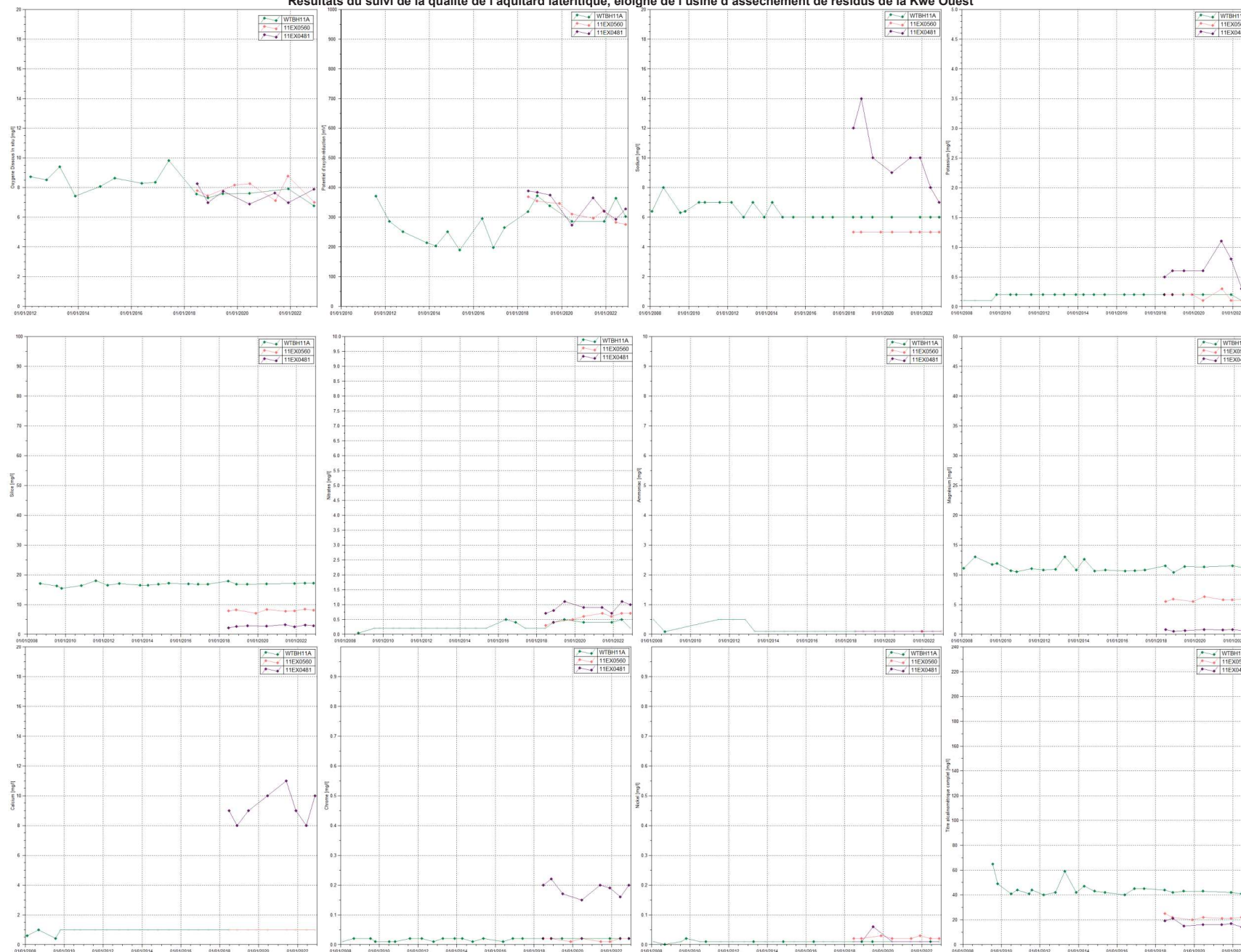
Résultats du suivi de la qualité de l'aquifère principal proche de l'exploitation de l'usine d'assèchement de la Kwé Ouest :



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 latéritique, éloigné de l'usine d'assèchement de r  sids de la Kw   Ouest



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

