Suivi environnemental
Rapport Semestriel 2017
Eaux Souterraines

Vale Nouvelle-Calédonie
2017

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 des activités du parc à résidus 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 8

1.2.1 Campagnes de mesures physico-chimiques 8
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 9
1.2.5 Analyse des métaux 10

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 des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines 11
2.1.3 Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM) sur les eaux souterraines 11
2.1.4 Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines 11

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 13
2.2.3 Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minerai 15
2.2.4 Données disponibles pour l'Usine 15

2.3 RESULTATS 16

2.3.1 Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines 16
2.3.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines de la Kwé Ouest 18
2.3.3 Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines 43
2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines 57

3 ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS 65

3.1 SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PORT SUR LES EAUX SOUTERRAINES 65

3.2 SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PARC A RESIDUS SUR LES EAUX SOUTERRAINES 65

3.3 SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'USINE SUR LES EAUX SOUTERRAINES 66

3.4 SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'UPM SUR LES EAUX SOUTERRAINES 66

4 BILAN DES NON-CONFORMITES 67

CONCLUSION 68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi du port 2
Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi du parc à résidus 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 9
Tableau 6 : Méthodes d'analyse pour les métaux 10
Tableau 7 : Valeurs indicatives suivant l'arrêté n°891-2007/PS 11
Tableau 8 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°1466-2008/PS 11
Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port 12
Tableau 10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi semestriel 13
Tableau 11 : Données disponibles sur les trois piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi mensuel 14
Tableau 12 : Données disponibles pour le suivi des résurgences de la Kwé Ouest 14
Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM 15
Tableau 14 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine 15

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation des piézomètres du port 3
Figure 2 : Carte de localisation des piézomètres du parc à résidus 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 16
Figure 6 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe A) – pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, et manganèse, magnésium 19
Figure 7 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe B) – pH, conductivité, sulfates et manganèse 23
Figure 8 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe C) – pH, conductivité, sulfates, chlorures et manganèse 26
Figure 9 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe D) – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse 29
Figure 10 : Résultats du suivi piézométrique mensuel de la Kwe Ouest – conductivité, sulfate, magnésium, calcium et manganèse 33
Figure 11 : Résultats du suivi en continu des piézomètres de la Kwé Ouest 36
Figure 121 : Mesures de pH des stations WK17 et WK20 entre janvier 2010 et juillet 2017 37
Figure 13: Mesures de conductivité des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017 38
Figure 14: Concentration en sulfates des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017 39
Figure 15 : Concentration en manganèse des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017 40
Figure 16: Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017 . 41
Figure 18 : Suivi des mesures continues aux sources WK17 et WK20 42
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 44
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 51
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 58

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
FeII	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. En 2017, l'objectif de production annuel est 43529 tonnes de nickel.

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, N°1467-2008/PS du 9 octobre 2008, et N° 1466-2008/PS du 9 octobre 2008 correspondant respectivement aux prescriptions des ICPE du port, de l'usine et de l'unité de préparation du minerai et d'un centre de maintenance de la mine, et du parc à résidus.

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

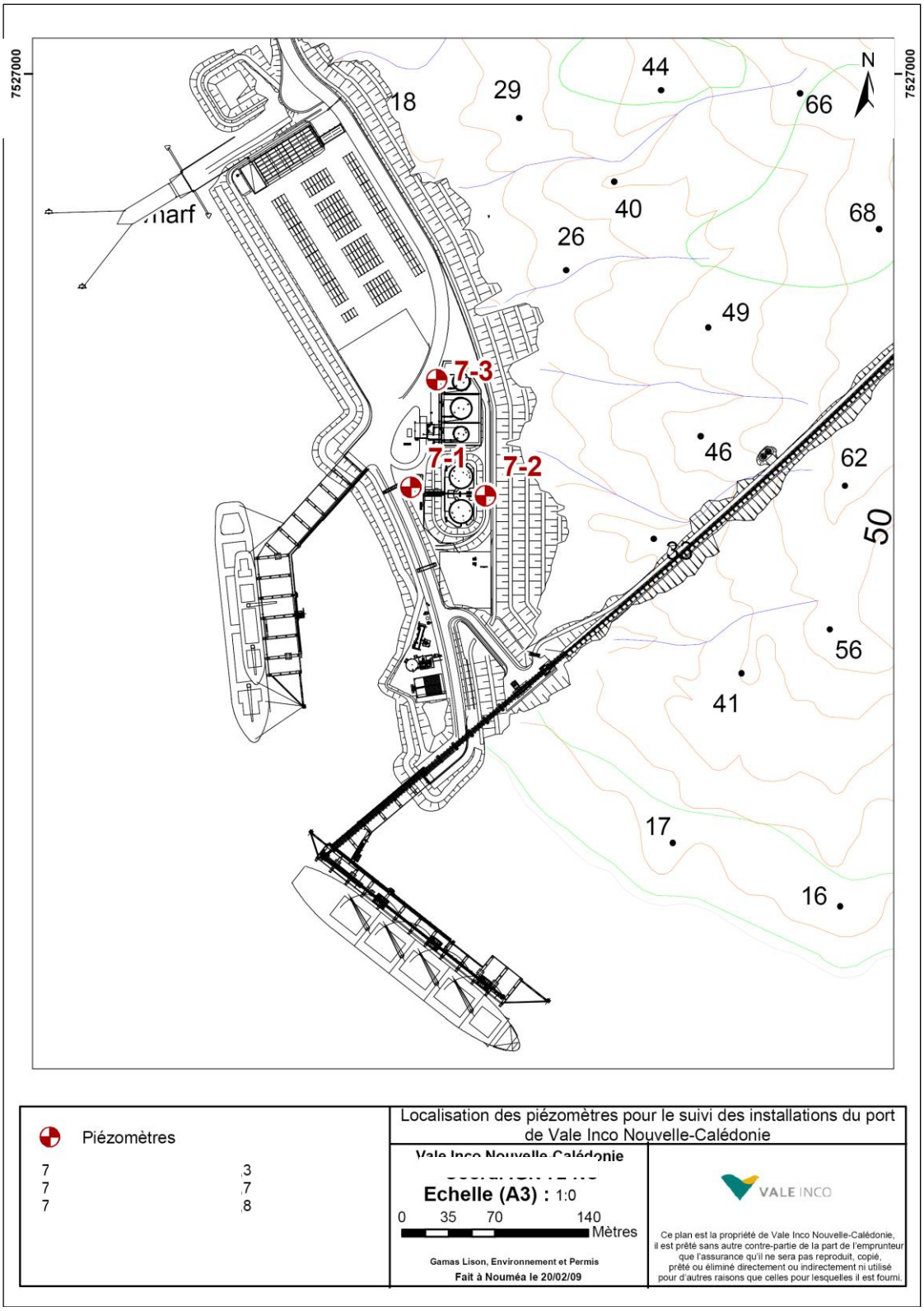
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
7-1	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491884,5	205436,3
7-2	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491828,35	205442,3
7-3	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491847,2	205522,5

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



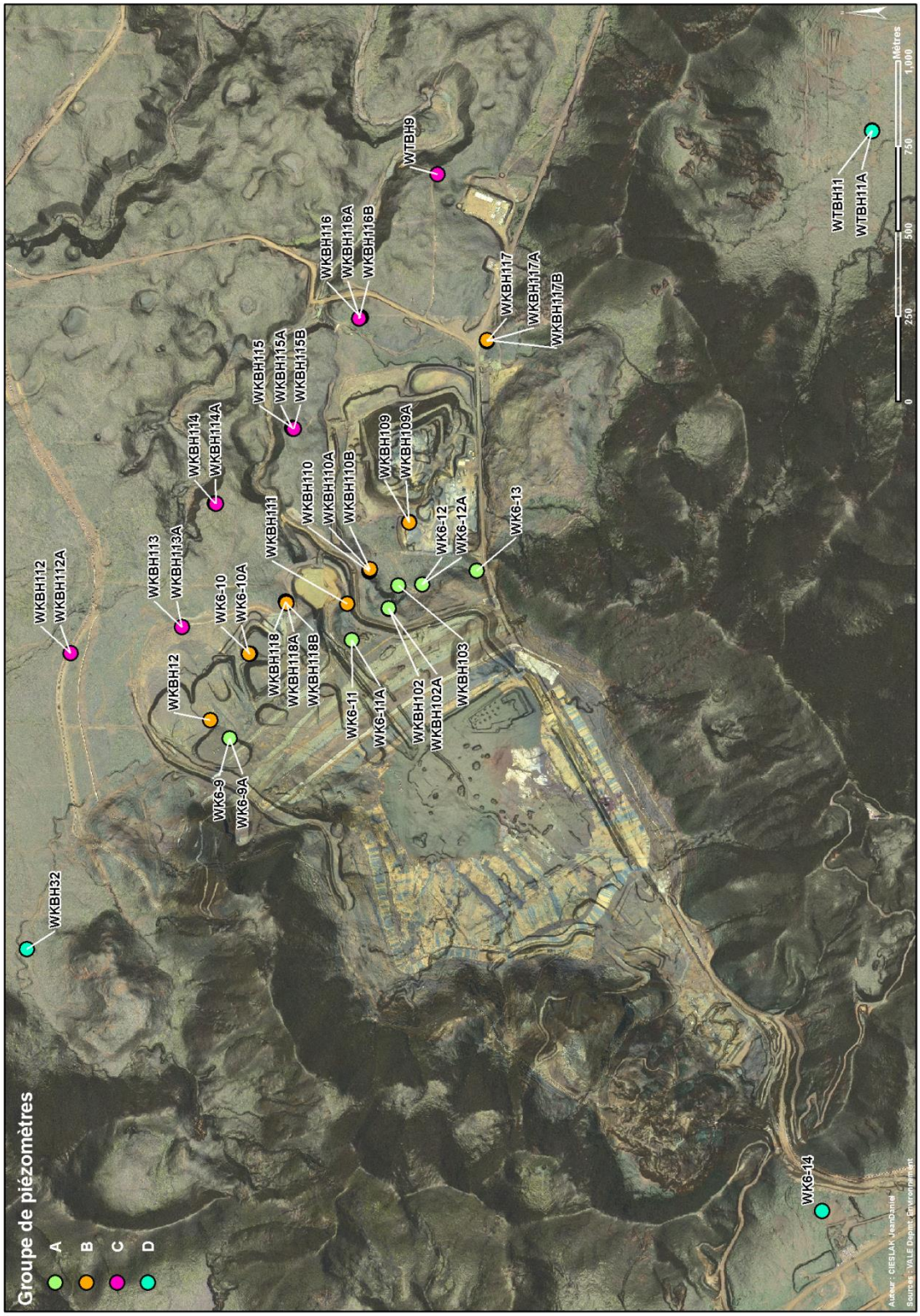
1.1.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines et sources

Les suivis des eaux souterraines et sources du bassin versant de la Kwé Ouest sont effectués sur 41 piézomètres et 2 résurgences. Les points de suivis sont décrits dans le tableau 2 et localisés dans la figure 2.

Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi du parc à résidus

Nom	Bassin versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
WK 6-9	KO	**Groupe A** Piézomètres d'alerte au pied de la berme	Arrêté n°1466-2008/PS	495191,4	211087,3
WK 6-9a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495190,4	211086,3
WK 6-11	Trou Bleu		Arrêté n°1466-2008/PS	495478,8	210727,3
WK 6-11a	Trou Bleu		Arrêté n°1466-2008/PS	495478,8	210728,3
WK 6-12	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495643,2	210520,4
WK 6-12a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495642,2	210520,4
WK 6-13	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495682,3	210360,7
WKBH 102	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495571,6	210620,0
WKBH 102a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495572,6	210619,0
WKBH 103	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495638,8	210590,4
WK 6-10	KO	**Groupe B** Suivi de la qualité de l'eau souterraine dans la zone tampon	Arrêté n°1466-2008/PS	495439,8	211029,0
WK 6-10a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495439,8	211026,0
WKBH 109	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495827,0	210559,7
WKBH 109a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495824,0	210558,7
WKBH 110	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495681,2	210676,7
WKBH 110a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495684,2	210675,7
WKBH 110b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495687,2	210674,7
WKBH 111	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495585,7	210742,0
WKBH 117	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496356,5	210330,3
WKBH 117a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496357,5	210330,3
WKBH 117b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496360,5	210331,4
WKBH 118	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495593,5	210921,1
WKBH 118a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495590,5	210920,1
WKBH 118b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495588,5	210919,0
WKBH 112	KO	**Groupe C** Suivi de la qualité de l'eau souterraine près de la rivière Kwé Ouest	Arrêté n°1466-2008/PS	496699,6	210601,6
WKBH 112a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496704,6	210596,6
WKBH 113	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495539,3	211227,6
WKBH 113a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495540,4	211219,7
WKBH 114	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495881,0	211130,0
WKBH 114a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495879,1	211127,0
WKBH 115	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496102,6	210903,6
WKBH 115a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496100,6	210900,5
WKBH 115b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496099,6	210898,5
WKBH 116	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496427,0	210701,8
WKBH 116a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496424,9	210704,8
WKBH 116b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496423,9	210706,8
WTBH 9	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496847,6	210476,6
WTBH 11	KO	**Groupe D** Suivi de la qualité de l'eau souterraine dans les vallées	Arrêté n°1466-2008/PS	496974,2	209199,7
WTBH 11a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496976,2	209199,7
WKBH 32	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496571,5	211681,9
WK 6-14	Rivière Kadji		Arrêté n°1466-2008/PS	493803,5	209346,8
WK 17	KO	**Source**	Arrêté n°1466-2008/PS	495617,6	210613,3
WK 20	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495673,3	210663,6

Figure 2 : Carte de localisation des piézomètres du parc à résidus



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.

Le piézomètre 4-z2 a été installé pour suivre l'installation de dépôt d'hydrocarbure côté Kwé Ouest.

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 réalisés 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 notre laboratoire interne 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 est également mesurée *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 mesurés 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	Méthode	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

1.2.5 Analyse des métaux

Les méthodes d'analyse des métaux dans les eaux douces sont indiquées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Méthodes d'analyse pour les métaux

Labo	Analyse	Unité	LD	Méthode	Intitulé de la méthode	Norme
Interne	Al	mg/L	0.1	ICP02	Analyse d'une cinquantaine d'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	ICP 02		
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 7 pour la composition des eaux souterraines.

Tableau 7 : 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 des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines

L'arrêté n°1466-2008/PS du 9 octobre 2008 relatif à l'exploitation du parc à résidus de la Kwé Ouest impose le respect des seuils indiqués dans le tableau 8 pour la composition des eaux souterraines, ainsi que des valeurs guides A3 inspirées de l'arrêté métropolitain relatif aux eaux brutes et aux eaux destinées à la consommation humaine du 11 janvier 2007.

Tableau 8 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°1466-2008/PS

Paramètre	Valeurs seuil
Conductivité	1000 µS/cm
Sulfates	150 mg/L
Manganèse	1 mg/L

Ces valeurs doivent être respectées en tout temps et *a minima* pour les piézomètres faisant partie du groupe B.

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

Aucun seuil règlementaire 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 règlementaire 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 du parc à résidus de la Kwé ouest, la campagne d'échantillonnage semestrielle des eaux souterraines s'est déroulée aux mois d'avril 2017.

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 janvier et avril 2017.

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 au cours du 1er semestre 2017. Le taux de données disponibles est présenté dans le tableau 9.

Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port

7-1, 7-2, 7-3		semestriel 2017				2017	
Fréquence	**Analyses**	**Janvier**	**Avril**	**Juillet**	**Octobre**	**Nombre d'analyses attendues**	**Nombre d'analyses réalisées**
Trimestrielle	pH	3	3			6	6
Trimestrielle	Conductivité	3	3			6	6
Trimestrielle	DCO	3	3			6	6
Trimestrielle	HT	3	3			6	6
				Nombre total d'analyses réalisées			24
				% analyses réalisées			**100.0**

2.2.2 Données disponibles pour le parc à résidus de la Kwé Ouest

Le suivi des piézomètres de la Kwé Ouest est effectué à fréquence semestrielle, mensuelle et continue.

Le taux de données disponibles pour le suivi du 1er semestre 2017 est présenté dans le tableau 10.

Tableau 10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi semestriel

	Groupe A			Groupe B			Groupe C			Groupe D		
	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%
pH	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
cond	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Eh	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
O^2 Dissous	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Al	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
As	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Ca	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Cl	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Co	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Cr	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Cu	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Fe	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
HCO3-	10	9	*90*	14	14	*100*	13	13	*100*	4	4	*100*
K	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Mg	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Na	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Ni	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
NO2	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
NO3	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Pb	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
PO4	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
SiO2	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
SO4	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Zn	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
Mn	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
F	10	9	90	14	14	100	13	13	100	4	4	100
MES	10	9	*0*	14	14	*0*	13	13	*0*	4	4	*0*
% d'analyses réalisées (hors MES)			90	% d'analyses réalisées (hors MES)		100	% d'analyses réalisées (hors MES)		100	% d'analyses réalisées (hors MES)		100

Depuis 2012, le piézomètre WK6-13 du groupe A n'a pas été échantillonné du fait que son accès y est interdit pour des raisons de sécurité.

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 du 1er semestre 2017 sont présentés dans le tableau 11.

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

WKBH113, WKBH102, WKBH110		Semestriel 2017												2017	
Fréquence	**Analyses**	**Janv**	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Déc**	**Nombre analyses attendues**	**Nombre analyses réalisées**
Continu	Conductivité	Total semestre												13104	11571
Mensuelle	Sulfates	3	3	3	3	3	3							18	18
Mensuelle	Magnésium	3	3	3	3	3	3							18	18
Mensuelle	Calcium	3	3	3	3	3	3							18	18
Mensuelle	Manganèse	3	3	3	3	3	3							18	18
											% de mesures continues de cond réalisées				**88.3**
											Nombre total d'analyses réalisées				72
											% analyses réalisées				**100**

Les taux de données disponibles des campagnes de suivi mensuel des résurgences de la Kwé Ouest du 1er semestre 2017 sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Données disponibles pour le suivi des résurgences de la Kwé Ouest

Sources WK17, WK20		Semestriel 2017												2017	
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 semestre (WK17: Isco, fréquence 5 min - WK20: Troll, fréquence 1H)												56784	56580
Continu	Conductivité	Total semestre (Suivi à fréquence horaire de la conductivité)												8736	8736
Hebdomadaire	pH	8	8	10	8	10	10							54	54
Hebdomadaire	Conductivité	8	8	10	8	10	10							54	54
Hebdomadaire	MES	8	8	10	8	10	10							54	54
Hebdomadaire	Sulfates	8	8	10	8	10	10							54	54
Hebdomadaire	Magnésium	8	8	10	8	10	10							54	54
Hebdomadaire	Manganèse	8	8	10	8	10	10							54	54
											% de mesures continues de cond réalisées				**99.7**
											Nombre total d'analyses réalisées				324
											% analyses réalisées				**100**

2.2.3 Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minerai

Le suivi des eaux souterraines de l'UPM est réalisé à fréquence trimestrielle. Le taux de données disponibles est présenté dans le tableau 13.

Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM

4-z1, 4-z2, 4-z4, 4-z5		Semestriel 2017				2017	
Fréquence	**Analyses**	**janvier**	**avril-mai**	**juillet**	**octobre**	**Nombre analyses attendues**	**Nombre analyses réalisés**
Trimestrielle	pH	4	4			8	8
Trimestrielle	Conductivité	4	4			8	8
Trimestrielle	DCO	4	4			8	8
Trimestrielle	Sulfates	4	4			8	8
Trimestrielle	Chrome VI	4	4			8	8
Trimestrielle	Calcium	4	4			8	8
Trimestrielle	Potassium	4	4			8	8
Trimestrielle	Sodium	4	4			8	8
Trimestrielle	TA	4	4			8	8
Trimestrielle	TAC	4	4			8	8
Trimestrielle	Chlorures	4	4			8	8
Trimestrielle	HT	4	4			8	8
				Nombre total d'analyses réalisées			96
				% analyses réalisées			100

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 14.

Tableau 14 : 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		Semestriel 2017				2017	
Fréquence	**Analyses**	**Janvier**	**Avril-mai**	**Juillet**	**Octobre**	**Nombre analyses attendues**	**Nombre analyses réalisées**
Trimestrielle	pH	16	16			32	32
Trimestrielle	Conductivité	16	16			32	32
Trimestrielle	DCO	16	16			32	32
Trimestrielle	Sulfates	16	16			32	32
Trimestrielle	Chrome VI	16	16			32	32
Trimestrielle	Calcium	16	16			32	32
Trimestrielle	Potassium	16	16			32	32
Trimestrielle	Sodium	16	16			32	32
Trimestrielle	TA	16	16			32	32
Trimestrielle	TAC	16	16			32	32
Trimestrielle	Chlorures	16	16			32	32
Trimestrielle	HT	16	16			32	32
				Nombre total d'analyses réalisées			384
				% analyses réalisées			**100.0**

La fréquence de suivi du piézomètre 6-14a a été augmentée en mensuel suite à la détection d'une anomalie.

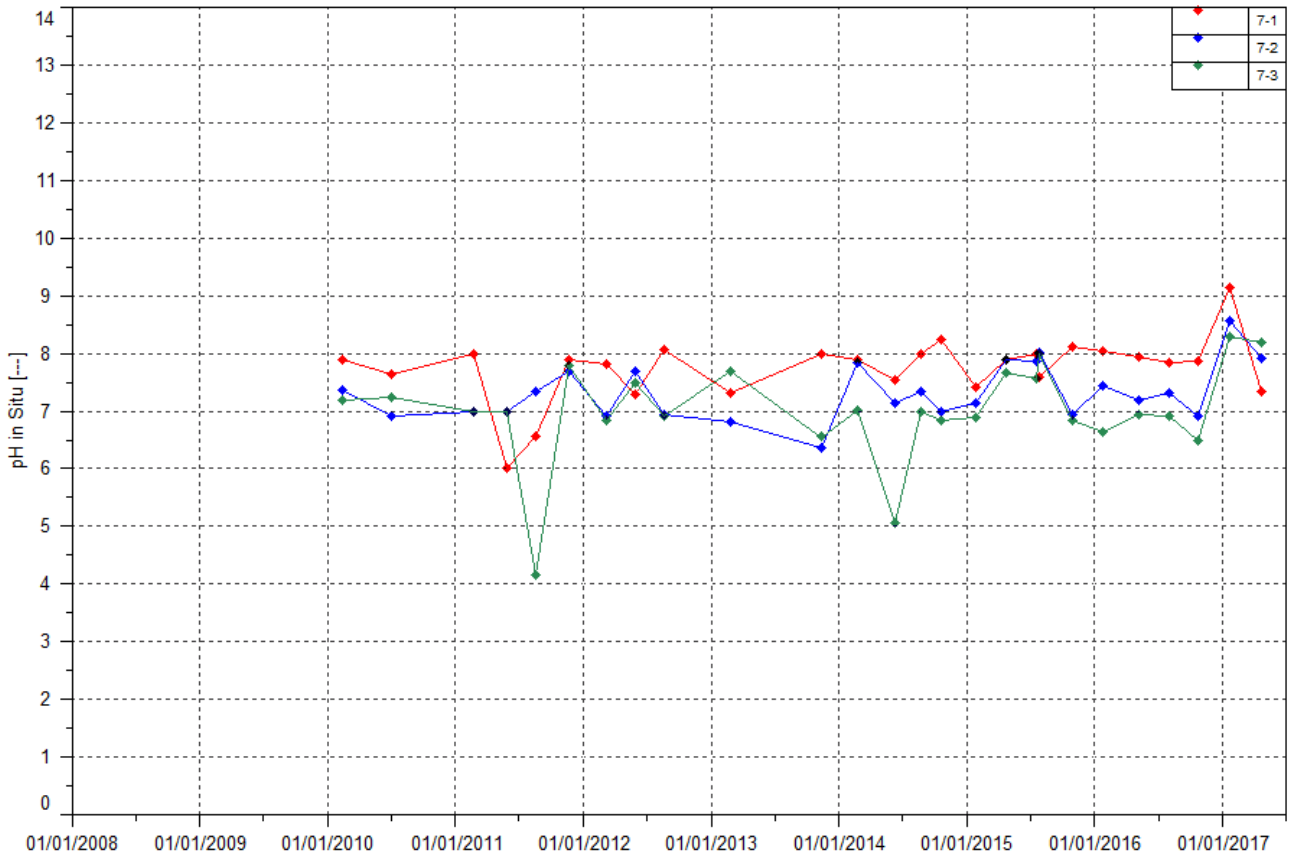
2.3 Résultats

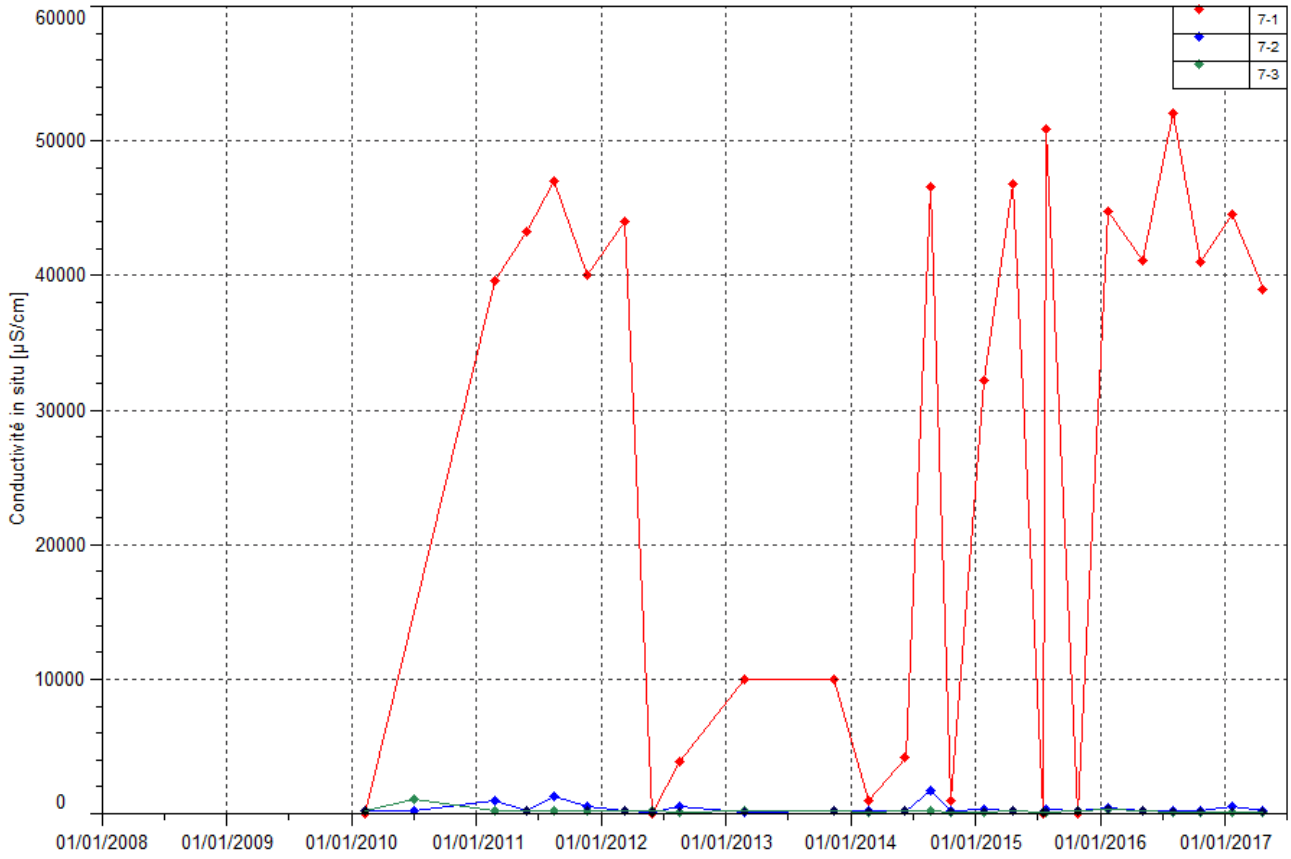
2.3.1 Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines

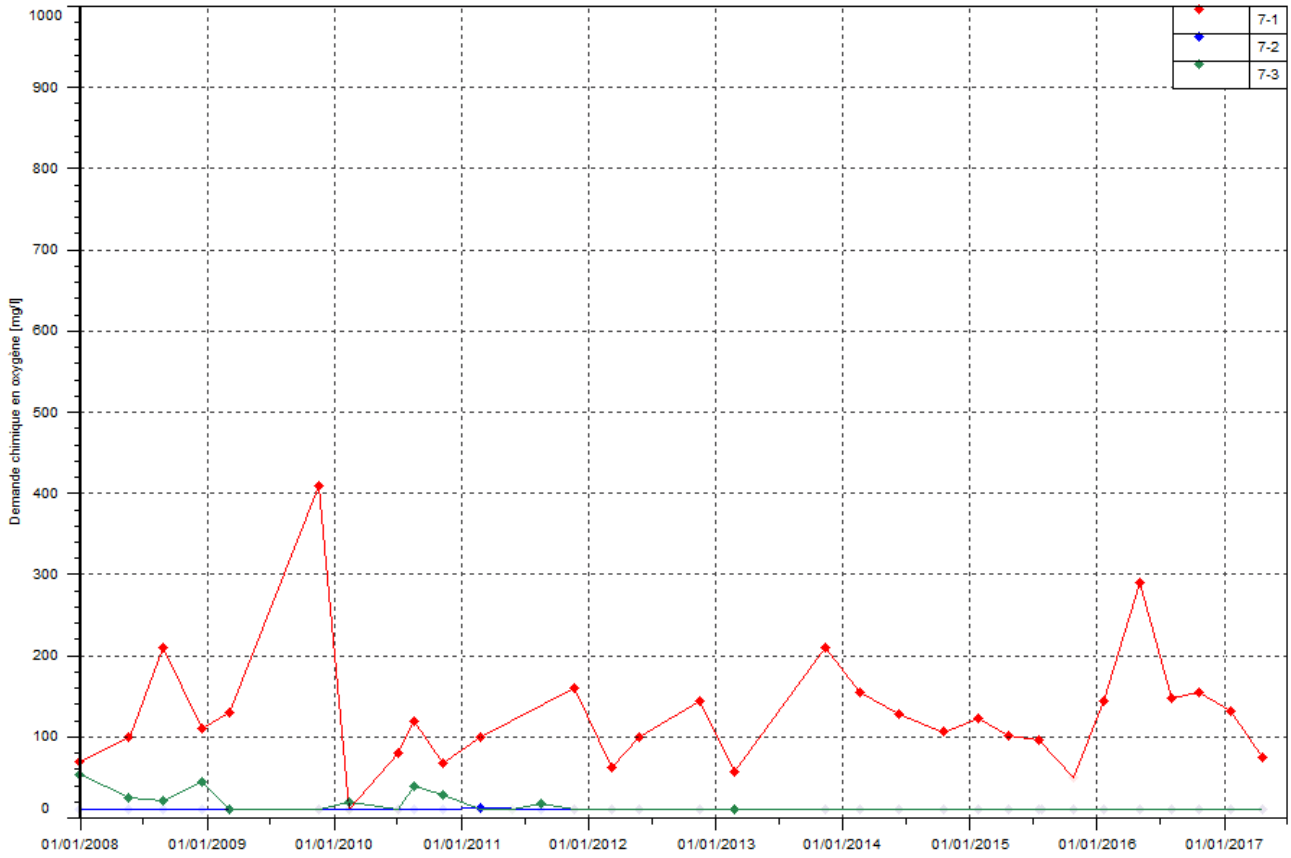
Les graphiques présentés ci-après indiquent les valeurs obtenues lors du suivi des eaux souterraines du port.

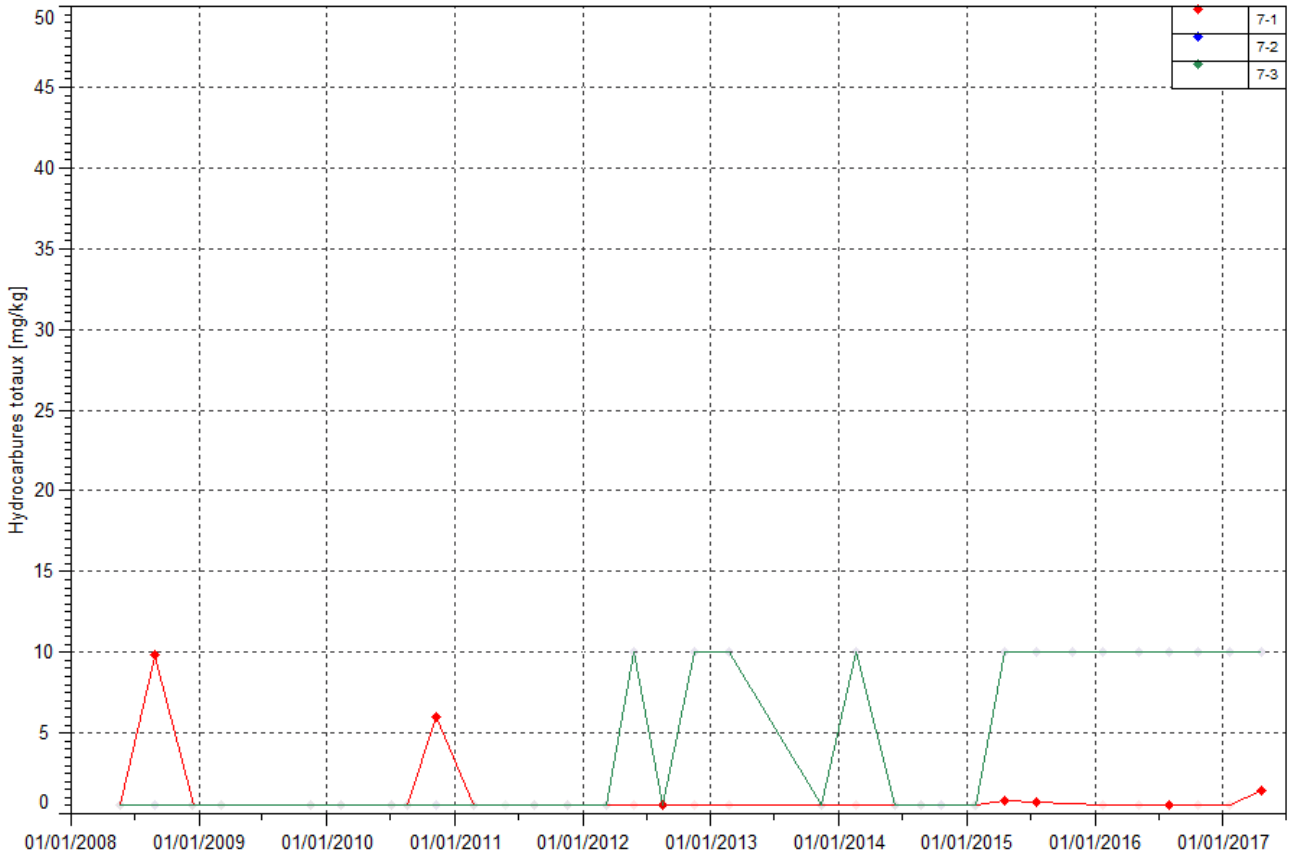
pH : compris entre 7.3 et 9.1 au cours du 1er semestre 2017. Les relevés du mois de janvier sont supérieurs aux pH régulièrement mesurés pour l'ensemble des piézomètres du port. Les mesures du mois d'avril indiquent un retour aux normales mesurées.
Conductivité : au 1er semestre, les relevés au piézomètre 7-1 montrent toujours une conductivité élevée. Les conductivités des deux autres piézomètres sont faibles sur la période.
DCO **:** Les valeurs de DCO du 1er semestre sont comparables aux années précédentes.
Hydrocarbures : Les hydrocarbures sont faiblement détectés au piézomètre 7-1 lors du contrôle du mois d'avril.

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




Conductivité in situ [µS/cm]
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
7-1
7-2
7-3


Demande chimique en oxygène [mg/l]
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
7-1
7-2
7-3



2.3.2 Suivi de l'impact des activités du parc à 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 très rarement détectés dans les eaux souterraines de la Kwé Ouest durant le 1er semestre 2017 : aluminium, arsenic, cobalt, cuivre, fer, zinc, plomb, nitrites, titre alcalimétrique, phosphates et fluorures.

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

Groupe A :

pH : compris en 5.2 et 8.7 au 1er semestre. La valeur minimale de pH est enregistrée au piézomètre WK6-12A au mois d'avril.

Conductivité : comprise entre 52.8 et 1320 µS/cm. On constate toujours une augmentation de la conductivité au piézomètre WKBH103. En juin 2016, on mesurait une conductivité de 723 µS/cm au piézomètre WKBH103. En juin 2017, on y relève une conductivité de 1320 µS/cm. Au piézomètre WKBH102, les contrôles du semestre indiquent une diminution de la conductivité. Aux piézomètres WK6-12 et WKBH6-12A, les relevés du semestre indiquent une stabilité de la conductivité.

Nitrates : les relevés du 1er semestre aux piézomètres WK6-12, WK6-12A et WKBH102 indiquent une diminution des concentrations en nitrates. A WKBH103, les concentrations sont variables sans révéler aucune tendance particulière depuis juillet 2015. Les concentrations relevées aux autres piézomètres ne montrent pas d'évolution particulière.

Sulfates : Les résultats du 1er semestre 2017 attestent toujours d'une augmentation des sulfates au piézomètre WKBH103. Le dernier contrôle de 2016 indiquait une concentration de 610 mg/L pour une mesure

en juin de cette année de 733 mg/L. Cette teneur correspond à la maximale pour ce groupe depuis 2008. Au piézomètre WKBH102, les résultats montrent une chute des concentrations au cours de ce semestre. Aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A, les résultats du 1er semestre sont stables.

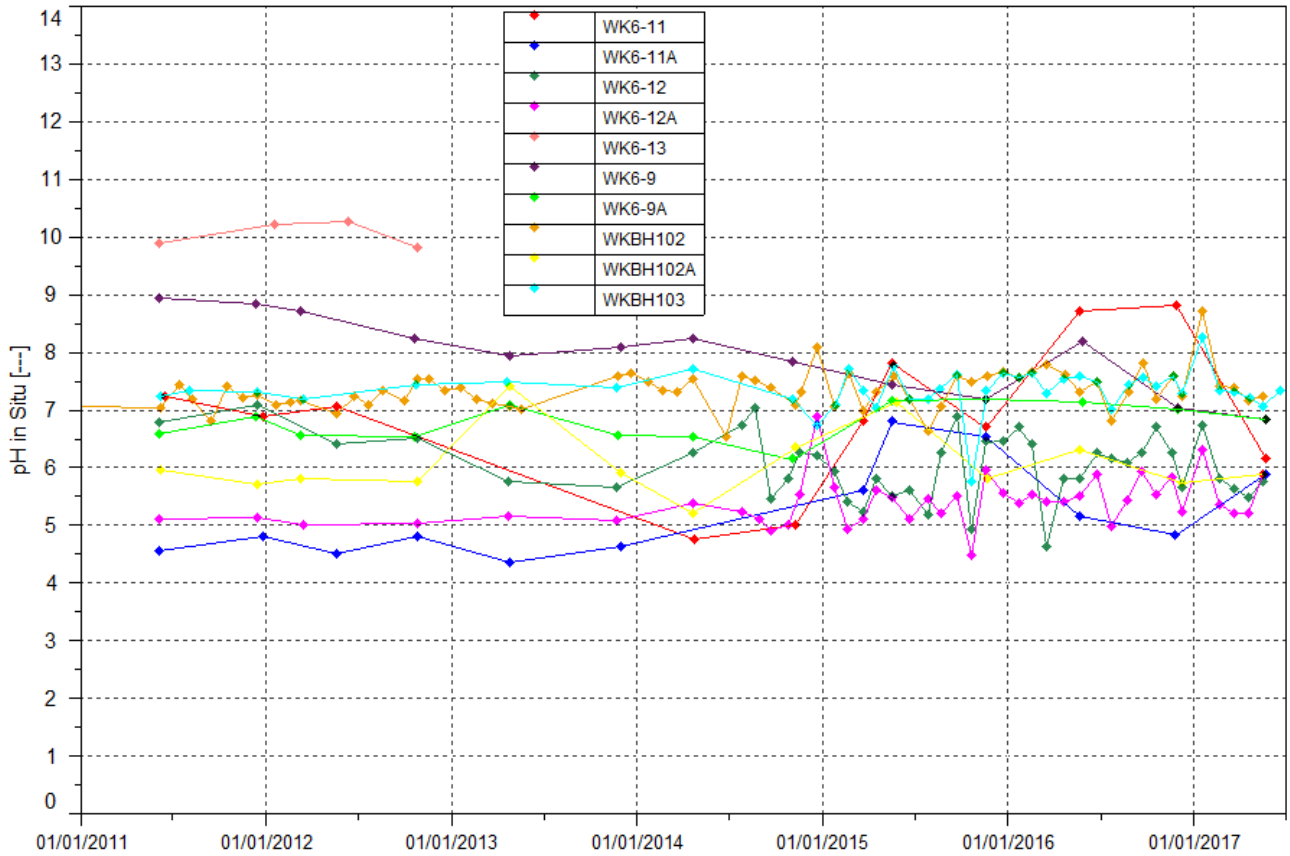
Chlorures : les relevés du 1er semestre 2017 au piézomètre WKBH103 montrent une stabilisation des concentrations aux chlorures. Toutefois, on y relève au mois de mars une forte teneur en chlorures, soit 131 mg/L. Au piézomètre WKBH102, on observe une diminution des teneurs en chlorures. Pour rappel, les résultats de suivi de 2016 aux stations WKBH103 et WKBH102 indiquaient une hausse des concentrations en chlorures. Aux piézomètres WK6-12, WK6-12A, les concentrations en chlorures sont stables durant cette période. Les concentrations aux autres piézomètres sont stables et ne révèlent aucune tendance particulière.

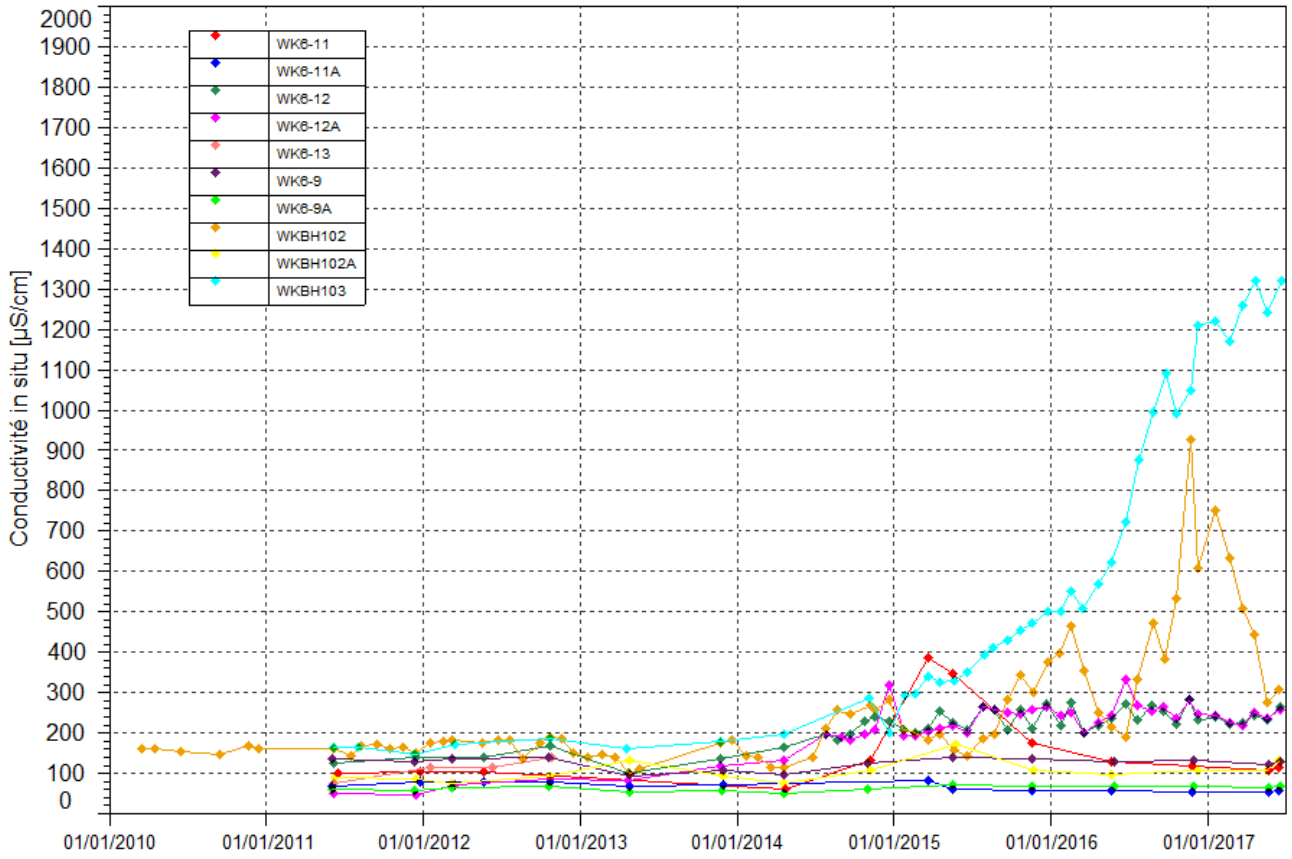
Manganèse : Durant cette période, le manganèse est uniquement et faiblement détecté aux stations WK6-11A et WKBH102A. Les concentrations observées sont inférieures à la limite réglementaire de 1 mg/L applicable aux piézomètres du groupe B.

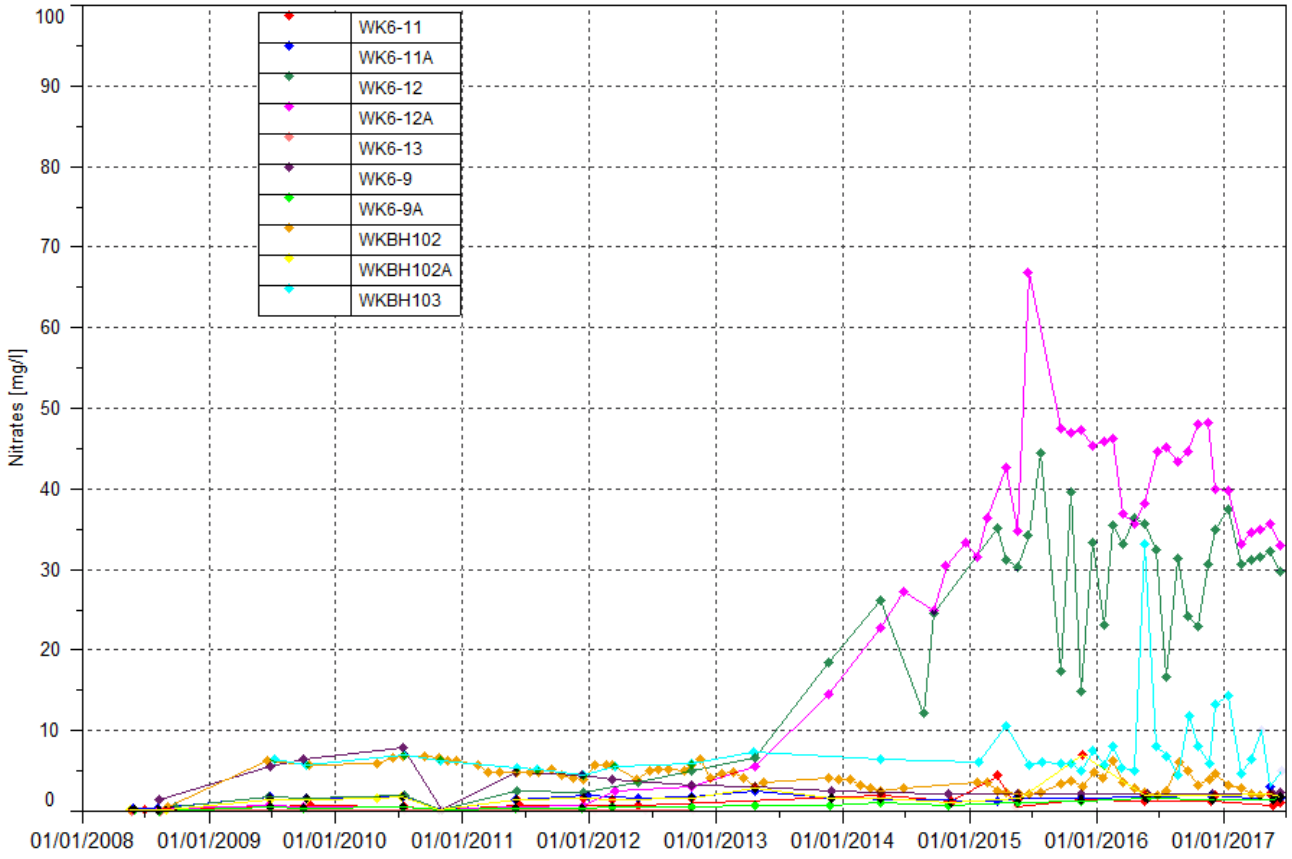
Magnésium : Les résultats du 1er semestre 2017 au piézomètre WKBH103 confirment la hausse constante des concentrations en magnésium. Les concentrations au piézomètre WKBH102 révèlent une diminution des teneurs en magnésium alors que les résultats de suivis du 2nd semestre 2016 indiquaient une hausse des concentrations. Aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A, les résultats du 2nd semestre indiquent une stabilisation des concentrations en magnésium.

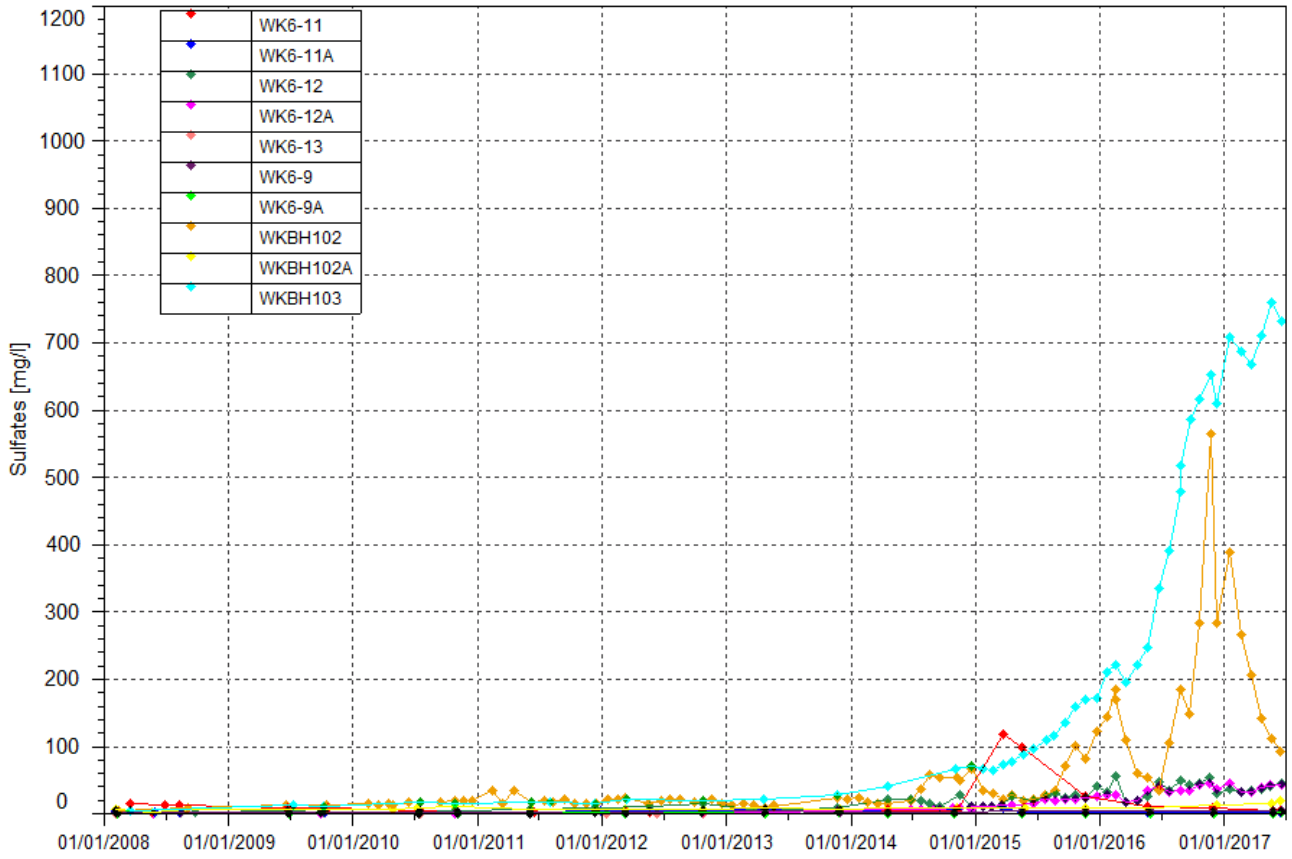
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe A sont présentés à la Figure 6.

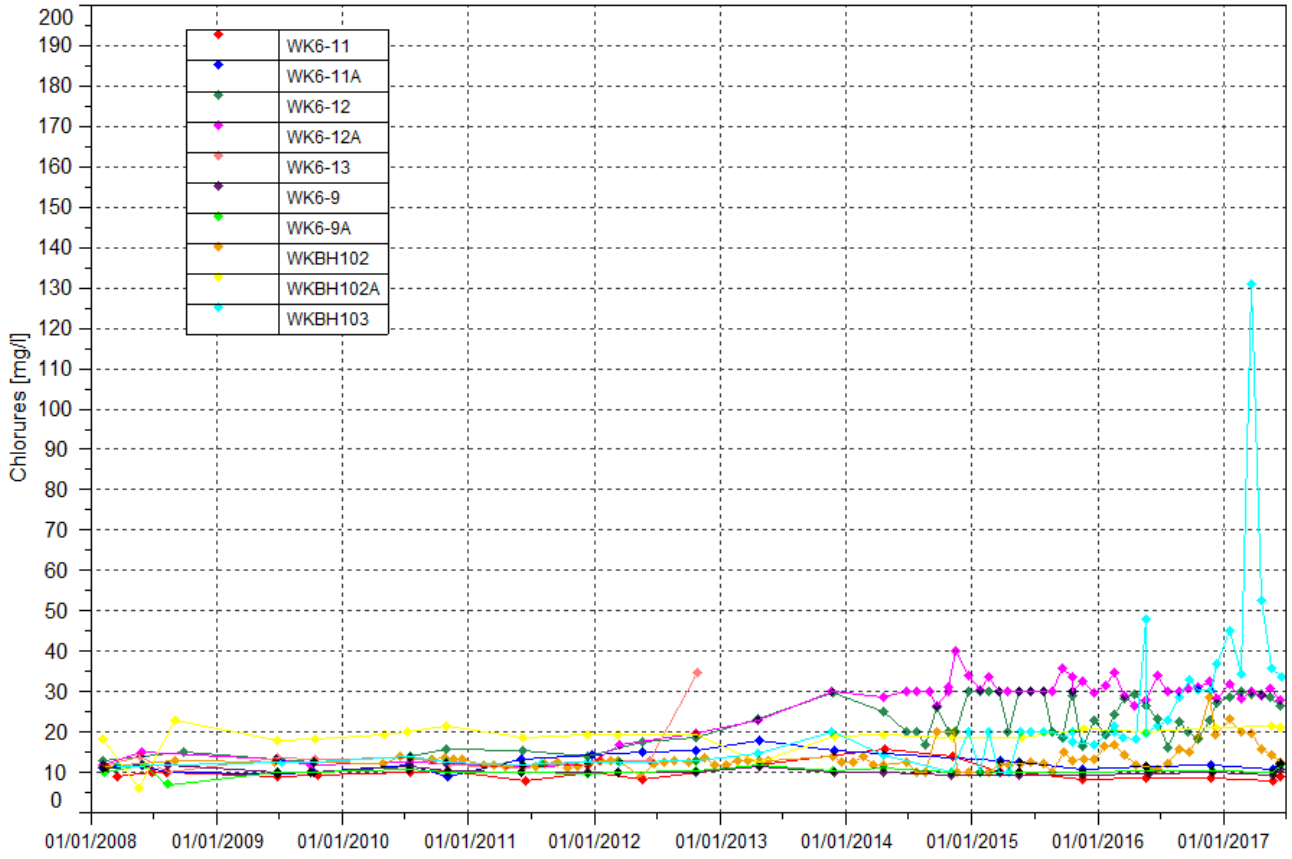
Figure 6 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe A) – pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, et manganèse, magnésium

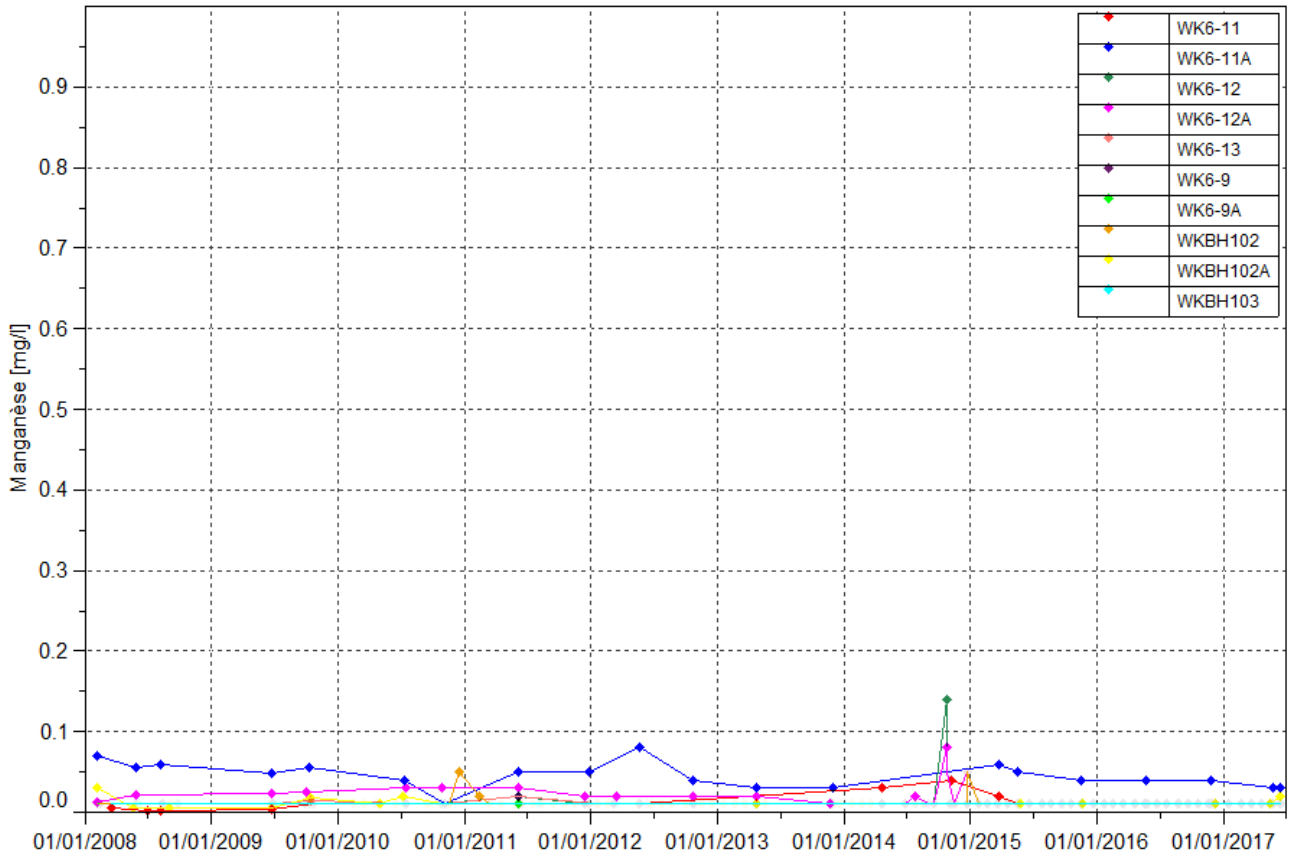


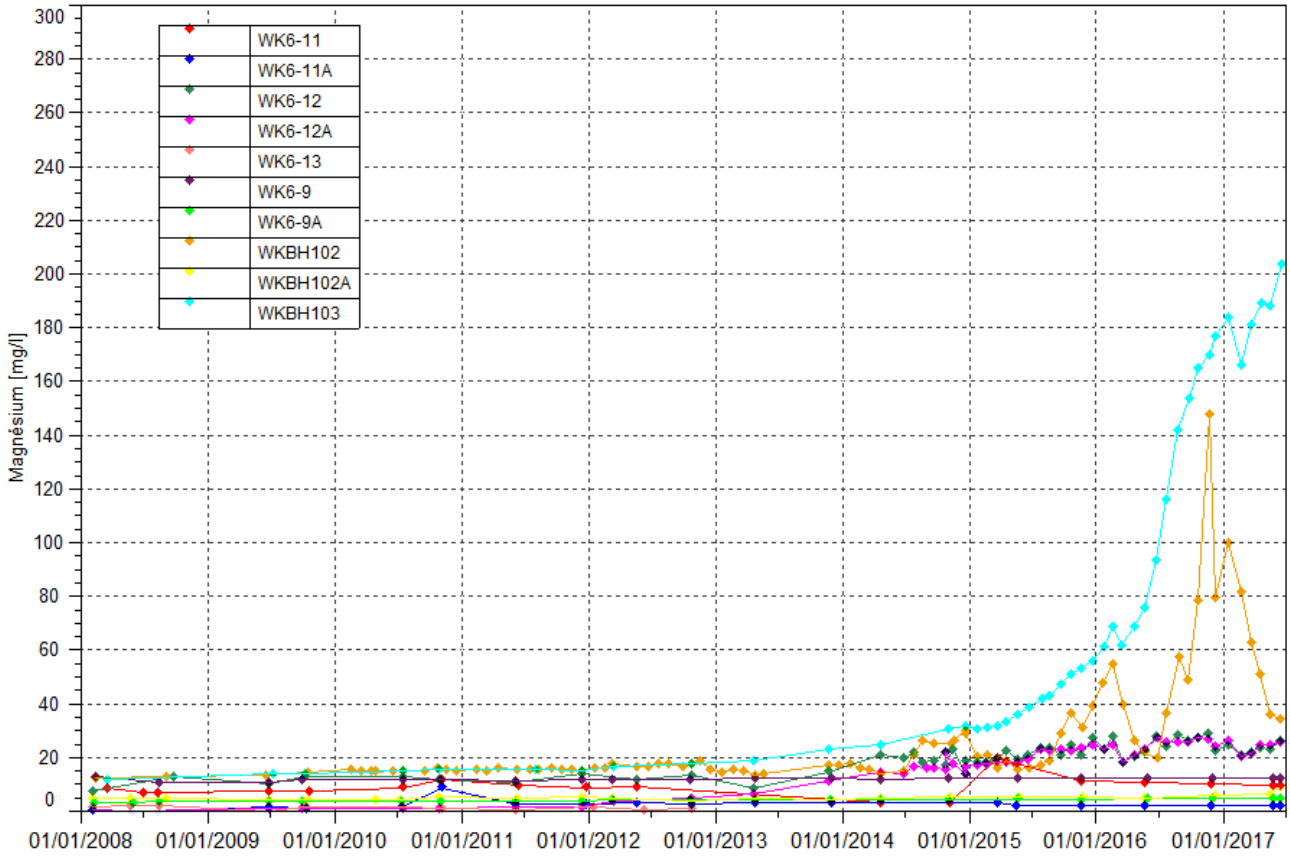

Conductivité in situ [µS/cm]
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-11
WK6-11A
WK6-12
WK6-12A
WK6-13
WK6-9
WK6-9A
WKBH102
WKBH102A
WKBH103


Nitrates [mg/l]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-11
WK6-11A
WK6-12
WK6-12A
WK6-13
WK6-9
WK6-9A
WKBH102
WKBH102A
WKBH103


WK6-11
WK6-11A
WK6-12
WK6-12A
WK6-13
WK6-9
WK6-9A
WKBH102
WKBH102A
WKBH103
Sulfates [mg/l]
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


WK6-11
WK6-11A
WK6-12
WK6-12A
WK6-13
WK6-9
WK6-9A
WKBH102
WKBH102A
WKBH103
Chlorures [mg/l]
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


Manganèse [mg/l]
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-11
WK6-11A
WK6-12
WK6-12A
WK6-13
WK6-9
WK6-9A
WKBH102
WKBH102A
WKBH103


Magnésium [mg/l]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-11
WK6-11A
WK6-12
WK6-12A
WK6-13
WK6-9
WK6-9A
WKBH102
WKBH102A
WKBH103

Groupe B :

pH : compris entre 6.3 et 10.4 au 1er semestre 2017. La maximale est enregistrée au piézomètre WKBH109 au mois de juin.

Conductivité : compris entre 70.3 et 297 µS/cm au 1er semestre 2017. Cette maximale est enregistrée au piézomètre WKBH109A. A l'inverse du 2nd semestre 2016, les suivis de ce semestre à WKBH109A attestent d'une légère diminution de la conductivité. Aux stations WKBH110, WKBH110A et WKBH110B, on observe une tendance à l'augmentation de la conductivité. Au niveau des autres piézomètres du groupe, les relevés du semestre ne révèlent aucune évolution particulière.

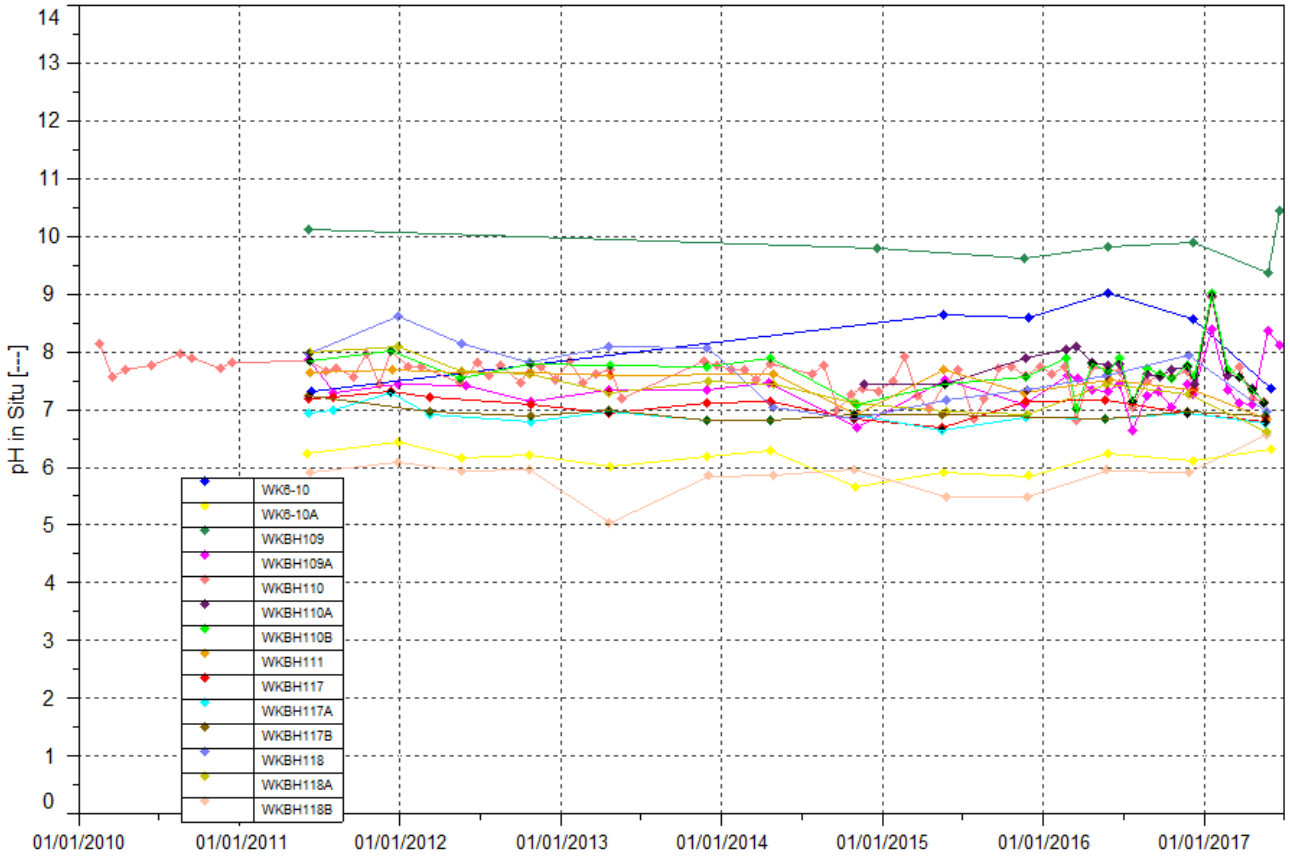
Sulfates : Même constat que pour la conductivité aux piézomètres WKBH110, WKBH110A, WKBH110B et WKBH109A. Les résultats de suivi du semestre démontrent d'une augmentation des concentrations en sulfates à WKBH109A et aux piézomètres de la plateforme WKBH110. On note aussi que les résultats de suivi de ce semestre aux piézomètres WKBH118, WKBH118A et WKBH111 révèlent une tendance légère à la hausse des teneurs en sulfates amorcée en 2015.

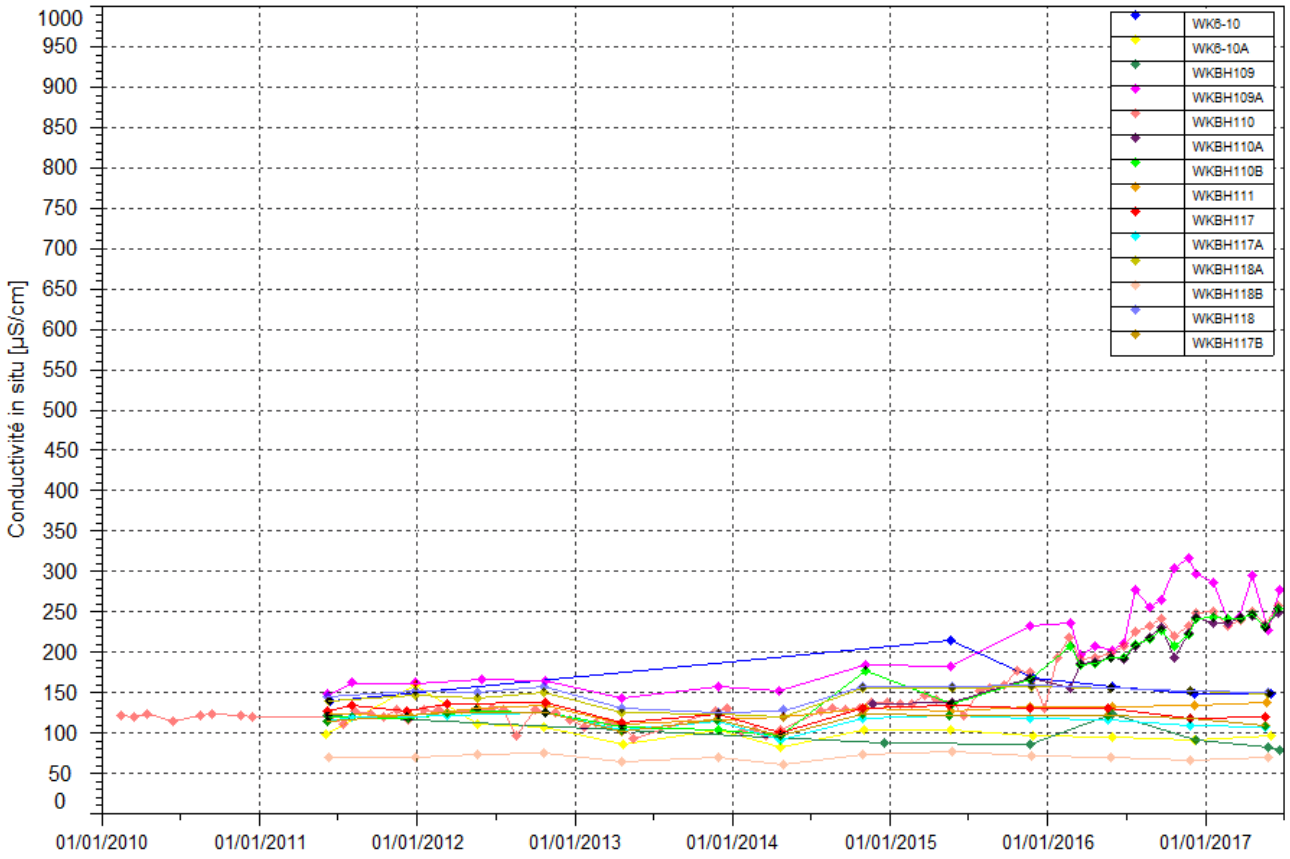
Chlorures : Les concentrations en chlorures du 1er semestre 2017 au piézomètre WKBH109A sont en légère augmentation par rapport aux 2nd semestre 2016. Même constat au niveau des trois piézomètres de la plateforme WKBH110. Le maximum en chlorure de 26 mg/l est mesuré à la station WKBH110 au mois de mai.

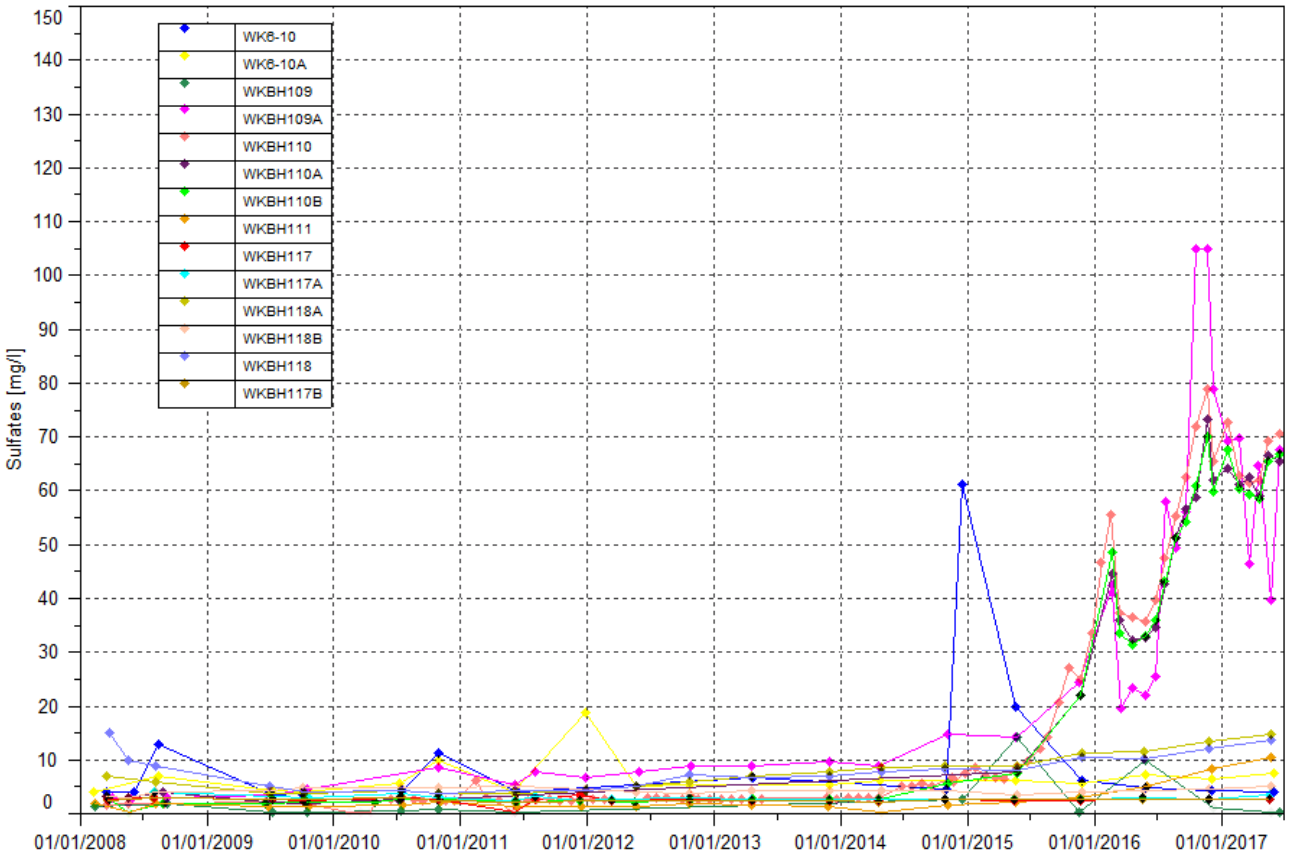
Manganèse : le manganèse n'est pas détecté dans les piézomètres de ce groupe durant cette période.

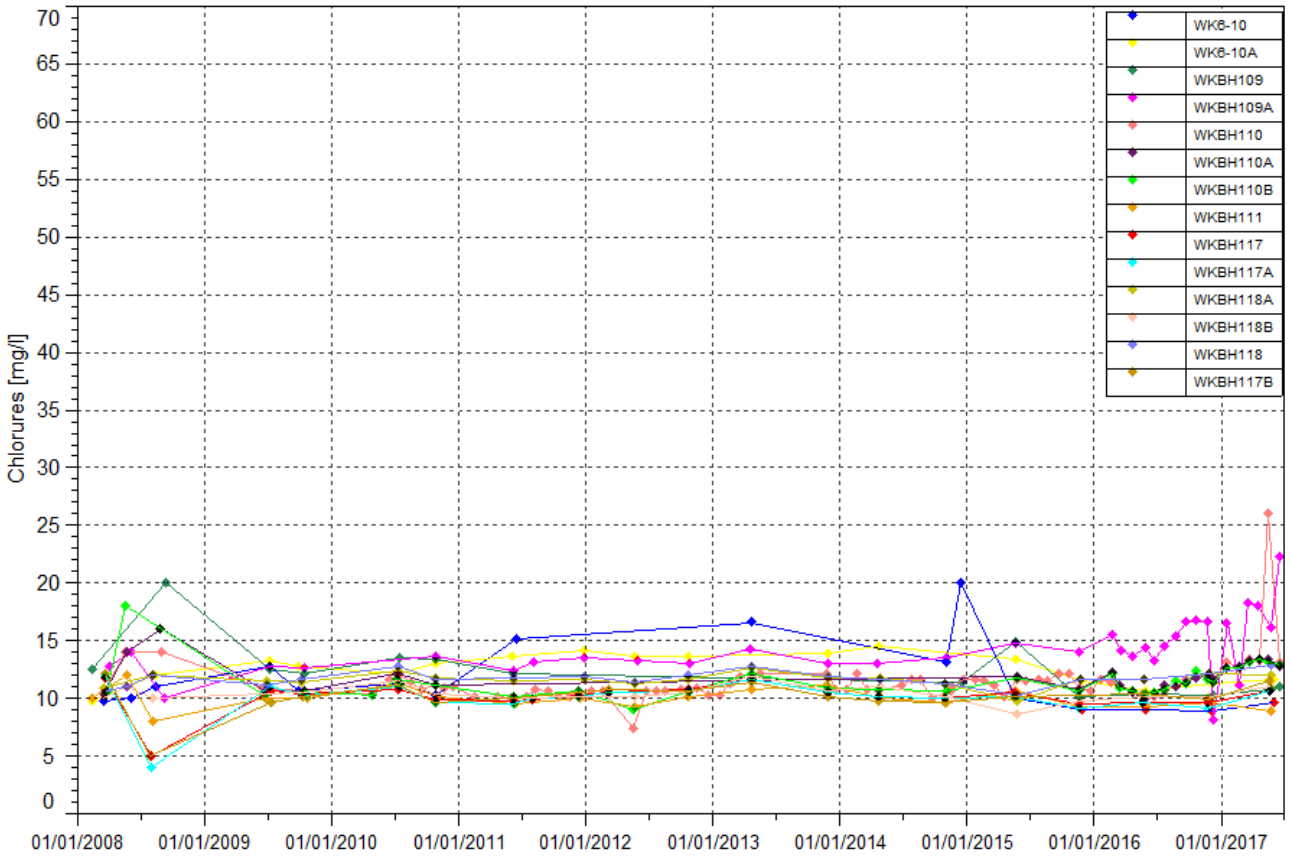
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe B sont présentés à la Figure 7.

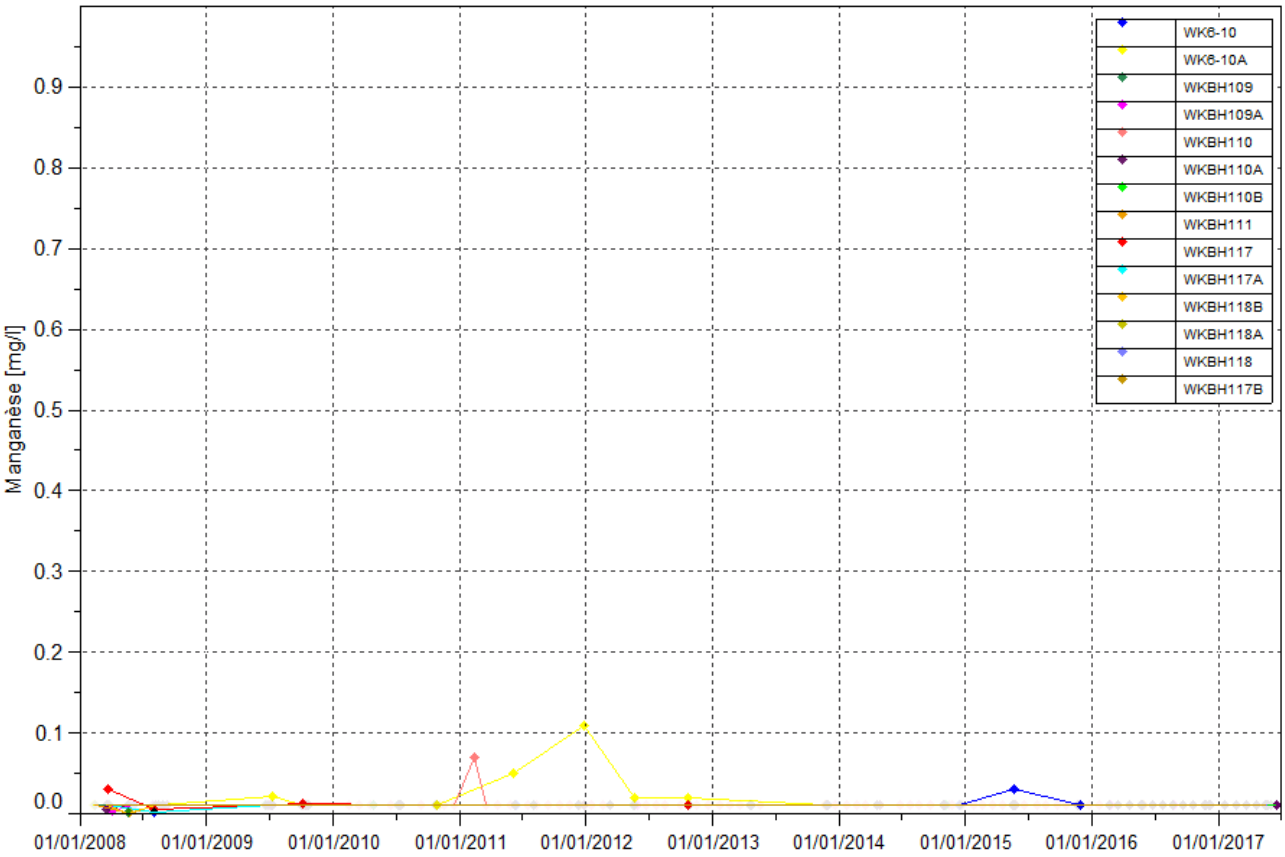
Figure 7 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe B) – pH, conductivité, sulfates et manganèse




Conductivité in situ [µS/cm]
1000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-10
WK6-10A
WKBH109
WKBH109A
WKBH110
WKBH110A
WKBH110B
WKBH111
WKBH117
WKBH117A
WKBH118A
WKBH118B
WKBH118
WKBH117B


Sulfates [mg/l]
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-10
WK6-10A
WKBH109
WKBH109A
WKBH110
WKBH110A
WKBH110B
WKBH111
WKBH117
WKBH117A
WKBH118A
WKBH118B
WKBH118
WKBH117B


Chlorures [mg/l]
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-10
WK6-10A
WKBH109
WKBH109A
WKBH110
WKBH110A
WKBH110B
WKBH111
WKBH117
WKBH117A
WKBH118A
WKBH118B
WKBH118
WKBH117B


Manganèse [mg/l]
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WK6-10
WK6-10A
WKBH109
WKBH109A
WKBH110
WKBH110A
WKBH110B
WKBH111
WKBH117
WKBH117A
WKBH118B
WKBH118A
WKBH118
WKBH117B

Groupe C :

pH : compris entre 5.1 et 8.4 au 1er semestre 2017. Le pH minimum est mesuré à la station WKBH115B.

Conductivité : comprise entre 44.1 et 158 µS/cm au 1er semestre 2017. Les résultats de suivi du 1er semestre ne montrent aucune évolution particulière.

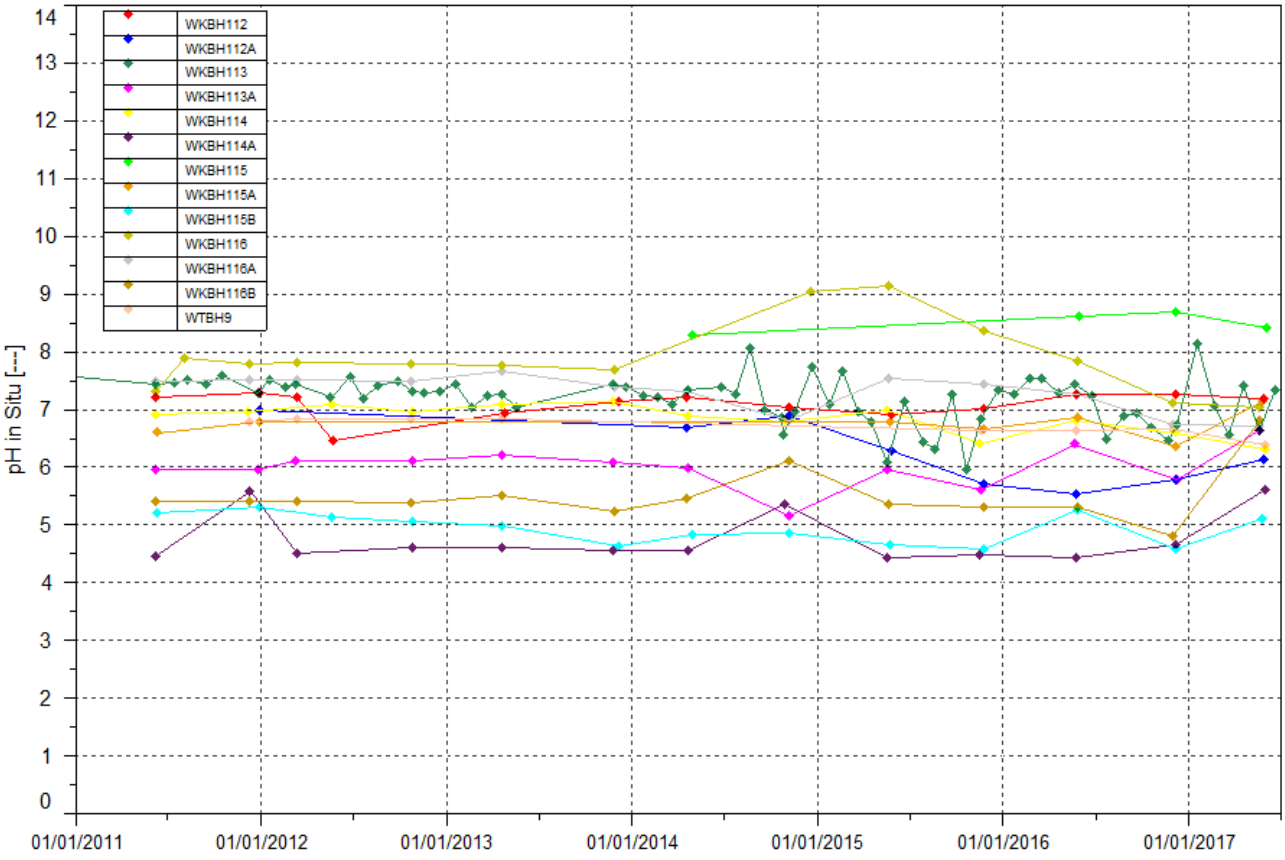
Sulfates : durant cette période, les teneurs en sulfates des piézomètres de ce groupe sont inférieures à 10 mg/L et comparables aux années précédentes.

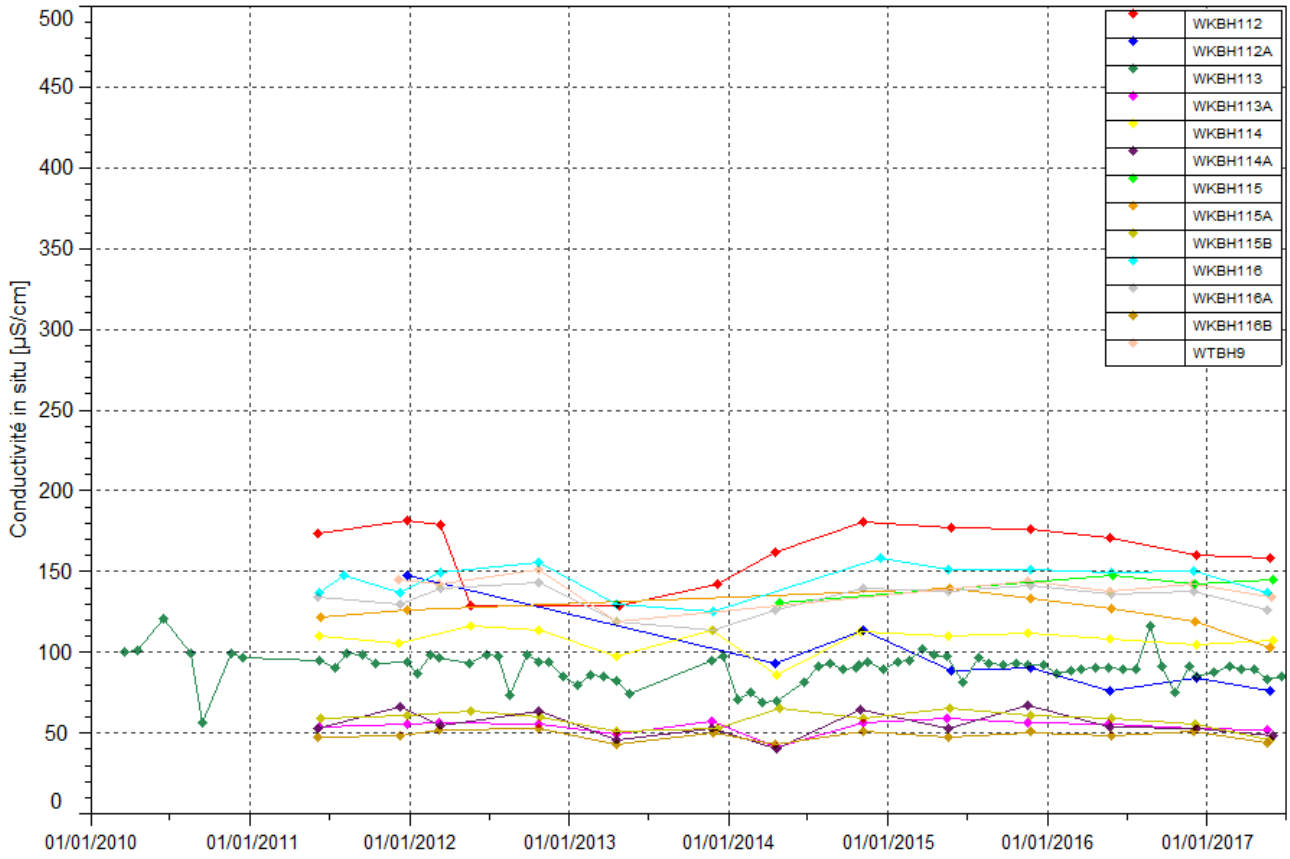
Chlorures : les résultats de suivi du 1er semestre 2017 révèlent une hausse légère des concentrations en chlorures pour l'ensemble des piézomètres du groupe. La maximale enregistrée au piézomètre WKBH112A est de 13 mg/l, mais cette valeur est inférieure au maximum relevé les années antérieures.

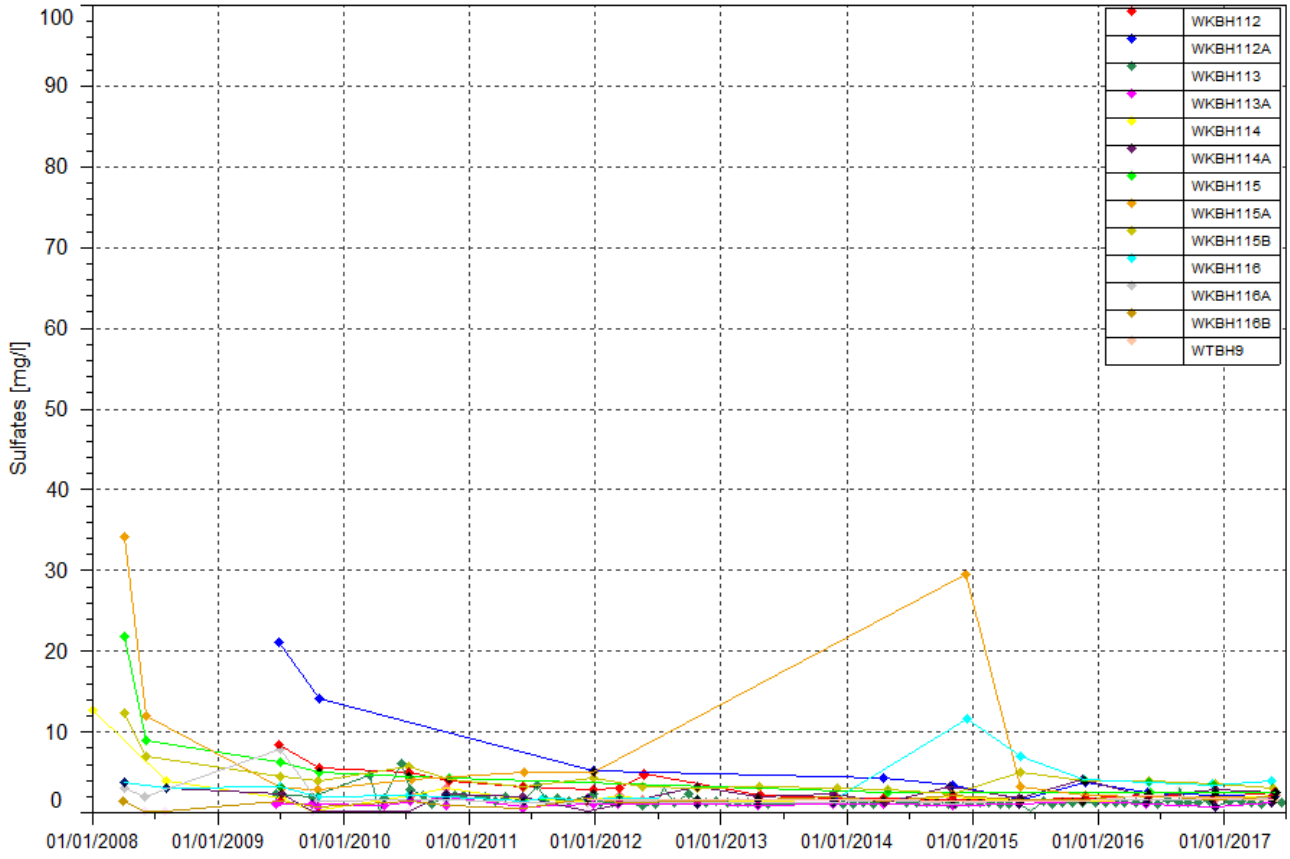
Manganèse: Les résultats de 2017 montrent toujours que le bruit de fond en manganèse est stable dans ce groupe depuis 2011.

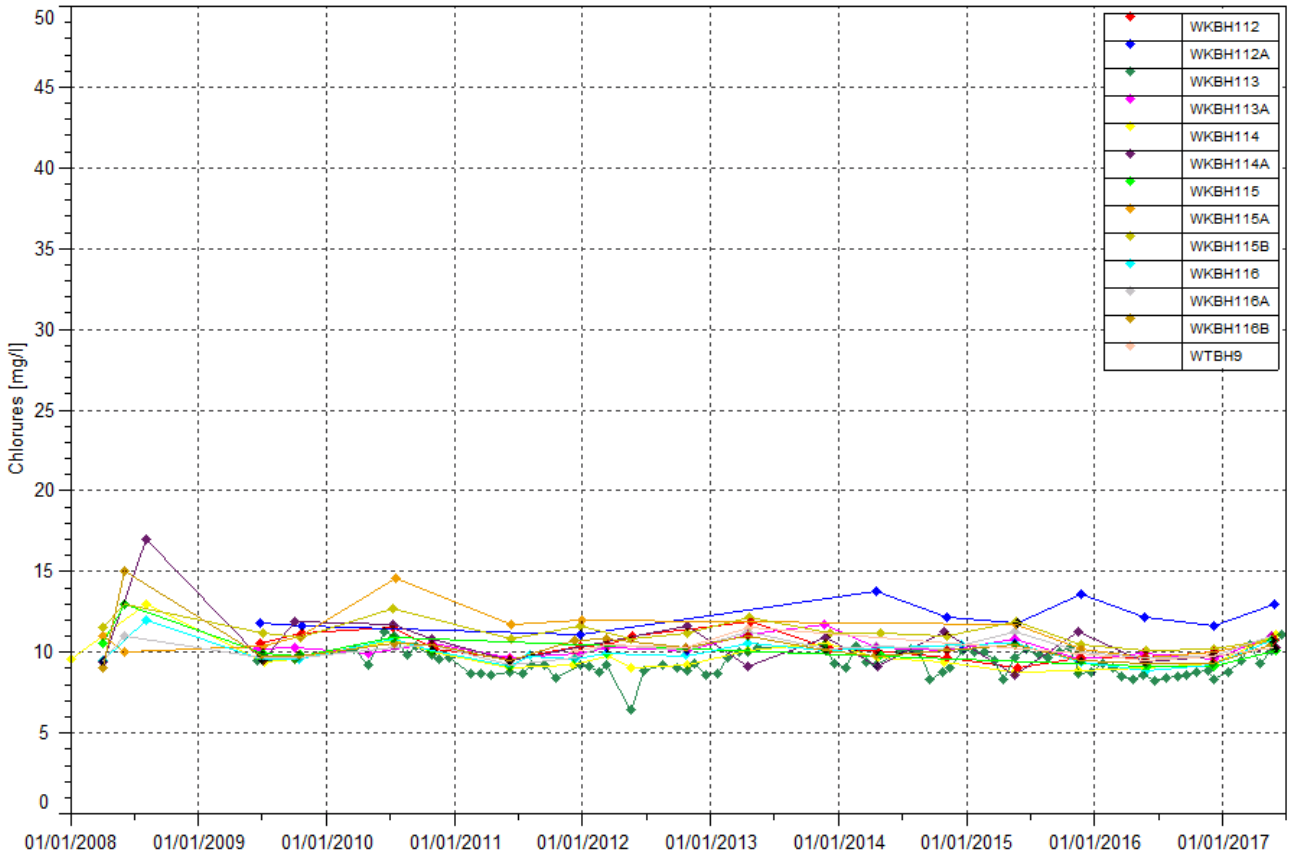
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwé Ouest pour les piézomètres relevant du groupe C sont présentés à la Figure 8.

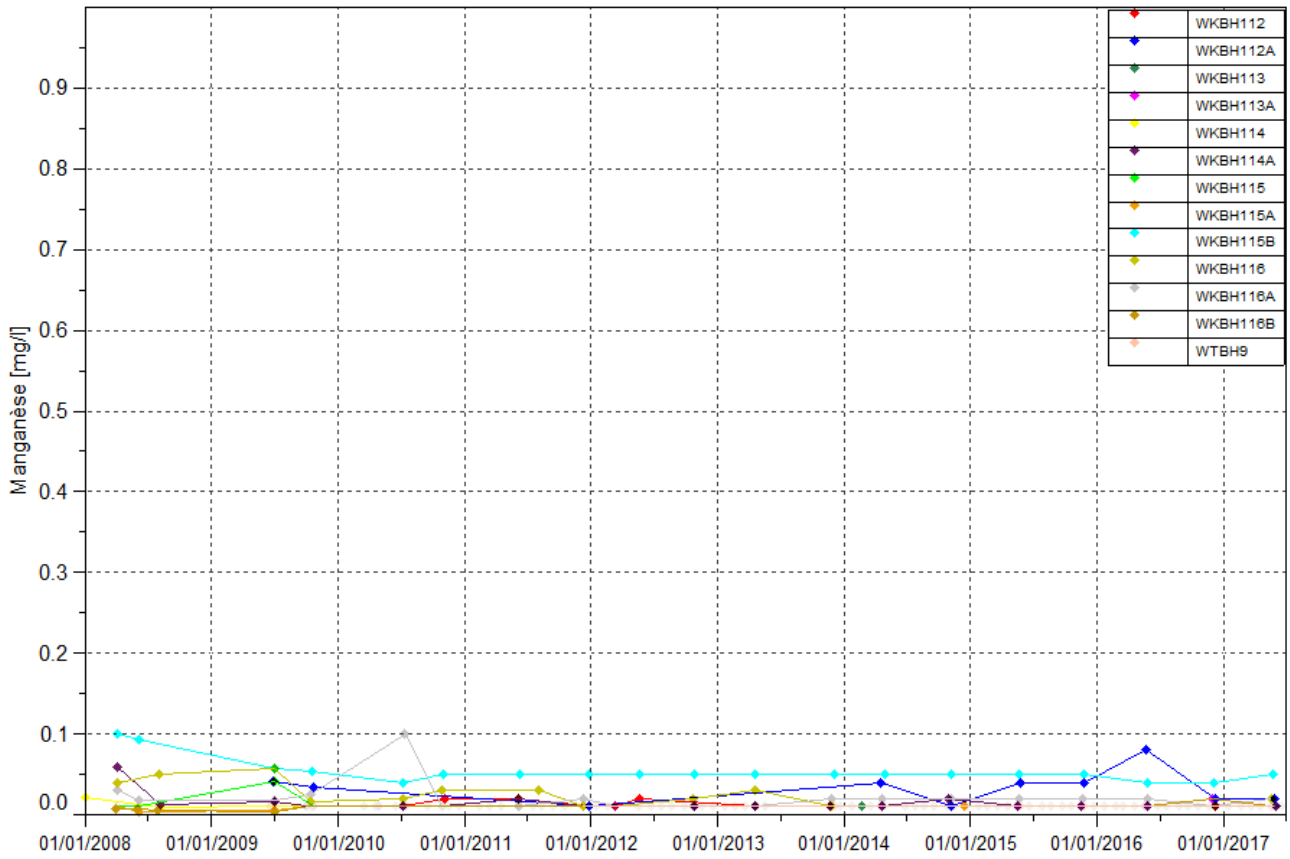
Figure 8 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe C) – pH, conductivité, sulfates, chlorures et manganèse




Conductivité in situ [µS/cm]
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WKBH112
WKBH112A
WKBH113
WKBH113A
WKBH114
WKBH114A
WKBH115
WKBH115A
WKBH115B
WKBH116
WKBH116A
WKBH116B
WTBH9


Sulfates [mg/l]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WKBH112
WKBH112A
WKBH113
WKBH113A
WKBH114
WKBH114A
WKBH115
WKBH115A
WKBH115B
WKBH116
WKBH116A
WKBH116B
WTBH9


Chlorures [mg/l]
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WKBH112
WKBH112A
WKBH113
WKBH113A
WKBH114
WKBH114A
WKBH115
WKBH115A
WKBH115B
WKBH116
WKBH116A
WKBH116B
WTBH9


Manganèse [mg/l]
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WKBH112
WKBH112A
WKBH113
WKBH113A
WKBH114
WKBH114A
WKBH115
WKBH115A
WKBH115B
WKBH116
WKBH116A
WKBH116B
WTBH9

Groupe D :

pH : compris entre 6.4 et 8.3 au 1er semestre 2017.

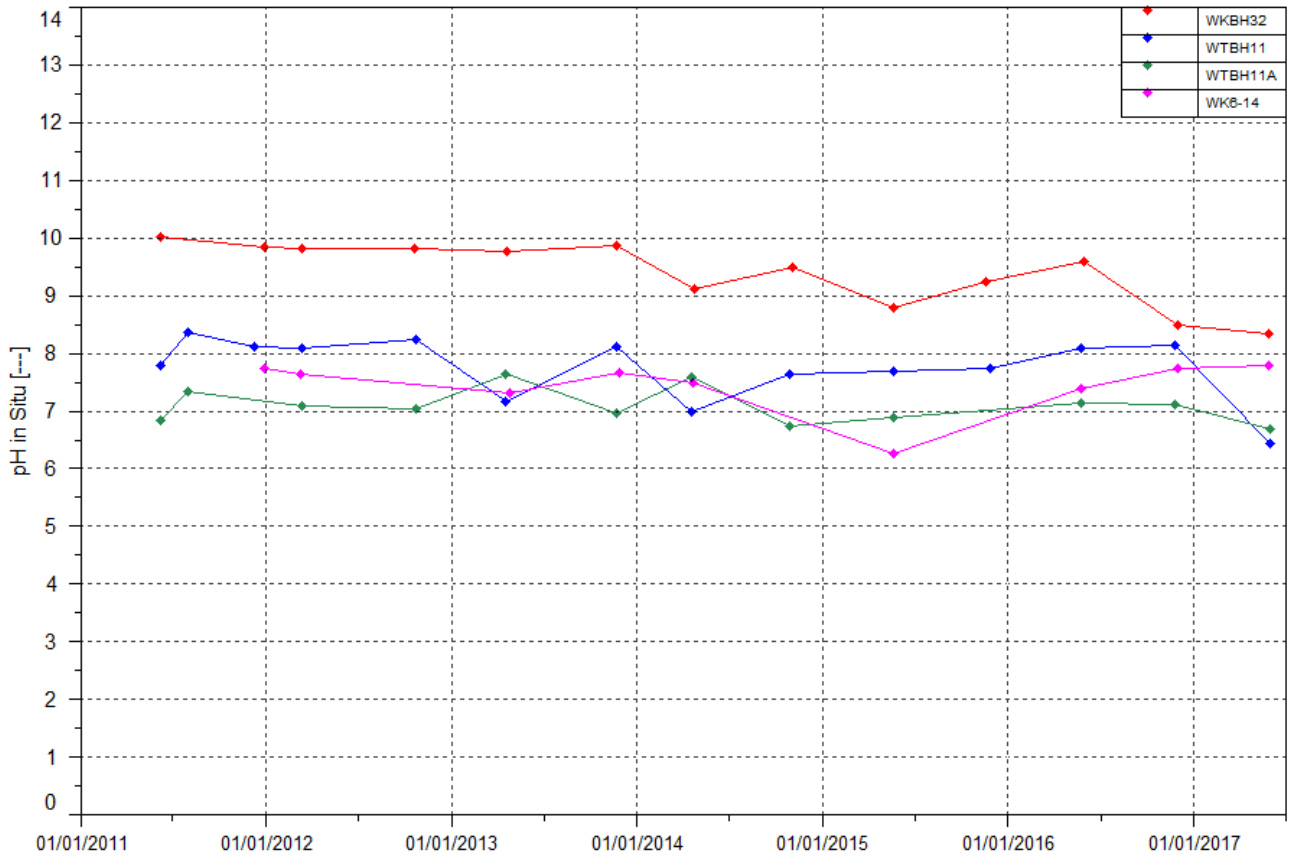
Conductivité : comprise entre 113 et 149 µS/cm.

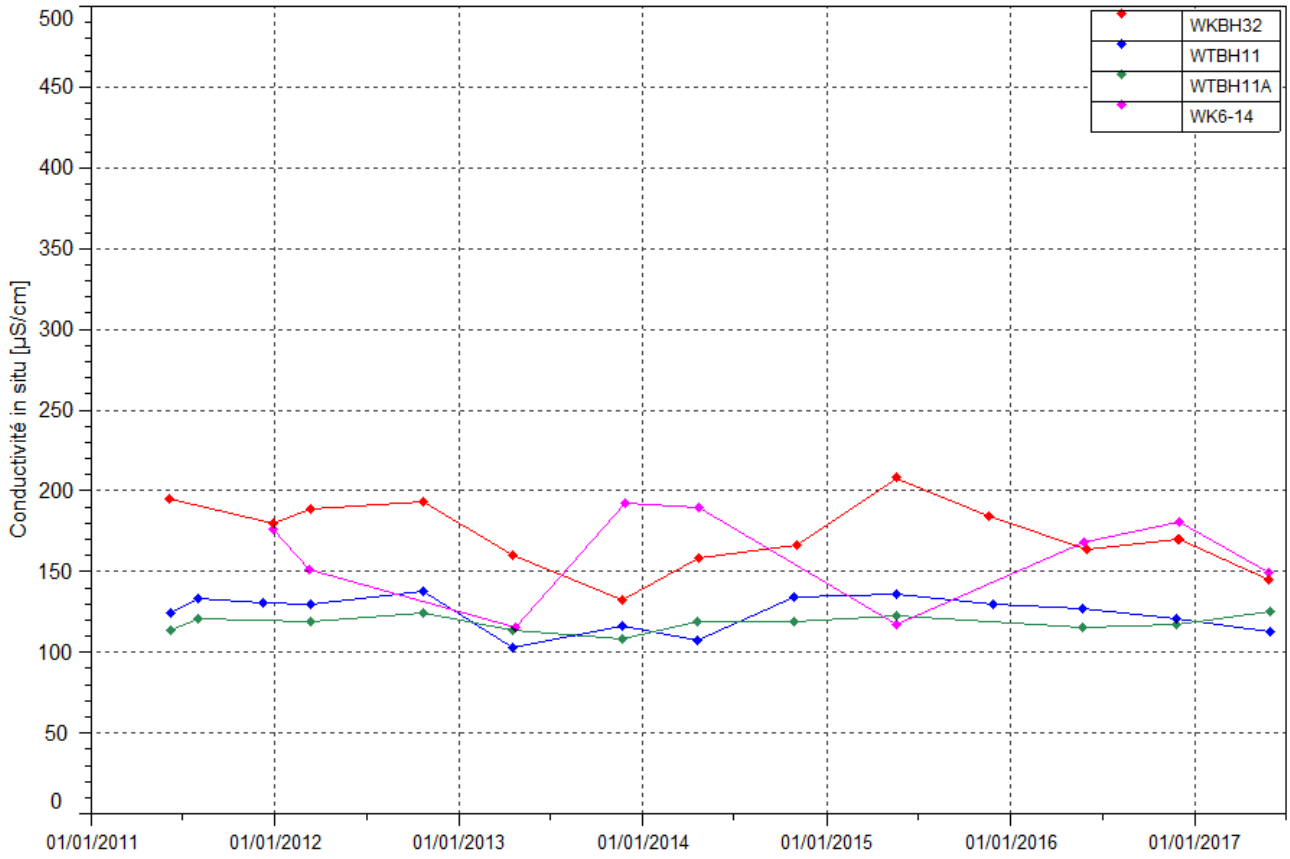
Sulfates: les contrôles du semestre attestent toujours d'une stabilité des concentrations en sulfates aux piézomètres WKBH32, WTHB11 et WTBH11A. Au piézomètre WK6-14, le contrôle du semestre confirment la légère augmentation des teneurs en sulfates amorcée depuis 2012.

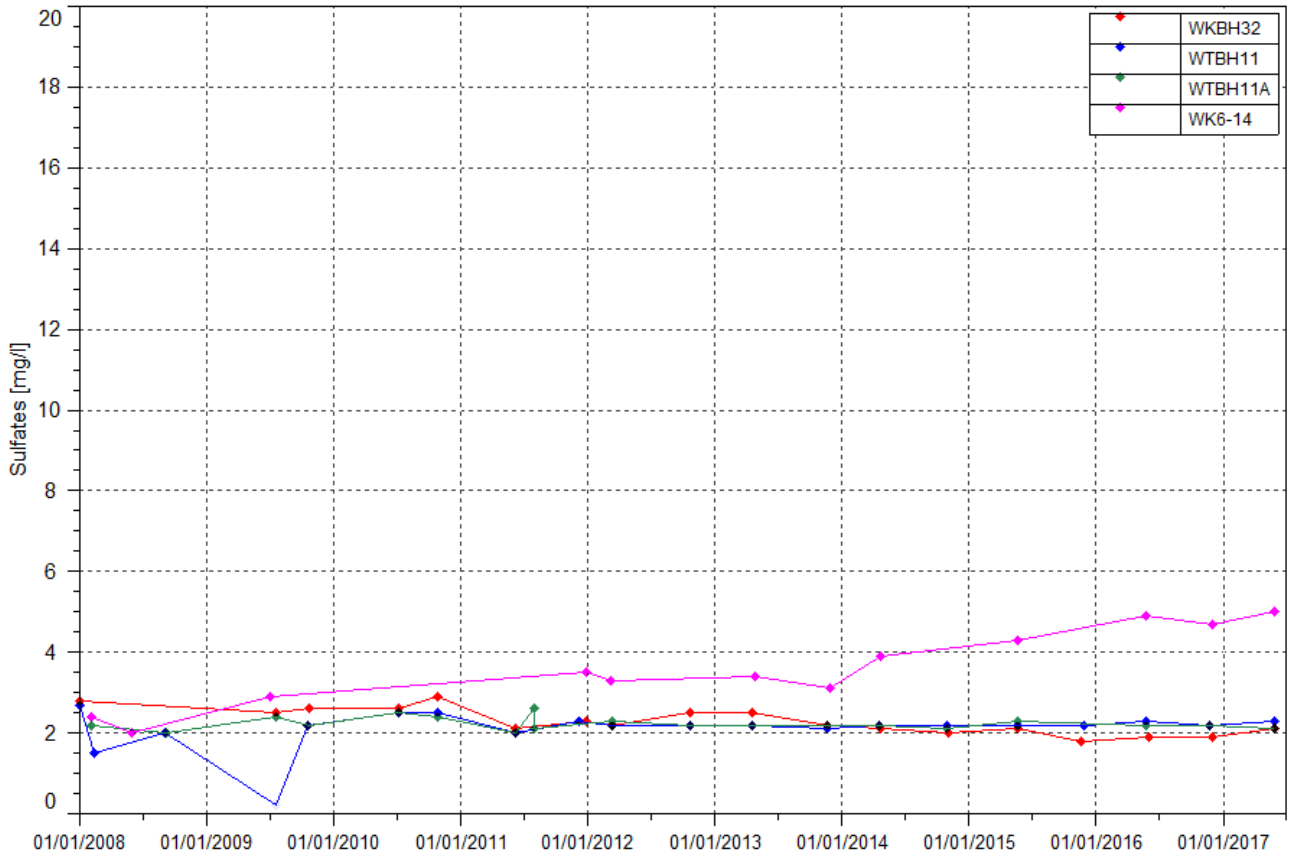
Chlorures : les concentrations en chlorures restent stables au cours de ce semestre.

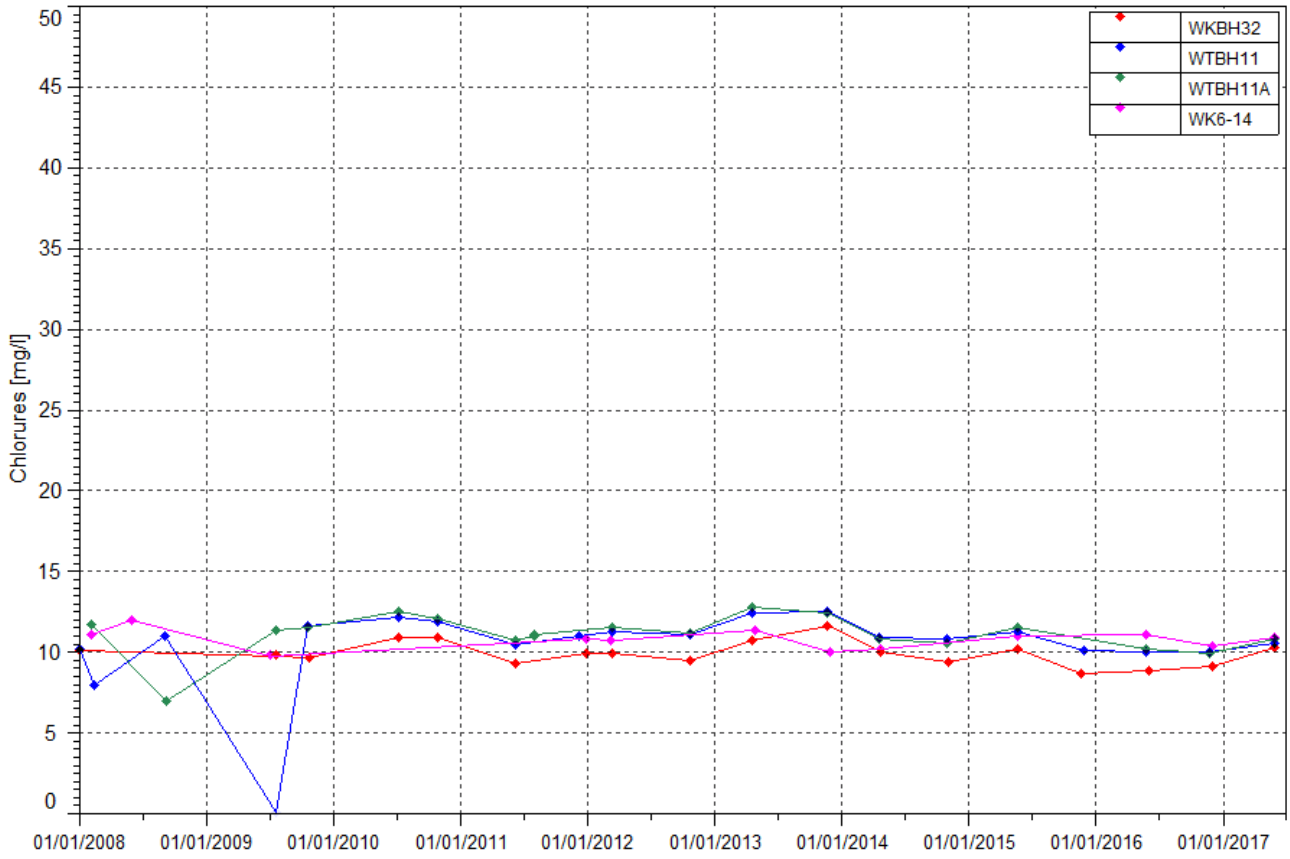
Manganèse : le manganèse n'est pas détecté.

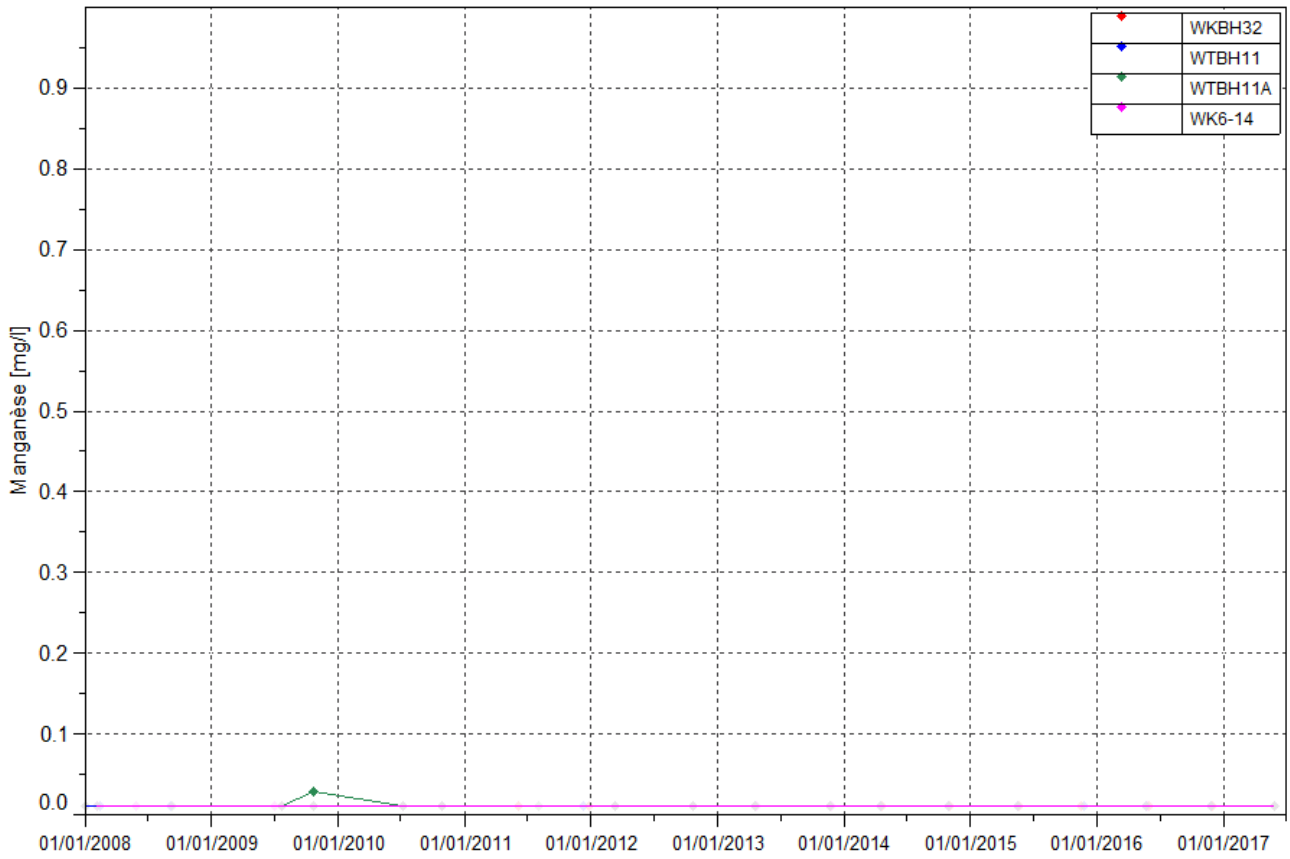
Figure 9 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe D) – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse




WKBH32
WTBH11
WTBH11A
WK6-14
Conductivité in situ [µS/cm]
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


WKBH32
WTBH11
WTBH11A
WK6-14
Sulfates [mg/l]
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


WKBH32
WTBH11
WTBH11A
WK6-14
Chlorures [mg/l]
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


WKBH32
WTBH11
WTBH11A
WK6-14
Manganèse [mg/l]
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017

Mesures mensuelles : WKBH113, WKBH102, WKBH110

Conformément à l'arrêté ICPE, la qualité des eaux souterraines est suivie mensuellement et en continu pour la conductivité au niveau des forages suivants :

- WKBH102 qui se situe au pied de la berme, dans la zone d'influence prévisible du stockage des résidus (groupe A),
- WKBH110 qui se situe dans la zone tampon (groupe B), à proximité de la source WK20,
- WKBH113 qui se situe hors zone d'influence (groupe C), en bordure nord du bassin versant.

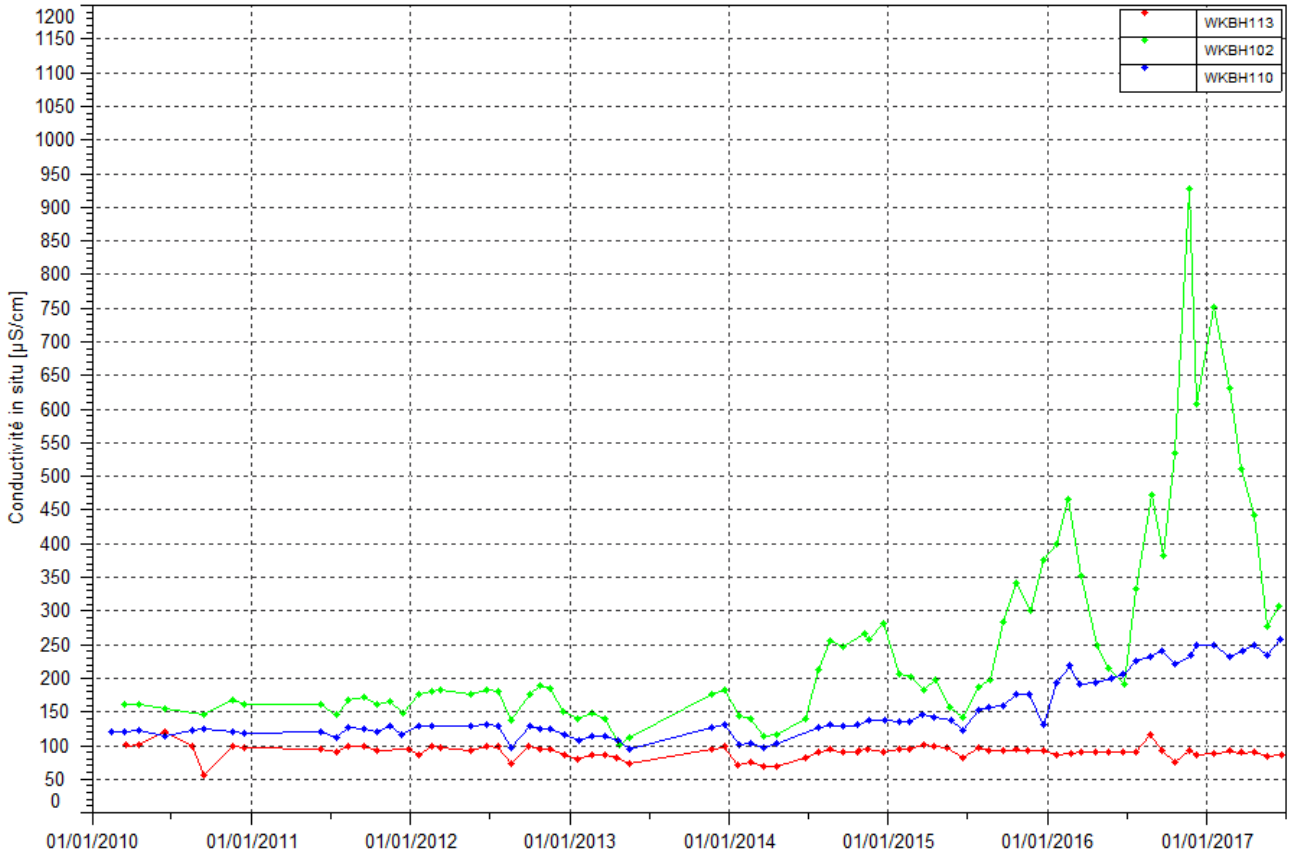
Les figures suivantes représentent les données acquises depuis 2008 pour les piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113 pour les paramètres réglementaires.

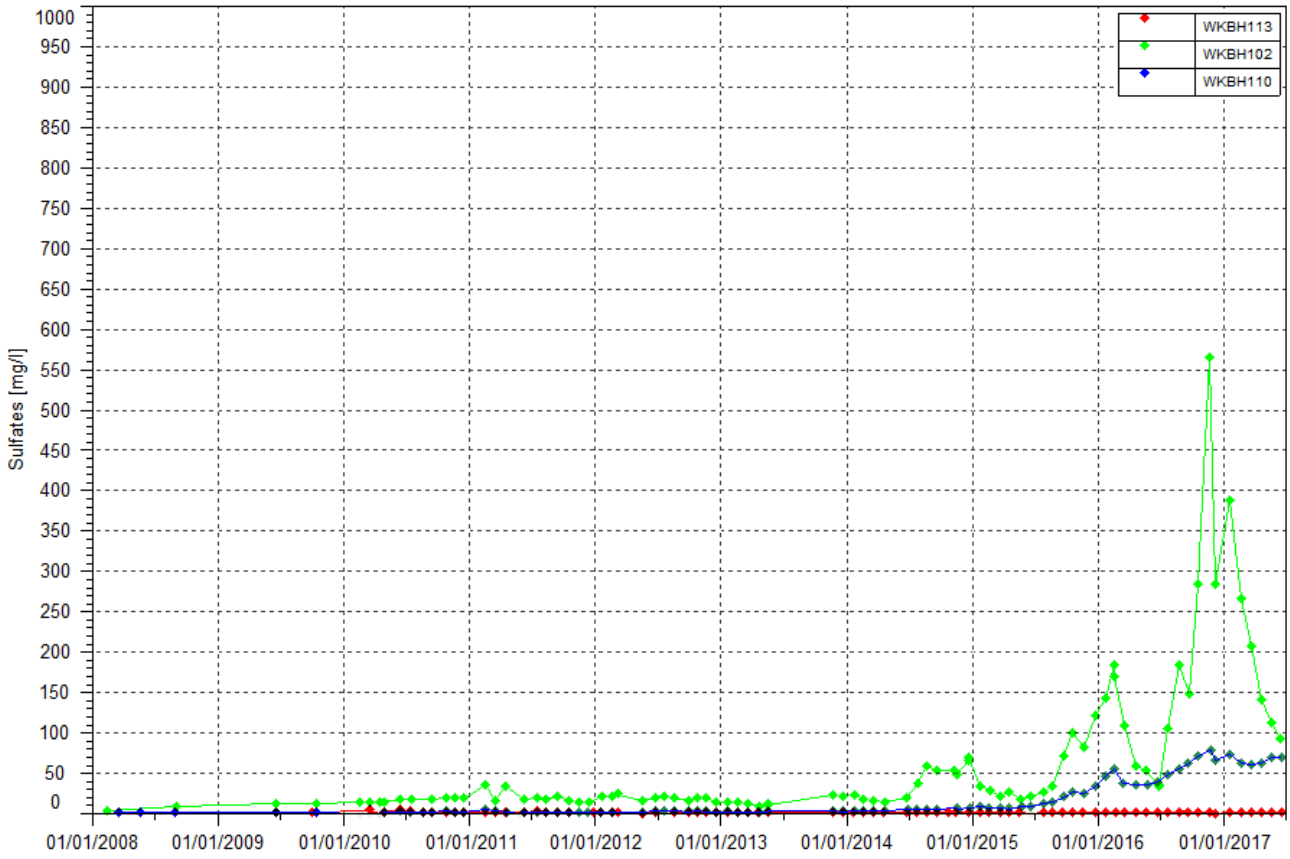
A partir de janvier 2017, les résultats de suivi au piézomètre WKBH102 montrent une franche diminution de la conductivité, des concentrations en sulfates, magnésium et calcium. Toutefois et hormis le calcium, les résultats restent supérieurs à ceux enregistrés avant juillet 2015. Depuis 2013, la tendance était à la hausse et s'était même accentuée à partir de juillet 2015.
Au piézomètre WKBH110, les relevés du 1er semestre 2017 confirment la hausse progressive de la conductivité, des concentrations en sulfates et magnésium observée depuis 2014.
En revanche, au piézomètre WKBH113, les résultats de suivi confirment toujours une stabilité de la qualité physico-chimique de l'eau depuis 2010.

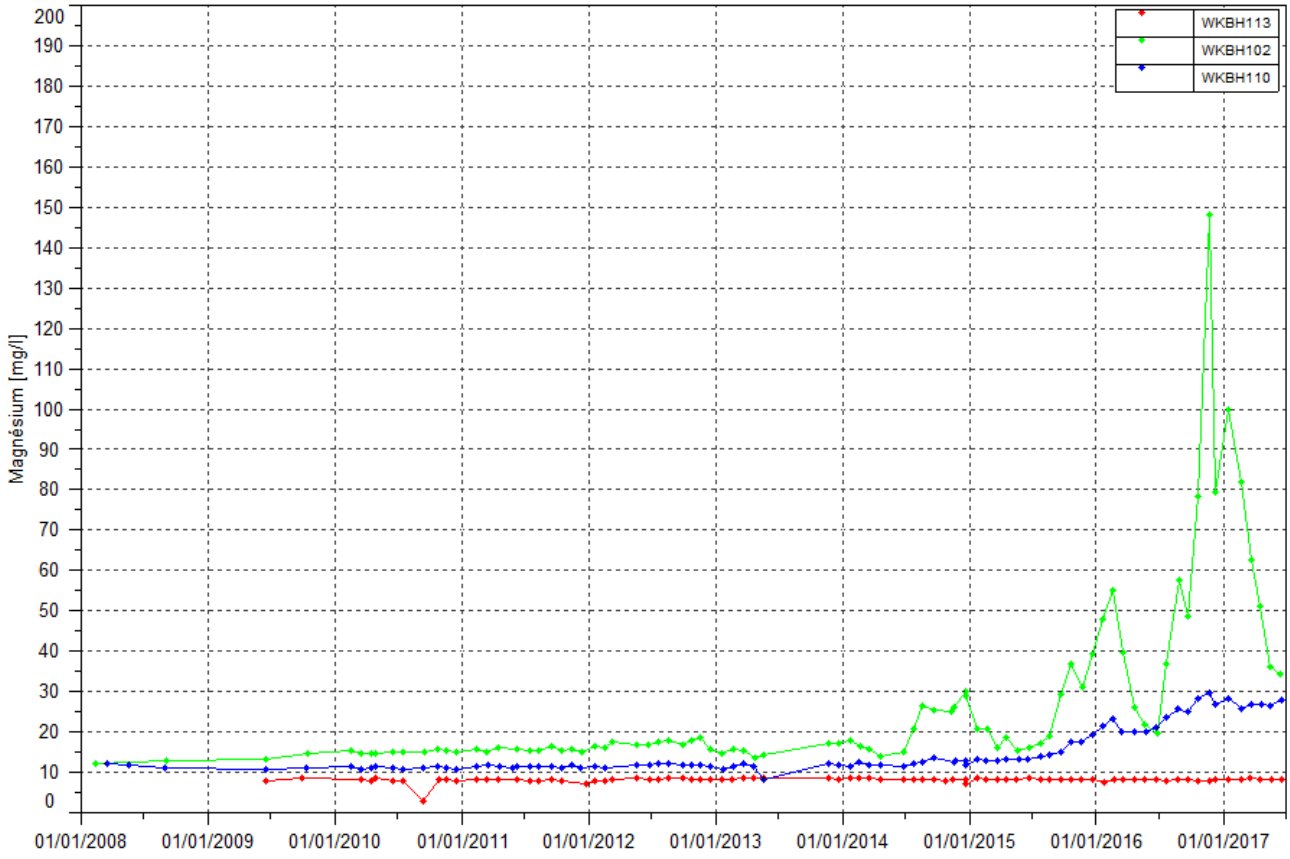
Le manganèse n'est pas détecté durant ce semestre au niveau de ces stations.

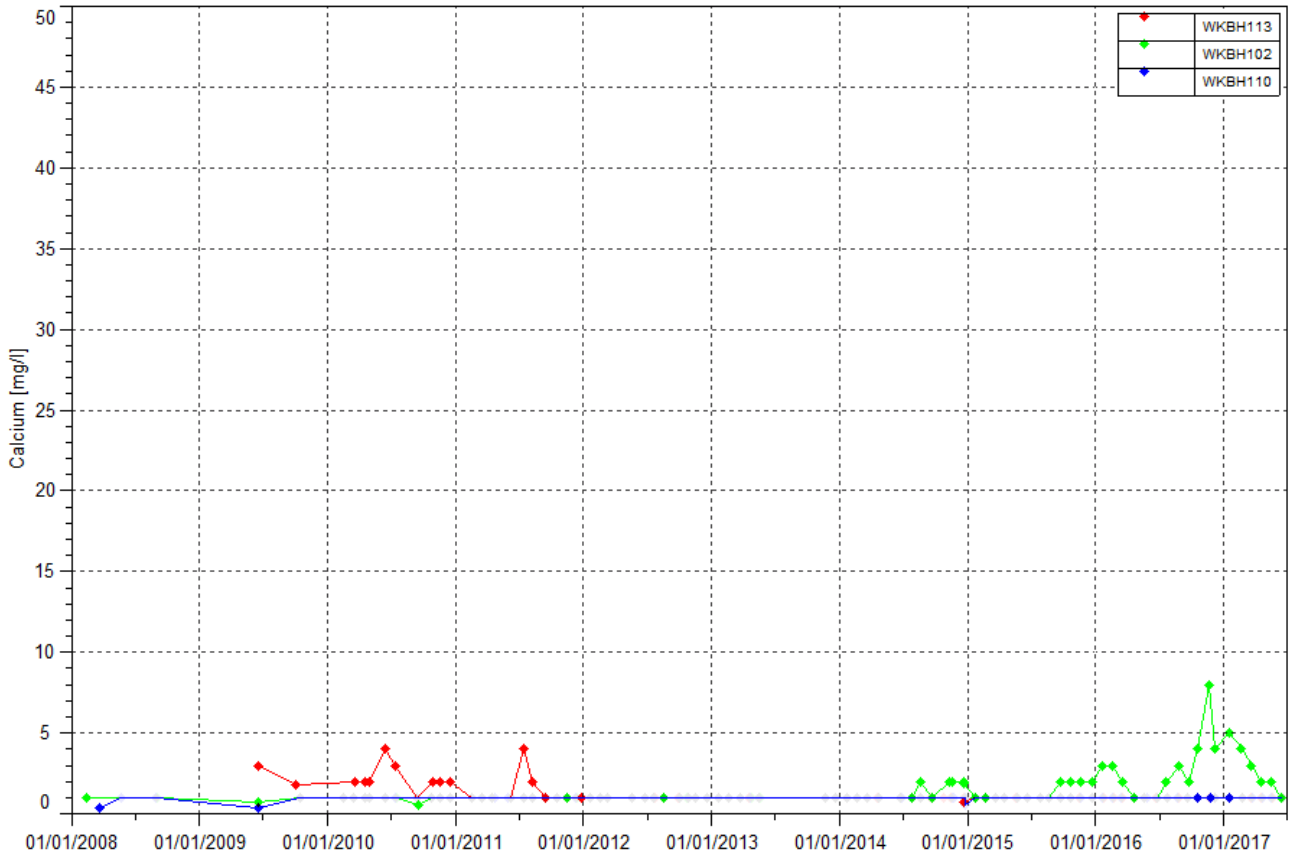
Les graphiques illustrant les résultats du suivi piézométrique mensuel de la Kwé Ouest sont présentés à la Figure 10.

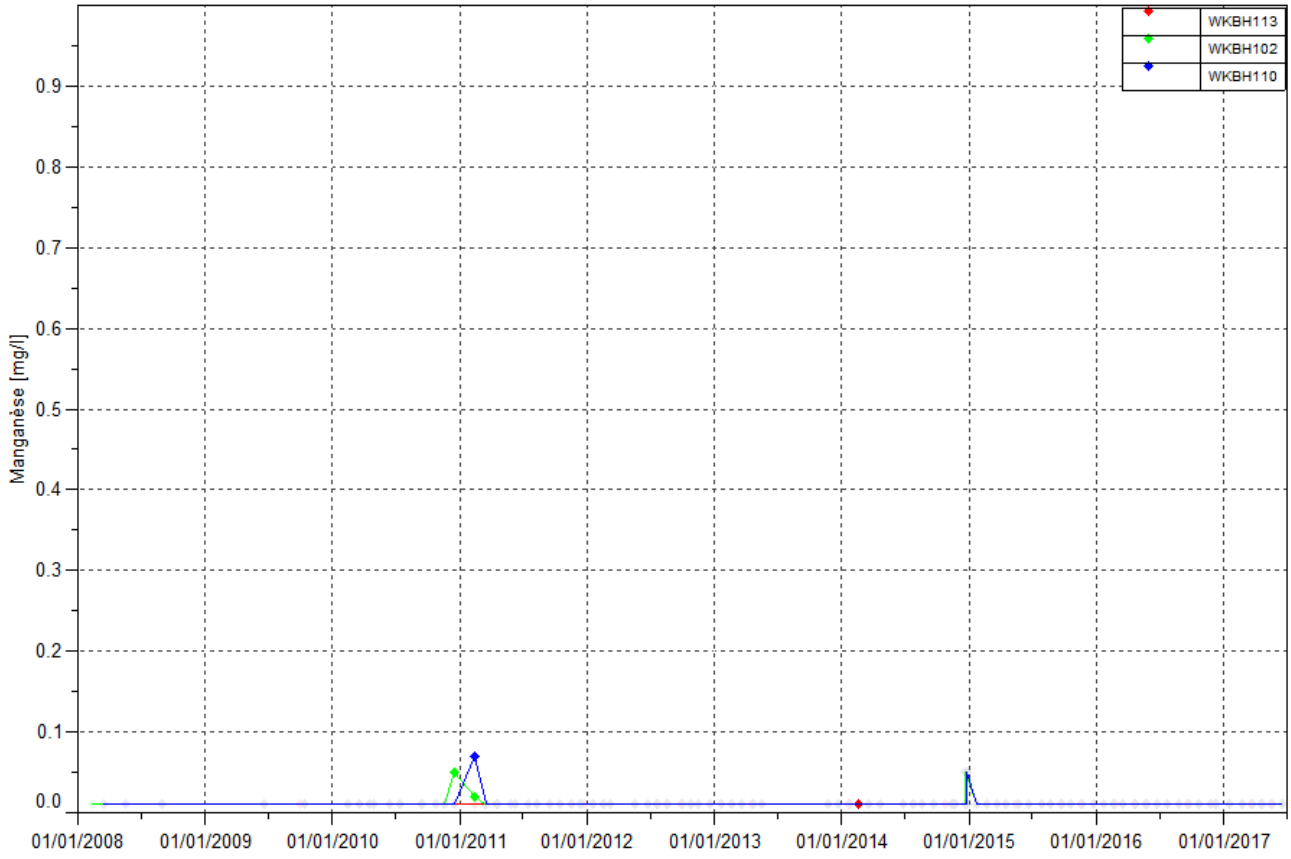
Figure 10 : Résultats du suivi piézométrique mensuel de la Kwe Ouest – conductivité, sulfate, magnésium, calcium et manganèse




Sulfates [mg/l]
1000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WKBH113
WKBH102
WKBH110


Magnésium [mg/l]
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
WKBH113
WKBH102
WKBH110


WKBH113
WKBH102
WKBH110
Calcium [mg/l]
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


WKBH113
WKBH102
WKBH110
Manganèse [mg/l]
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017

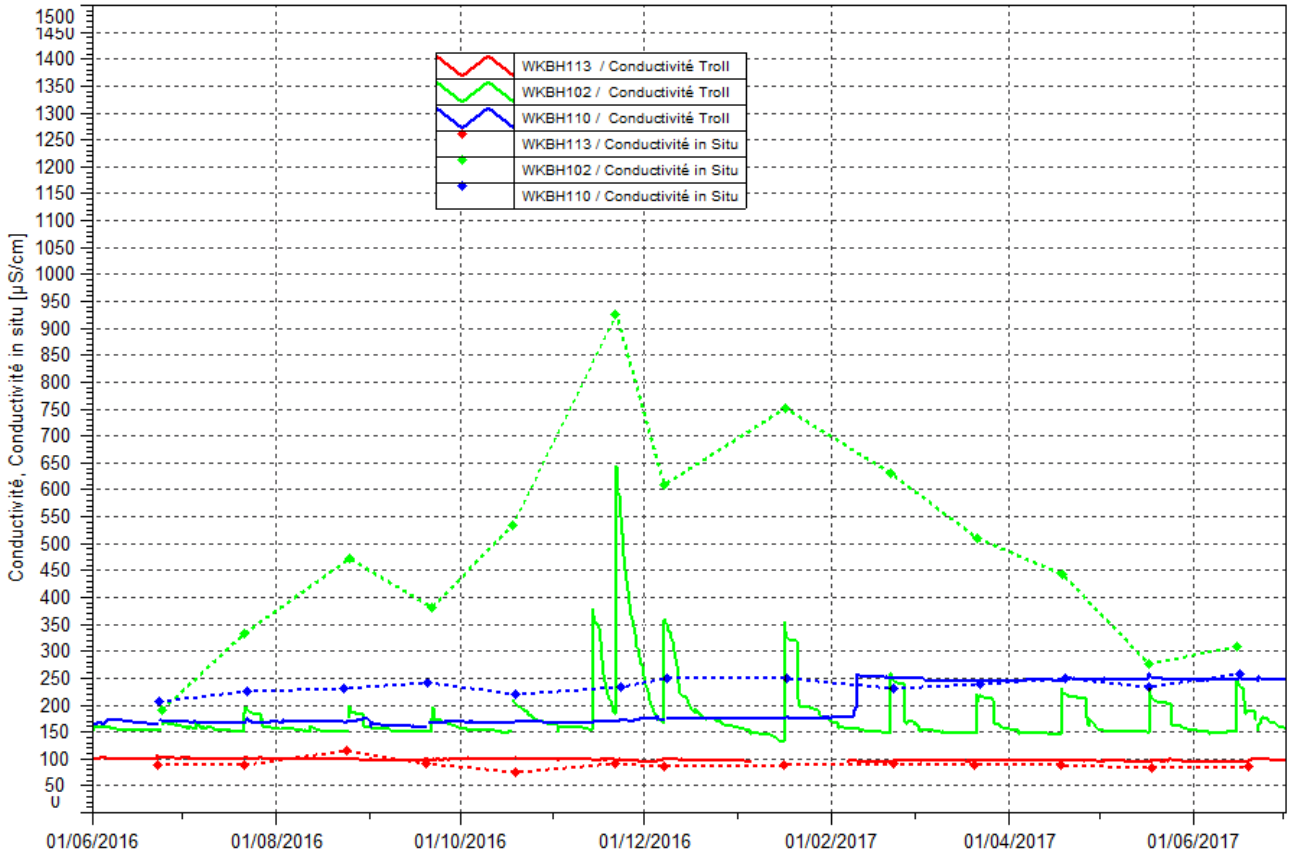
Mesures de conductivité en continu : WKBH113, WKBH102, WKBH110

Ces piézomètres sont équipés depuis le 17 juin 2009 de sondes de type Aqua Troll 200 qui enregistrent les variations de conductivité et de température.

La figure 11 ci-après présente les enregistrements automatiques de conductivité des Aqua Troll 200.
Au piézomètre WKBH102, la sonde de mesure semble défectueuse car les variations de conductivité in situ ne sont pas concordantes avec les mesures de la sonde. Une intervention de l'équipe au mois de mai a permis de recaler les valeurs.

Aux stations WKBH110 et WKBH113, les enregistrements continus montrent une stabilité de la conductivité.
Les mesures de conductivité automatiques confirment à quelques valeurs près les mesures de conductivités in situ.

Figure 11 : Résultats du suivi en continu des piézomètres de la Kwé Ouest



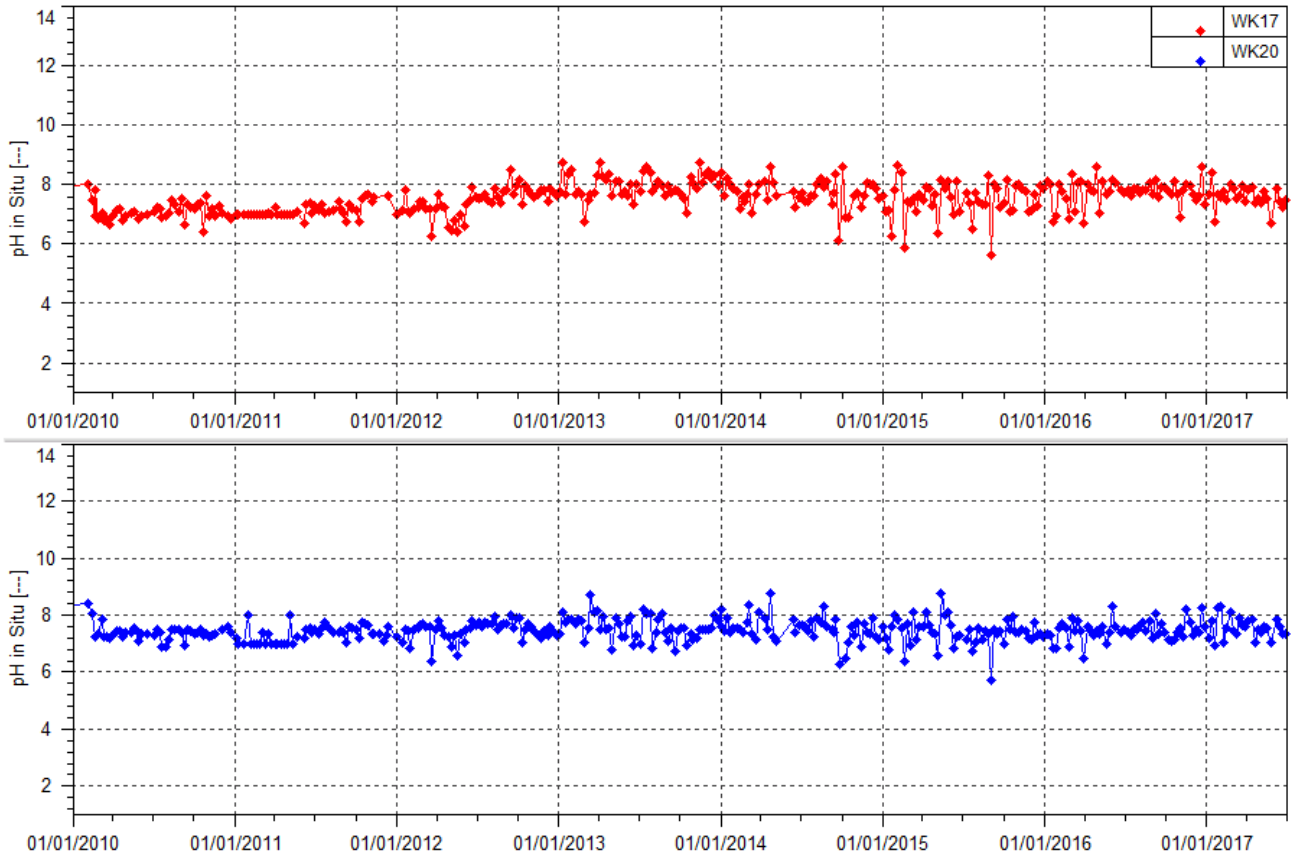
2.3.2.2 Sources: WK17 et WK20

Conformément à l'arrêté d'exploitation du parc à résidus, le suivi des sources WK17 et WK20 est réalisé selon deux fréquences : hebdomadaire et continue Ces données sont présentées ci-après.

- **Mesures de pH**

La Figure 121 présente les mesures en pH obtenues à une fréquence hebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 121 : Mesures de pH des stations WK17 et WK20 entre janvier 2010 et juillet 2017



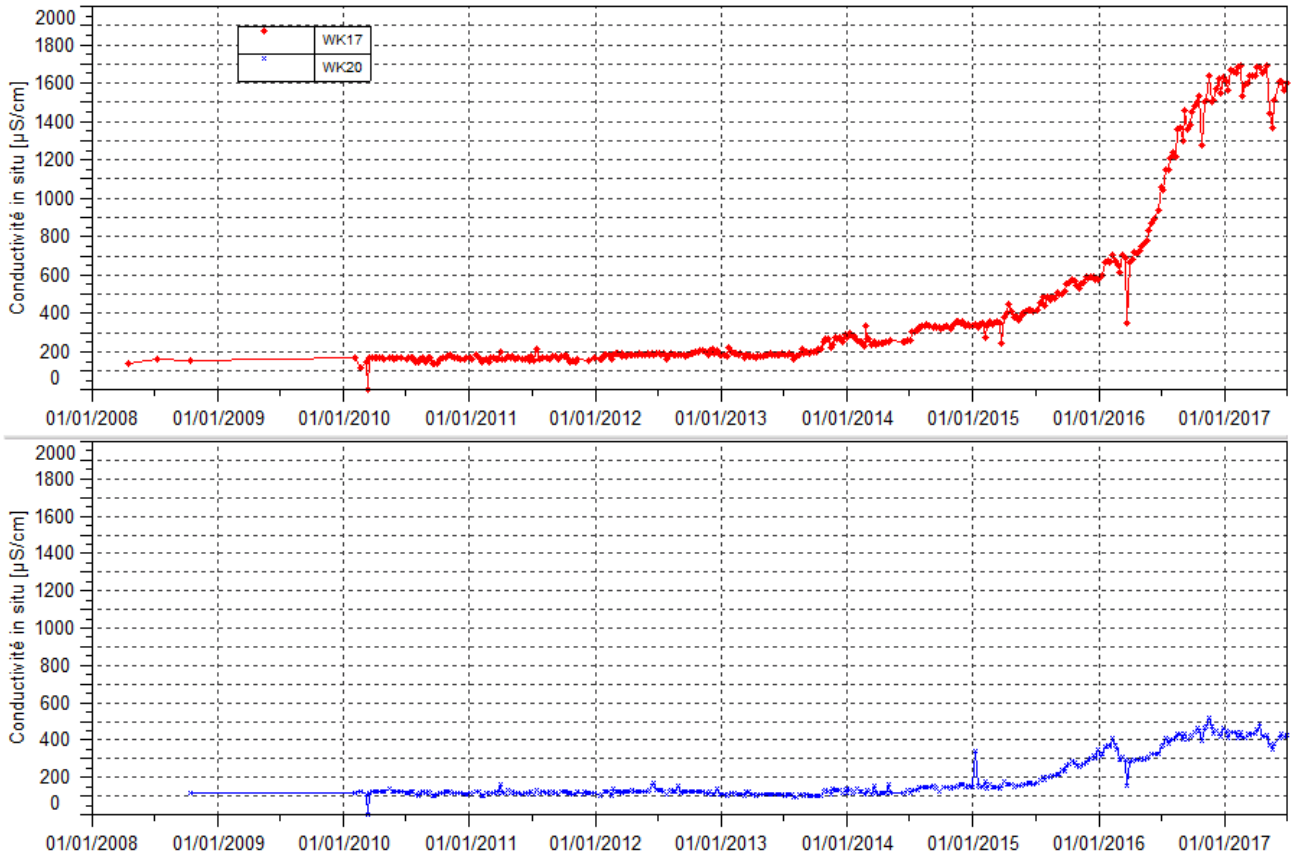
Source WK17 :
Au cours de ce semestre, les résultats sont compris entre 6.7 et 8.3.

Source WK20 :
Au cours de ce semestre, le pH oscille entre 6.9 et 8.3.

- **Mesures de conductivité**

La Figure13 présente les mesures de conductivité obtenues à une fréquence hebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 13: Mesures de conductivité des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017



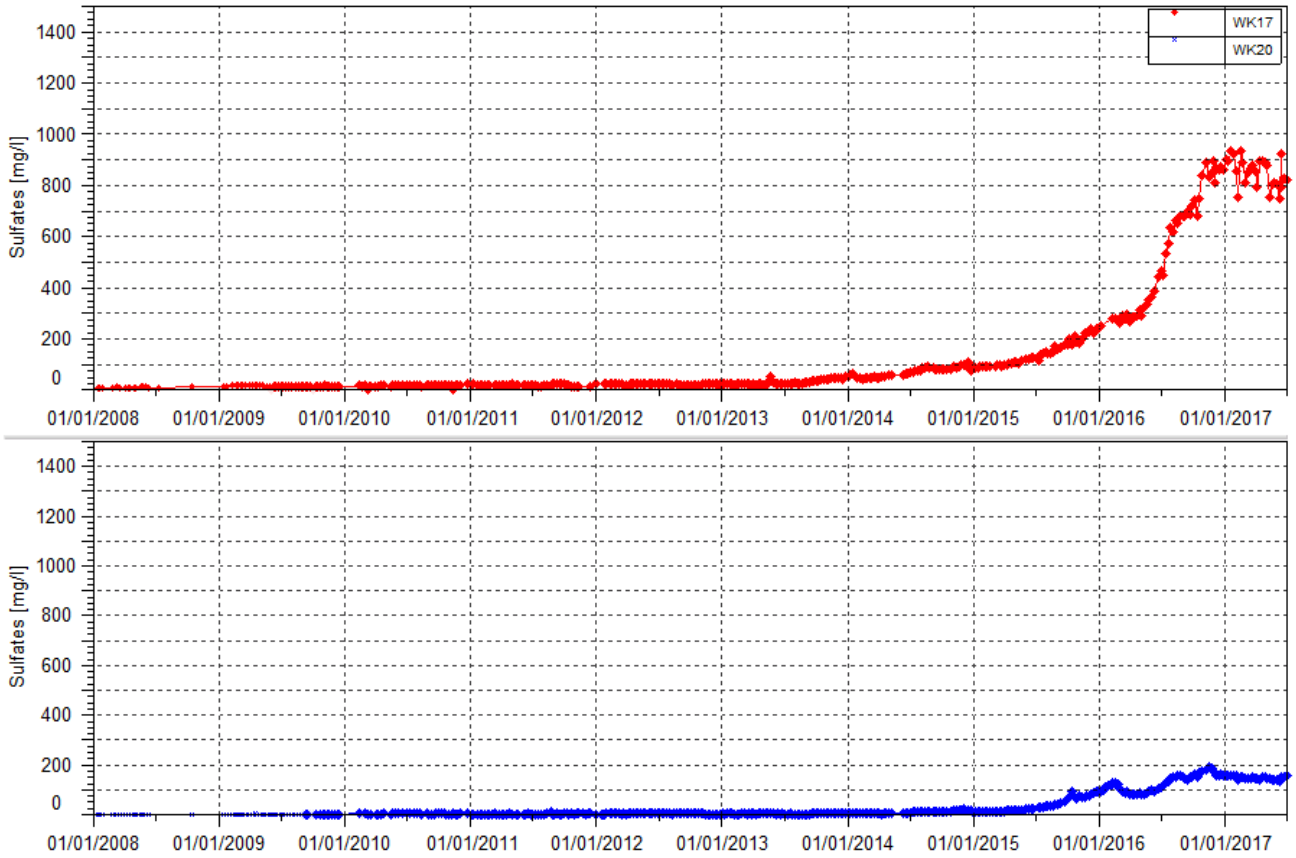
Source WK17 :
A partir de janvier 2017, on observe une stabilisation des conductivités alors qu'une augmentation des valeurs de conductivité était toujours constatée fin 2016. La conductivité est comprise entre 1370 et 1690 µS/cm.

Source WK20 :
Au cours du 1er semestre 2017, les mesures de conductivités sont stables. Les mesures de conductivité oscillent entre 346 et 485 µS/cm.

- **Concentrations en sulfates**

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

Figure 14: Concentration en sulfates des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017



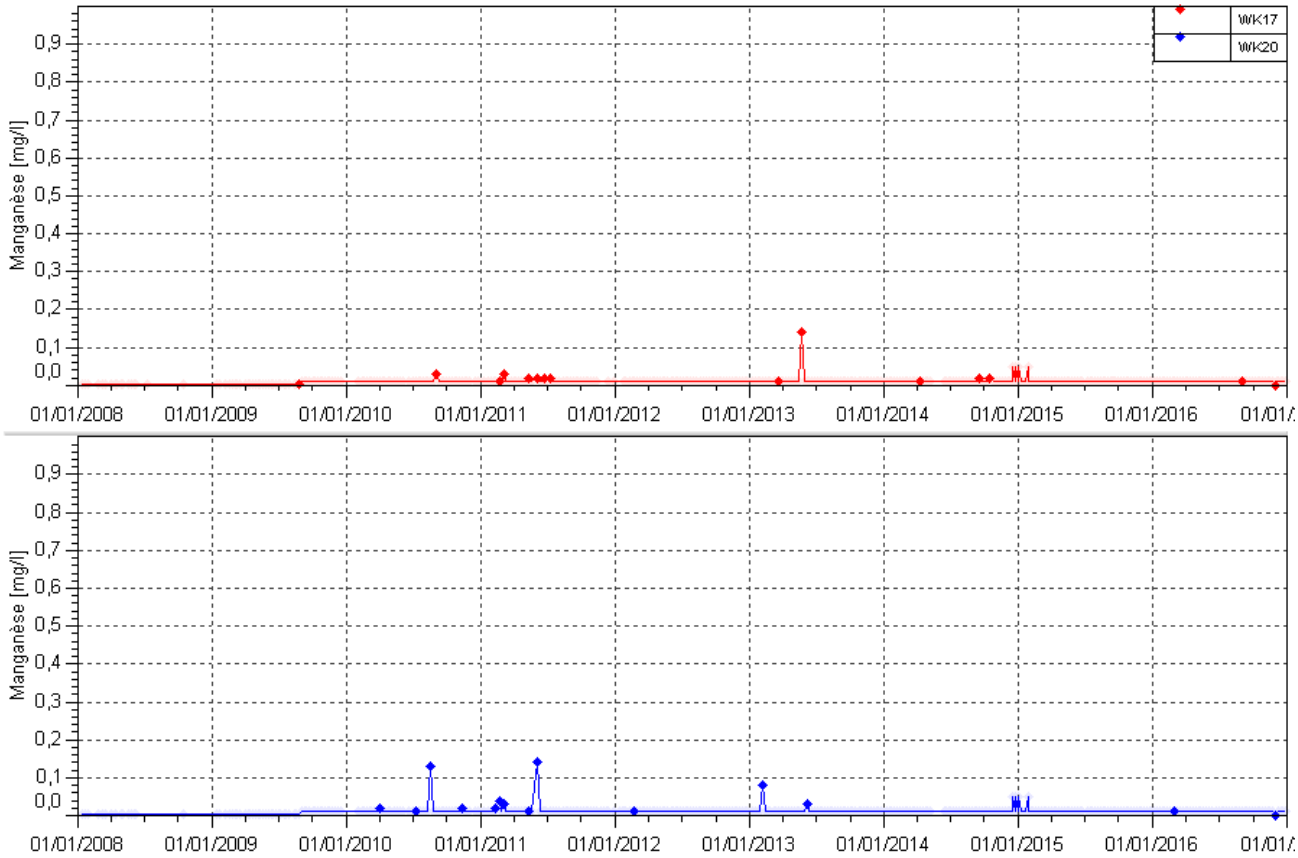
Source WK17 :
Pareillement à la conductivité, on constate une stabilisation des teneurs en sulfates. En 2016 les concentrations oscillaient entre 250 et 875 µS/cm. En 2017, les concentrations varient entre 749 et 935 µS/cm.

Source WK20 :
Les résultats de suivi du 1er semestre attestent aussi d'une stabilisation au niveau de cette station. Les concentrations en sulfates sont comprises entre 134 et 159 mg/L au cours de ce semestre.

- **Concentrations en manganèse**

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

Figure 15 : Concentration en manganèse des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017



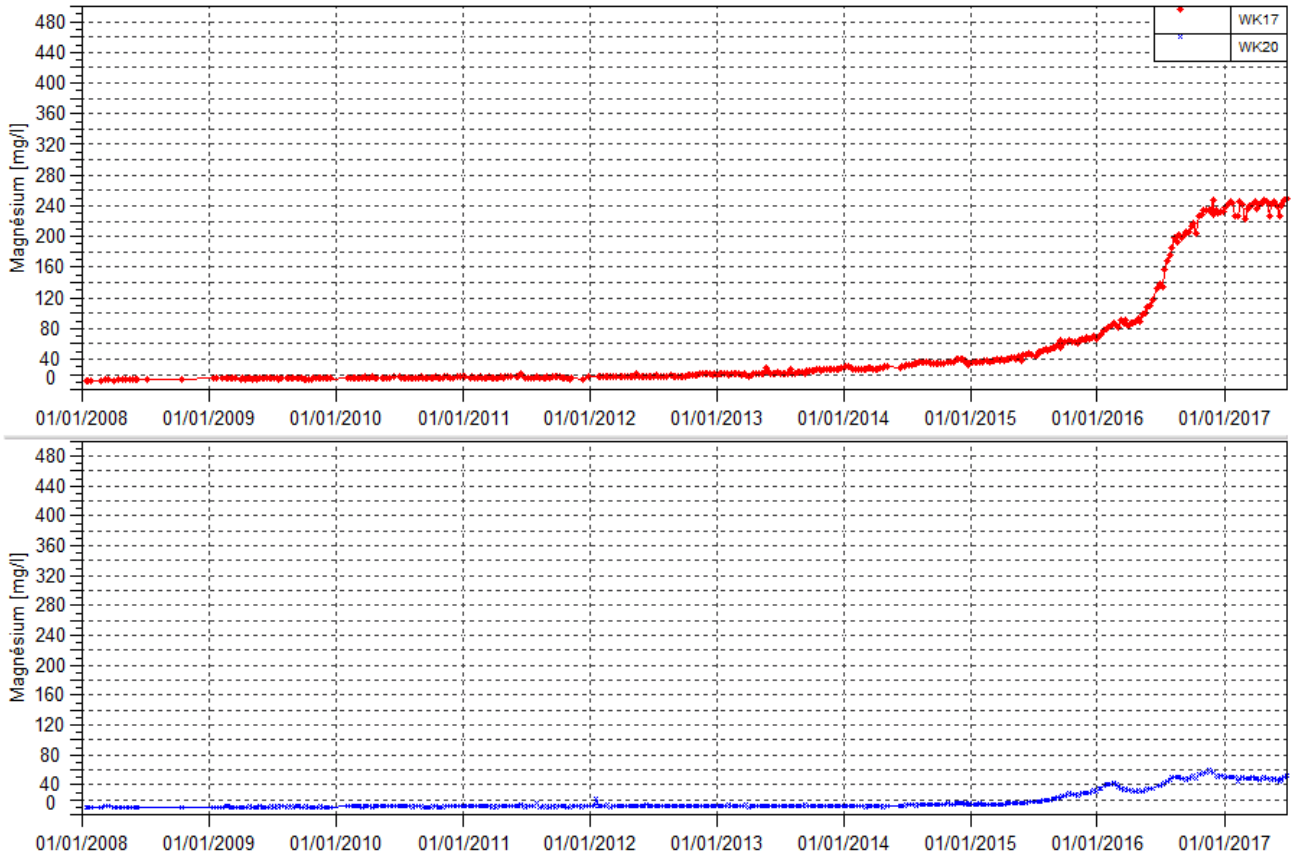
Source WK17 :
Le manganèse n'est pas détecté au niveau de la source WK17 au cours de ce semestre.

Source WK20 :
Le manganèse n'est pas détecté au niveau de la source WK20 au cours de ce semestre.

- **Concentrations en magnésium**

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

Figure 16: Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017



Source WK17 :

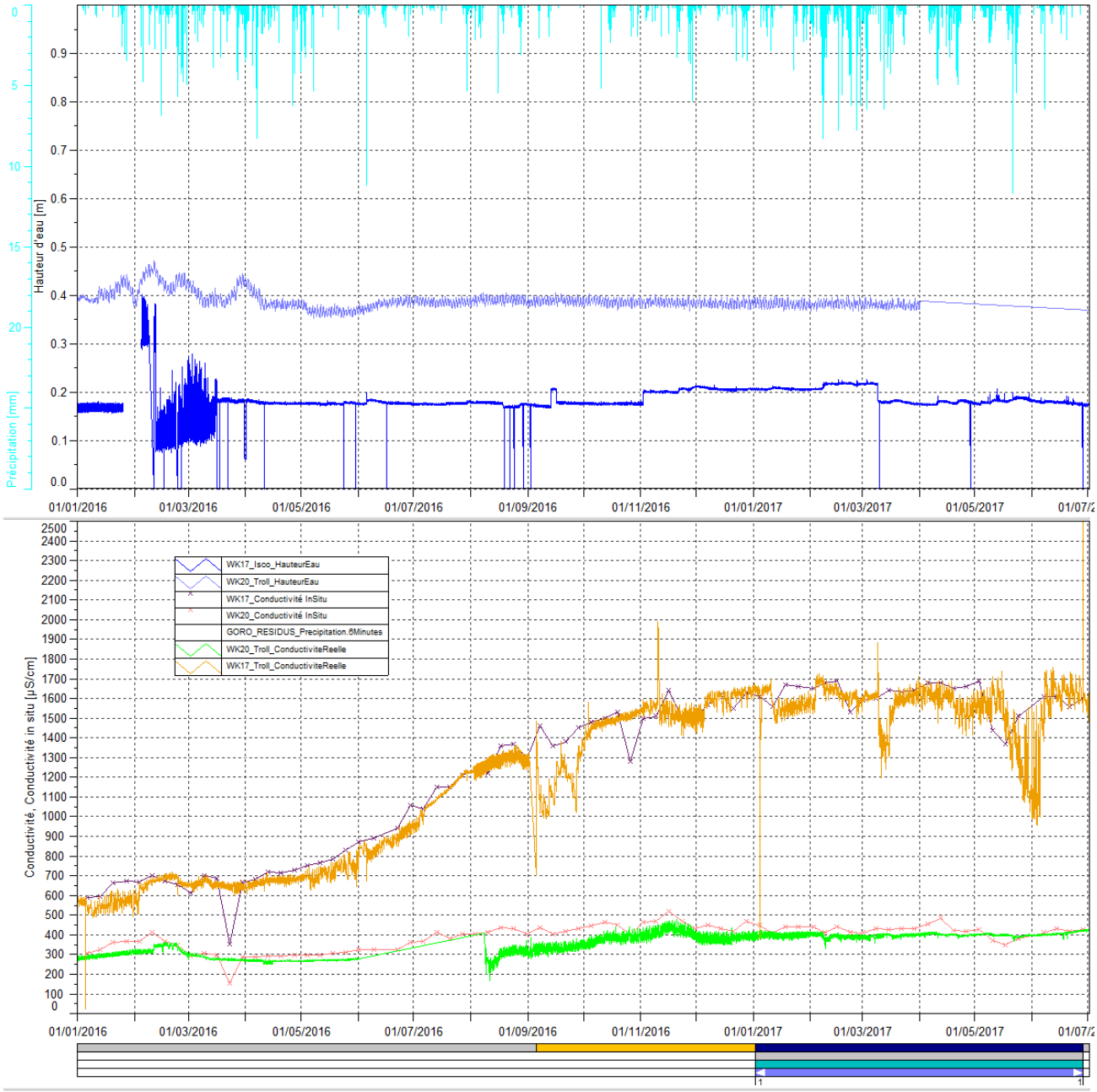
En concordance avec la conductivité et les sulfates, les concentrations en magnésium sont stables au cours de ce 1er semestre 2017 alors qu'une augmentation progressive était constatée lors du précédent bilan annuel.

Source WK20 :

La tendance à l'augmentation amorcée en juillet 2014 ne s'est pas poursuivie au cours de ce semestre. Les mesures de magnésium sont stables au cours du 1er semestre 2017.

Les mesures en continu de niveau et conductivité réalisées au 1er semestre 2017 au niveau des sources WK17 et WK20 sont présentées en Figure 18**.** 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.

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



Les relevées de conductivité manuelles et automatiques confirment la stabilité de la qualité physico-chimique aux sources WK17 et WK20, observée au 1er semestre 2017.

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 5.5 et 7.6 durant le 1er semestre 2017.

Conductivité : comprise entre 78.2 et 637 µS/cm durant ce semestre. La conductivité max est enregistrée au piézomètre 6-14A au mois de janvier. Cependant, les valeurs de conductivité pour ce piézomètre sont en diminution depuis avril 2016. Au piézomètre 6-8A, on relève une conductivité de 234 µS/cm lors du contrôle d'avril. Cette valeur correspond à la maximale enregistrée depuis le début des suivis. Les mesures de conductivité du 1er semestre pour les autres piézomètres ne montrent aucune évolution particulière.

Chlorures et sulfates : en corrélation avec la conductivité, les résultats du 1er semestre confirment la diminution des concentrations en sulfates et chlorures au piézomètre 6-14A observée lors du précédent bilan annuel. Au piézomètre 6-8A, le dernier contrôle en sulfates du semestre indique une valeur légèrement supérieure à la maximale mesurée en sulfates au niveau de cette station. Pour les autres piézomètres, les concentrations en sulfates et chlorures ne montrent pas d'évolution particulière. Les concentrations en sulfates sont toujours stables et les teneurs en chlorures sont variables sans indiquer de tendance particulière

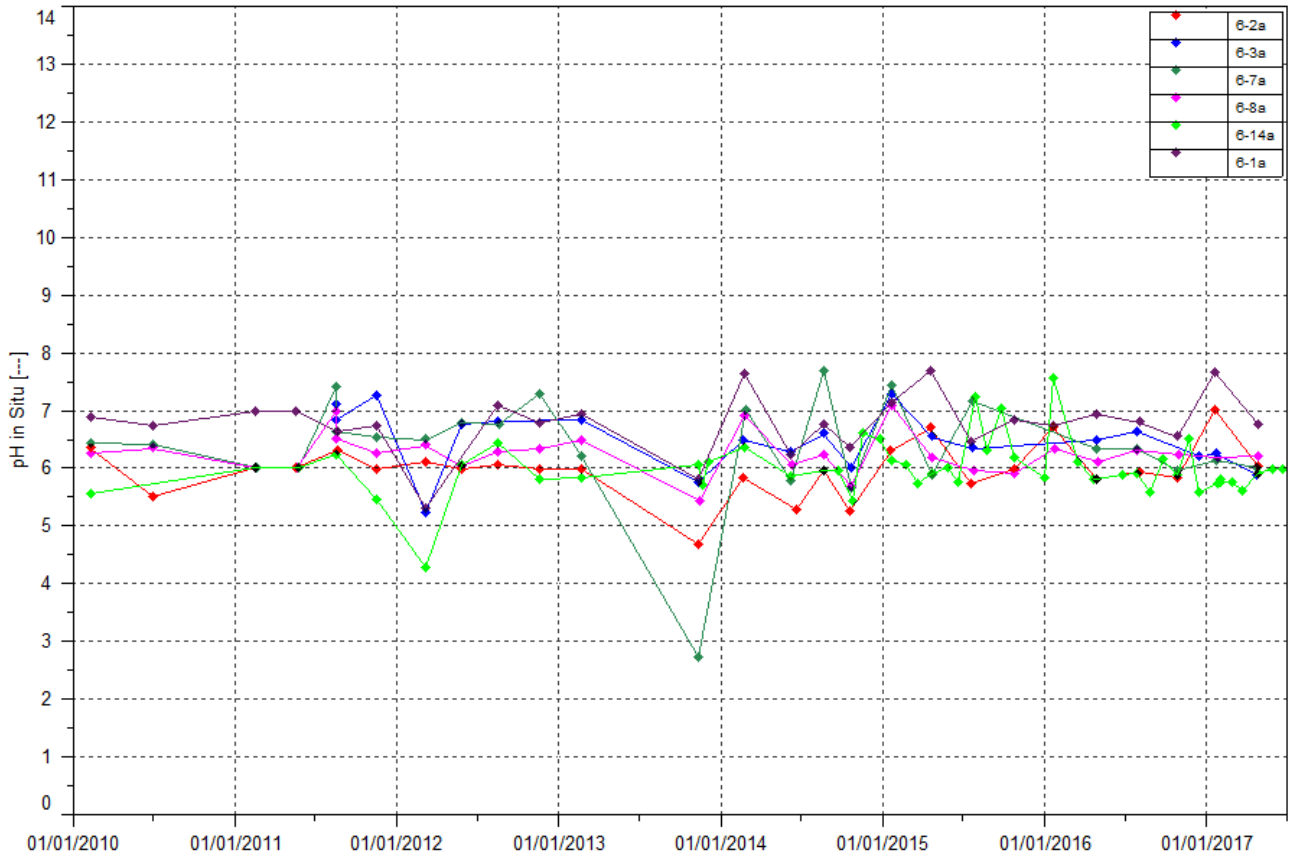
DCO et hydrocarbures : la DCO est faiblement détectée au piézomètre 6-14A au mois de janvier. Les HT ne sont pas détectés sur l'ensemble des piézomètres au 1er semestre 2017.

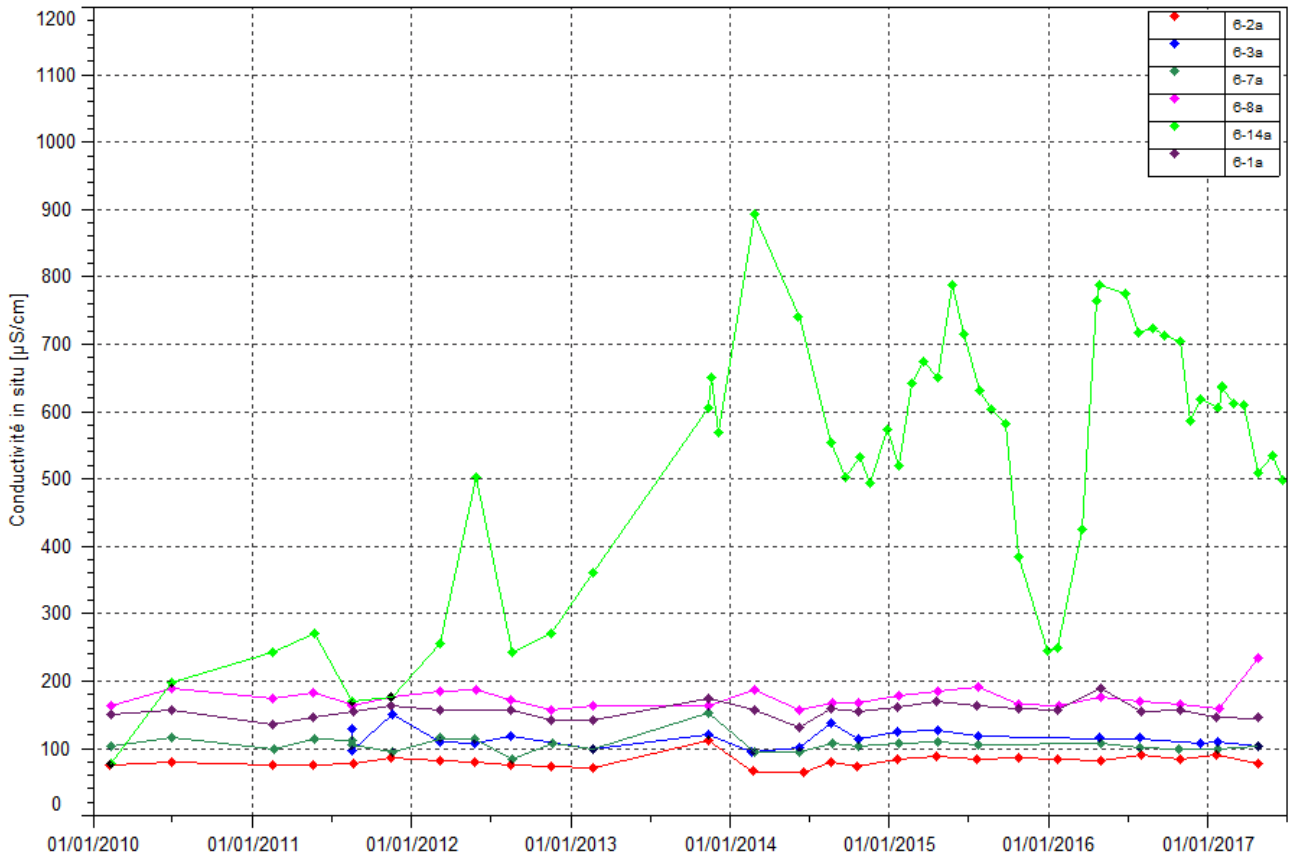
Chrome et chrome VI: au piézomètre 6-14A, les concentrations en chrome et chrome VI diminuent encore durant cette période rapport au précédent semestre. Globalement, aucune évolution n'est constatée par rapport aux années précédentes. Les concentrations mesurées sont stables depuis 2008 pour l'ensemble des piézomètres hormis à la station 6-14A où les taux en chrome et chrome VI sont variables depuis 2013.

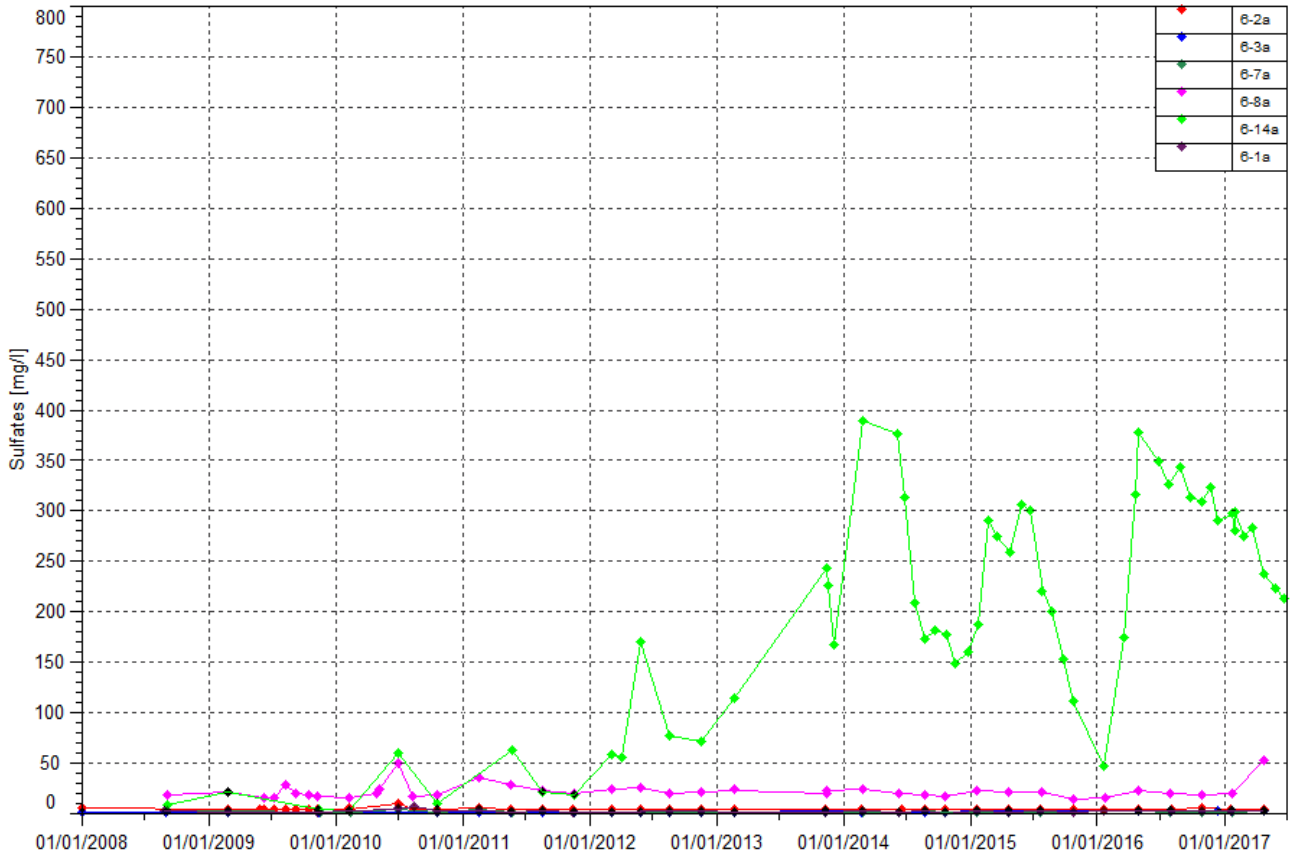
Calcium : comme la conductivité et les sulfates, les concentrations en calcium sont en baisse à 6-14A durant ce semestre. Au piézomètre 6-8A, les teneurs en calcium ont augmenté au cours de ce semestre. Cette tendance sera à confirmer lors du bilan annuel. Aucune évolution particulière n'est à constater pour les autres piézomètres.

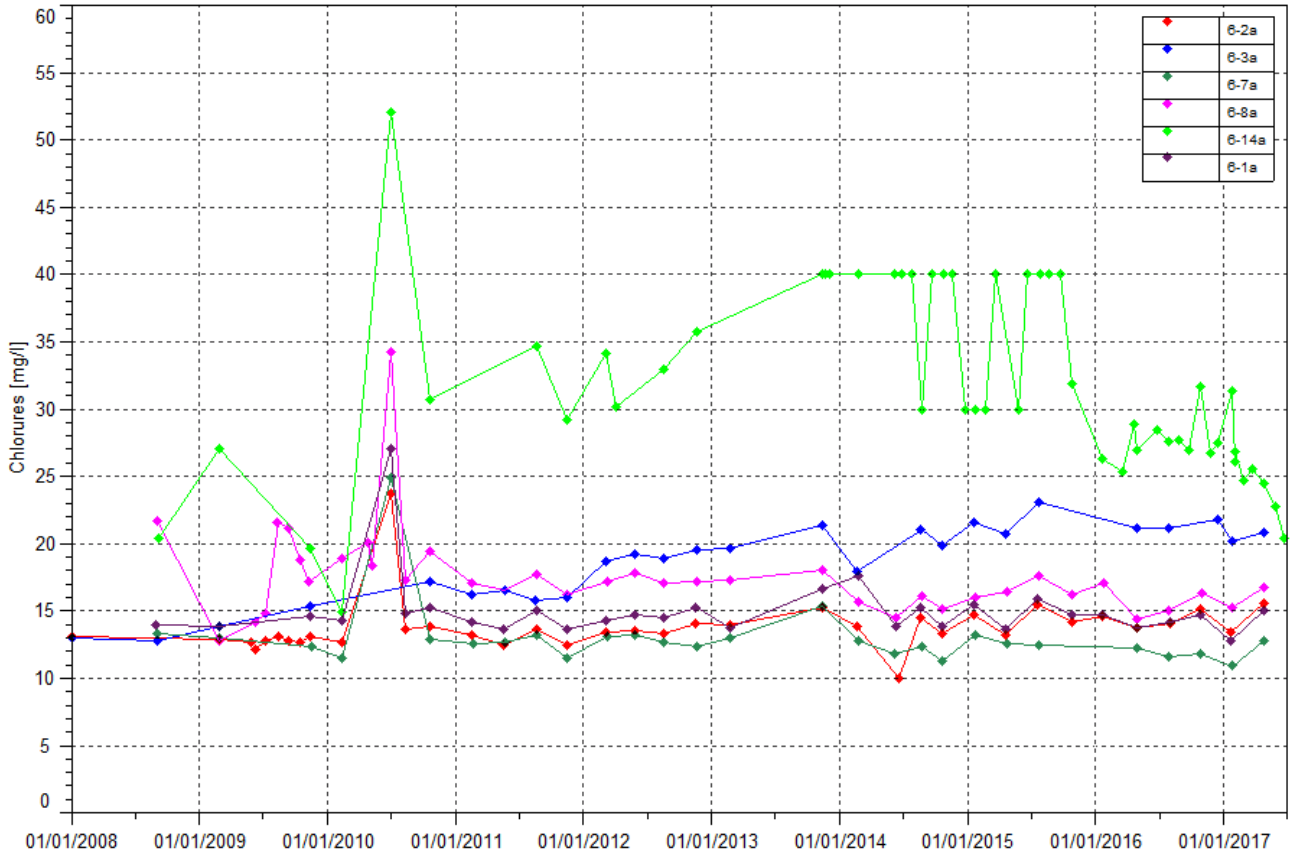
Sodium, potassium et TAC: Les analyses confirment la stabilité des concentrations en sodium, potassium pour l'ensemble des piézomètres. Les mesures de TAC dans les horizons latéritiques sont en légère augmentation, soit aux piézomètres 6-1A, 6-8A et 6-7A. Ces tendances seront à confirmer lors du bilan annuel. Pour les autres piézomètres, les relevées de TAC du semestre sont stables.

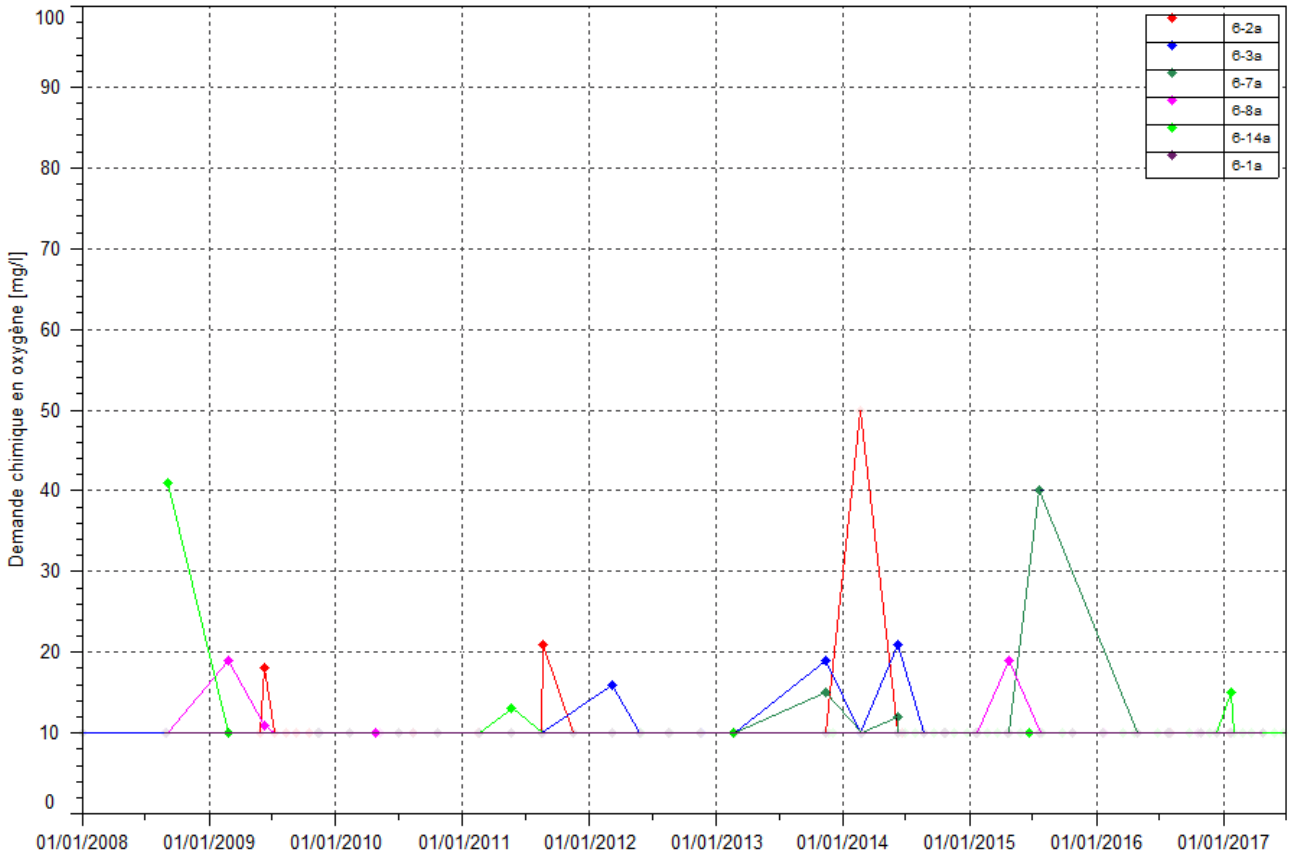
Figure 19 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine– conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

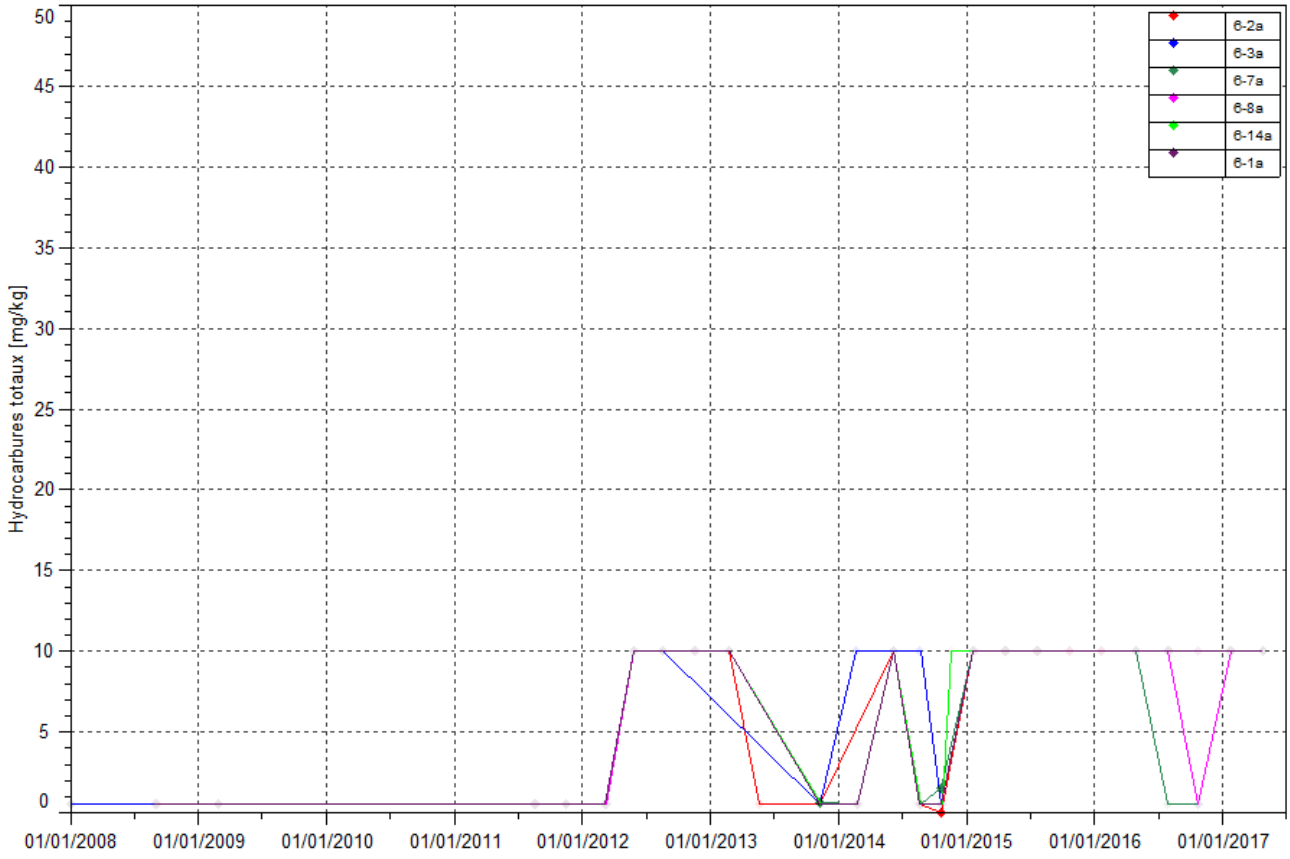


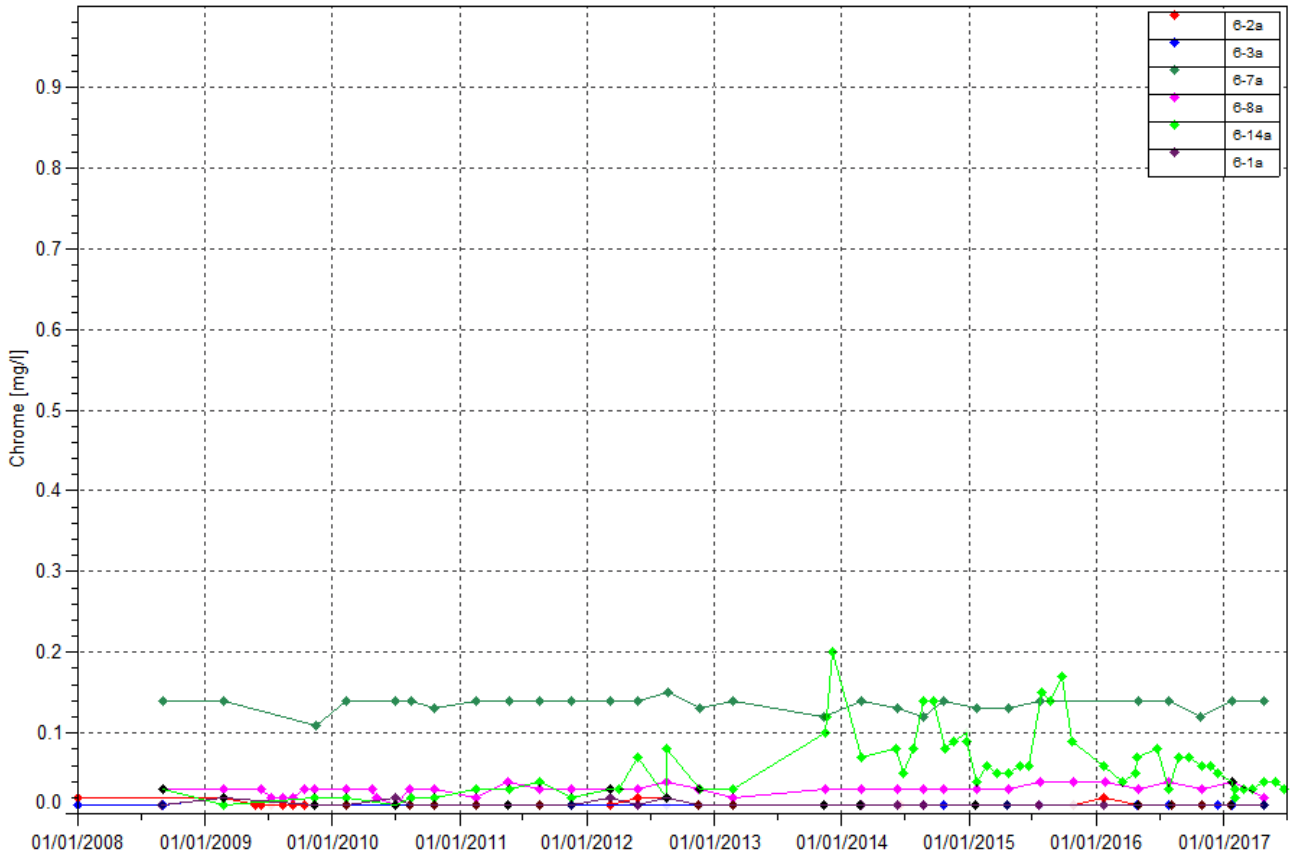


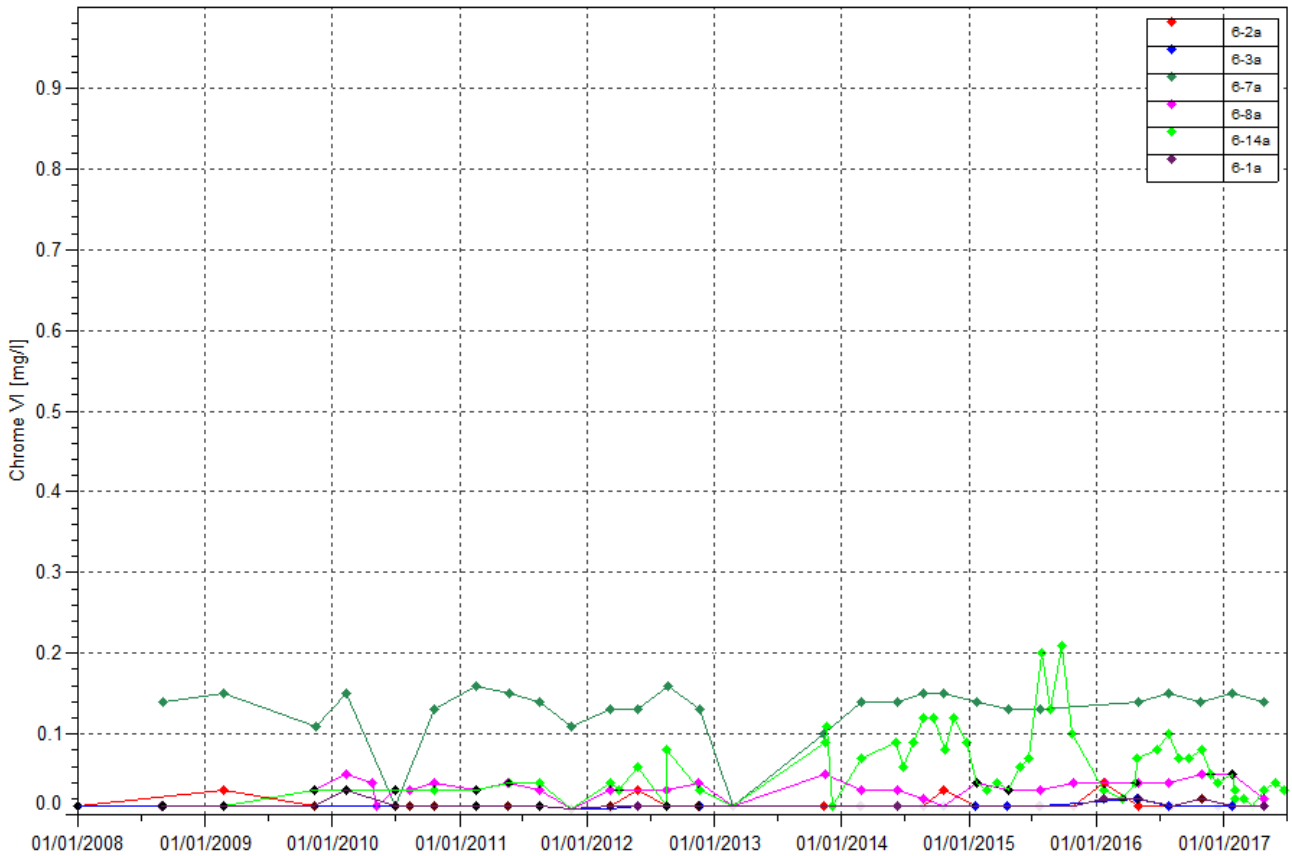

Sulfates [mg/l]
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a

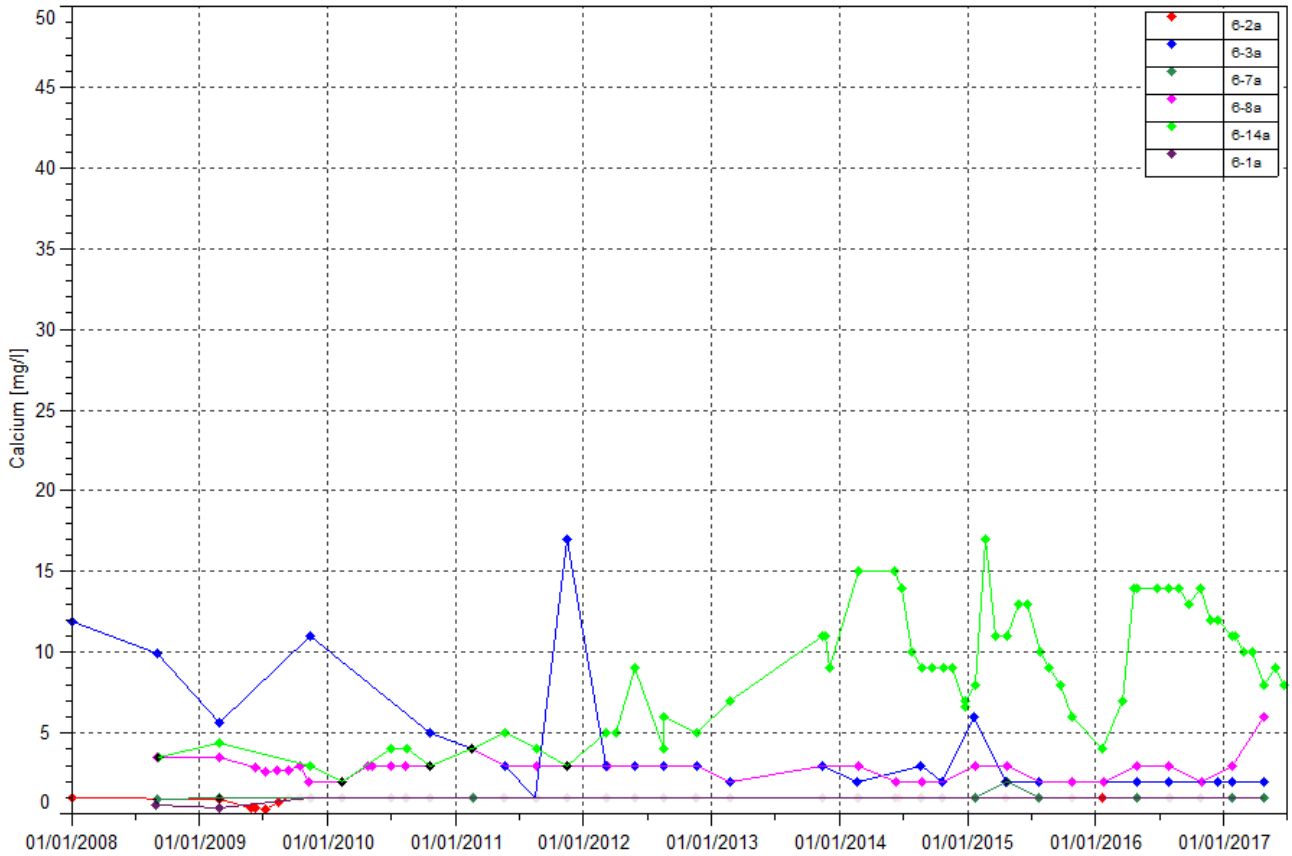

Chlorures [mg/l]
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a

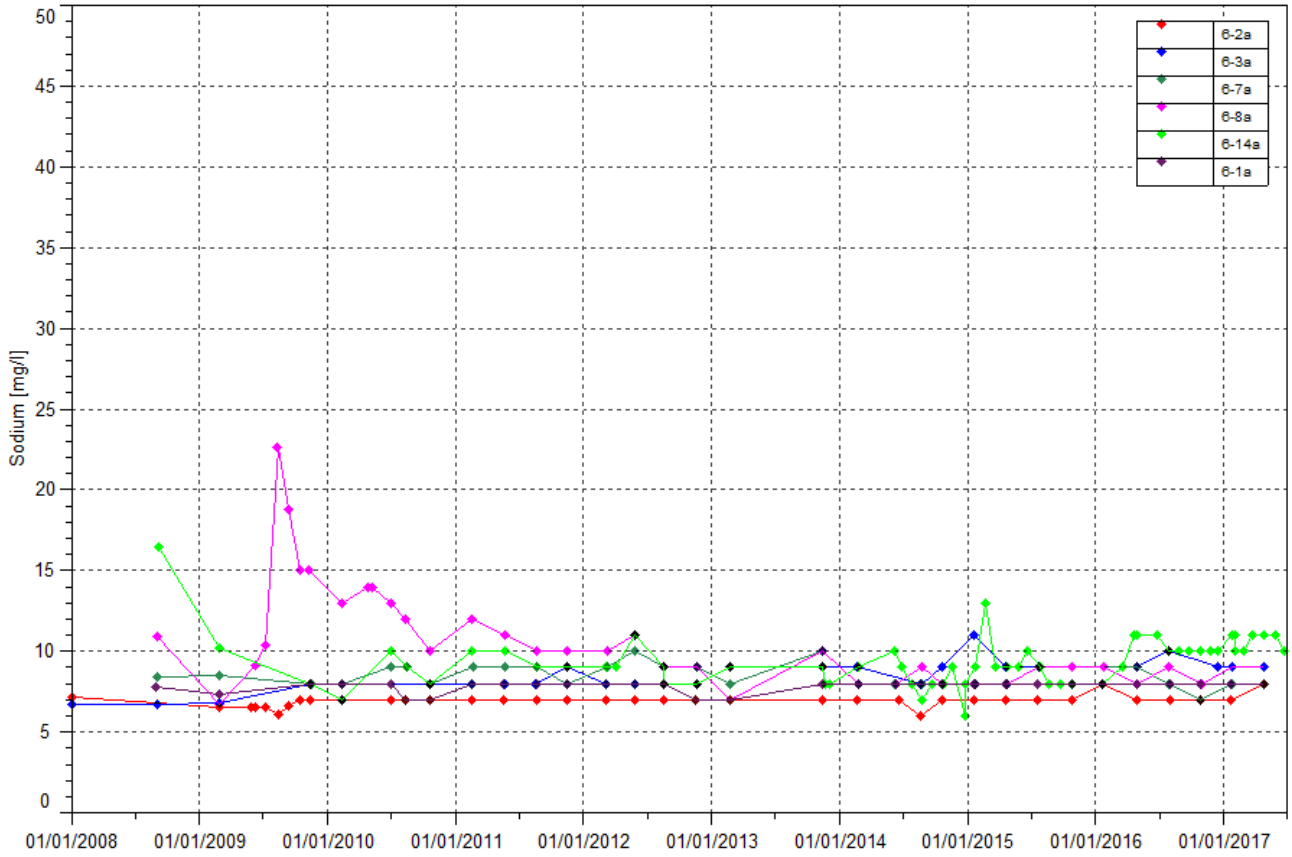

Demande chimique en oxygène [mg/l]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a

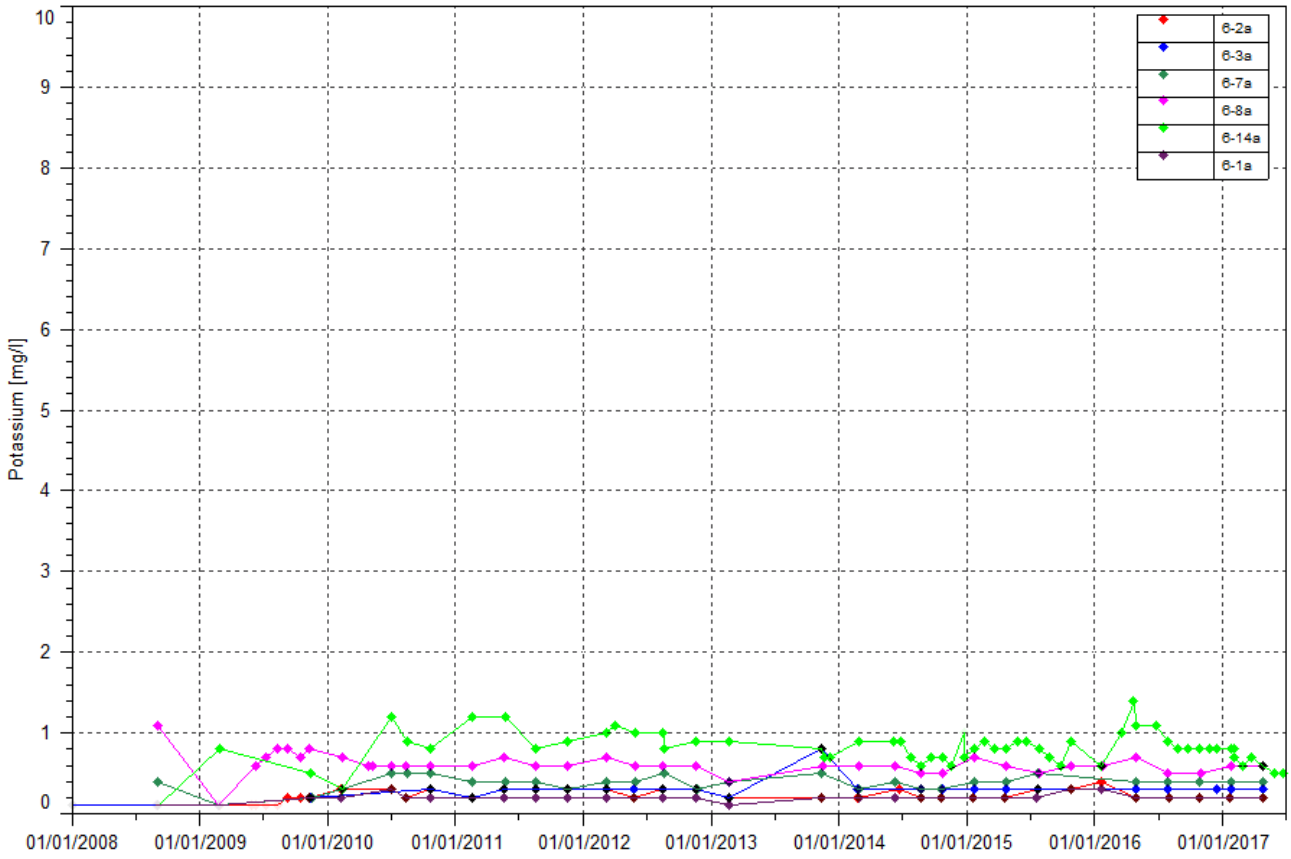

Hydrocarbures totaux [mg/kg]
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a

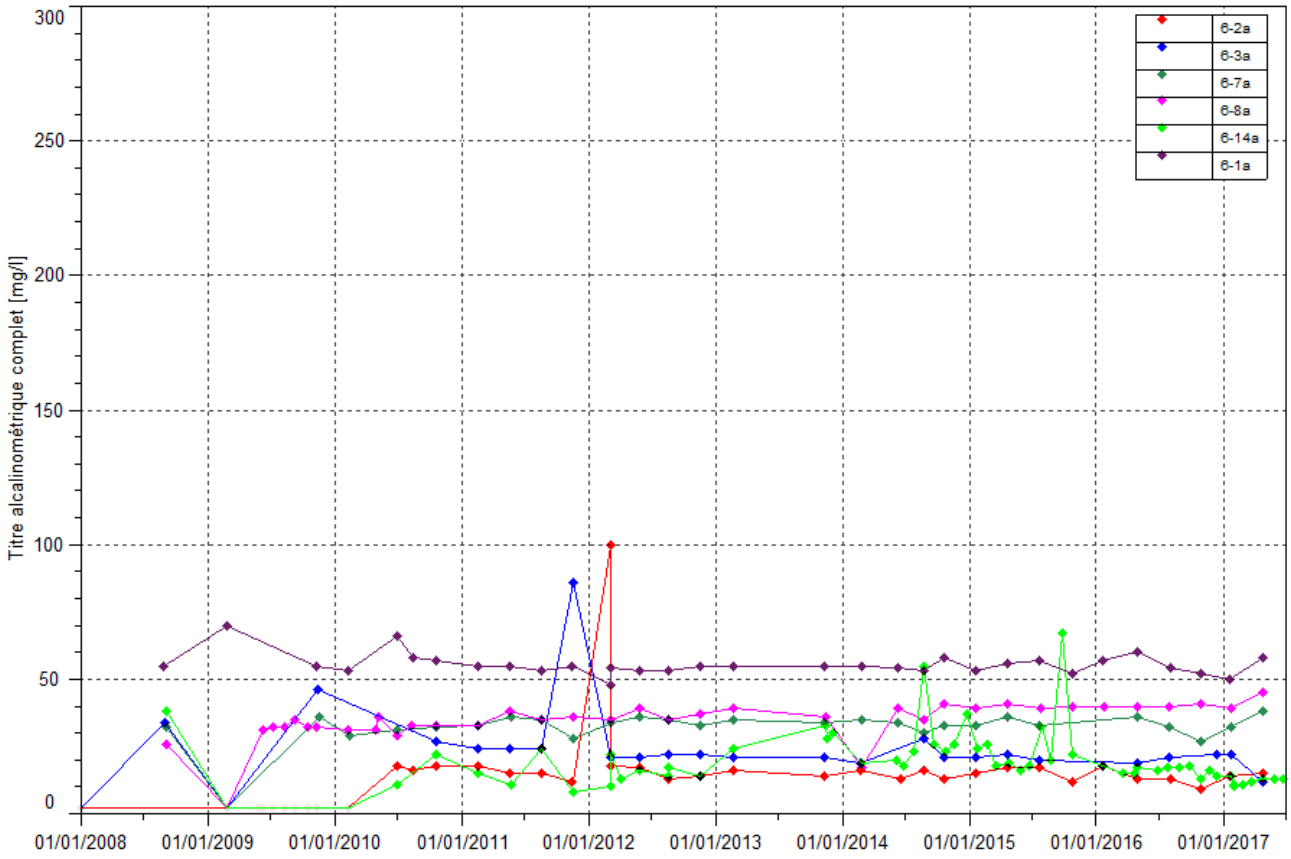

Chrome [mg/l]
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a


Chrome VI [mg/l]
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a


Calcium [mg/l]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a


Sodium [mg/l]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a


Potassium [mg/l]
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a


Titre alcalinométrique complet [mg/l]
300
250
200
150
100
50
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-2a
6-3a
6-7a
6-8a
6-14a
6-1a

Piézomètres longs

pH : au 1er semestre 2017, compris entre 6.3 (au piézomètre **6-8)** et 9.9 (relevé au piézomètre **6-1**) au mois de janvier. Le pH max mesuré au piézomètre 6-1 correspond au maximum mesuré depuis 2010.

Conductivité : au 1er semestre, comprise entre 86.6 et 419 µS/cm. Cette conductivité max est mesurée au piézomètre **6-6** au mois de juin. Cette conductivité est la maximale mesurée depuis le début des suivis.

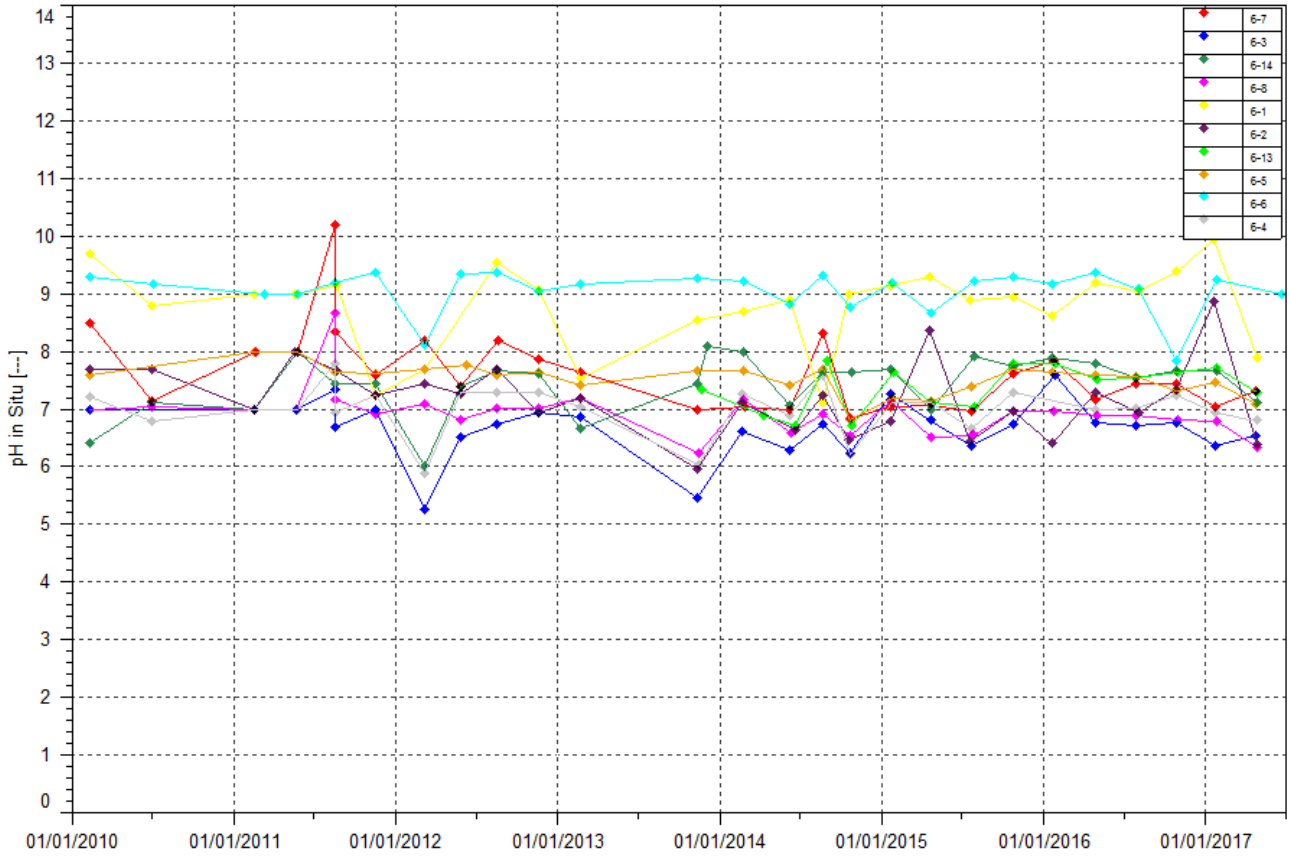
Chlorures et sulfates : Les analyses en chlorures et sulfates de cette période ne révèlent aucune évolution particulière.

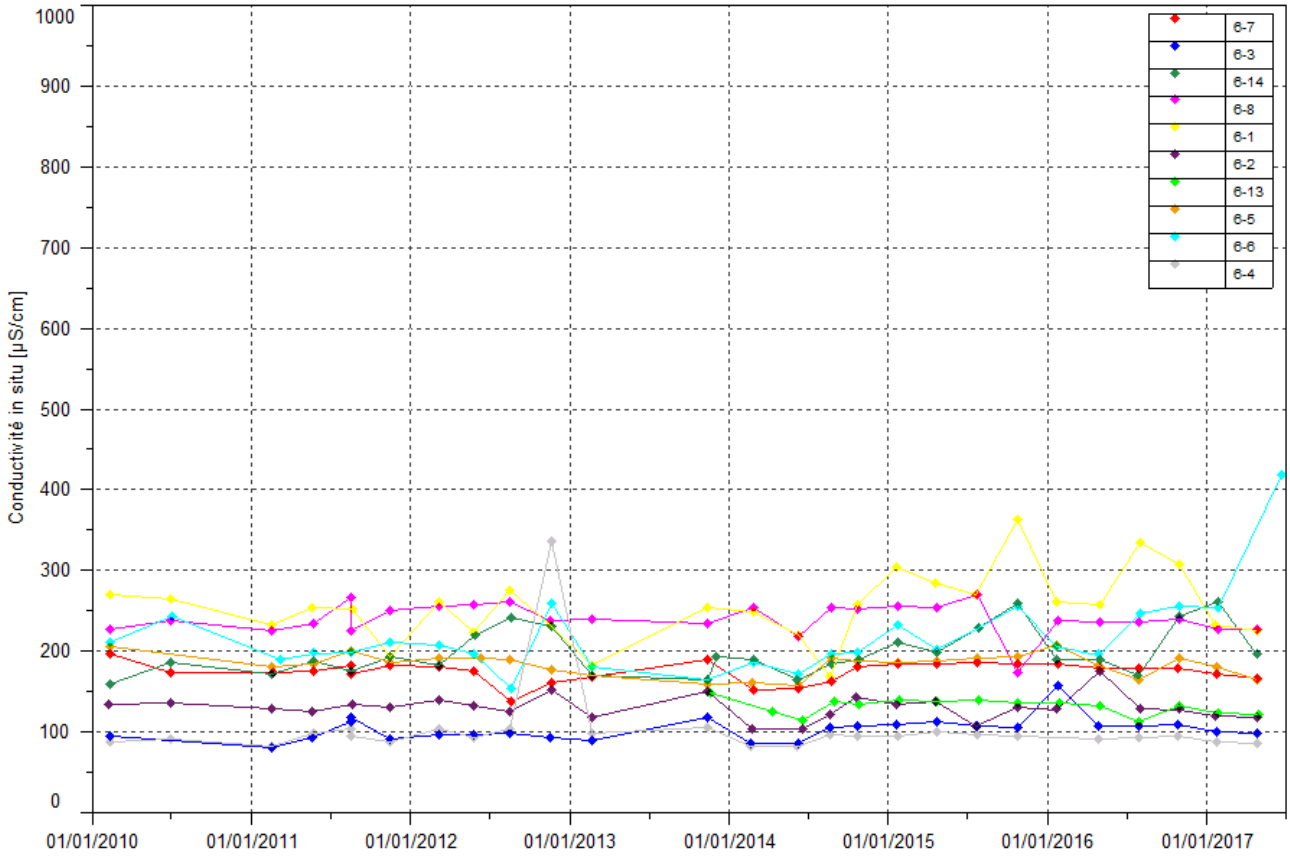
DCO et hydrocarbures : la DCO et les hydrocarbures ne sont pas quantifiés au cours du 1er semestre 2017 dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques.

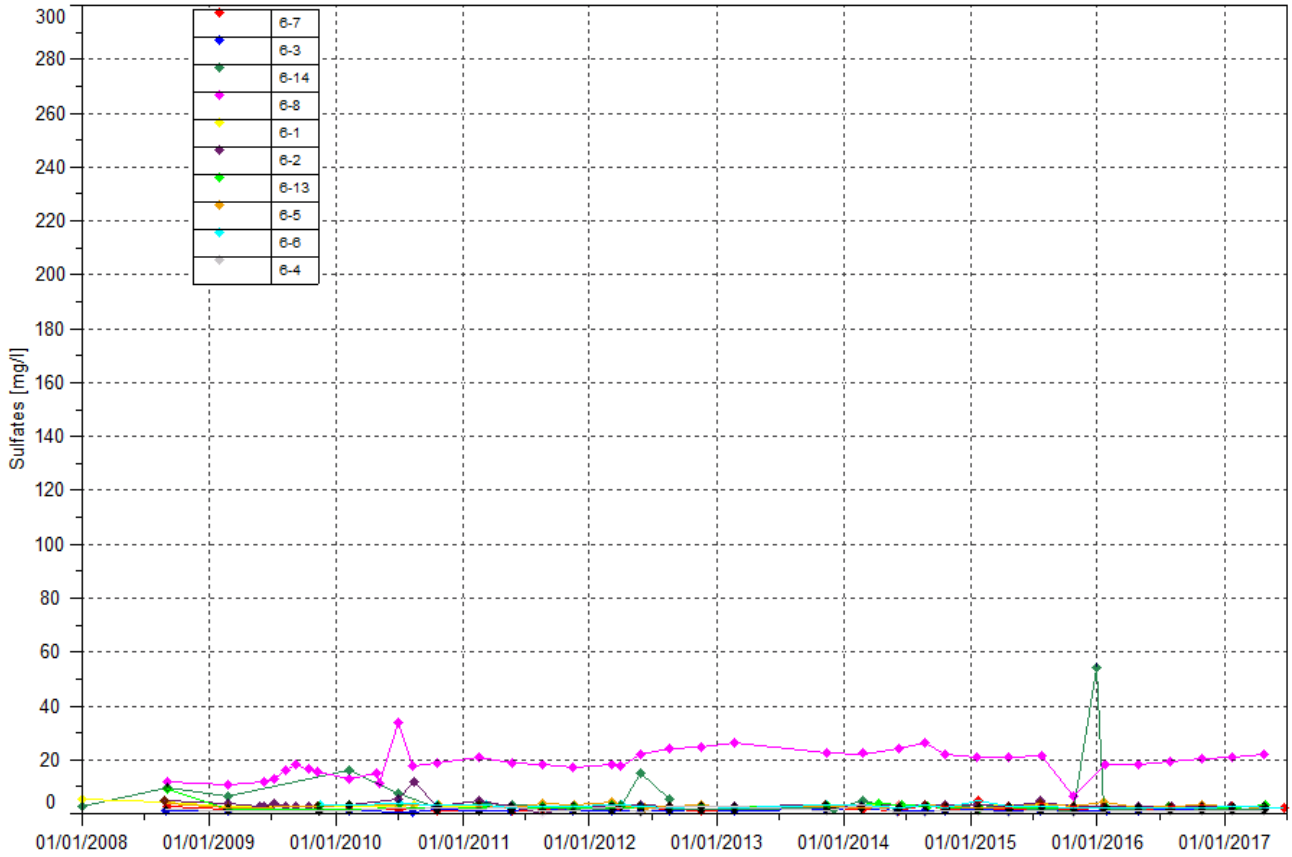
Chrome et chrome VI: Les concentrations restent toujours plus élevées et variables aux stations **6-5** et **6-13**. Les relevés du 1er semestre pour ces deux piézomètres indiquent une diminution des teneurs en chrome et chrome VI. Au niveau des autres piézomètres, les résultats d'analyse du semestre montrent des teneurs comparables aux années précédentes.

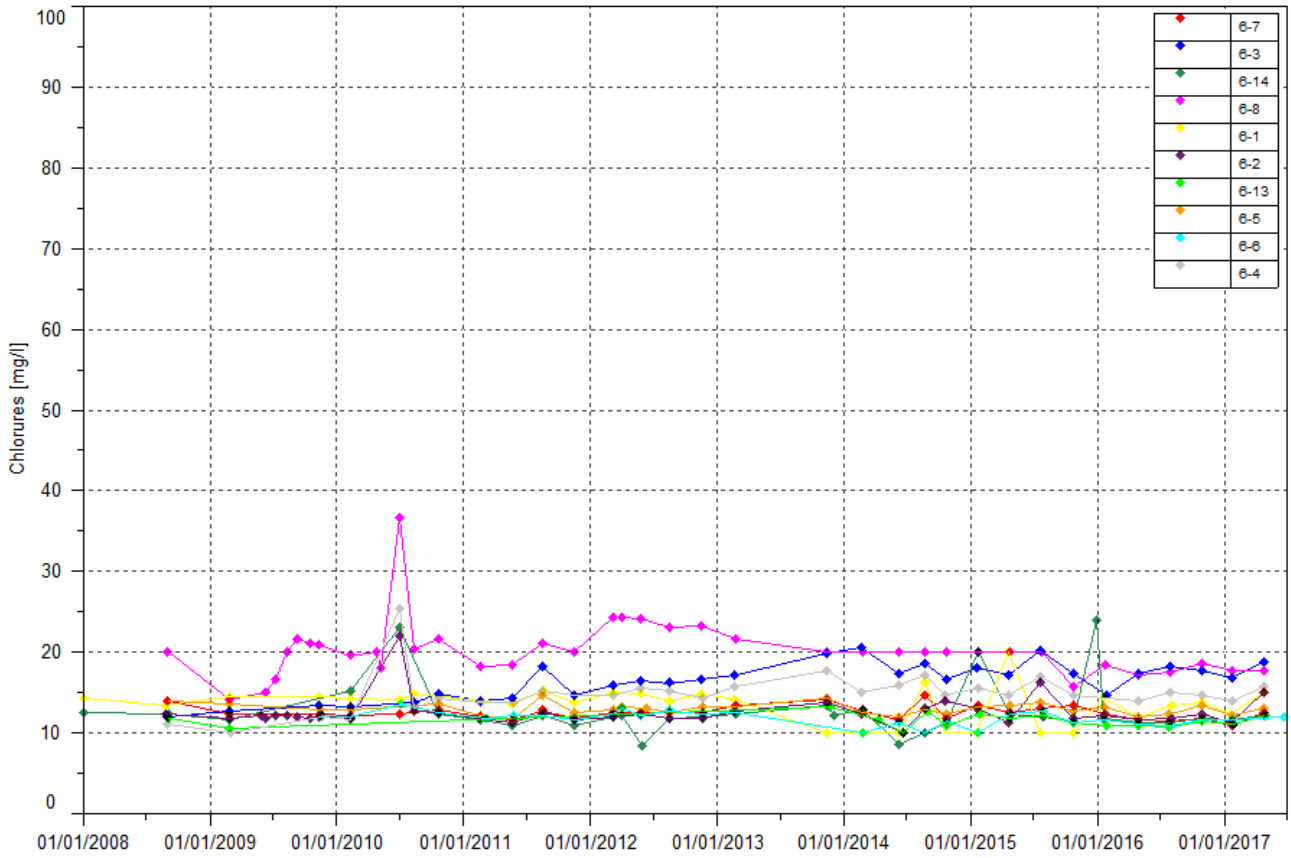
Sodium, Calcium, Potassium et TAC : aucune évolution particulière n'est constatée pour les paramètres sodium, potassium, calcium et TAC sur l'ensemble des piézomètres de suivi des horizons saprolitiques durant cette période. Seule la concentration en sodium mesurée au mois de janvier au piézomètre 6.6, soit 32 mg/L, est élevée par rapport à la moyenne mesurée depuis 2008.

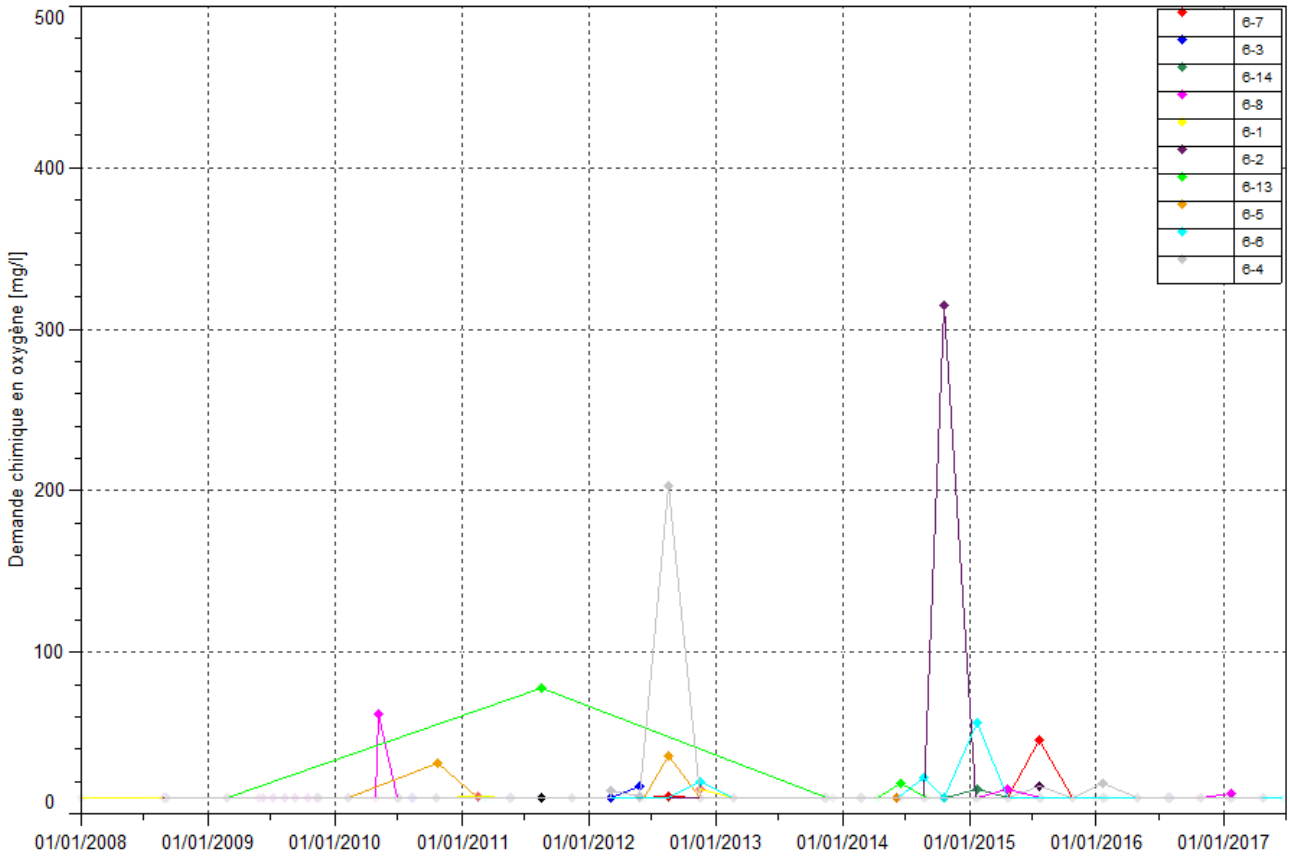
Figure 20 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine– conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC

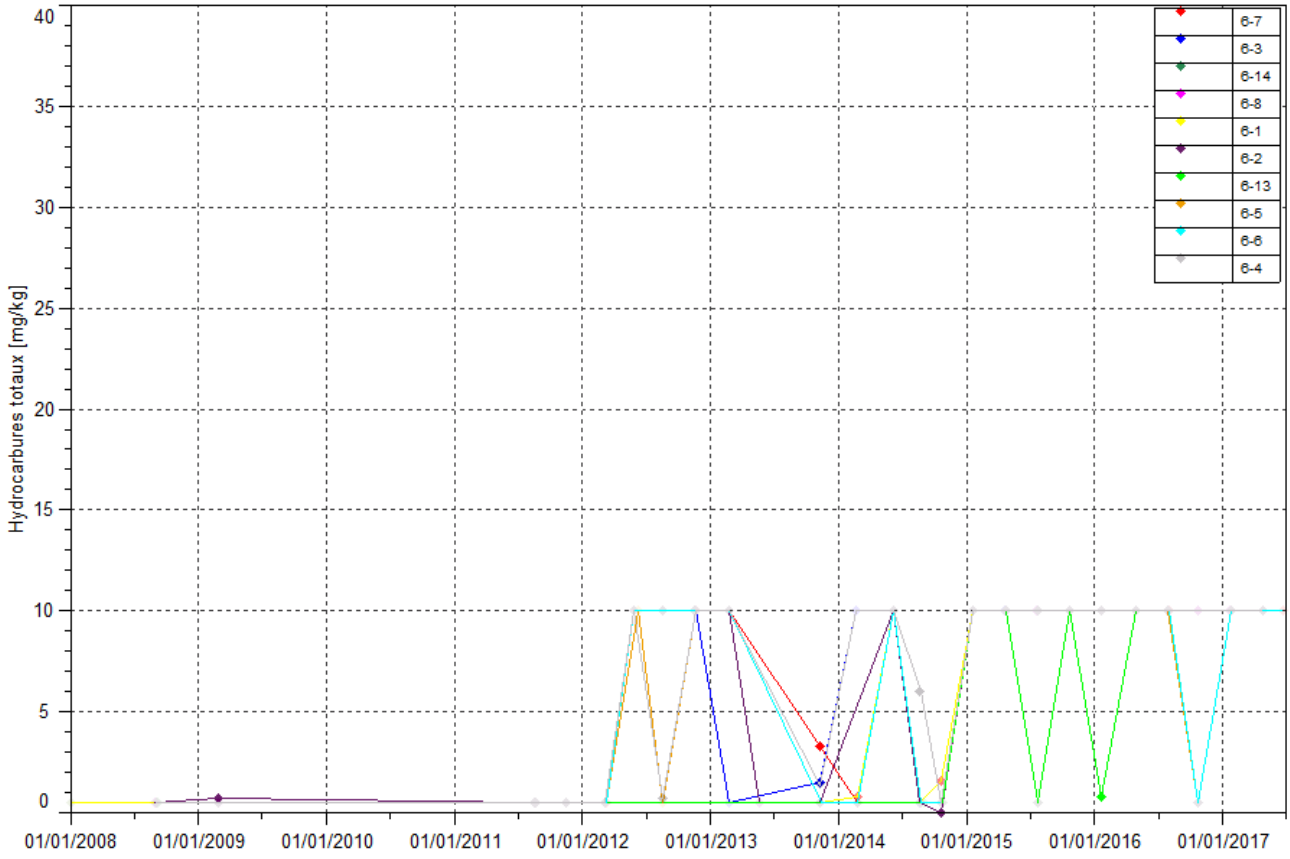


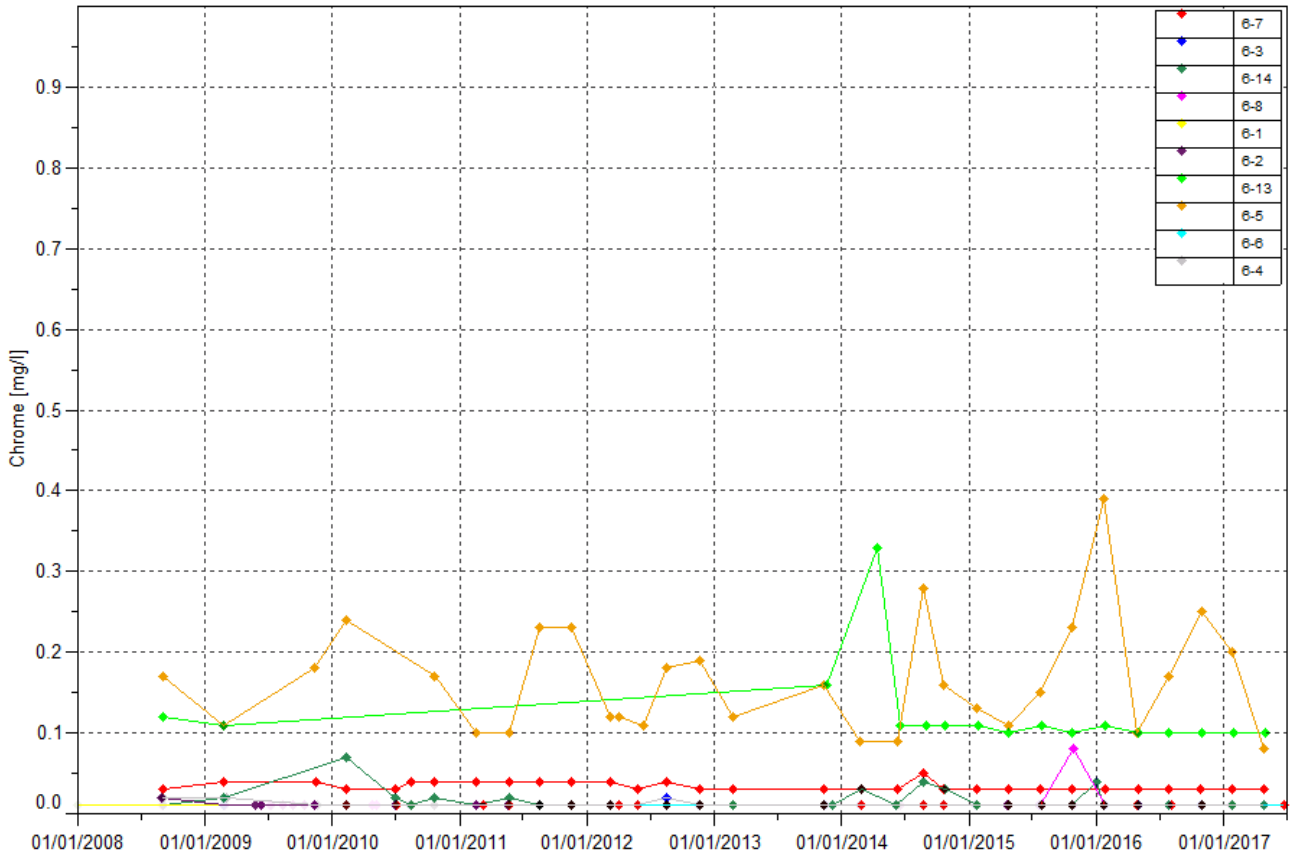


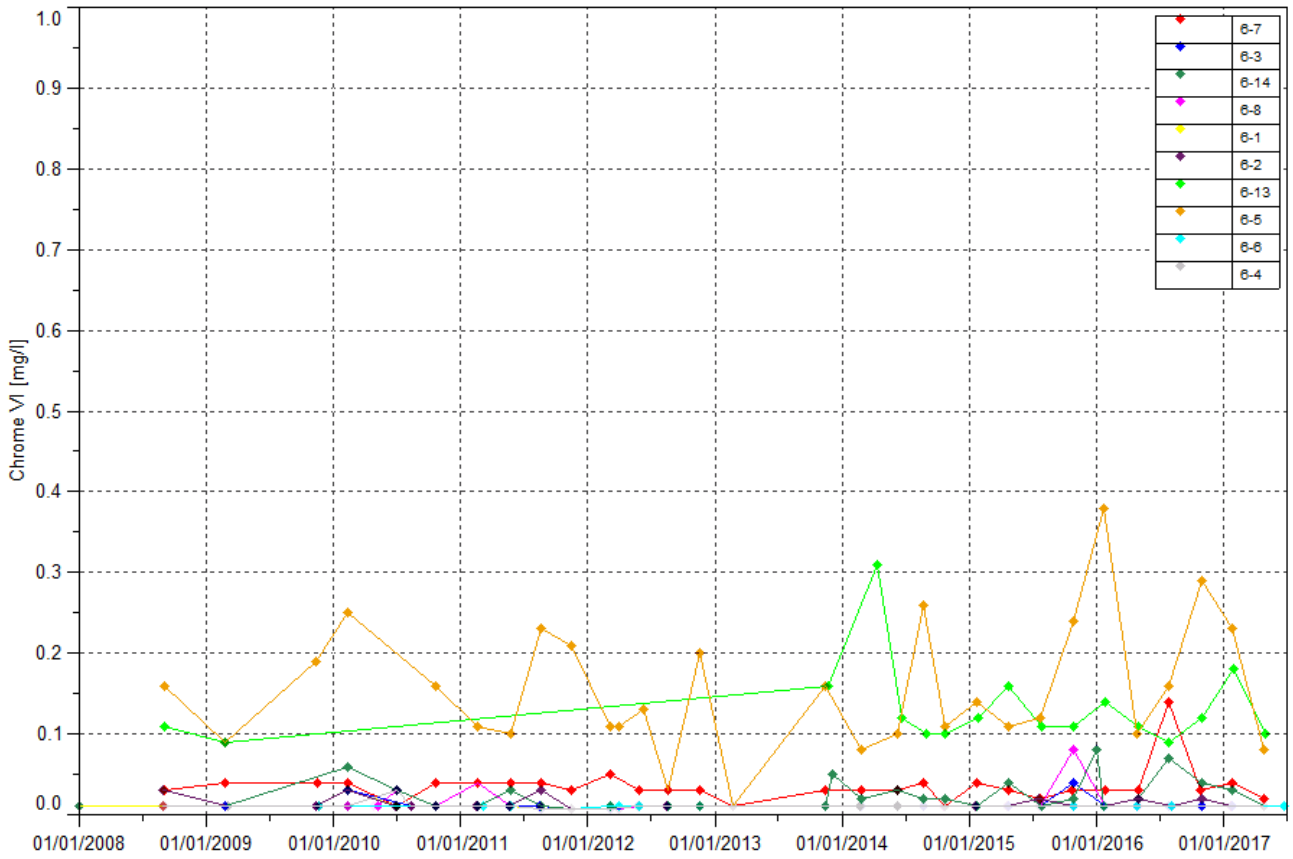

6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4
Sulfates [mg/l]
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017

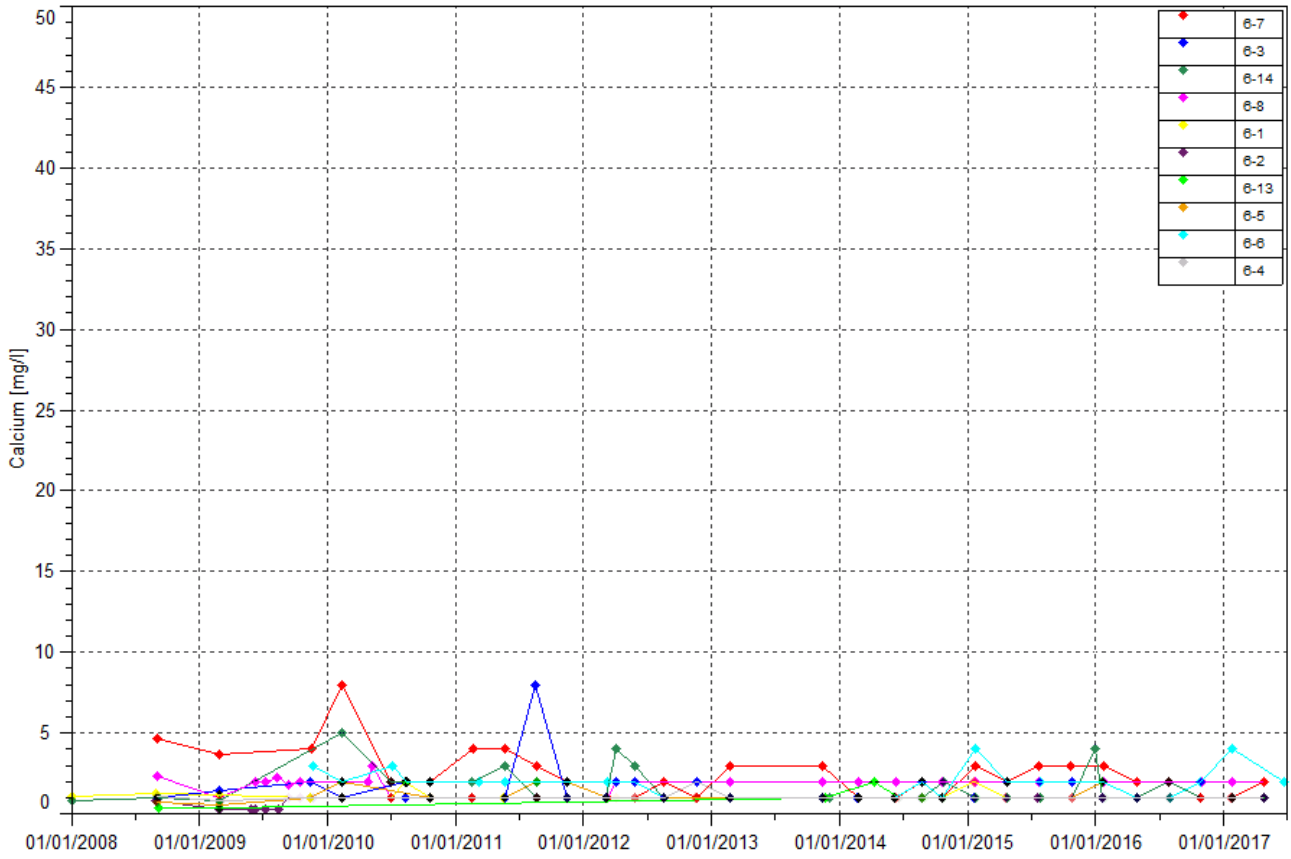

6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4
Chlorures [mg/l]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017

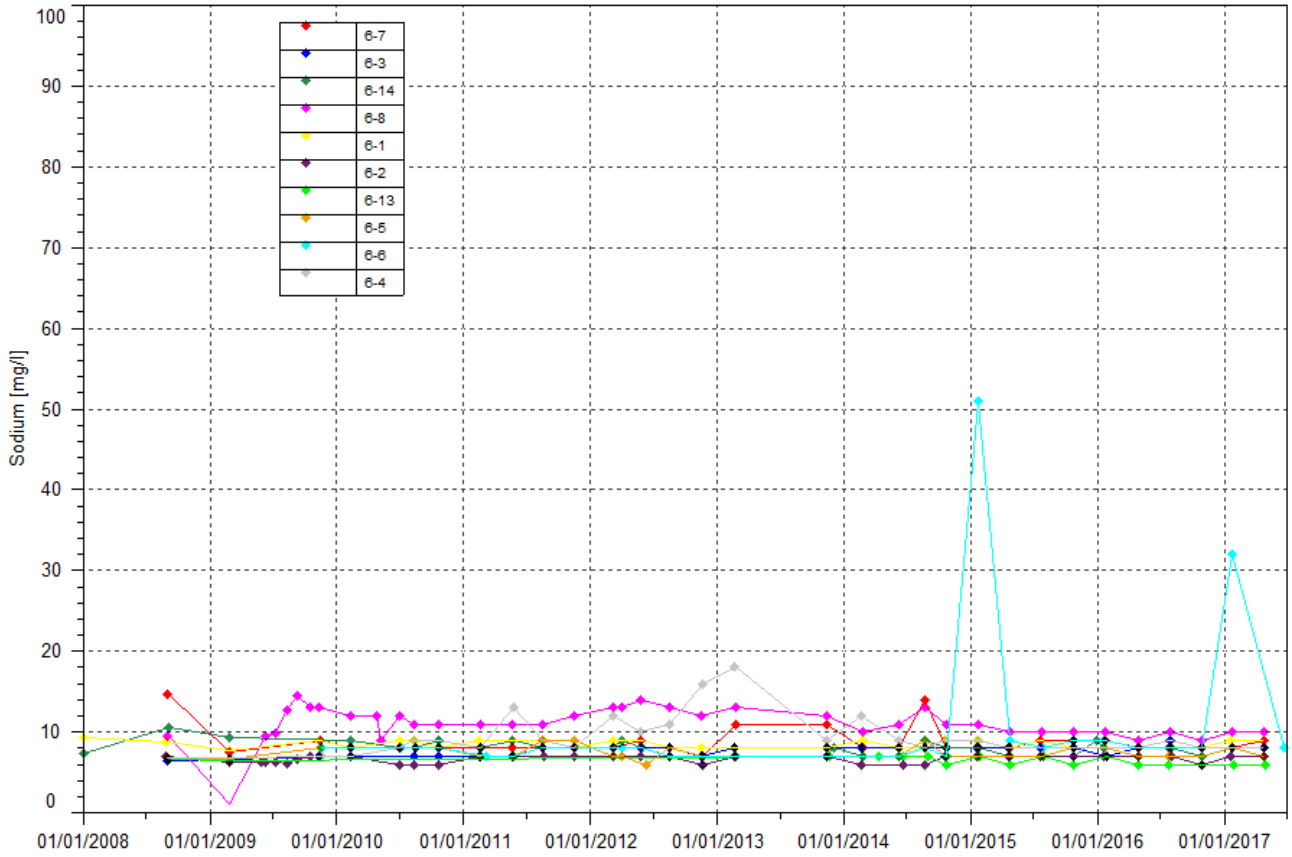

Demande chimique en oxygène [mg/l]
500
400
300
200
100
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4

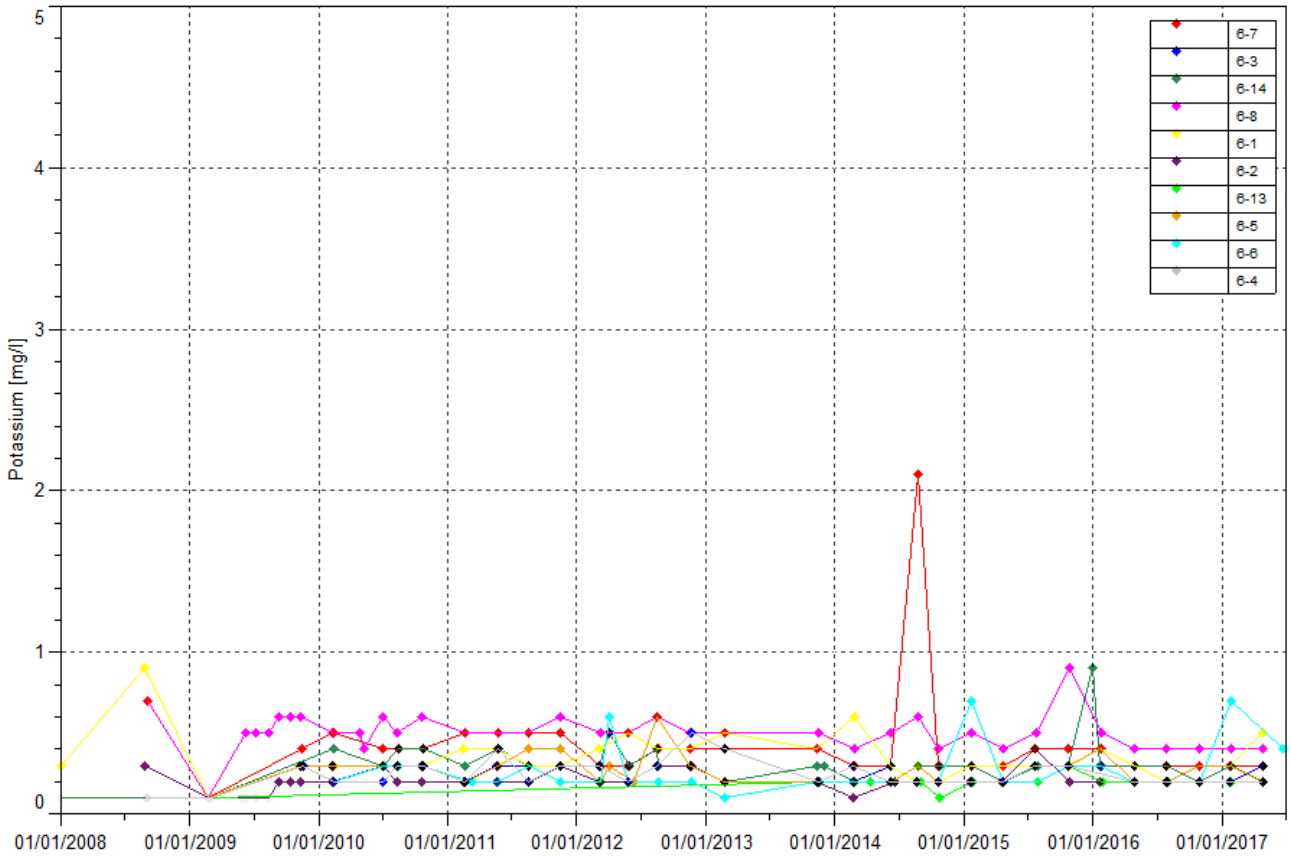

Hydrocarbures totaux [mg/kg]
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4

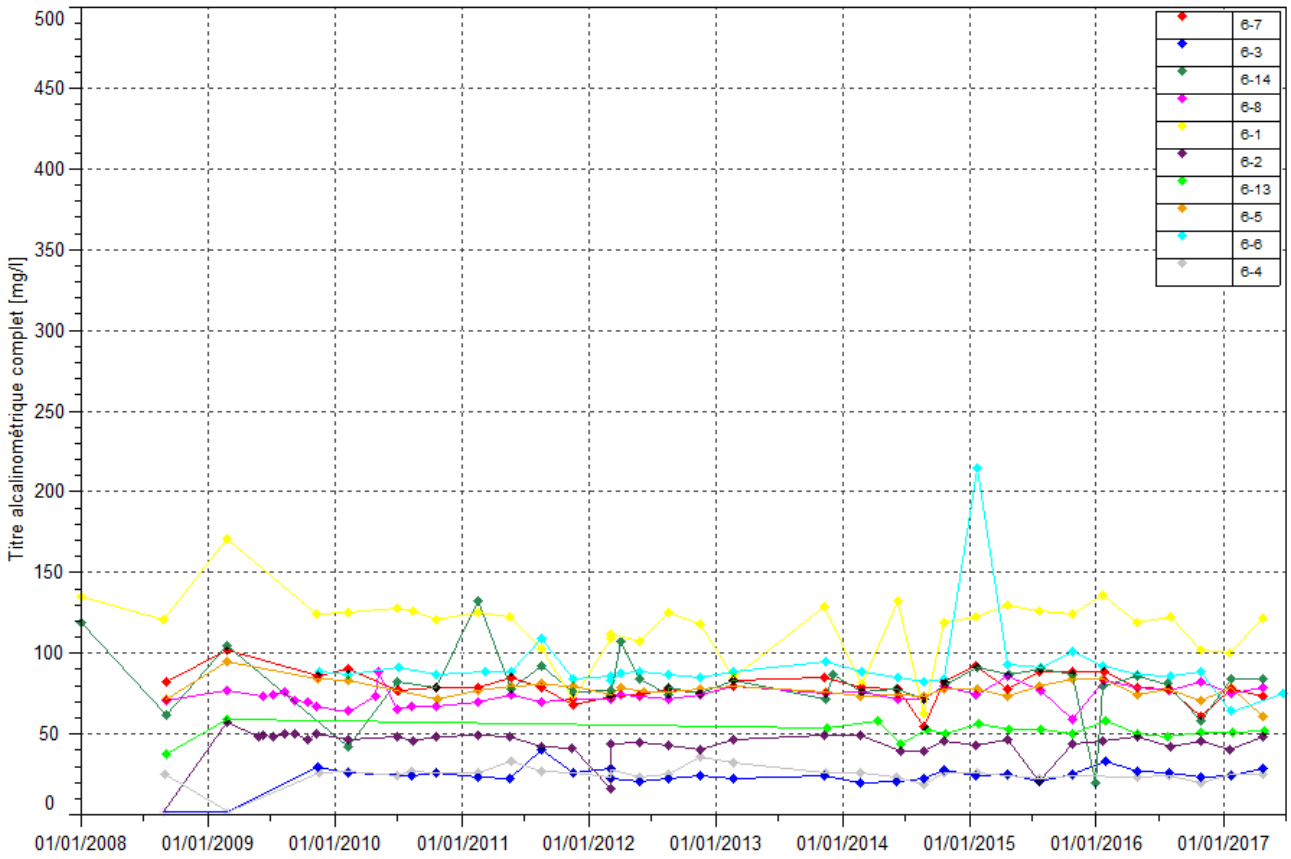

Chrome [mg/l]
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4


Chrome VI [mg/l]
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4


Calcium [mg/l]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4


Sodium [mg/l]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4


Potassium [mg/l]
0
1
2
3
4
5
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4


Titre alcalinométrique complet [mg/l]
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
6-7
6-3
6-14
6-8
6-1
6-2
6-13
6-5
6-6
6-4

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 8.3 au 1er semestre 2017.

conductivité : compris entre 101 et 170 µS/cm au 1er semestre 2017.

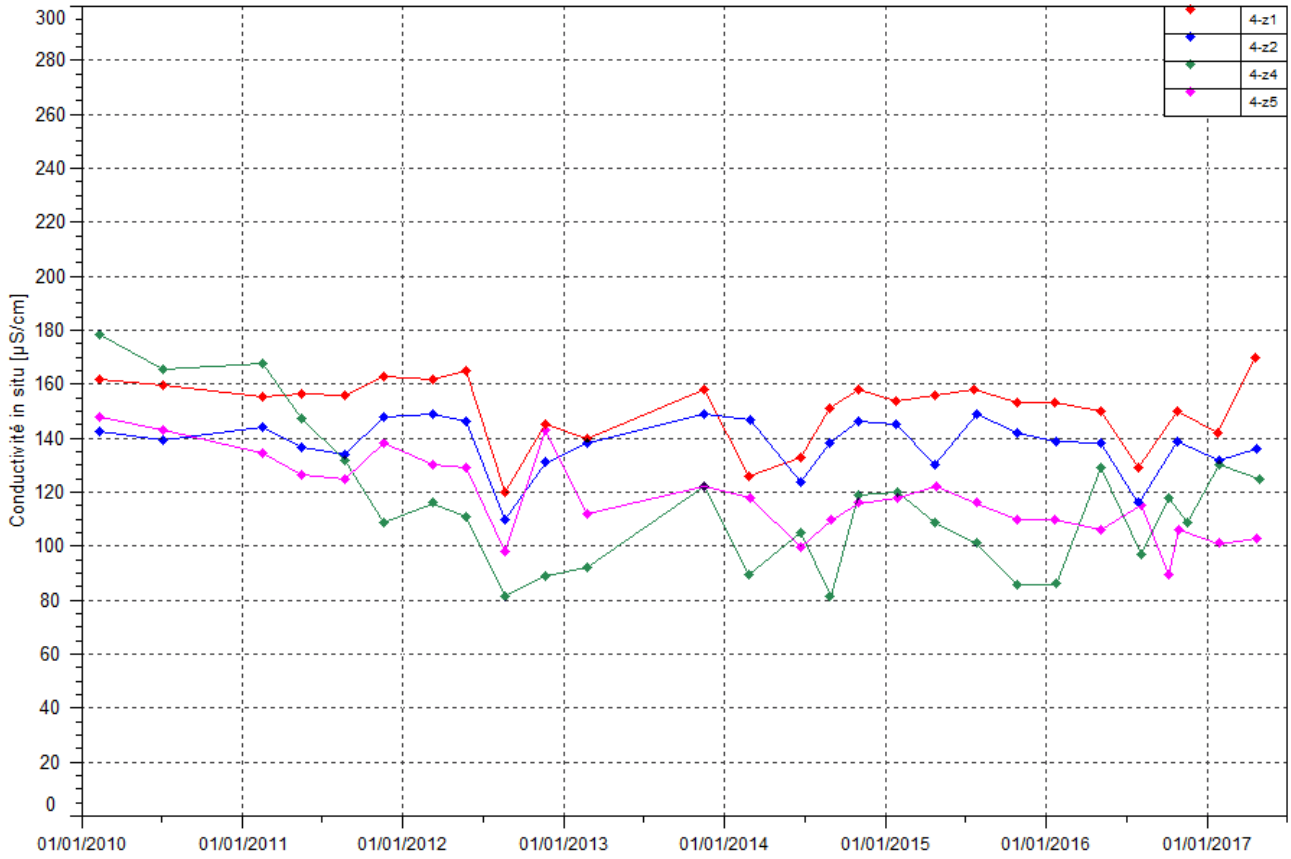
Chlorures et sulfates : les résultats de 2017 au piézomètre 4-z4 montrent toujours des teneurs en chlorures et sulfates supérieures aux autres piézomètres depuis 2015. Les teneurs en chlorures y sont stables pour la période. Concernant les sulfates, les teneurs sont en hausse par rapport à 2016 pour ce piézomètre. Les résultats ne montrent aucune évolution particulière au niveau des autres piézomètres.

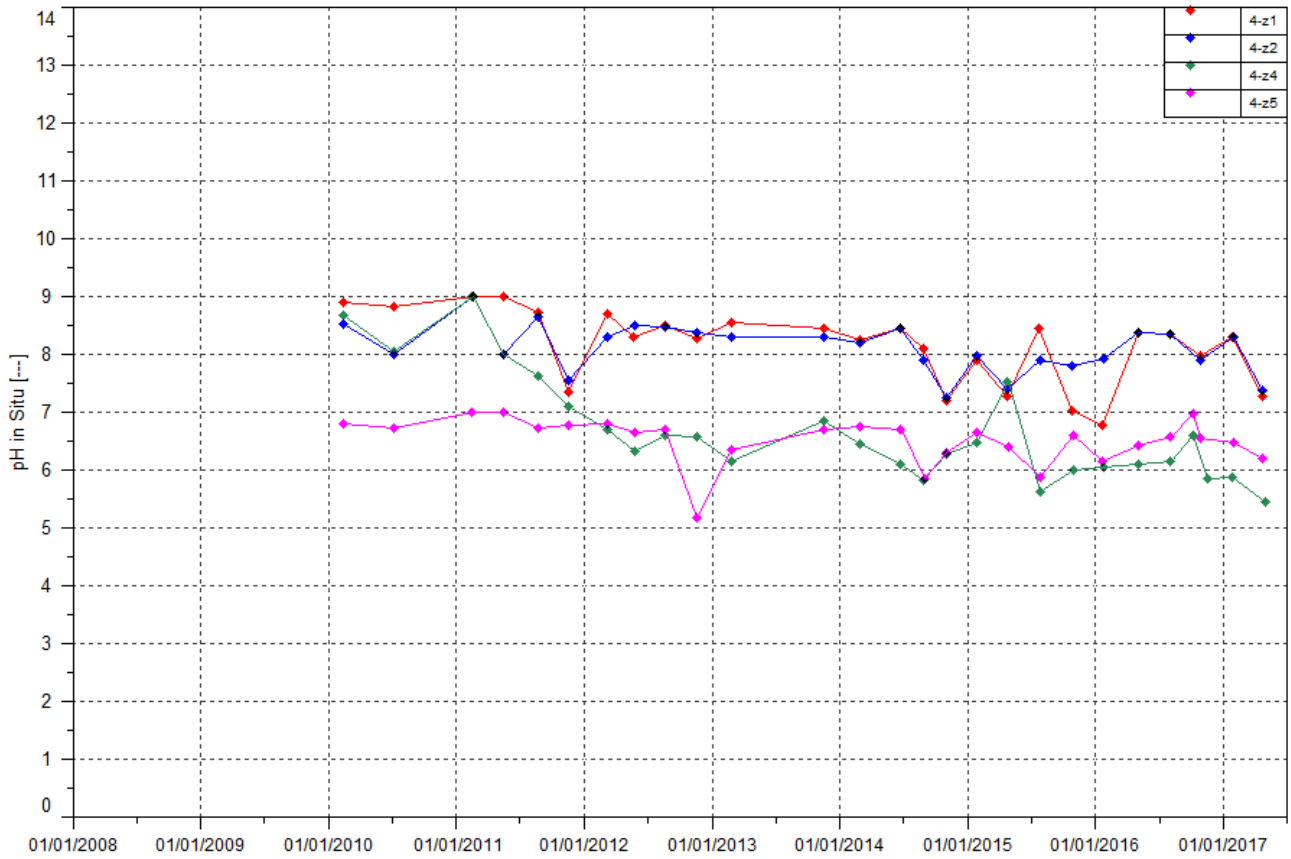
DCO et Hydrocarbures : la DCO et les hydrocarbures ne sont pas quantifiés dans la nappe des horizons saprolitiques au niveau de l'ensemble des piézomètres au 1er semestre 2017.

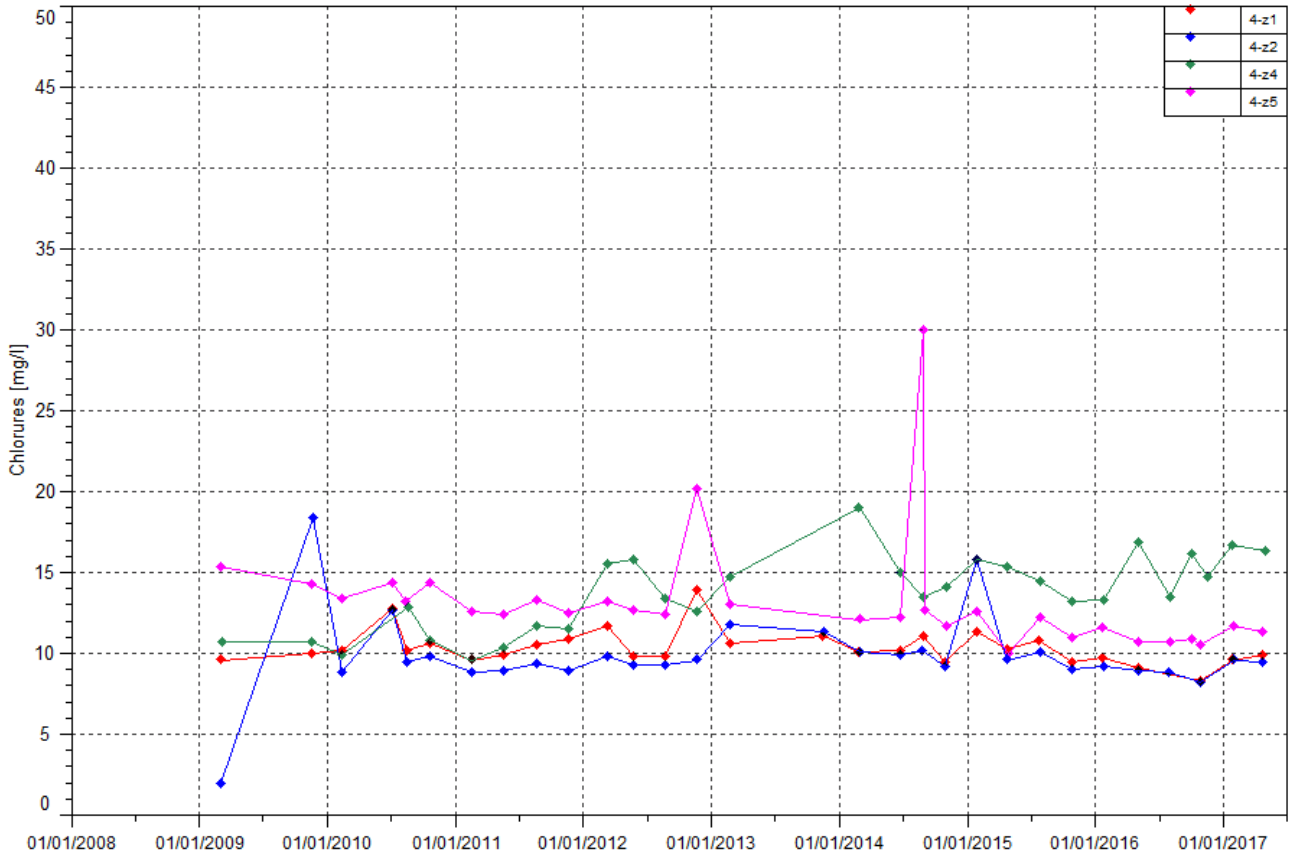
Chrome et Chrome VI : ces paramètres ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'UPM.

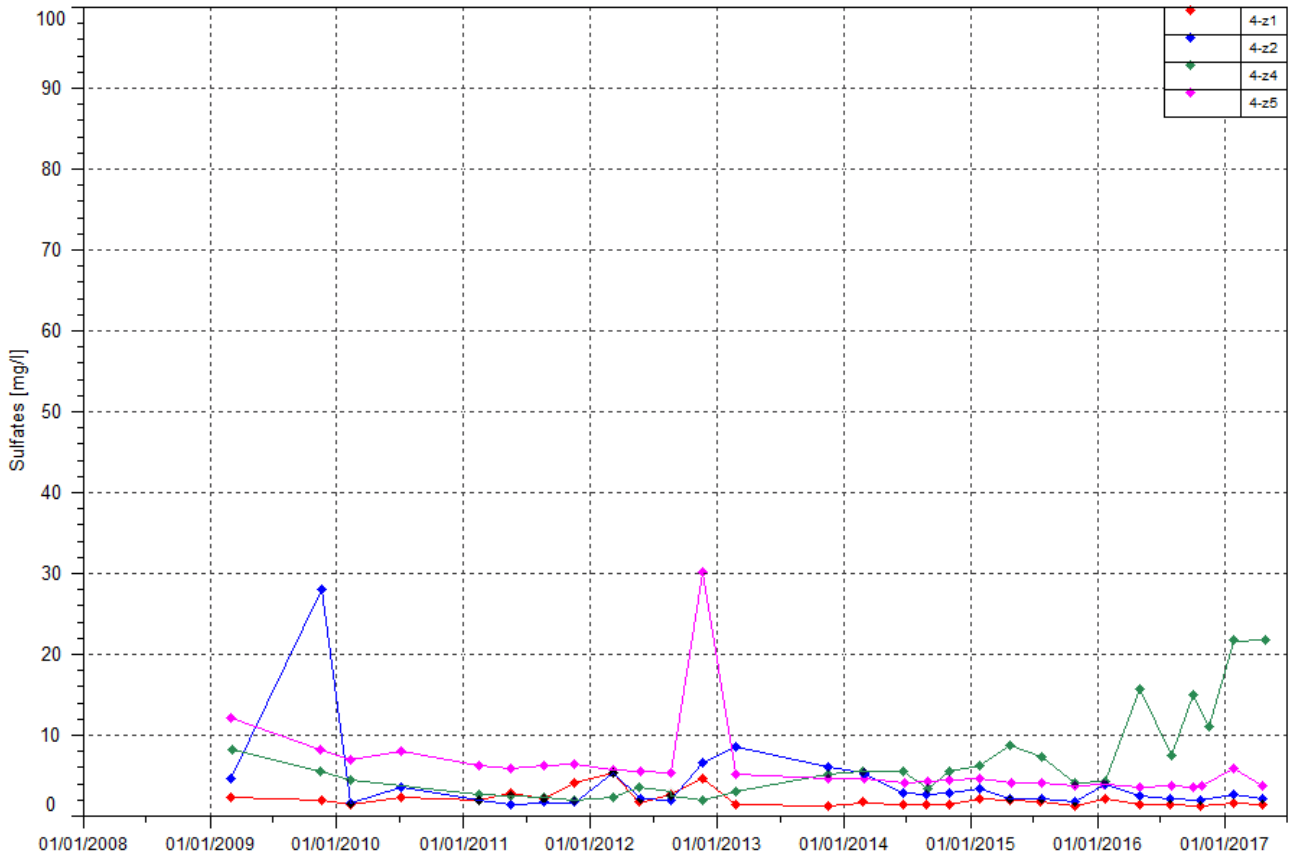
Calcium, TAC, Potassium et Sodium : Aucune évolution particulière n'est observée durant ce semestre.

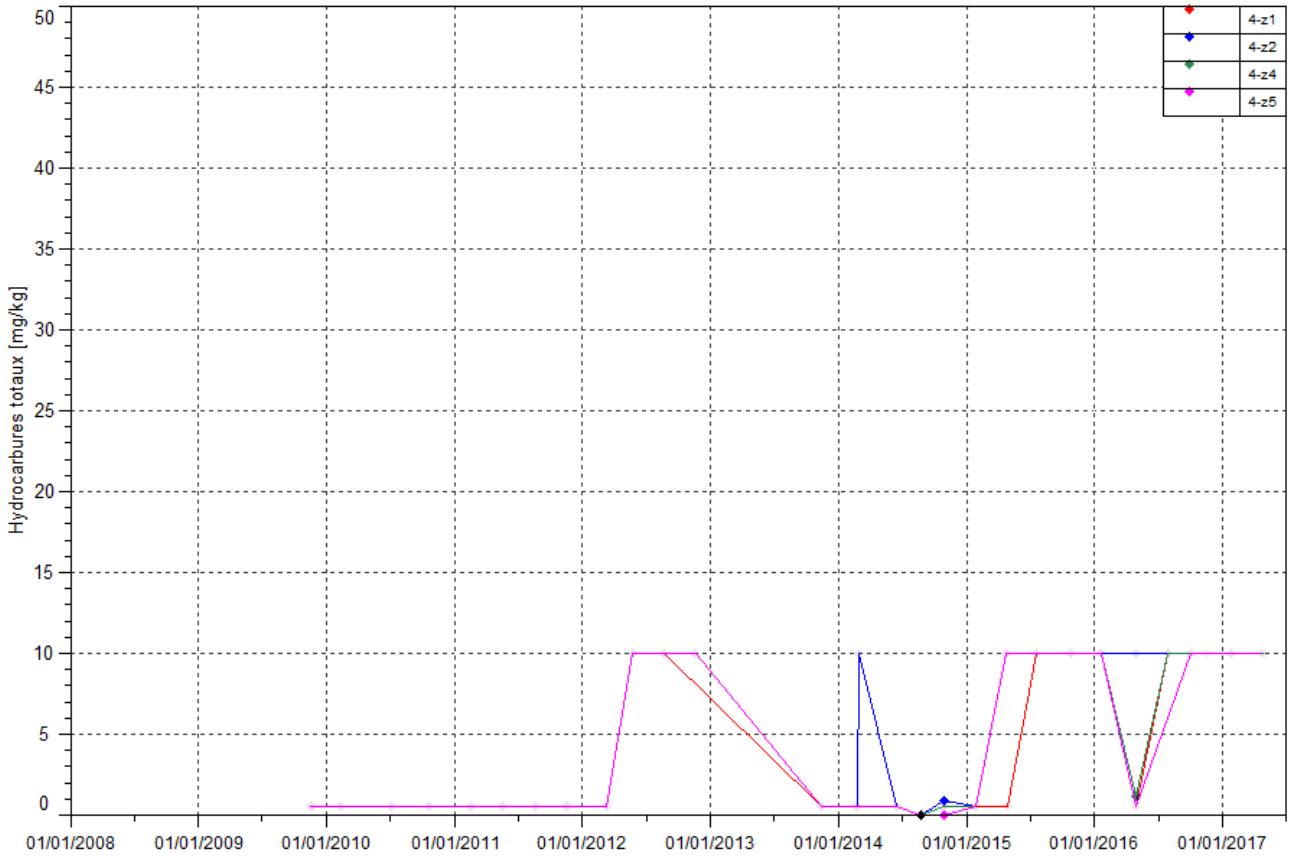
Figure 21 : Résultats du suivi piézométrique sur le secteur de l'Unité de préparation du minerai– conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

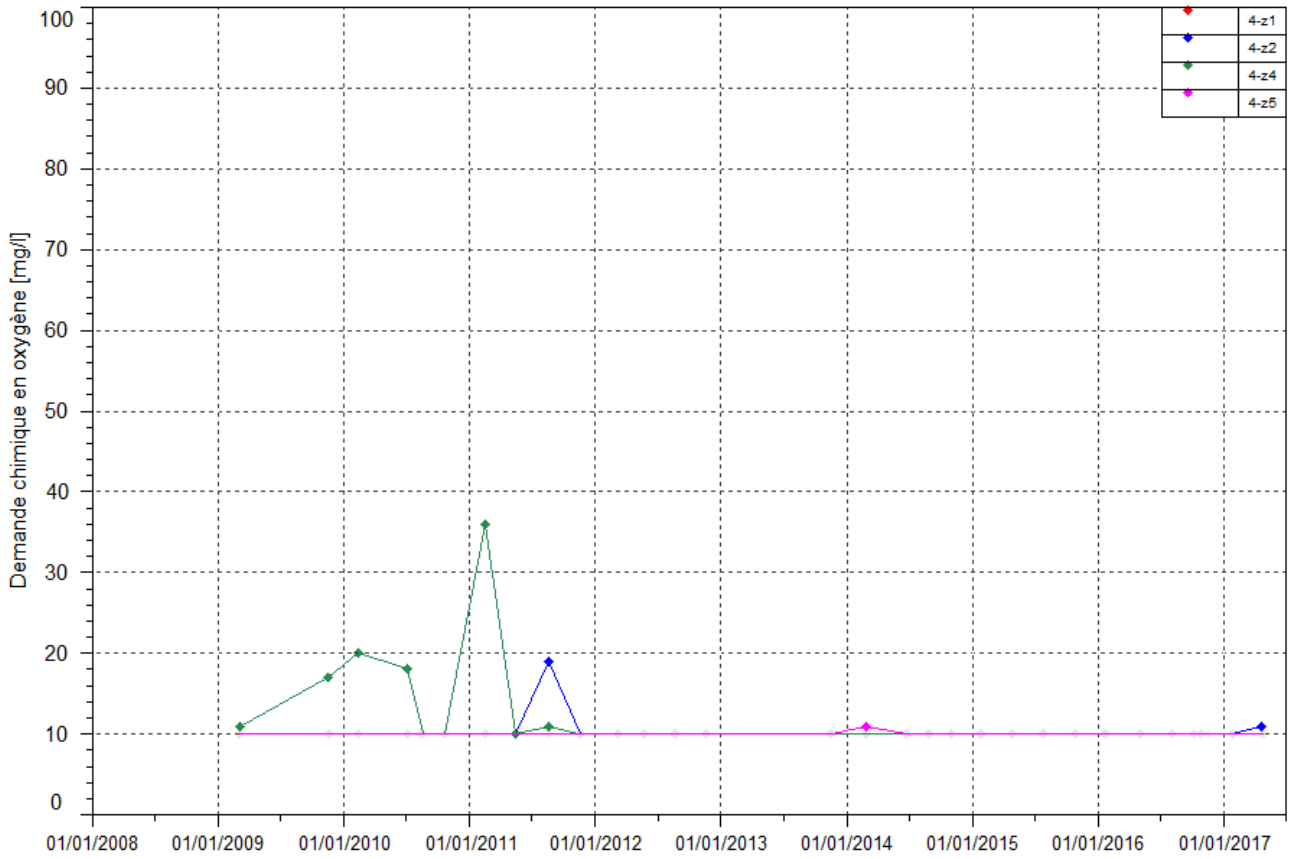


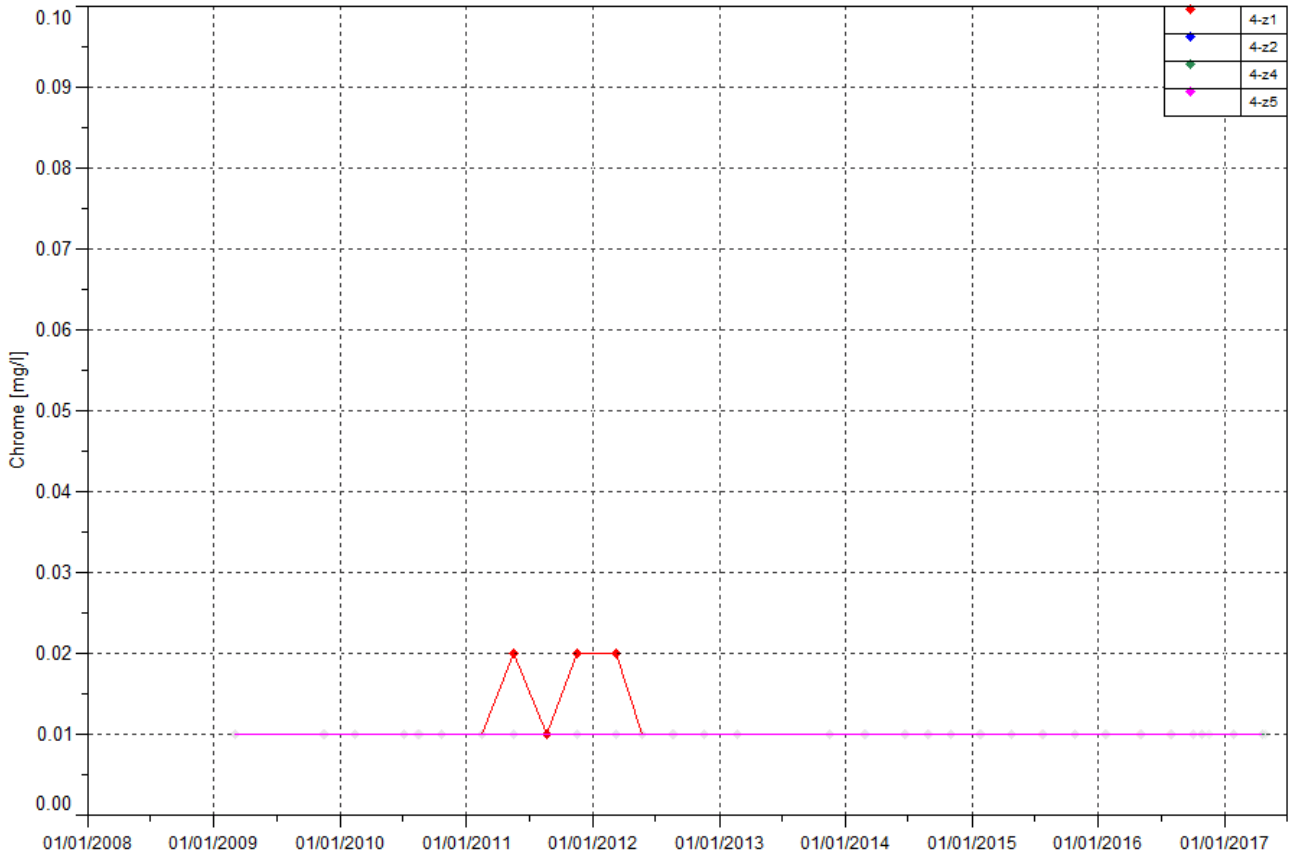


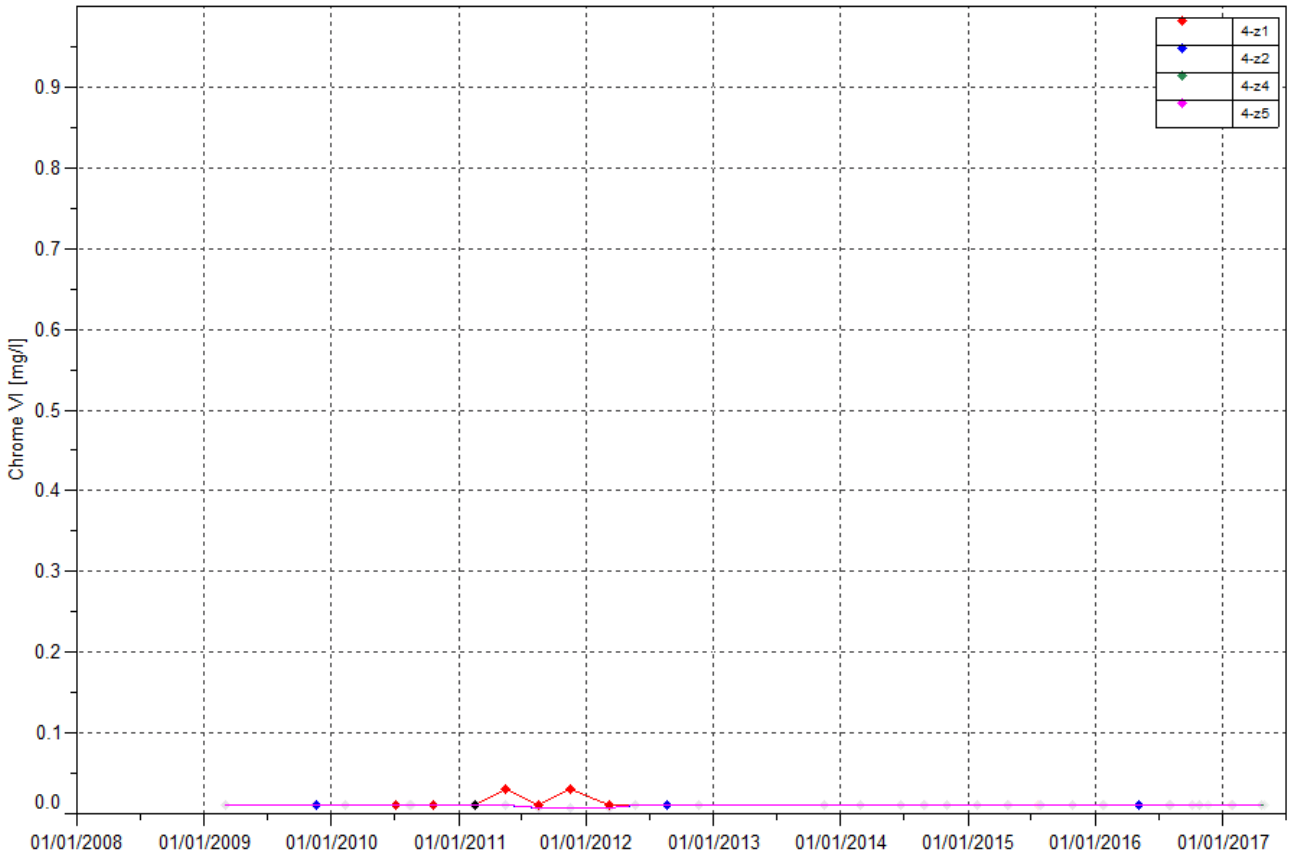

Chlorures [mg/l]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5

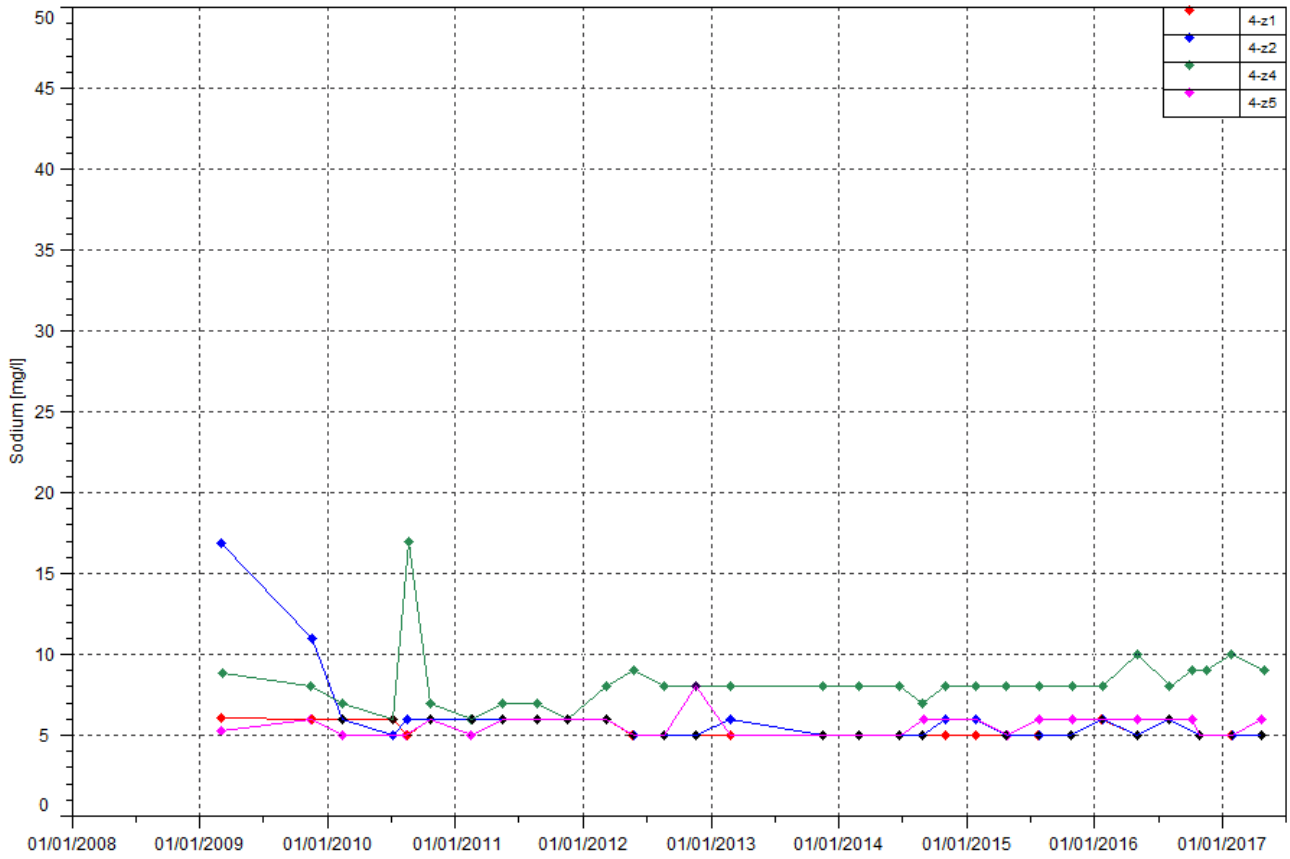

Sulfates [mg/l]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5

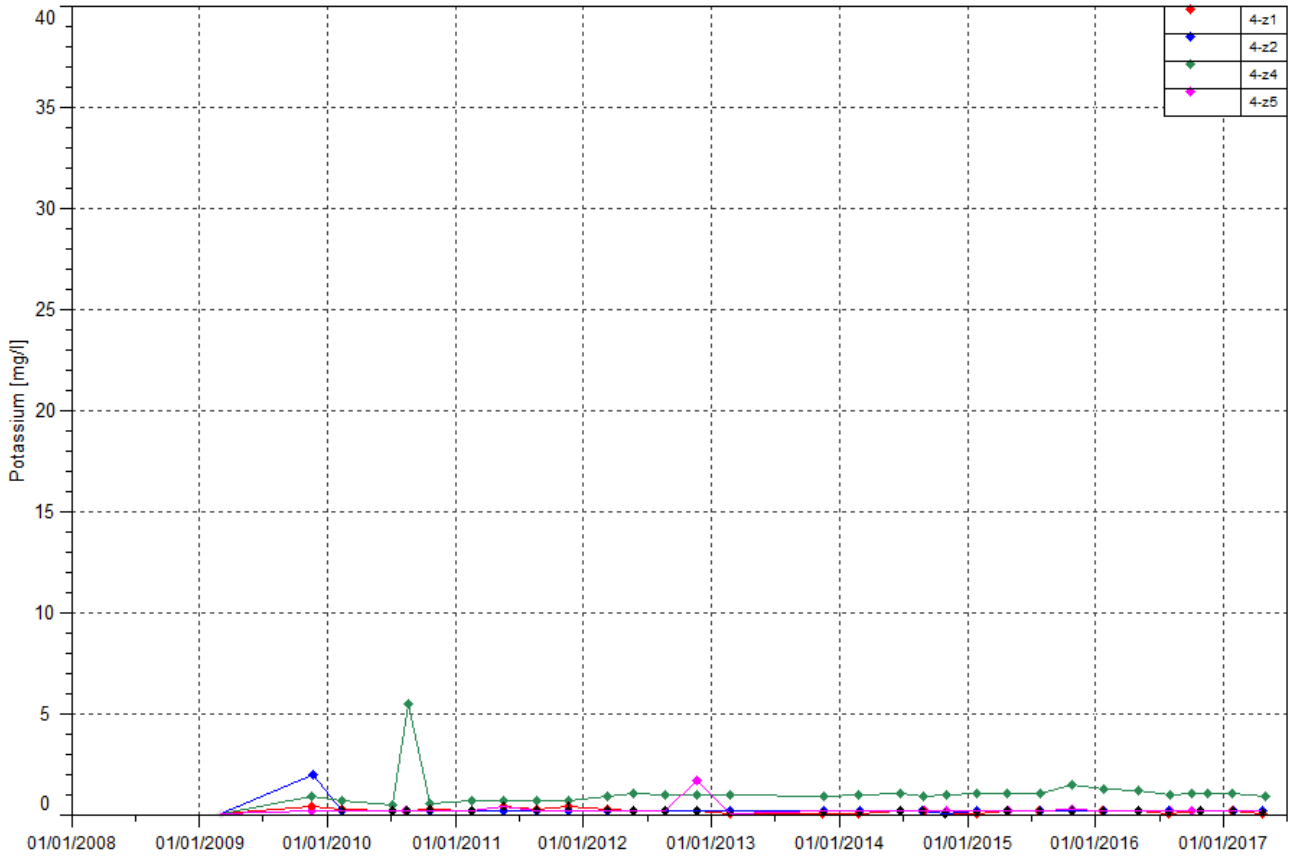

Hydrocarbures totaux [mg/kg]
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5

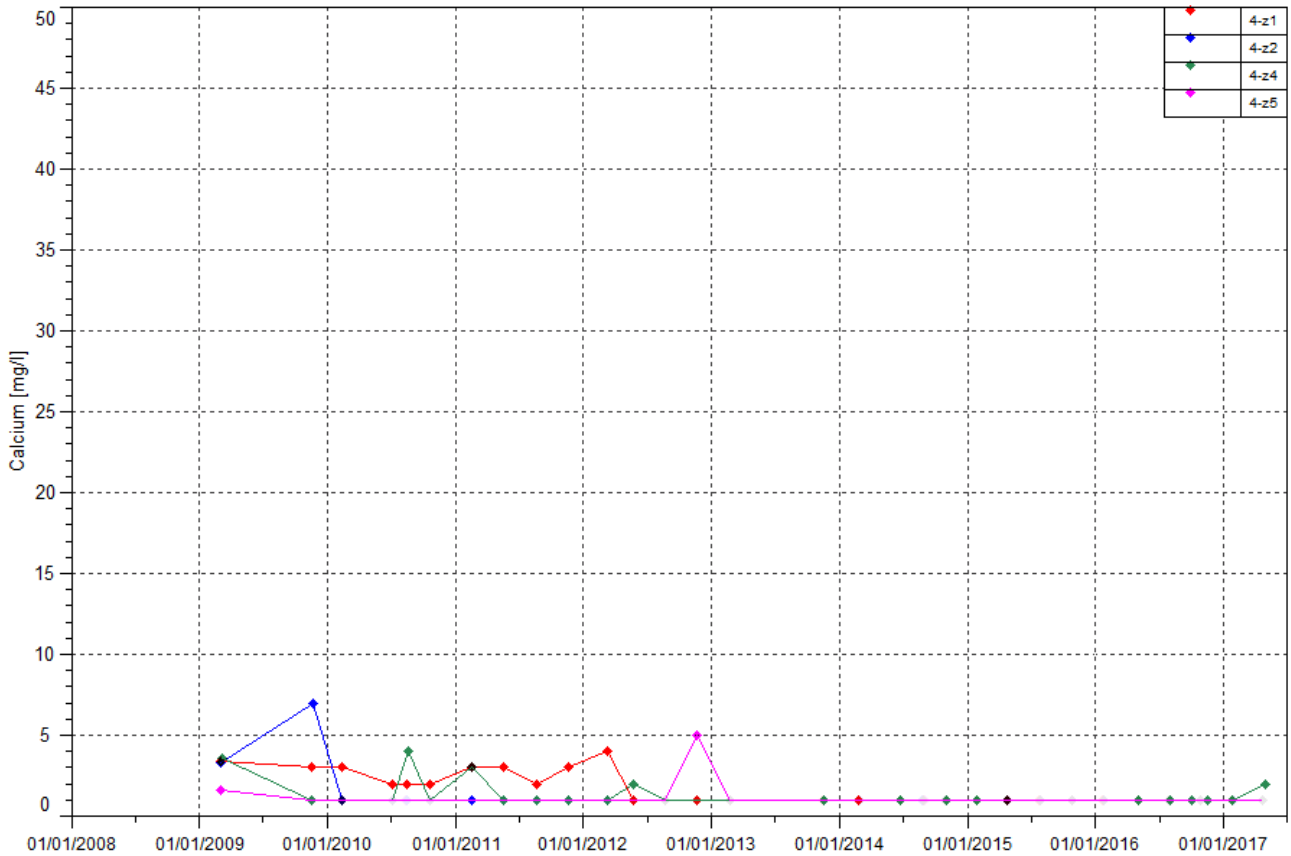

Demande chimique en oxygène [mg/l]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5

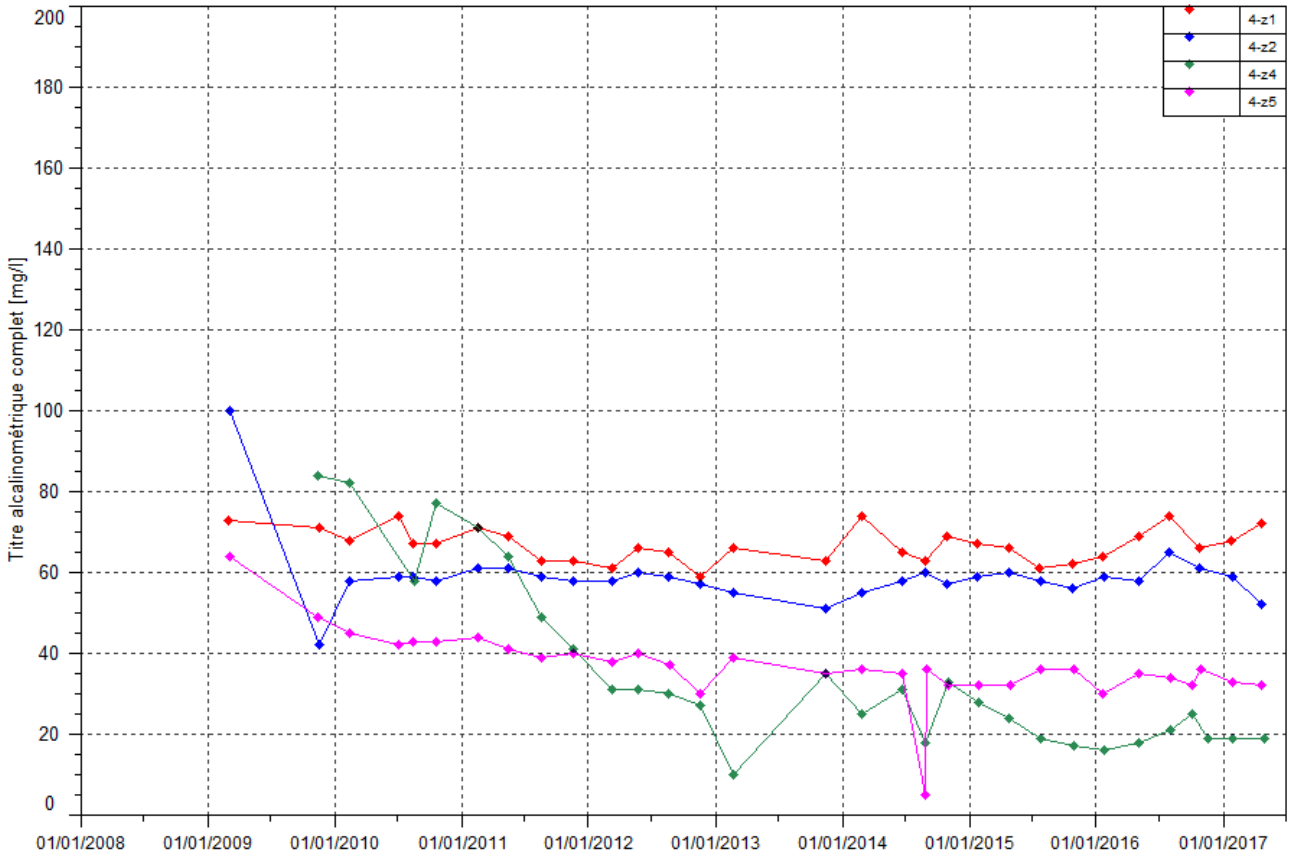

4-z1
4-z2
4-z4
4-z5
Chrome [mg/l]
0.10
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0.00
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


4-z1
4-z2
4-z4
4-z5
Chrome VI [mg/l]
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


4-z1
4-z2
4-z4
4-z5
Sodium [mg/l]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017


Potassium [mg/l]
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5


Calcium [mg/l]
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5


Titre alcalinométrique complet [mg/l]
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
01/01/2008
01/01/2009
01/01/2010
01/01/2011
01/01/2012
01/01/2013
01/01/2014
01/01/2015
01/01/2016
01/01/2017
4-z1
4-z2
4-z4
4-z5

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 modification de la qualité des eaux souterraines exceptée une augmentation légère de pH dans les eaux souterraines du Port au mois de janvier. Les valeurs élevées de conductivité et DCO au piézomètre 7-1 sont les résultats 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

Les contrôles du semestre dans la zone d'alerte, en pied de berme attestent toujours d'une augmentation de conductivité et des teneurs en sulfates ainsi qu'une stabilisation des concentrations en chlorures et nitrates au piézomètre WKBH103. On relève en fin de semestre une conductivité de 1320 µS/cm et une teneur en sulfates de 733 mg/L. Ces résultats correspondent aux valeurs maximales enregistrées pour ce groupe depuis 2008.
En revanche, au piézomètre WKBH102, les résultats confirment la chute de la conductivité, des concentrations en sulfates, nitrates, magnésium et chlorures observée lors du précédent bilan semestriel. Aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A, les résultats sur l'ensemble du semestre indiquent une stabilisation de la conductivité, des teneurs en sulfates, chlorures, magnésium.

Les résultats du 1er semestre 2017 dans la zone tampon (Groupe B) montrent aux piézomètres WKBH110, WKBH110A, WKBH110B et WKBH109A une augmentation de la conductivité et des concentrations en sulfates et magnésium. La conductivité max pour ce groupe est de 297 µS/cm et la teneur max en sulfates est de 72 mg/l. Ces maximales sont inférieures aux limites réglementaires applicables aux piézomètres de ce groupe, soit 1000 µS/cm en conductivité et 150 mg/L en sulfates.

Puis, le suivi des eaux souterraines près de la rivière Kwé Ouest ne révèle pour la majorité des paramètres aucune évolution particulière, excepté une tendance légère à la hausse des concentrations en chlorures. Cette tendance sera à suivie au cours des prochains bilans semestriels.

Enfin le suivi des eaux souterraines dans les vallées adjacentes ne montrent aucune tendance particulière pour l'ensemble des paramètres de suivis à l'exception des teneurs en sulfates au niveau de la stations WK6-14 qui indiquent une tendance légère à la hausse depuis 2012.

Au cours de ce bilan semestriel, le manganèse est uniquement détecté en faible quantité dans les eaux souterraines de la zone d'alerte aux piézomètres WK6-11A et WKBH102A. Ces concentrations sont largement inférieures au seuil réglementaire de 1 mg/L mentionné dans l'arrêté applicable aux piézomètres du groupe B.

Les autres résultats sont conformes aux recommandations de l'arrêté N° 1466-2008/PS du 9 octobre 2008.

3.2.1.2 Sources : WK17 et WK20

Dans le bassin versant de la Kwé, deux sources font l'objet d'un suivi physico-chimique : WK17 et WK20.

A la source WK17, les paramètres physico-chimiques évoluent de manière stable au cours de ce semestre. Pour rappel ; la tendance était à la hausse lors du précédent bilan semestriel.
A la source WK20, les résultats du semestre indiquent aussi une stabilité des différents paramètres mesurés.

Le manganèse n'est pas détecté au niveau des sources de la Kwe Ouest depuis janvier 2015.

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

Les variations historiquement plus marquées dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14A, montrent tout de même une tendance à la baisse à compter du premier semestre 2016 Les résultats du 1er semestre 2017 pour le piézomètre 6-14A confirment cette tendance pour les paramètres conductivité, sulfates et chlorures.

Pour rappel à la fin du mois de juin 2016, la découverte d'effluents suspects en aval du talus extérieur du bassin d'eau de procédé a permis d'envisager l'hypothèse que des infiltrations sous géomembrane du bassin étaient à l'origine de ces effluents et que potentiellement ce phénomène pouvait être la source de contamination du piézomètre 6-14A par la nappe de surface. Des analyses comparatives avaient alors révélé la même signature chimique entre les effluents constatés et les eaux du bassin d'eau de procédé.
Un suivi spécifique a alors été déployé consistant à surveiller en automatique, le niveau et la conductivité du bassin, la conductivité des eaux de collecte sous la géomembrane et la conductivité dans le piézomètre 6-14A. Aujourd'hui, aucune relation comportementale n'a pu être établie entre ces ouvrages et depuis le mois de janvier 2017, ces flaques ne sont plus observées.
La surveillance automatique à haute fréquence sera maintenue en cas d'évolution parallèle des paramètres.

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats du 1er semestre 2017 ne montrent toujours pas d'évolution particulière. Les hydrocarbures ne sont pas relevés dans la nappe de profondeur au cours de ce semestre. Les teneurs relevées sont en majorité comparables aux années précédentes pour l'ensemble des paramètres.

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

Les analyses des piézomètres règlementaires ne présentent pas de valeur indicatrice de pollution au niveau des piézomètres 4-z1, 4-z2, 4-z4 et 4-z5. Cependant, les concentrations en sulfates au niveau du piézomètre 4-z4 sont toujours en hausse par rapport à 2016. Pour les sulfates, la maximale mesurée est de 21.8 mg/L au mois d'avril 2017 correspondant à la teneur max enregistrée depuis 2008.

En supplément du suivi réglementaire prescrit dans les arrêtés, un suivi volontaire a été mis en place au fur et à mesure des travaux de construction et de l'exploitation de l'usine et de la mine. Ce suivi a pour but de compléter la connaissance sur le milieu récepteur. Sur le site de l'UPM, un réseau de piézomètres est installé afin de suivre la qualité des eaux souterraines de la nappe située dans les horizons latéritiques (piézomètres courts). Les résultats de ce suivi volontaire ont aussi révélé des fluctuations plus élevées en sulfates et magnésium dans la nappe de surface. L'étude de ces tendances fait l'objet d'un rapport qui a été transmis aux autorités.

4 Bilan des non-conformités

Description des non-conformités et analyse des causes :

Suivi des impacts des activités du port sur les eaux souterraines : **aucune non-conformité** n'est à reporter pendant la période.

Suivi des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines : **aucune non-conformité** n'est à reporter pendant la période. Cependant les paramètres conductivité, sulfates, et magnésium sont toujours en hausse constante dans les eaux souterraines de la zone d'alerte au pied de la berme au niveau du piézomètre WKBH103.

Suivi des impacts des activités de l'usine sur les eaux souterraines : **aucune non-conformité** n'est à reporter pendant la période.

Suivi des impacts des activités de l'UPM sur les eaux souterraines : **aucune non-conformité** n'est à reporter pendant la période. Au cours de ce semestre, on constate une hausse des concentrations en sulfates dans les eaux souterraines de l'UPM, au niveau du piézomètre 4z-4, situé en aval de l'aire de stockage des véhicules lourds.

Conclusion

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

Les résultats du suivi des eaux souterraines en aval du parc à résidus de la Kwé ouest du 1er semestre 2017 montrent une poursuite de la contamination des eaux souterraines notamment au niveau des **piézomètres du groupe A,** à l'exception du piézomètre WKBH102 dont les résultats du confirment la baisse de la conductivité, des teneurs en sulfates, chlorures et magnésium.

Les sources WK17 et WK20 semblent montrer une stabilisation des teneurs relevés pour les différents paramètres mesurés sur la période.

Les résultats de suivi au niveau des piézomètres **du groupe B** ne montrent aucun dépassement des limites réglementaires de conductivité (1000 µS/cm), de concentration en sulfates (150 mg/L) et de concentration en manganèse (1mg/L) sur la période.

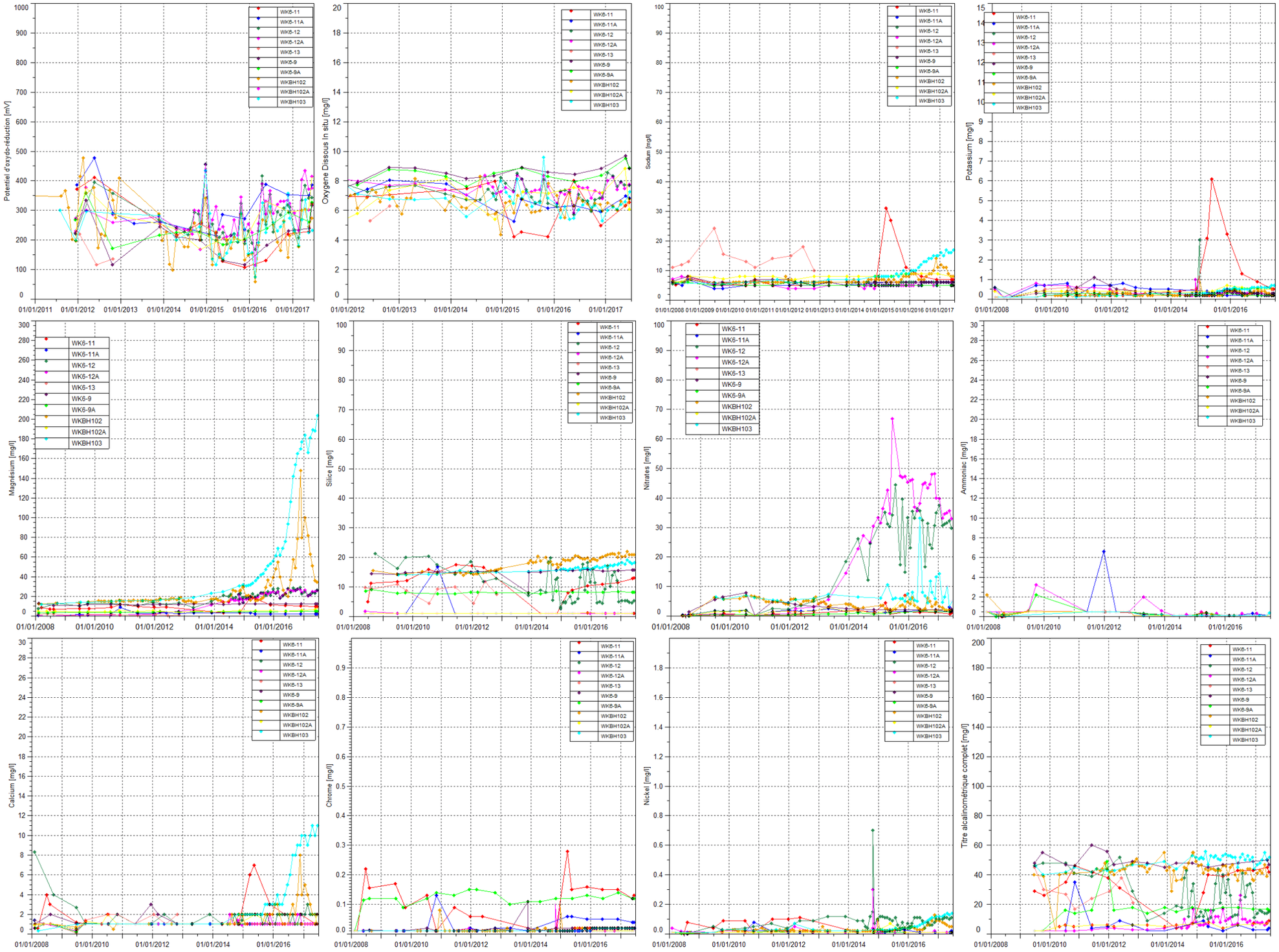
Au niveau de l'usine, les résultats de suivi des eaux souterraines révèlent une franche diminution de la conductivité, des teneurs en sulfates et magnésium dans les horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14A. Cette évolution permet de conclure à une interruption des fuites sous géomembrane par colmatage.

L'analyse des résultats de suivi au niveau de l'UPM a démontré que la hausse des concentrations en sulfates est toujours en cours au niveau du piézomètre 4-z4 situé en aval de l'aire de lavage des véhicules lourds.

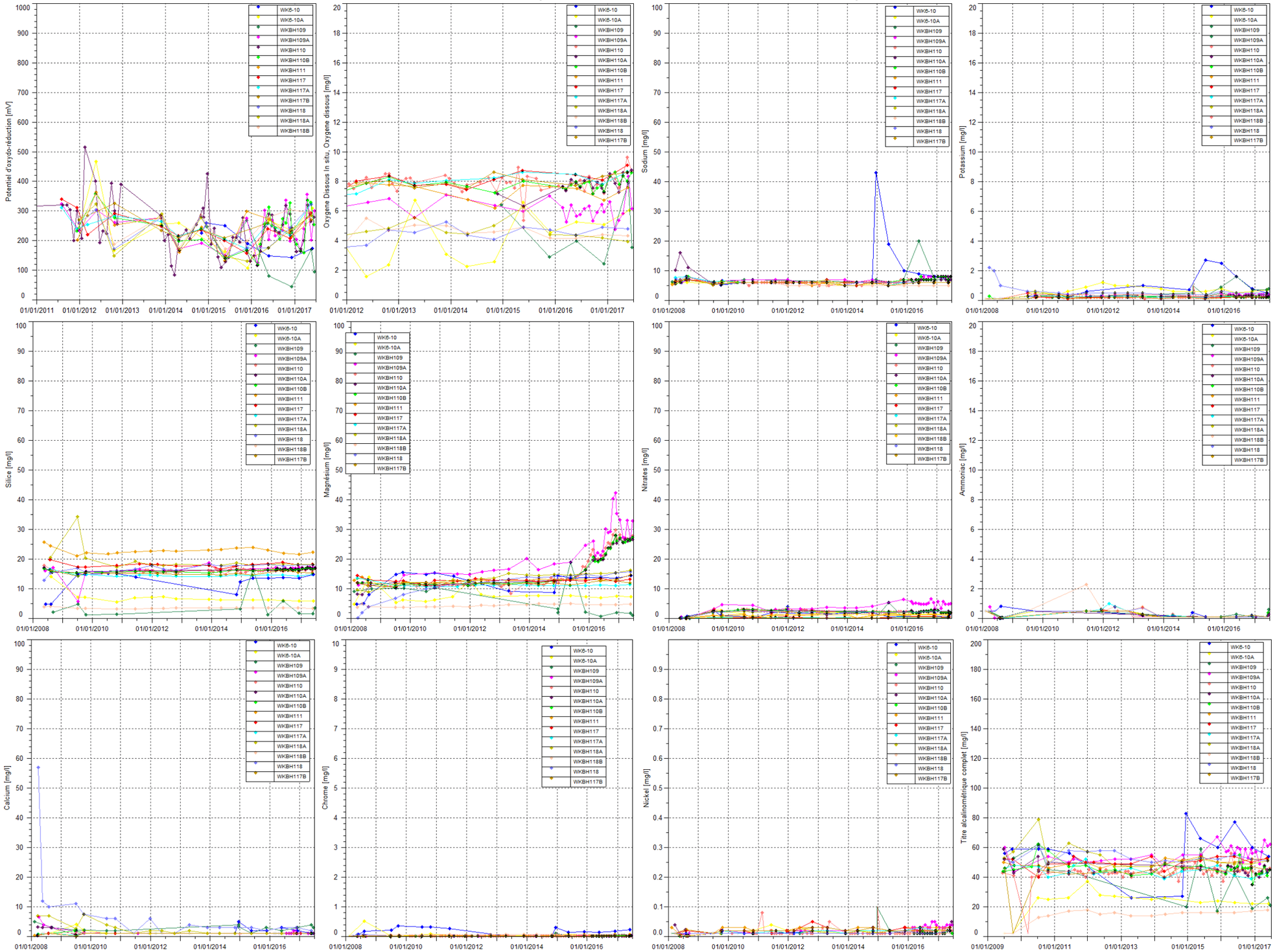
ANNEXE I : SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA KWE OUEST

Piézomètres des groupes A, B, C et D

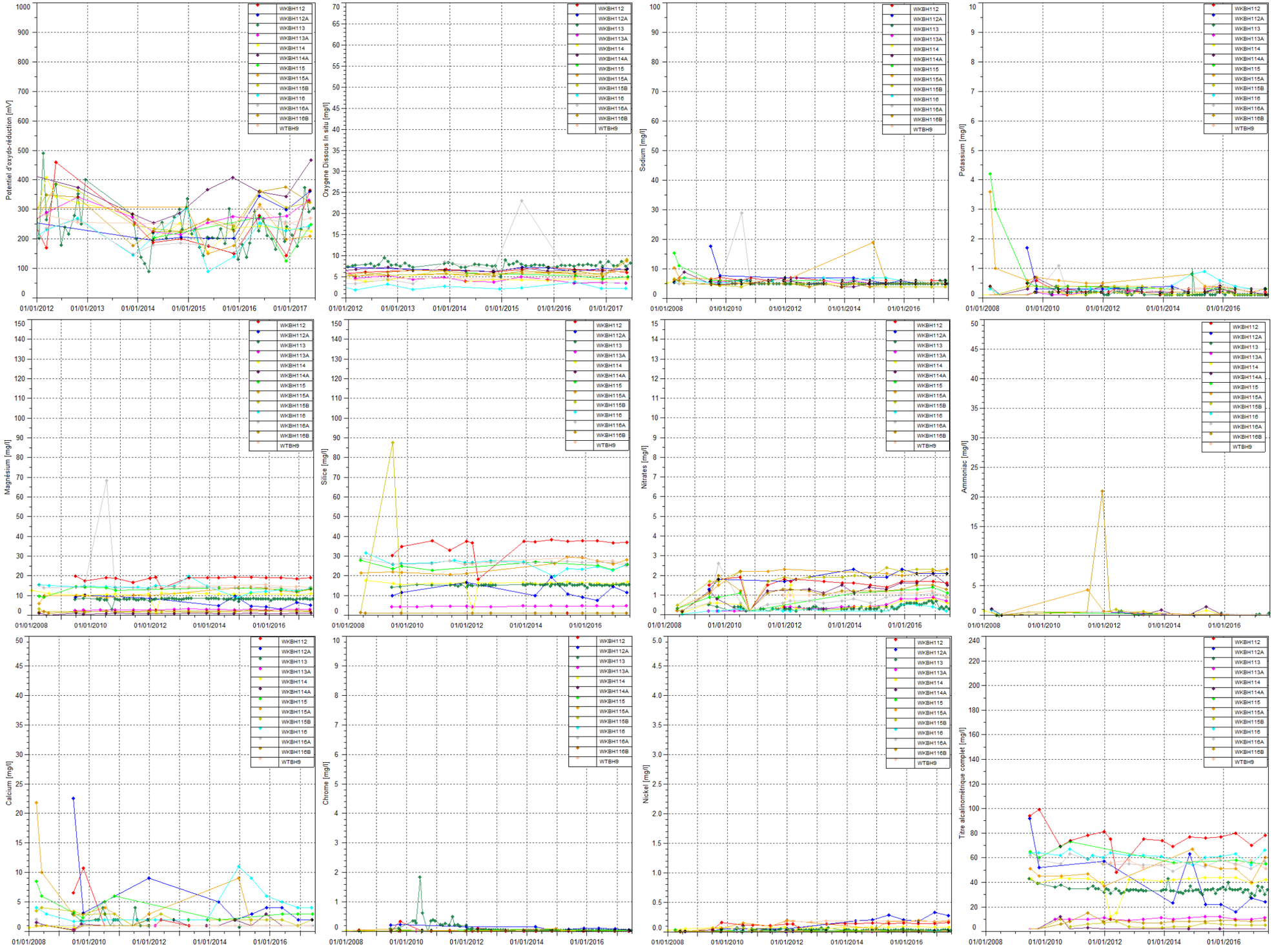
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe B



Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe C



Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe D