



Surveillance des milieux récepteurs Rapport Annuel 2017 Eaux Souterraines



Vale Nouvelle-Calédonie
Février 2018

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	8
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	16
2.2.4	Données disponibles pour l'Usine	16
2.3	RESULTATS	17
2.3.1	Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines	17
2.3.2	Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines de la Kwé Ouest 19	
2.3.3	Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines	44
2.3.4	Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines	59
3	ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	67
3.1	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PORT SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	67
3.2	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PARC A RESIDUS SUR LES EAUX SOUTERRAINES	67
3.3	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'USINE SUR LES EAUX SOUTERRAINES	68
3.4	SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'UPM SUR LES EAUX SOUTERRAINES	68

4 BILAN DES NON-CONFORMITES.....	69
CONCLUSION	70

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 en 2017	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	15
Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM	16
Tableau 14 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine	16

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.....	17
Figure 6 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe A) – pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, et manganèse, magnésium.....	20
Figure 7 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe B) – pH, conductivité, sulfates et manganèse.....	24
Figure 8 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe C) – pH, conductivité, sulfates, chlorures et manganèse	27
Figure 9 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe D) – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse	30
Figure 10 : Résultats du suivi piézométrique mensuel de la Kwe Ouest – conductivité, sulfate, magnésium, calcium et manganèse	34
Figure 11 : Résultats du suivi en continu des piézomètres de la Kwé Ouest.....	37
Figure 12 : Mesures de pH des stations WK17 et WK20 entre janvier 2010 et janvier 2018.....	38
Figure 13: Mesures de conductivité des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2018	39
Figure 14: Concentration en sulfates des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2018	40
Figure 15 : Concentration en manganèse des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et juillet 2017	41
Figure 16: Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2018	42
Figure 18 : Suivi des mesures continues aux sources WK17 et WK20.....	43
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	45
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	52
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	60

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
CaCO ₃	Carbonates de Calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone Organique Total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO ₅	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
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
NH ₃	Ammonium
Ni	Nickel
NO ₂	Nitrites
NO ₃	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.

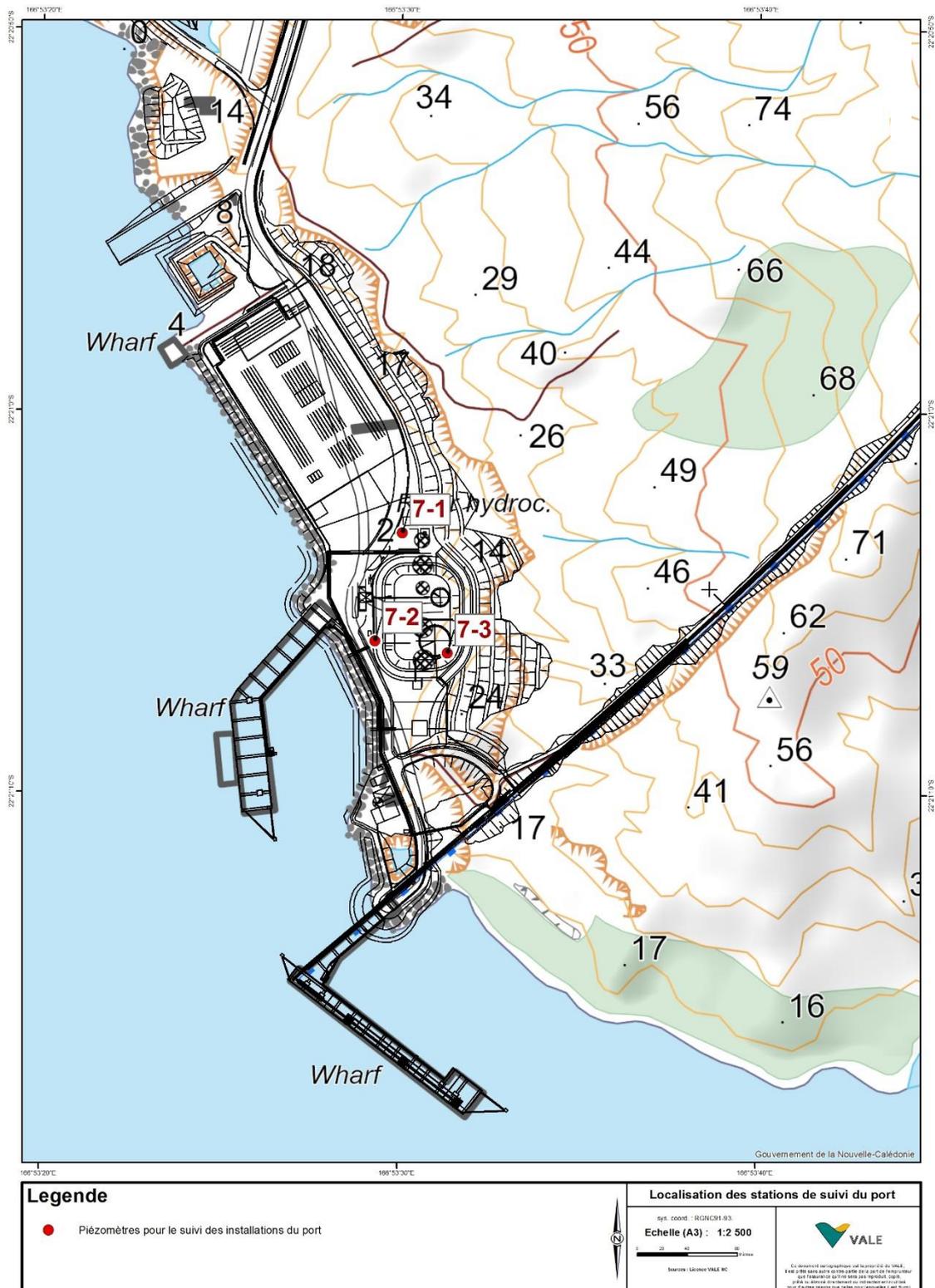
Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi du port

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
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
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

1.1.3 Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerais (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 Minerais



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

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

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

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
6-1	CBN	Aval des aires de stockage	Arrêté n°1467-2008/PS	493460	207246
6-1a	CBN	Aval des aires de stockage	Arrêté n°1467-2008/PS	493460	207246
6-2	CBN	Aval du site	Arrêté n°1467-2008/PS	493126	207428
6-2a	CBN	Aval du site	Arrêté n°1467-2008/PS	493126	207428
6-3	CBN	Aval de la station distribution du carburant	Arrêté n°1467-2008/PS	493753	206736
6-3a	CBN	Aval de la station distribution du carburant	Arrêté n°1467-2008/PS	493751	206733
6-4	CBN	Aval de la station de transit déchets et des cuves d'hydrocarbures	Arrêté n°1467-2008/PS	493827	206864
6-5	CBN	Aval du stockage d'acide sulfurique	Arrêté n°1467-2008/PS	494252	207902
6-6	CBN	Aval du stockage de gazole	Arrêté n°1467-2008/PS	494162	207810
6-7	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
6-7a	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
6-8	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
6-8a	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
6-13	CBN	Aval bassin eau de procédé	Arrêté n°1467-2008/PS	494456	207581
6-14	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355
6-14a	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355

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



1.2 Protocoles de mesure

1.2.1 Campagnes de mesures physico-chimiques

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2 Bilan des campagnes de mesure

Pour le suivi du parc à résidus de la Kwé ouest, les campagnes d'échantillonnage semestrielles des eaux souterraines se sont déroulées aux mois d'avril et de novembre 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, avril, août et novembre 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 en 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		Annuel 2017				2017		
Fréquence	Analyses	Janvier	Avril	Août	Octobre	Nombre d'analyses attendues	Nombre d'analyses réalisées	
Trimestrielle	pH	3	3	3	3	12	12	
Trimestrielle	Conductivité	3	3	3	3	12	12	
Trimestrielle	DCO	3	3	3	3	12	12	
Trimestrielle	HT	3	3	3	3	12	12	
						Nombre total d'analyses réalisées		48
						% 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 de 2017 est présenté dans le tableau 10.

Tableau 10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest à fréquence de suivi annuel en 2017

	Groupe A			Groupe B			Groupe C			Groupe D		
	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%
pH	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
cond	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Eh	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
O ² Dissous	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Al	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
As	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Ca	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Cl	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Co	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Cr	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Cu	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Fe	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
HCO ₃ ⁻	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
K	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Mg	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Na	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Ni	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
NO ₂	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
NO ₃	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Pb	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
PO ₄	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
SiO ₂	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
SO ₄	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Zn	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
Mn	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
F	20	18	90	28	28	100	26	26	100	8	6	75
MES												
% d'analyses réalisées (hors MES)			90			100			100			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 en 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		Annuel 2017												2017	
Fréquence	Analyses	Jan v	Fév	Mar s	Avri l	Mai	Juin	Juil	Août	Sep t	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Conductivité	Total annuel												26280	24033
Mensuelle	Sulfates	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	36
Mensuelle	Magnésium	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	36
Mensuelle	Calcium	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	36
Mensuelle	Manganèse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	36
													% de mesures continues de cond réalisées	91,4	
													Nombre total d'analyses réalisées	144	
													% analyses réalisées	100	

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

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

Sources WK17, WK20		Annuel 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)												113880	113865
Continu	Conductivité	Total semestre (Suivi à fréquence horaire de la conductivité)												17568	17568
Hebdomadaire	pH	8	8	10	8	10	10	8	10	8	8	10	8	106	106
Hebdomadaire	Conductivité	8	8	10	8	10	10	8	10	8	8	10	8	106	106
Hebdomadaire	MES	8	8	10	8	10	10	8	10	8	8	10	8	106	106
Hebdomadaire	Sulfates	8	8	10	8	10	10	8	10	8	8	10	8	106	106
Hebdomadaire	Magnésium	8	8	10	8	10	10	8	10	8	8	10	8	106	106
Hebdomadaire	Manganèse	8	8	10	8	10	10	8	10	8	8	10	8	106	106
													% de mesures continues de cond réalisées	99,99	
													Nombre total d'analyses réalisées	636	
													% analyses réalisées	100	

2.2.3 Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minéral

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

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

4-z1, 4-z2, 4-z4, 4-z5		Annuel 2017				2017	
Fréquence	Analyses	janvier	avril-mai	Août	octobre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisés
Trimestrielle	pH	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Conductivité	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	DCO	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Sulfates	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Chrome VI	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Calcium	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Potassium	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Sodium	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	TA	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	TAC	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	Chlorures	4	4	4	4	16	16
Trimestrielle	HT	4	4	4	4	16	16
Nombre total d'analyses réalisées						192	
% 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		Annuel 2017				2017	
Fréquence	Analyses	Janvier	Avril-mai	Août	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Conductivité	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	DCO	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Sulfates	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Chrome VI	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Calcium	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Potassium	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Sodium	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	TA	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	TAC	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	Chlorures	16	16	16	16	64	64
Trimestrielle	HT	16	16	16	16	64	64
Nombre total d'analyses réalisées						768	
% analyses réalisées						100,0	

2.3 Résultats

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

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

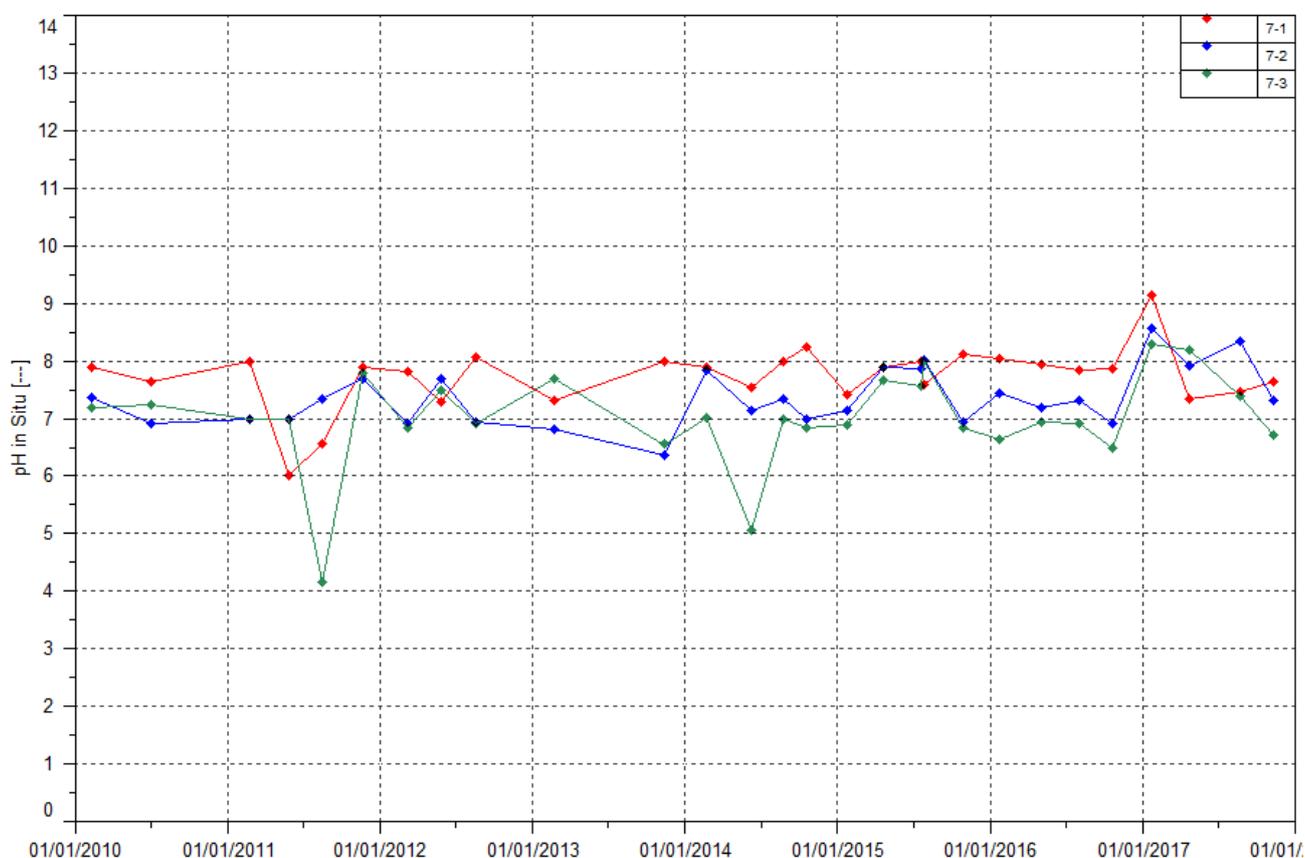
pH : compris entre 6.7 et 8.3 au cours du 2nd semestre 2017. Les mesures restent du même ordre que les années précédentes.

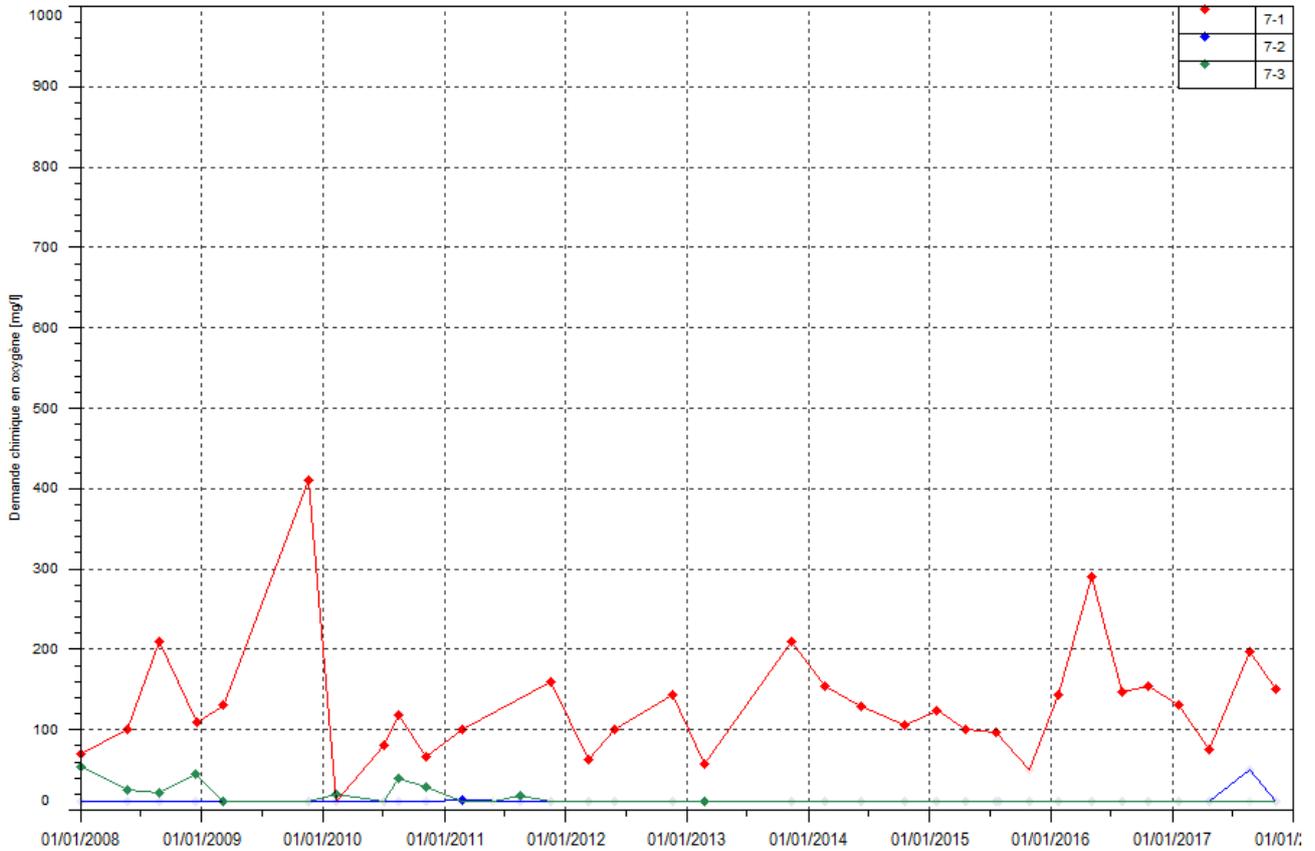
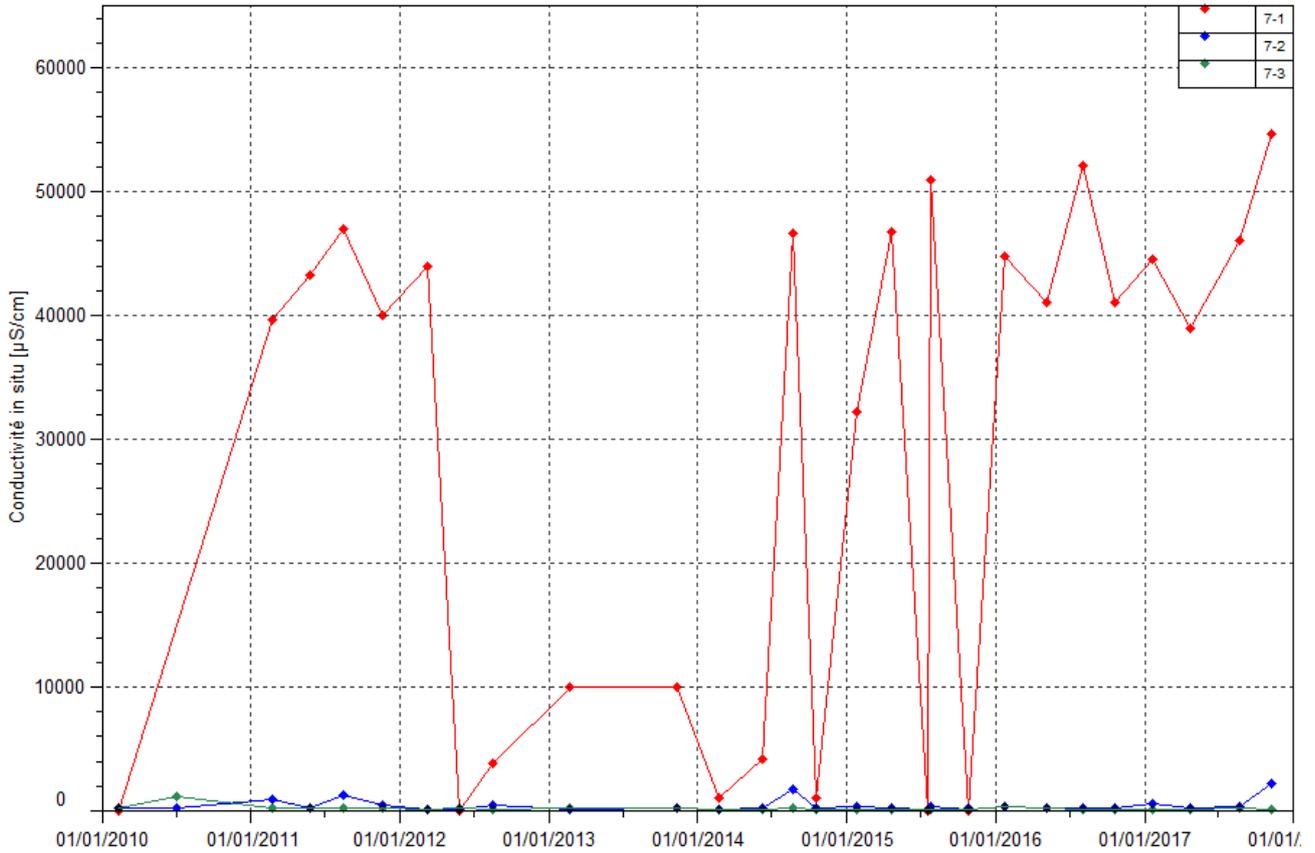
Conductivité : au 2nd semestre, les relevés au piézomètre 7-1 montrent une augmentation légère de la conductivité. Le contrôle de novembre correspond à la maximale relevée depuis le début de suivis. Au piézomètre 7-2, la conductivité relevée au mois de novembre est également supérieure aux normales mesurées. Les conductivités au piézomètre 7-3 sont faibles sur la période.

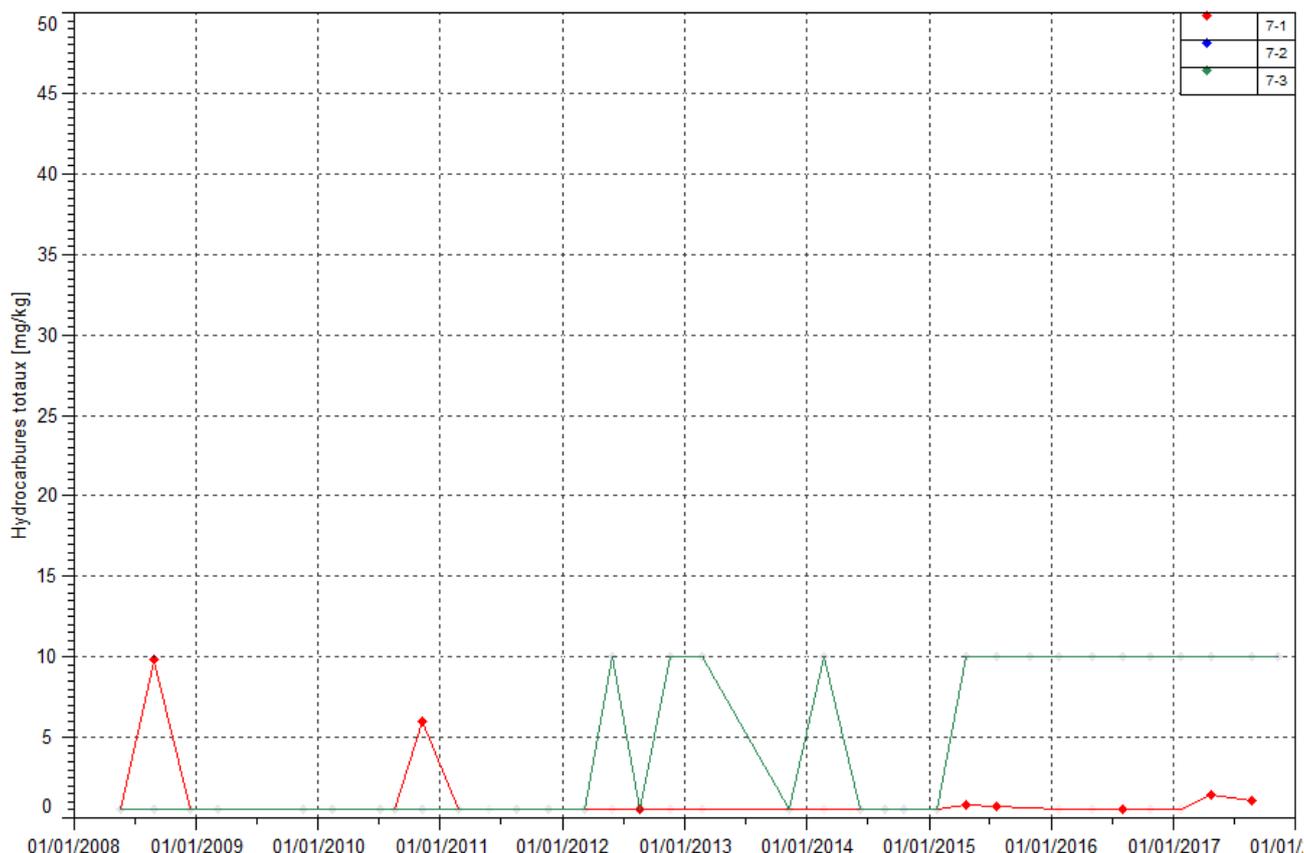
DCO : Les valeurs de DCO du 2nd semestre sont comparables aux années précédentes.

Hydrocarbures : Les hydrocarbures sont faiblement détectés au piézomètre 7-1 lors du contrôle du mois d'août.

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







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 2nd semestre 2017 : aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, cuivre, étain, 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 4.9 et 8.6 au 2nd semestre. La valeur minimale de pH est enregistrée au piézomètre WK6-11A au mois de novembre.

Conductivité : comprise entre 58.1 et 1840 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les relevés du 2nd semestre indiquent une forte augmentation de la conductivité aux piézomètres WKBH103 et WKBH102. En juin 2017, on mesurait une conductivité de 573 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au piézomètre WKBH102 et 1320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à WKBH103. Lors du contrôle de décembre, on y relève respectivement 1640 et 1690 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Enfin, on constate une légère augmentation de la conductivité aux piézomètres WK6-12 et WKBH6-12A.

Nitrates : les relevés du 2nd semestre aux piézomètres WK6-12A indiquent une stabilité des concentrations en nitrates oscillant entre 30 et 40 mg/L en 2017. A l'inverse du 1^{er} semestre 2017, les concentrations en nitrates sont de nouveau en augmentation au piézomètre WK6-12 et atteignent des valeurs identiques aux normales mesurées en fin de période. A WKBH102, les concentrations du 2nd semestre sont en légère hausse par rapport aux normales mesurées. Les concentrations relevées aux autres piézomètres ne montrent pas d'évolution particulière.

Sulfates : L'augmentation constatée lors de la 1^{ère} période s'est accentuée aux piézomètres WKBH103 et WKBH102 au cours du 2nd semestre 2017. Aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A, les résultats de suivi indiquent un retour aux normales mesurées en 2016 à partir de novembre 2017.

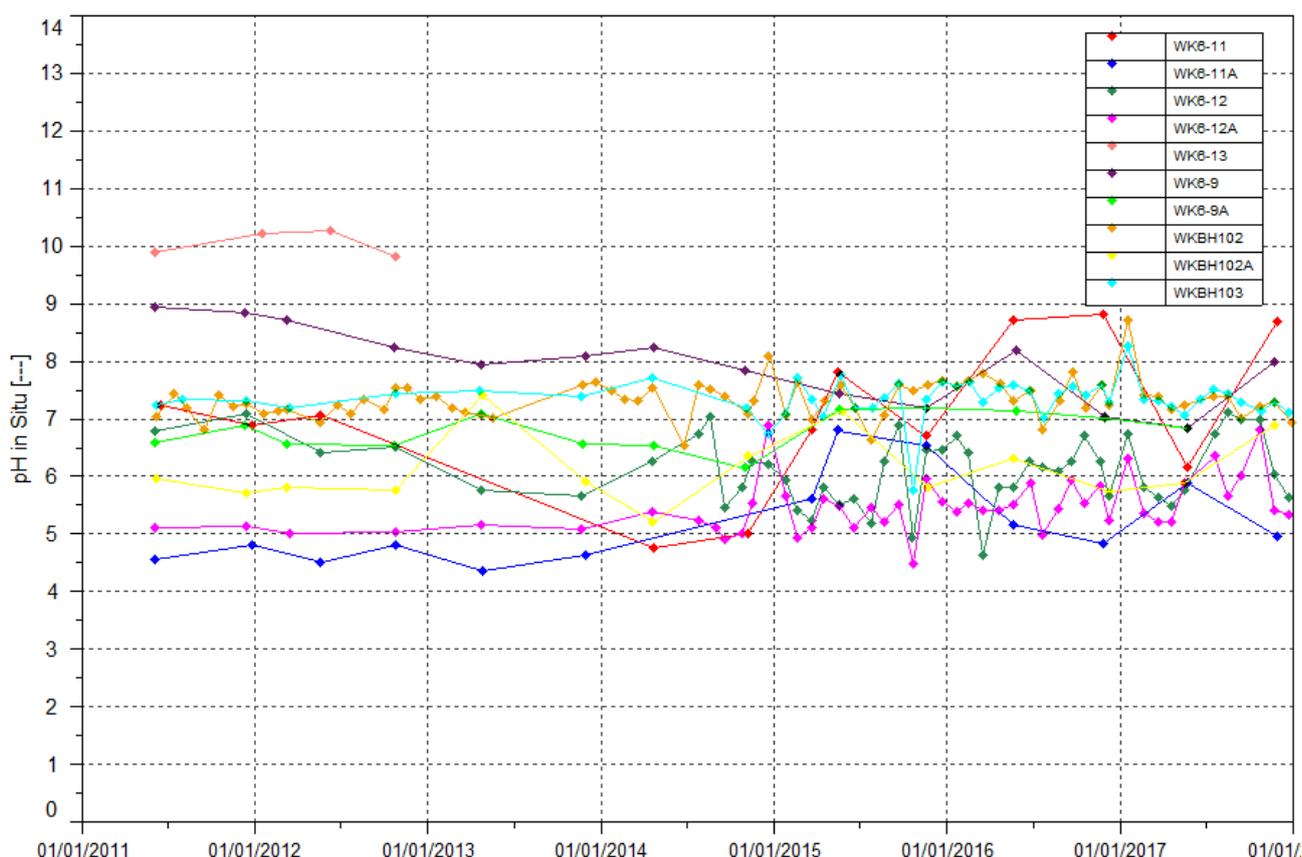
Chlorures : les relevés du 2nd semestre 2017 au piézomètre WKBH103 montrent des variations de concentrations de chlorures. Au 2nd semestre, les concentrations oscillent entre 36 et 93.2 mg/L. Au piézomètre WKBH102, on observe à l'inverse du 1^{er} semestre une augmentation des teneurs en chlorures au cours de cette période. Aux piézomètres WK6-12, WK6-12A, les concentrations relevées en fin d'année 2017 en chlorures indiquent un retour aux normales mesurées depuis 2014.

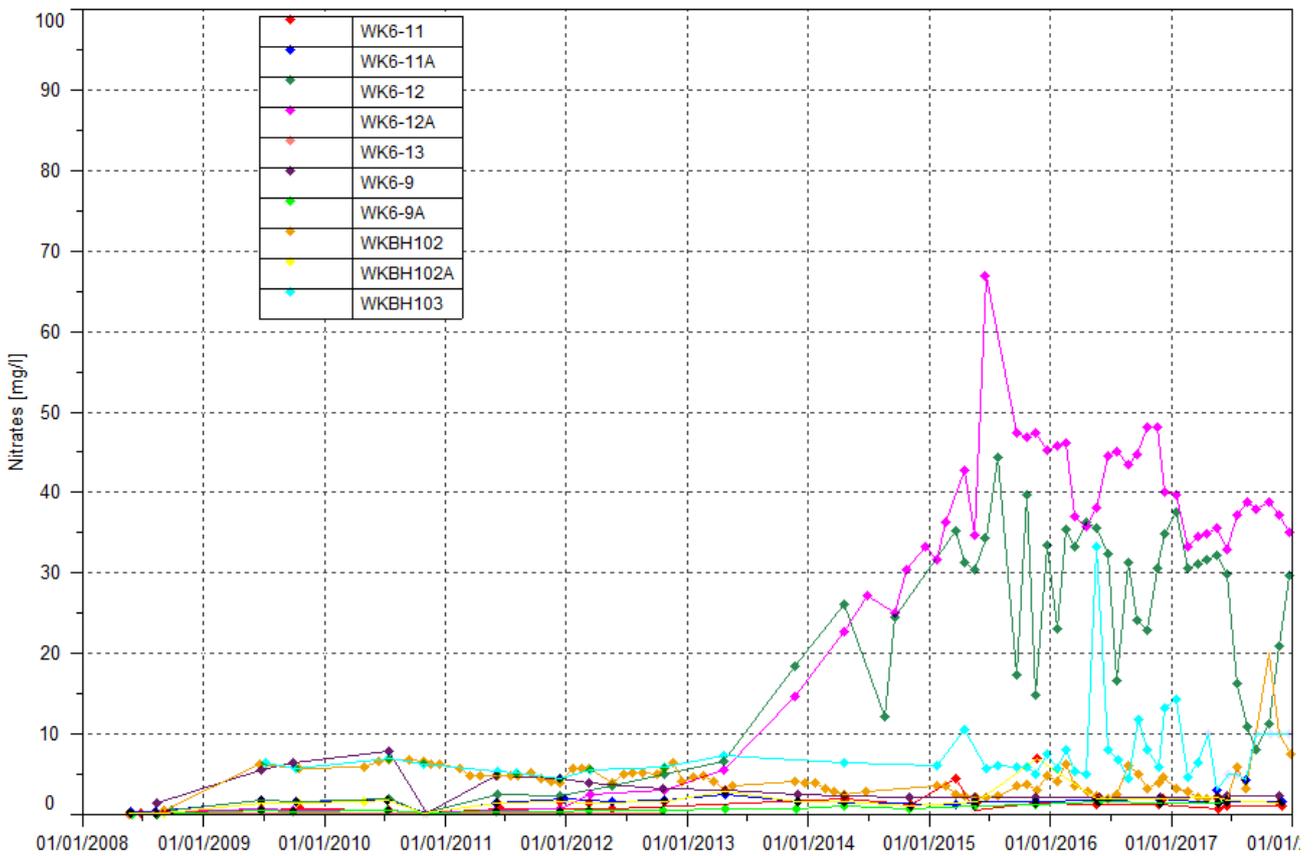
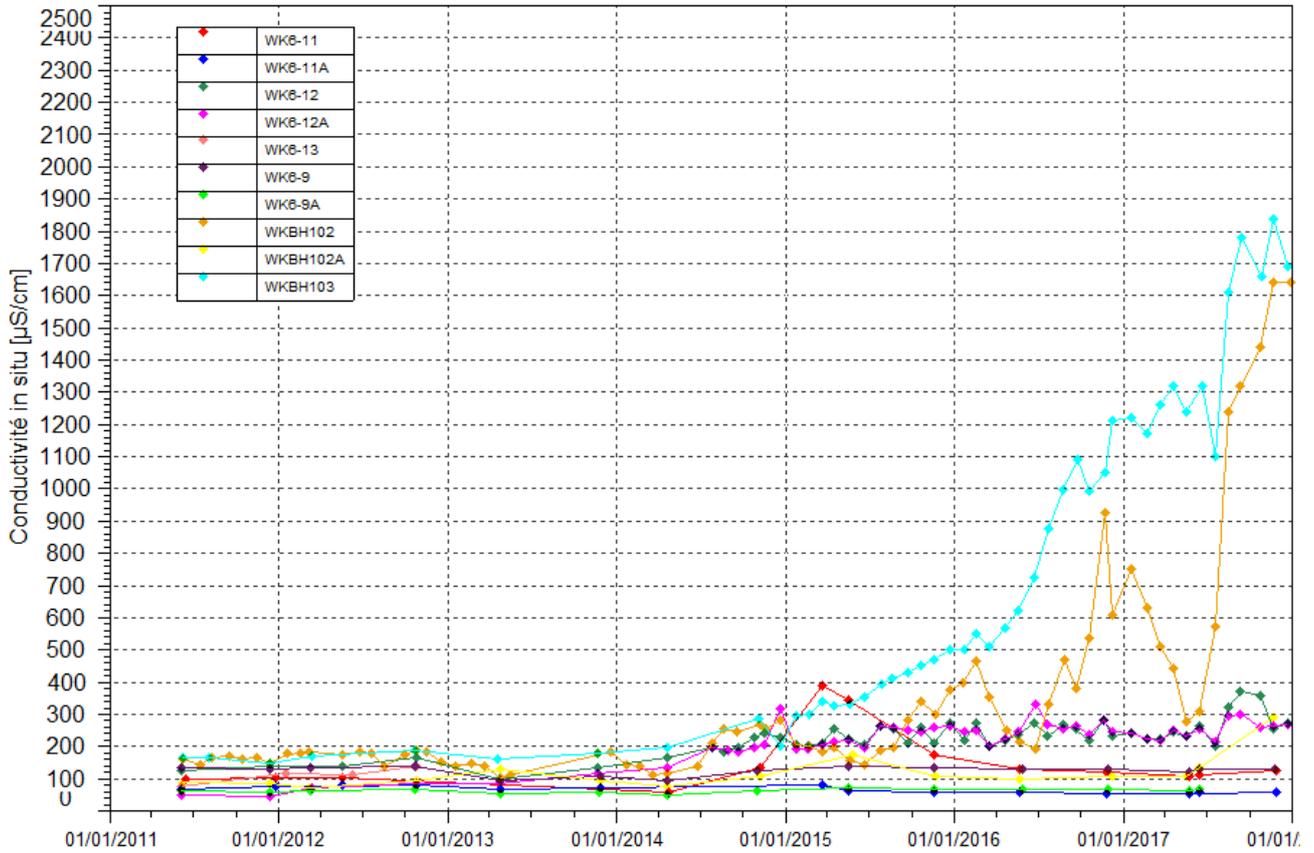
Manganèse : Durant cette période, le manganèse est uniquement et faiblement détecté aux stations WK6-11A et WKBH102A. Les concentrations observées sont inférieures à la limite réglementaire de 1 mg/L applicable aux piézomètres du groupe B.

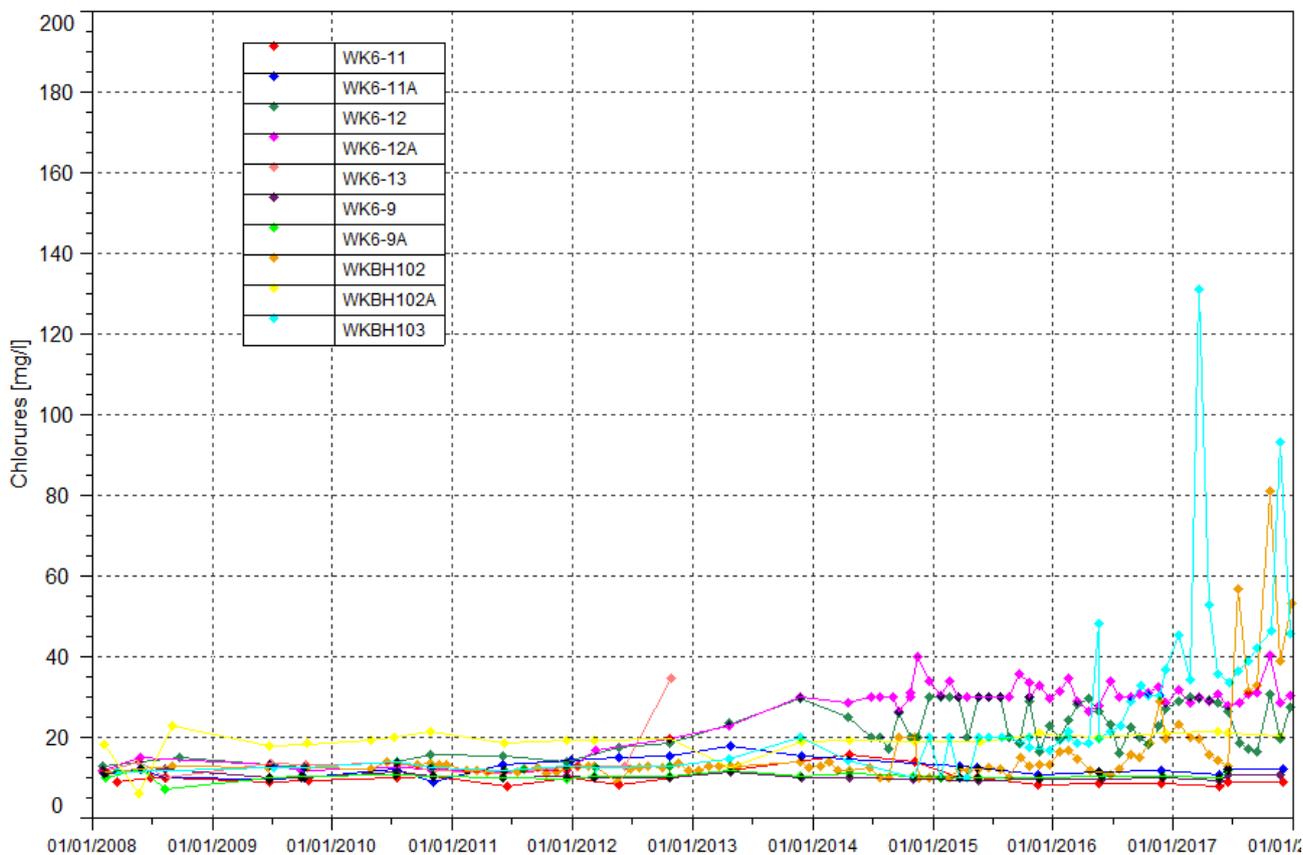
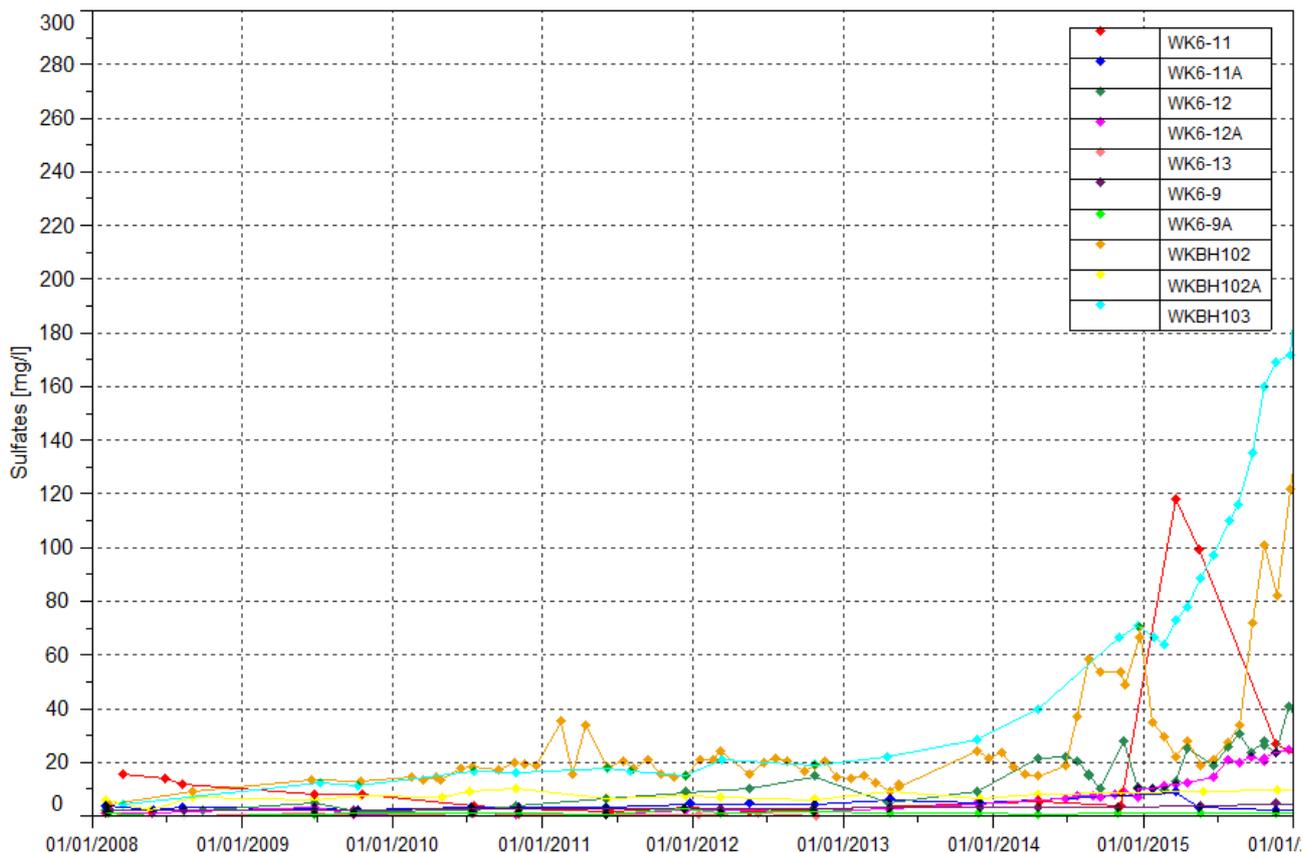
Magnésium : Les résultats du 2nd semestre au piézomètre WKBH103 confirment la hausse constante des concentrations en magnésium jusqu'au mois d'octobre 2017. Les contrôles de novembre et décembre indiquent une diminution des concentrations en magnésium au niveau de cette station. Les concentrations au piézomètre WKBH102 révèlent une nette augmentation des concentrations en magnésium au cours du 2nd semestre. Au piézomètre WK6-12, les résultats du 2nd semestre indiquent une hausse légère des concentrations en magnésium jusqu'en octobre 2017. En fin de période, on constate un retour aux normales mesurées depuis 2014 au niveau de cette station.

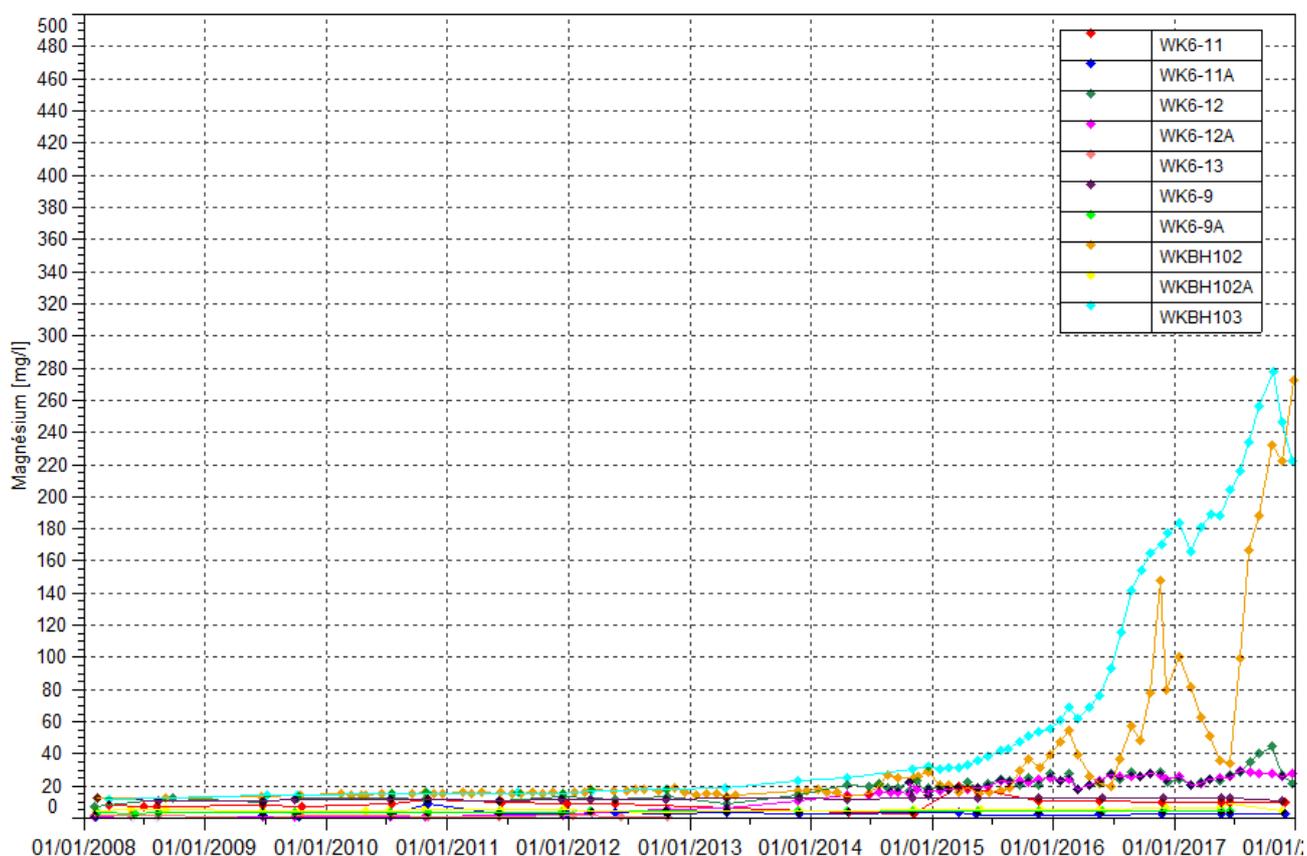
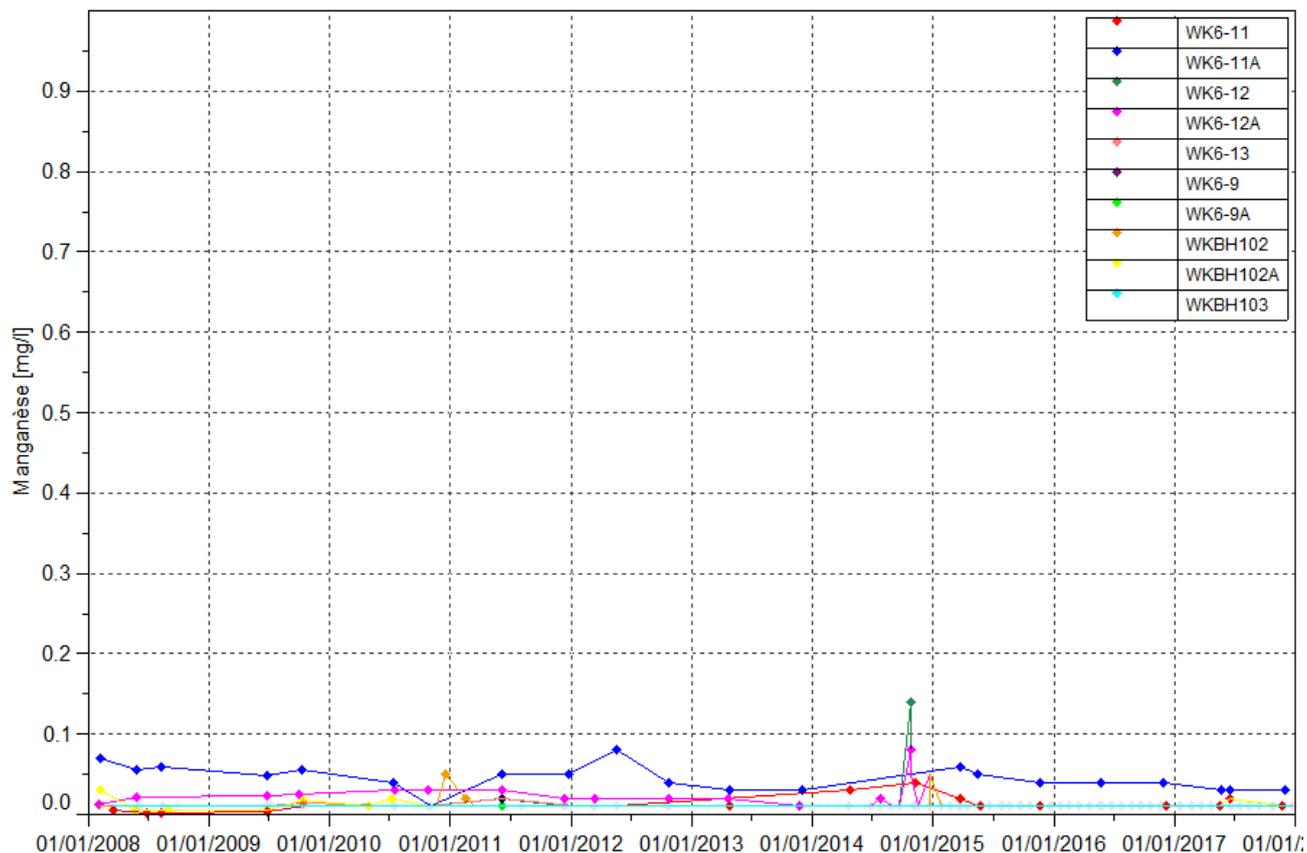
Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwe Ouest pour les piézomètres relevant du groupe A sont présentés à la Figure 6.

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









Groupe B :

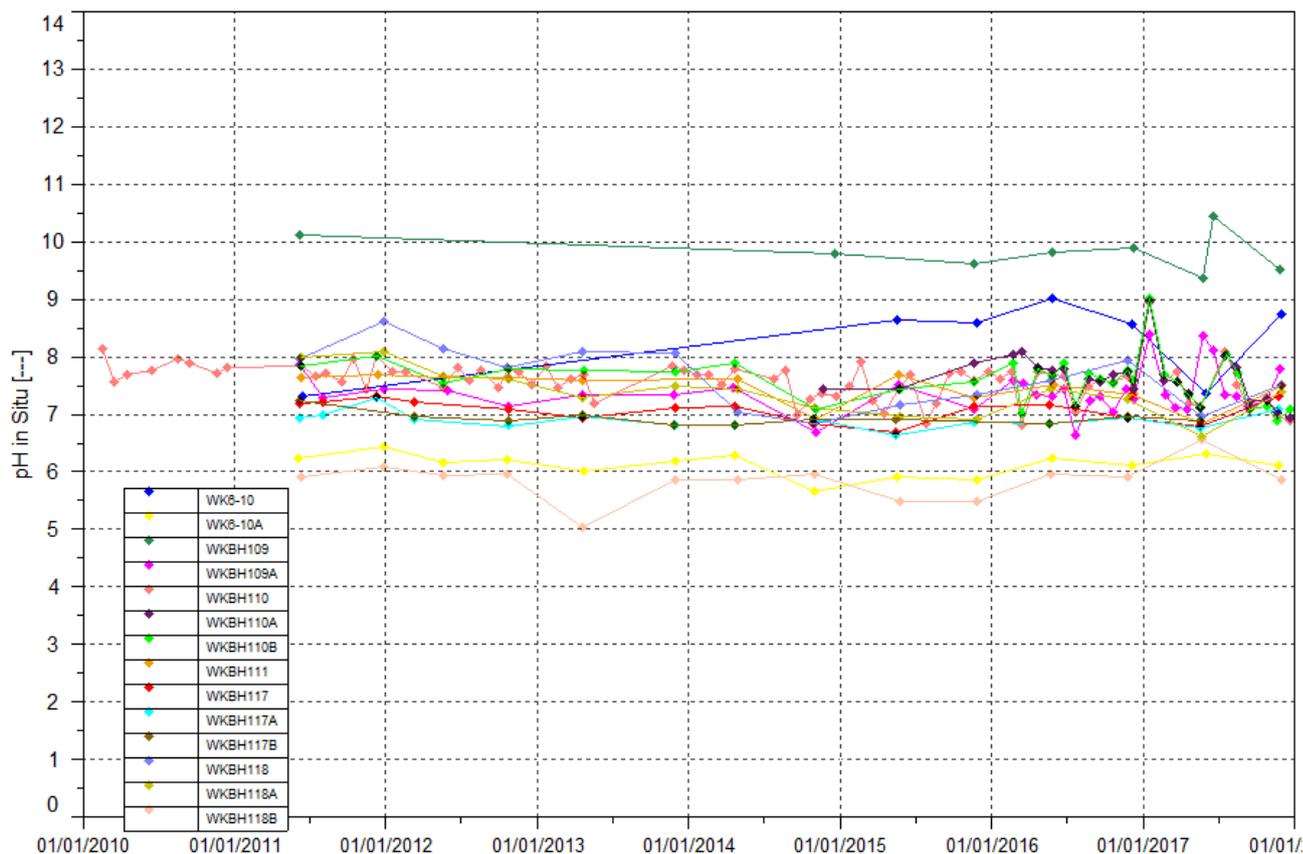
pH : compris entre 5.8 et 9.5 au 2nd semestre 2017. La maximale est enregistrée au piézomètre WKBH109 au mois de novembre.

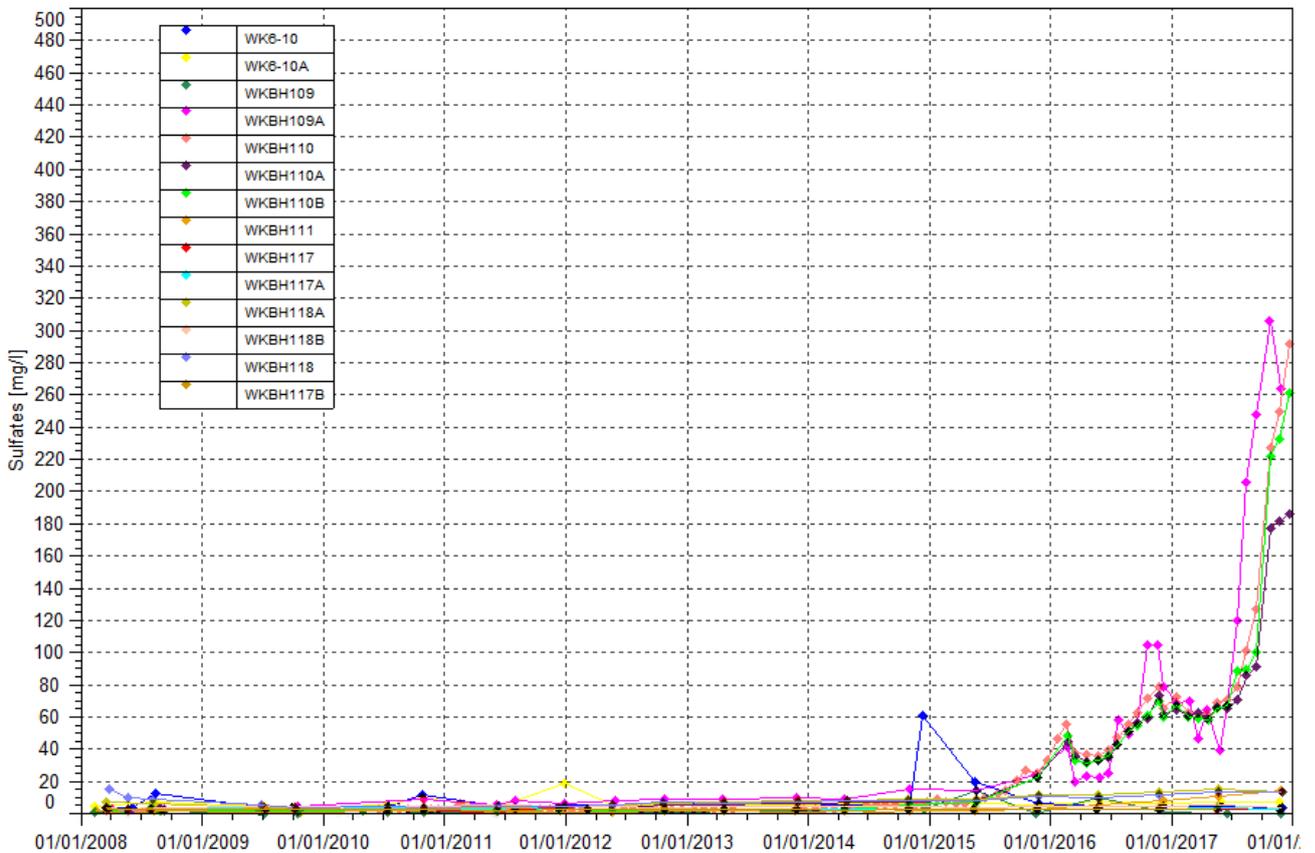
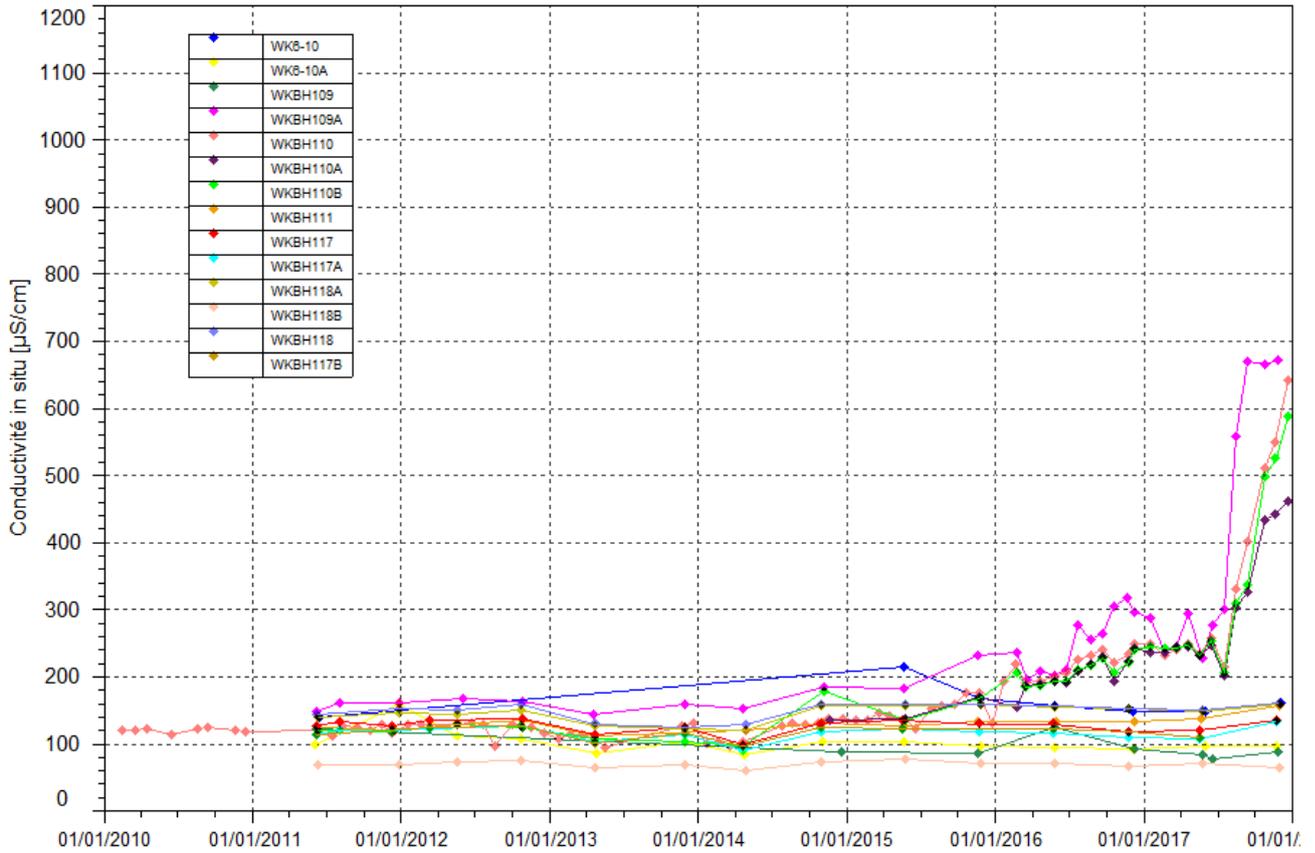
Conductivité : compris entre 65.2 et 673 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au 2nd semestre 2017. Cette maximale est enregistrée au piézomètre WKBH109A. Les suivis de ce semestre aux piézomètres WKBH109A, WKBH110, WKBH110A, WKBH110B attestent d'une nette augmentation de la conductivité. Au niveau de WKBH109A, la conductivité bascule de 301 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en juillet à 673 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en décembre 2017. Aux piézomètres de la plate-forme WKBH110, les valeurs de conductivité ont également doublé voir triplé au cours de ce semestre. 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. La concentration maximale en sulfate de ce groupe, soit 306 mg/L est relevée au piézomètre WKBH109A le 24 octobre 2017.

Chlorures : Les analyses du 2nd semestre 2017 aux piézomètres de la plate-forme WKBH110 indiquent une augmentation des concentrations en chlorures. Au piézomètre WKBH109A, les teneurs en chlorures sont variables et sont globalement supérieures à 2016. La maximale de 42 mg/L est mesuré au niveau de WKBH109A le 24 octobre 2017.

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 Kwe 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




Groupe C :

pH : compris entre 4.7 et 8.4 au 2nd semestre 2017. Le pH minimum est mesuré à la station WKBH114A au mois de novembre.

Conductivité : comprise entre 47.7 et 154 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au 2nd semestre 2017. Les résultats de suivi du 2nd semestre ne montrent aucune évolution particulière.

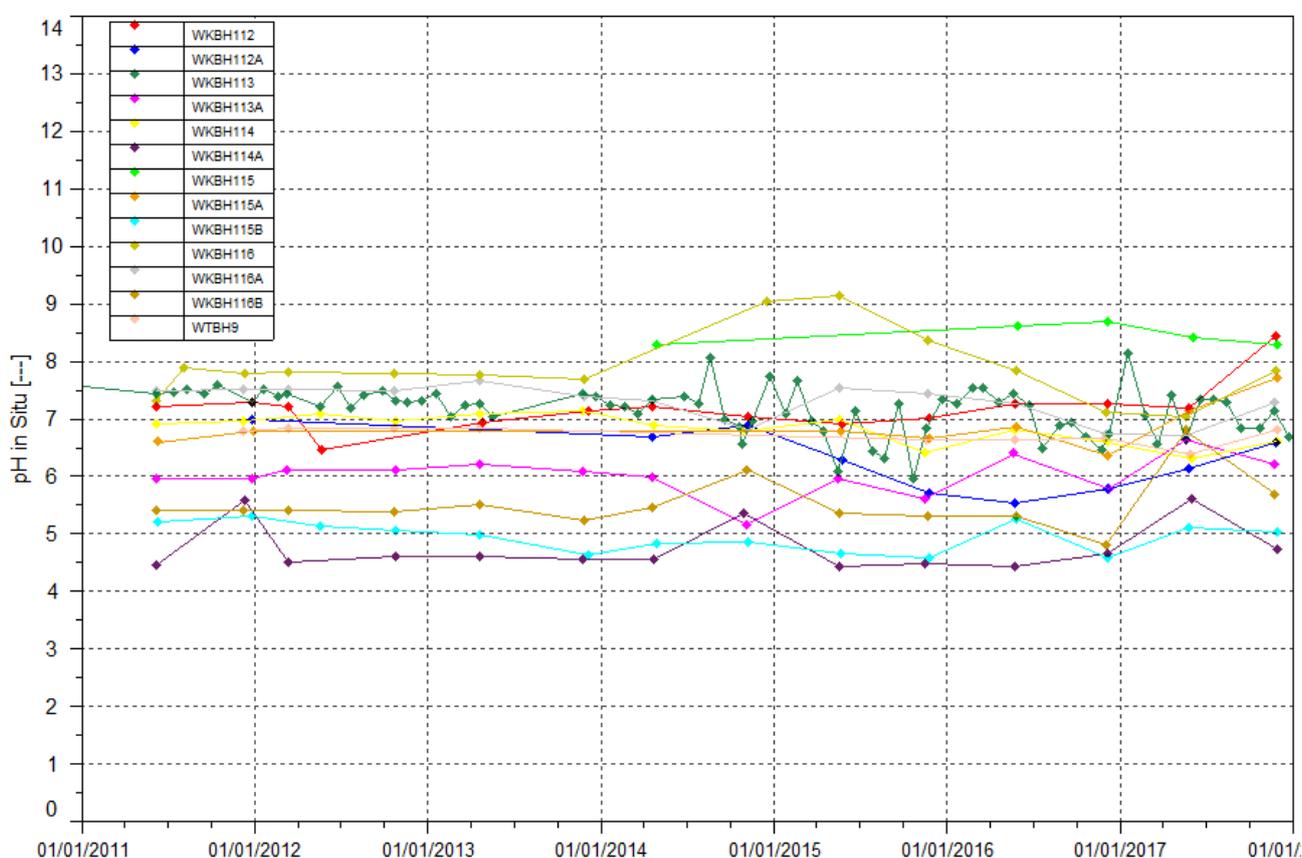
Sulfates : durant cette période, aucune évolution particulière n'est constatée et les teneurs en sulfates des piézomètres de ce groupe sont toujours inférieures à 10 mg/L.

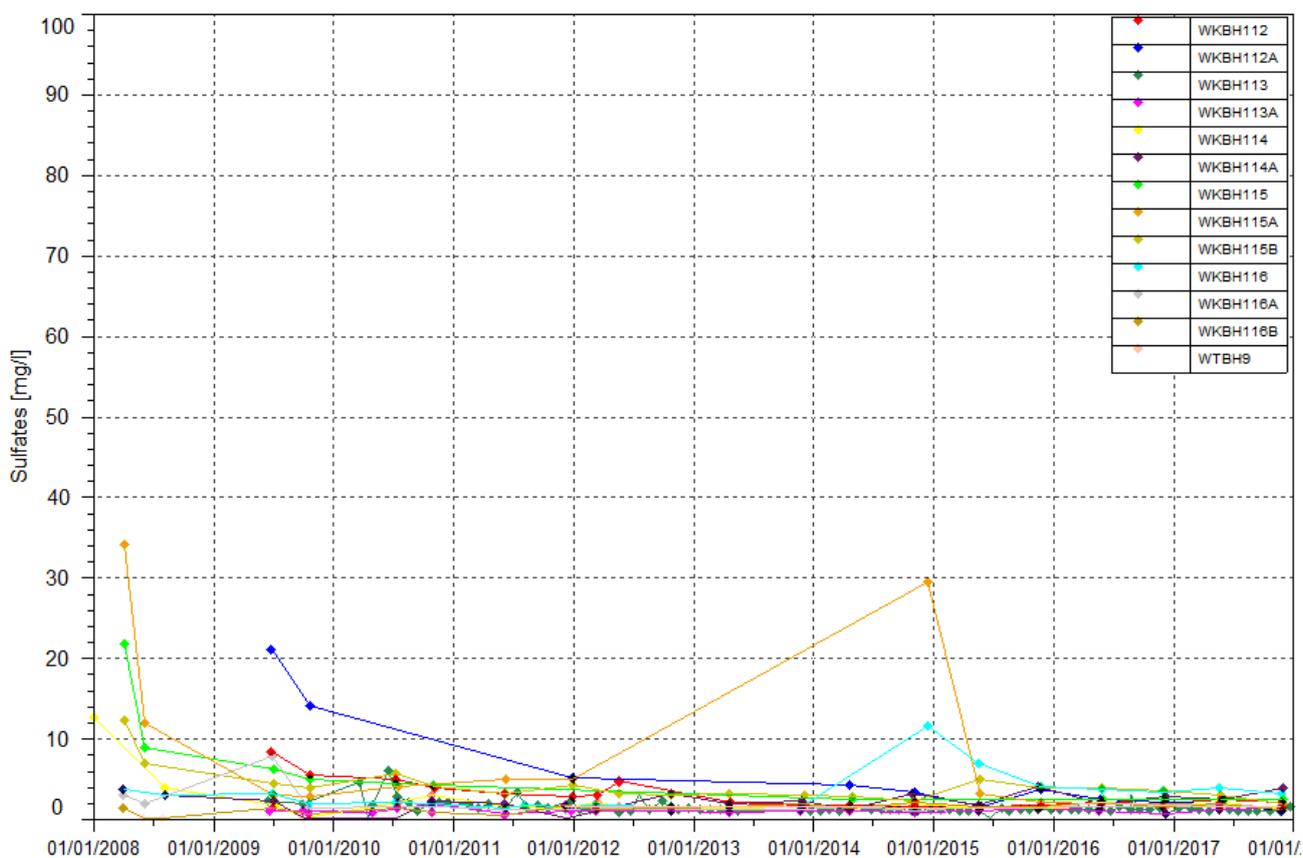
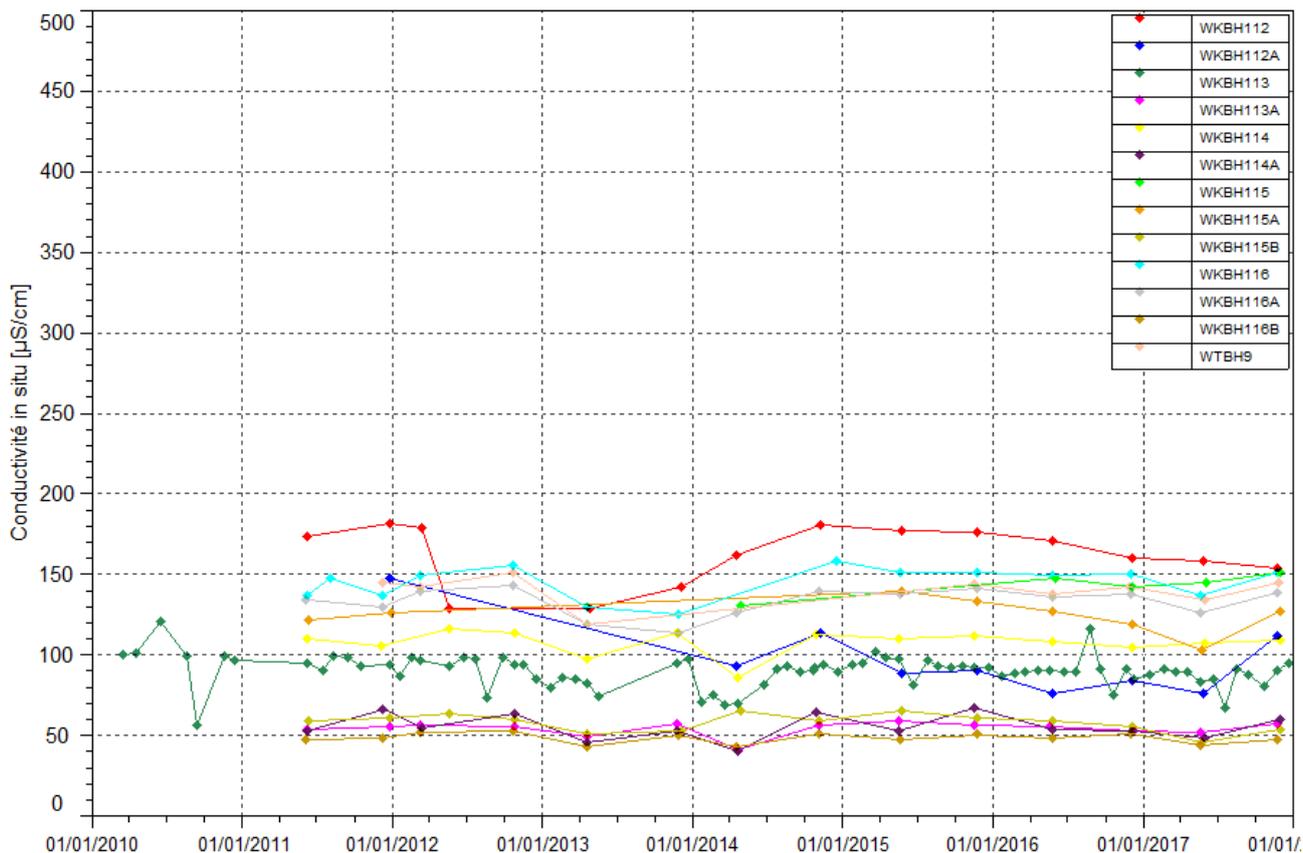
Chlorures : La légère hausse constatée sur l'ensemble des piézomètres du groupe C lors du dernier bilan semestriel n'est pas poursuivie au 2nd semestre 2017. Les concentrations en chlorures oscillent entre 9.3 et 12.2 mg/L.

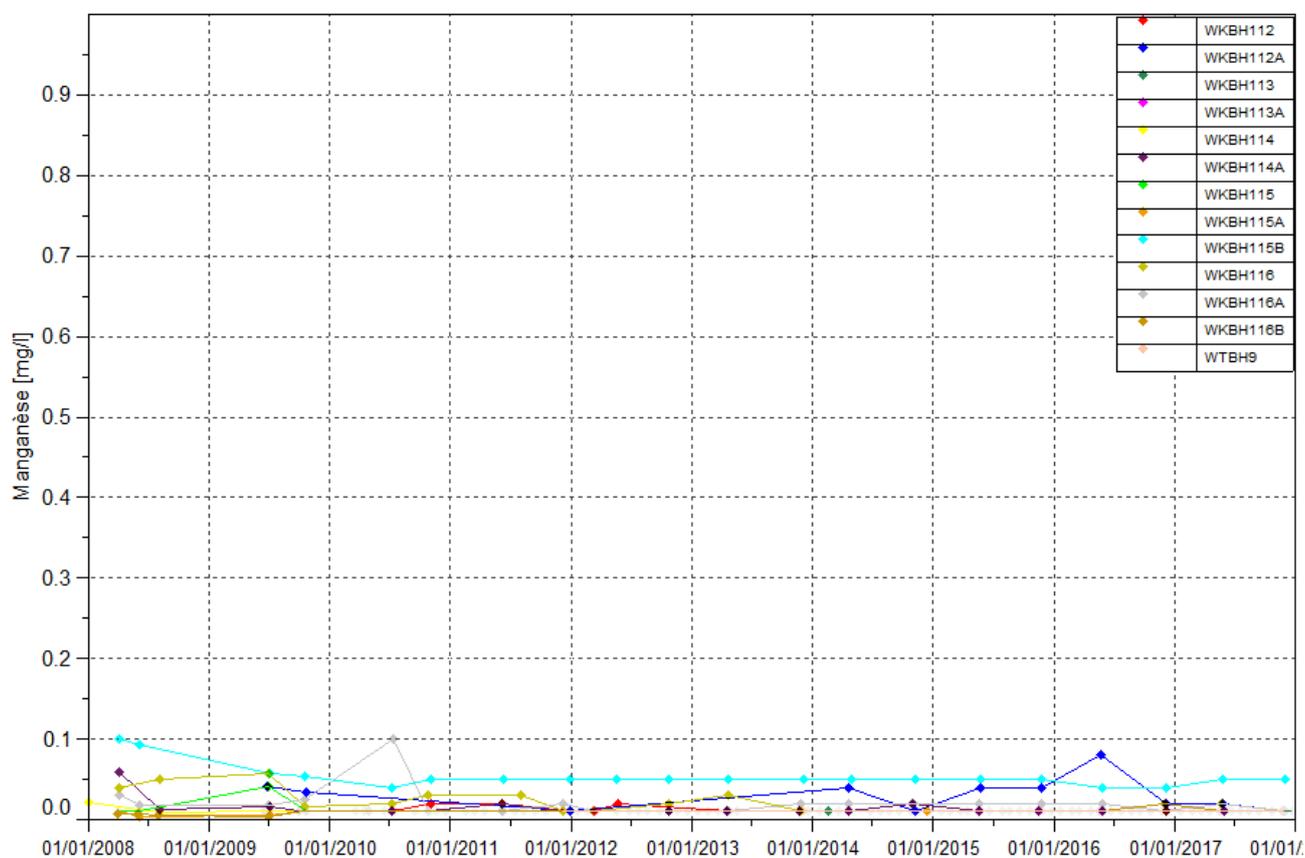
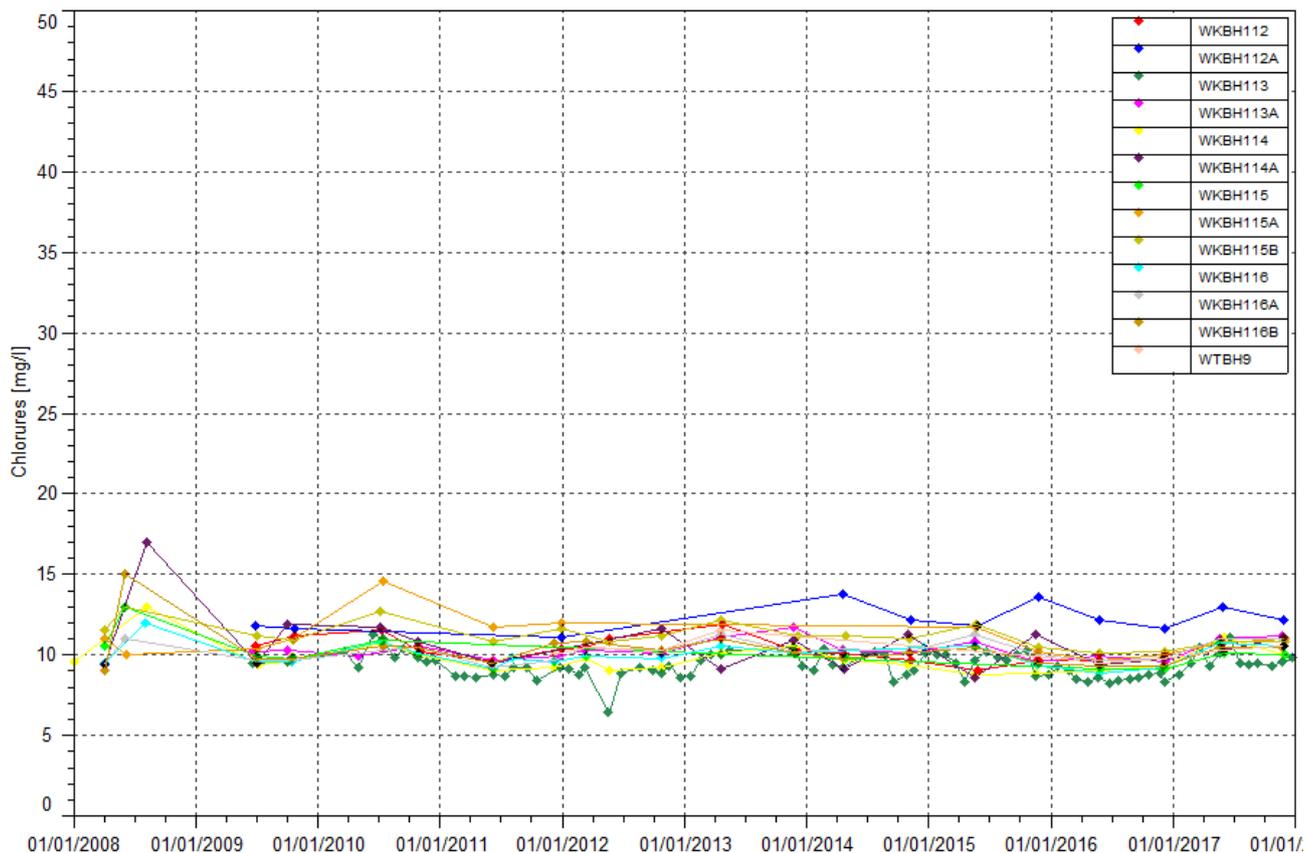
Manganèse : le bruit de fond en manganèse est stable dans ce groupe depuis 2011.

Les graphiques illustrant les résultats du suivi de la Kwe 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







Groupe D :

pH : compris entre 7.8 et 9.4 au 2nd semestre 2017. Aucun prélèvement n'a pu être effectué au niveau des piézomètres WK6-14 et WTBH11A en raison de l'assèchement de la nappe. Les suivis de ce groupe ont seulement pu être réalisés aux piézomètres WKBH32 et WTBH11.

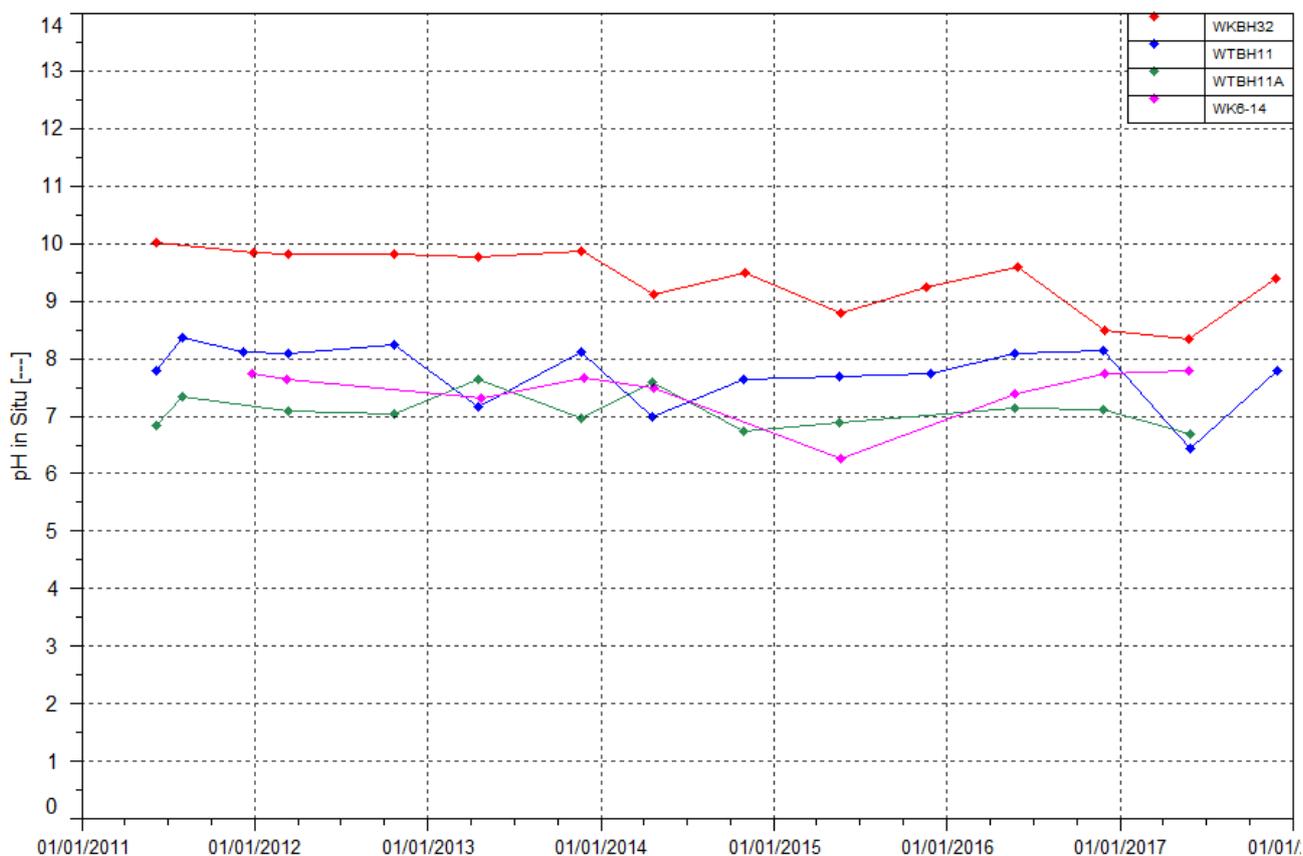
Conductivité : comprise entre 129 et 144 µS/cm.

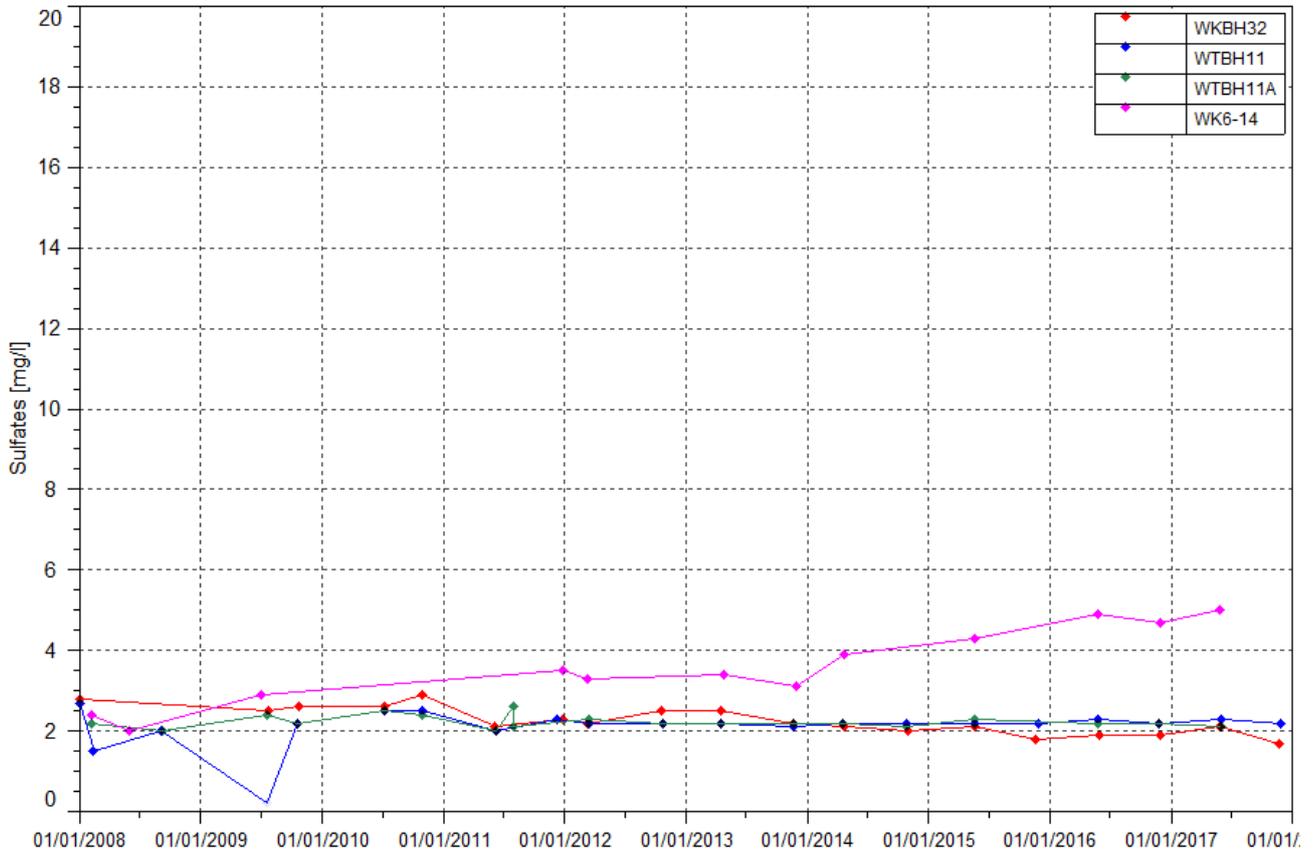
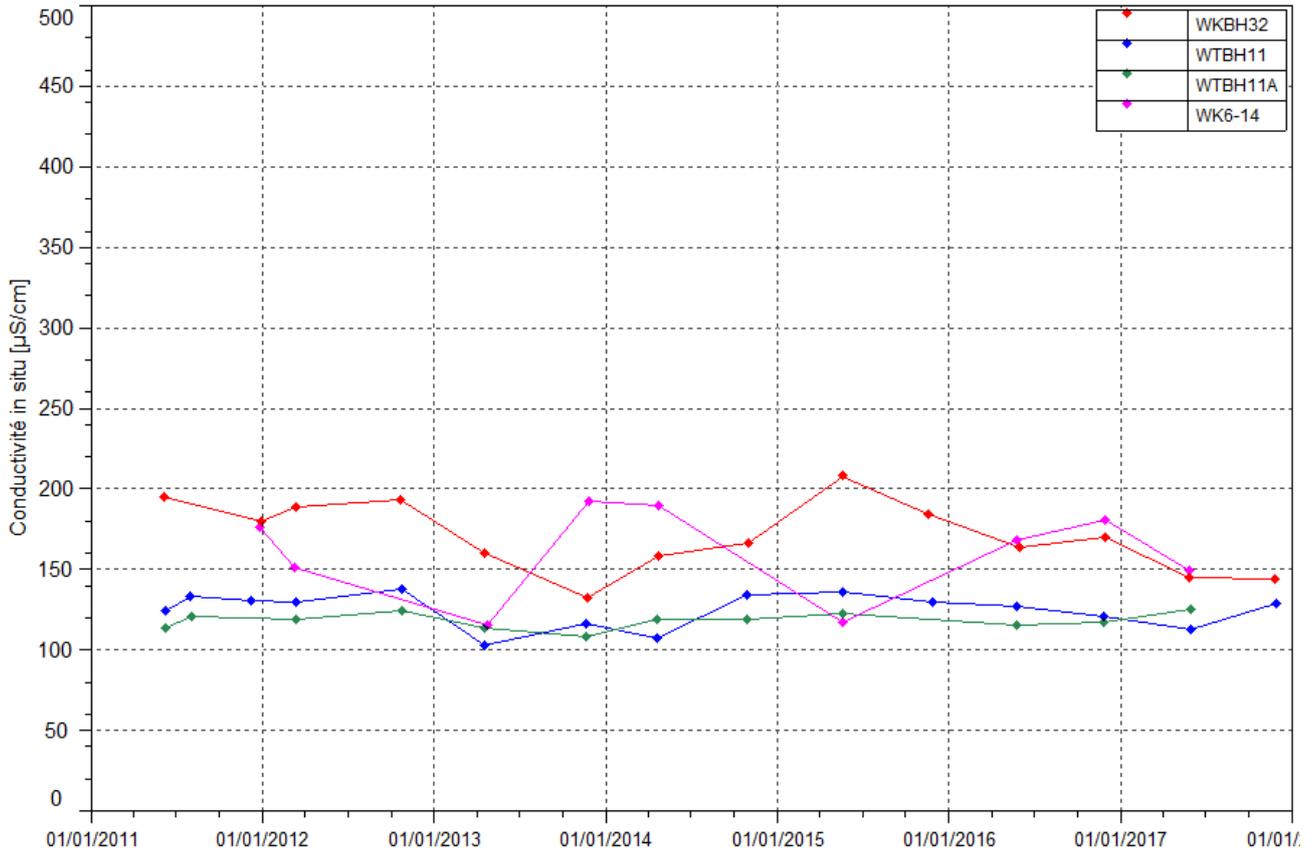
Sulfates: les contrôles du semestre aux piézomètres WKBH32 et WTBH11 attestent toujours d'une stabilité des concentrations en sulfates.

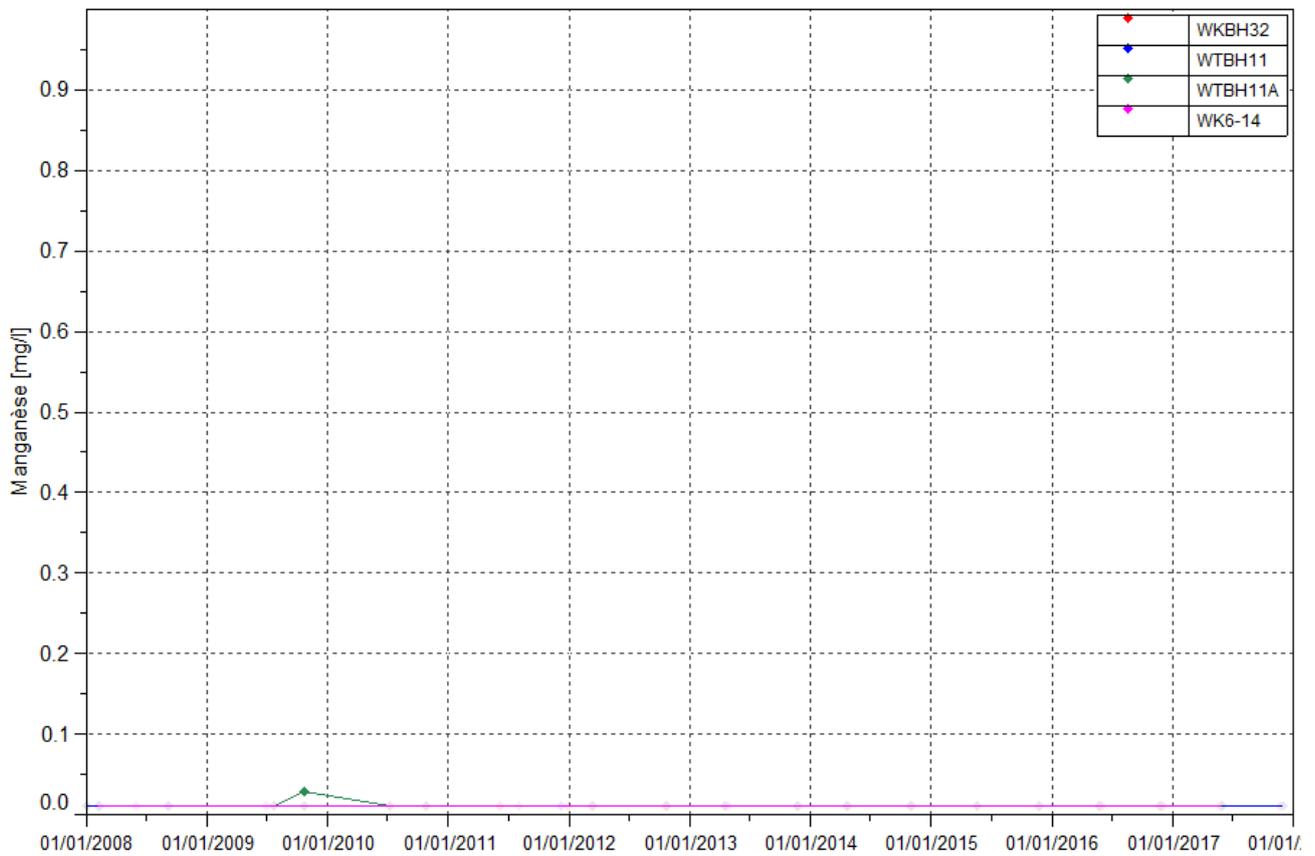
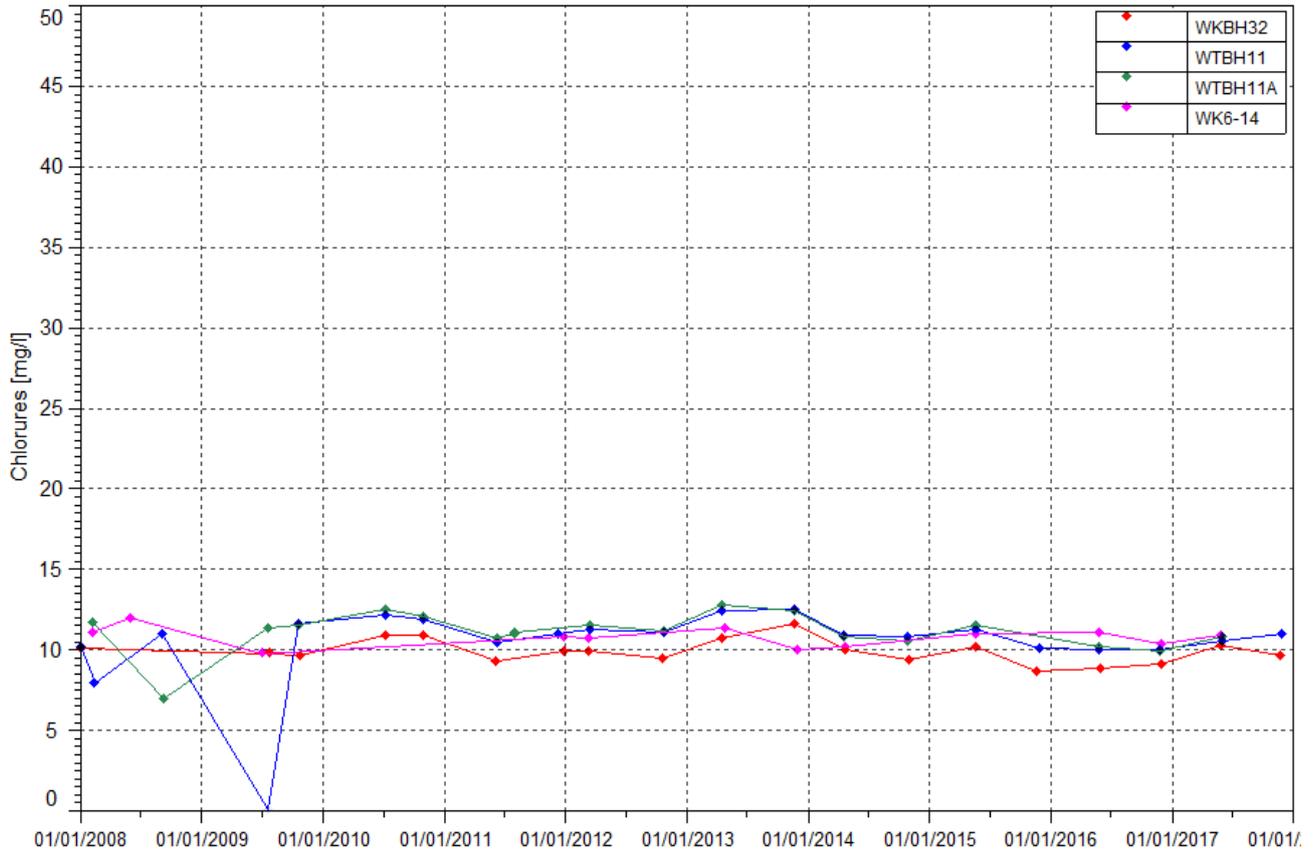
Chlorures : les concentrations en chlorures restent stables au cours de ce semestre.

Manganèse : le manganèse n'est pas détecté.

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







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.

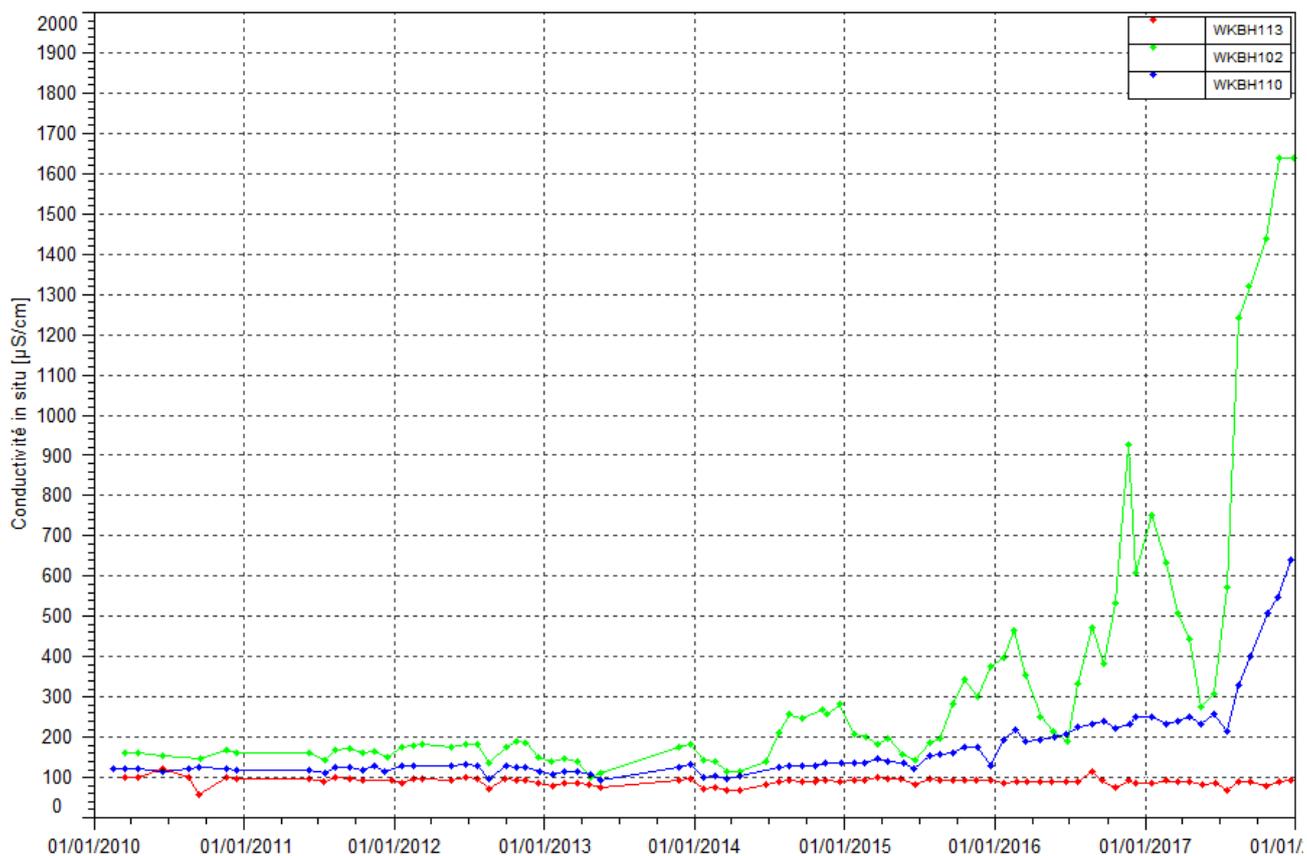
Le suivi mensuel du second semestre 2017 réalisé aux piézomètres WKBH102 et WKBH110 a révélé une franche augmentation de la conductivité, des concentrations en sulfates, magnésium et calcium traduisant une dégradation de la qualité physico-chimique de la nappe au niveau de ces stations. Depuis novembre 2016, la tendance était à la diminution au niveau de WKBH102 et à WKBH110, l'augmentation était lente et constante depuis 2014.

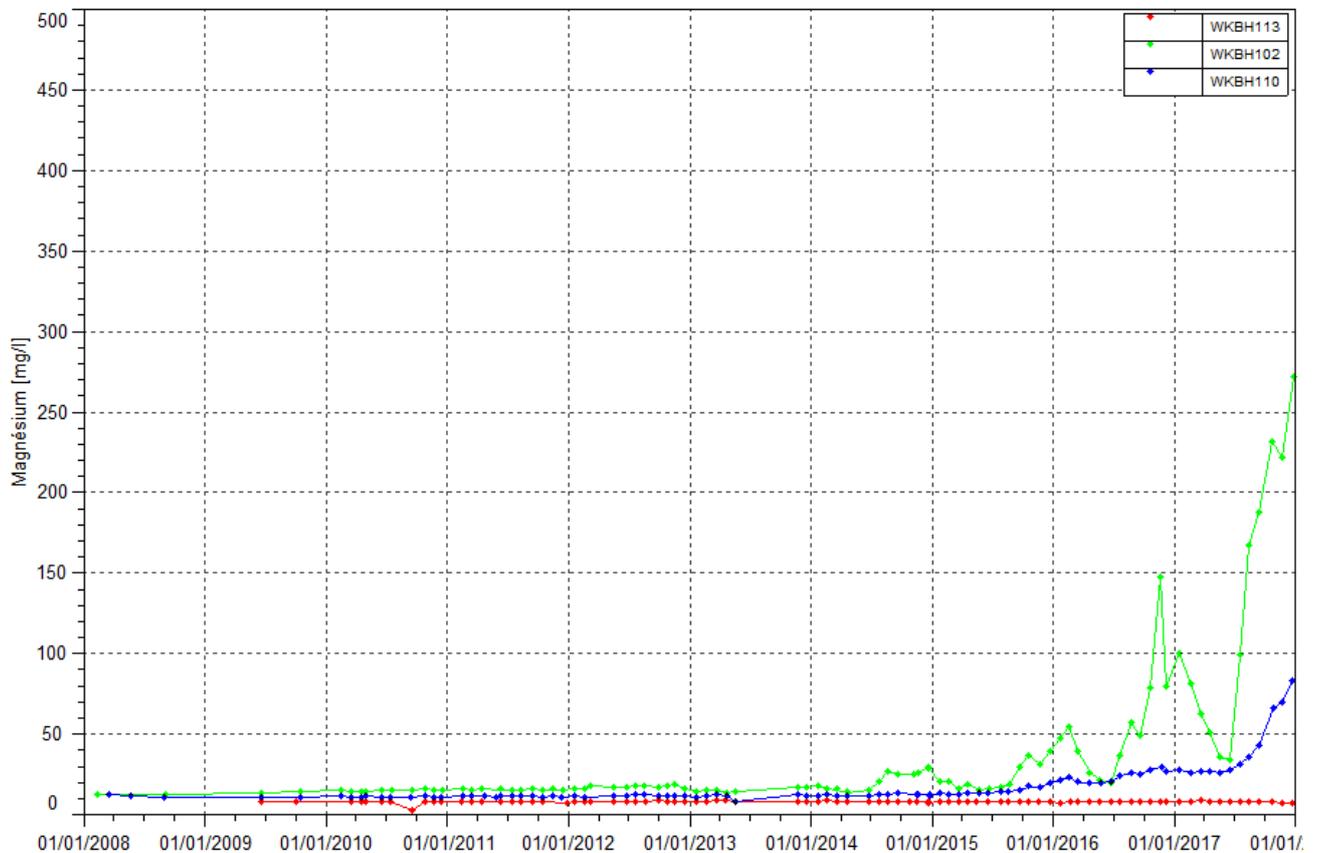
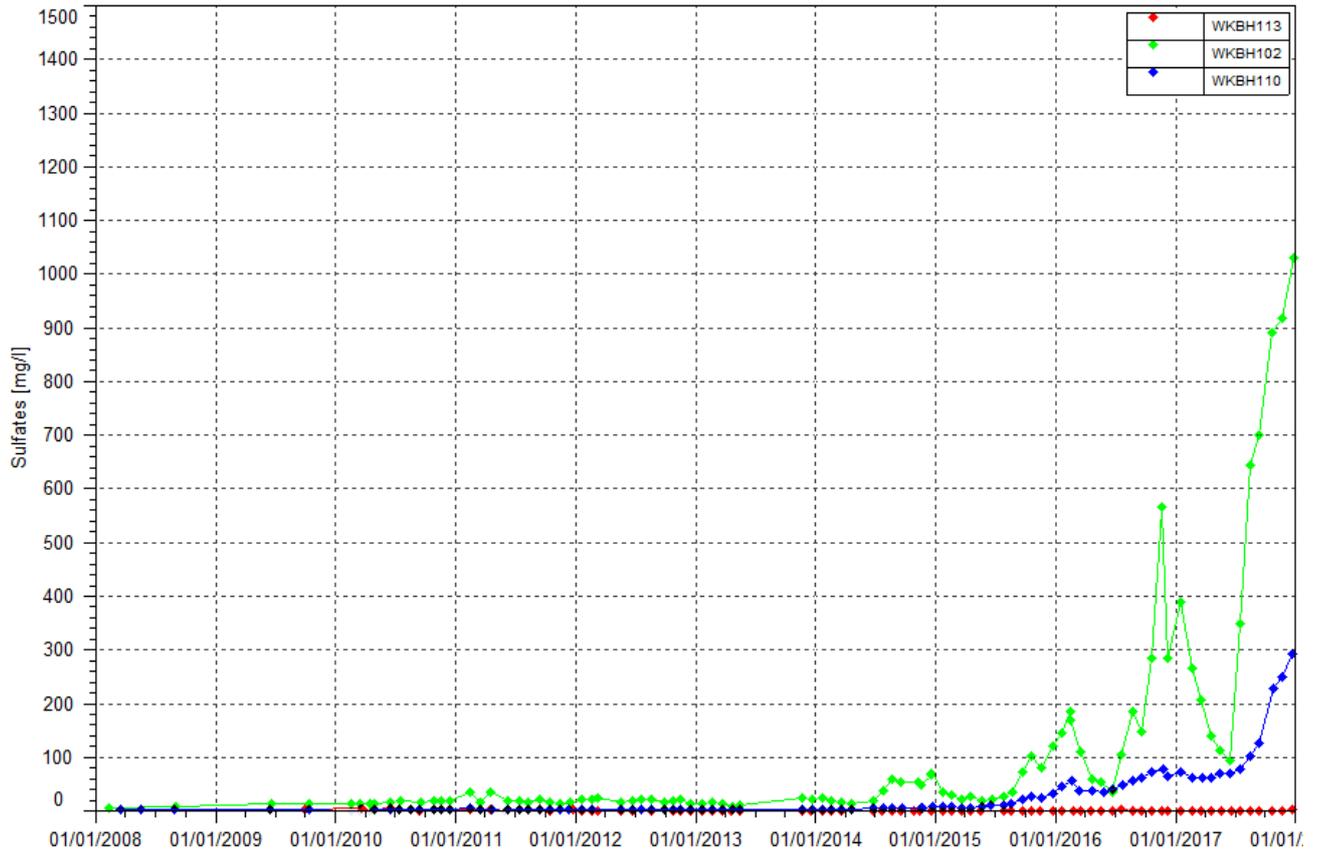
En revanche, au piézomètre WKBH113, les résultats de suivi confirment toujours une stabilité de la qualité physico-chimique de l'eau depuis 2010.

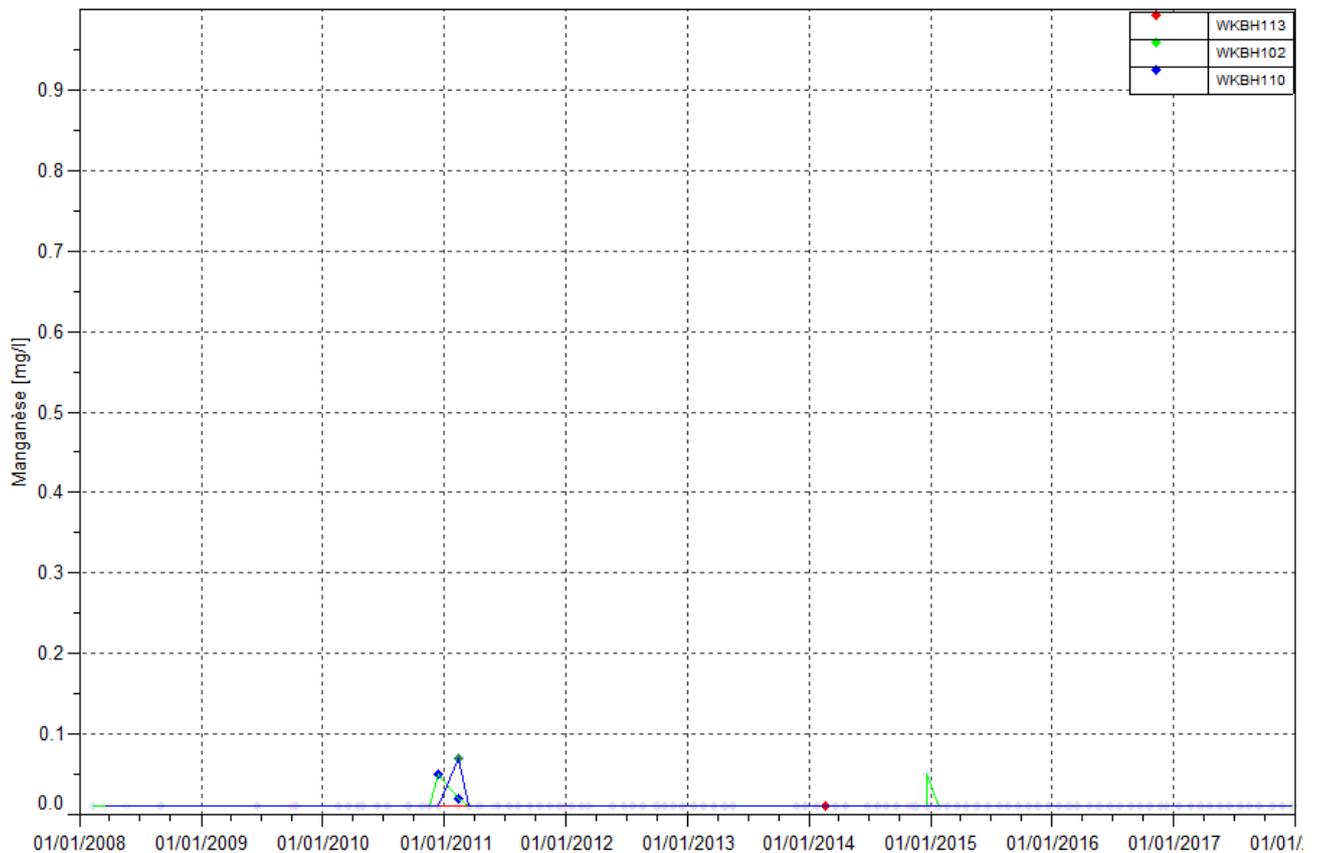
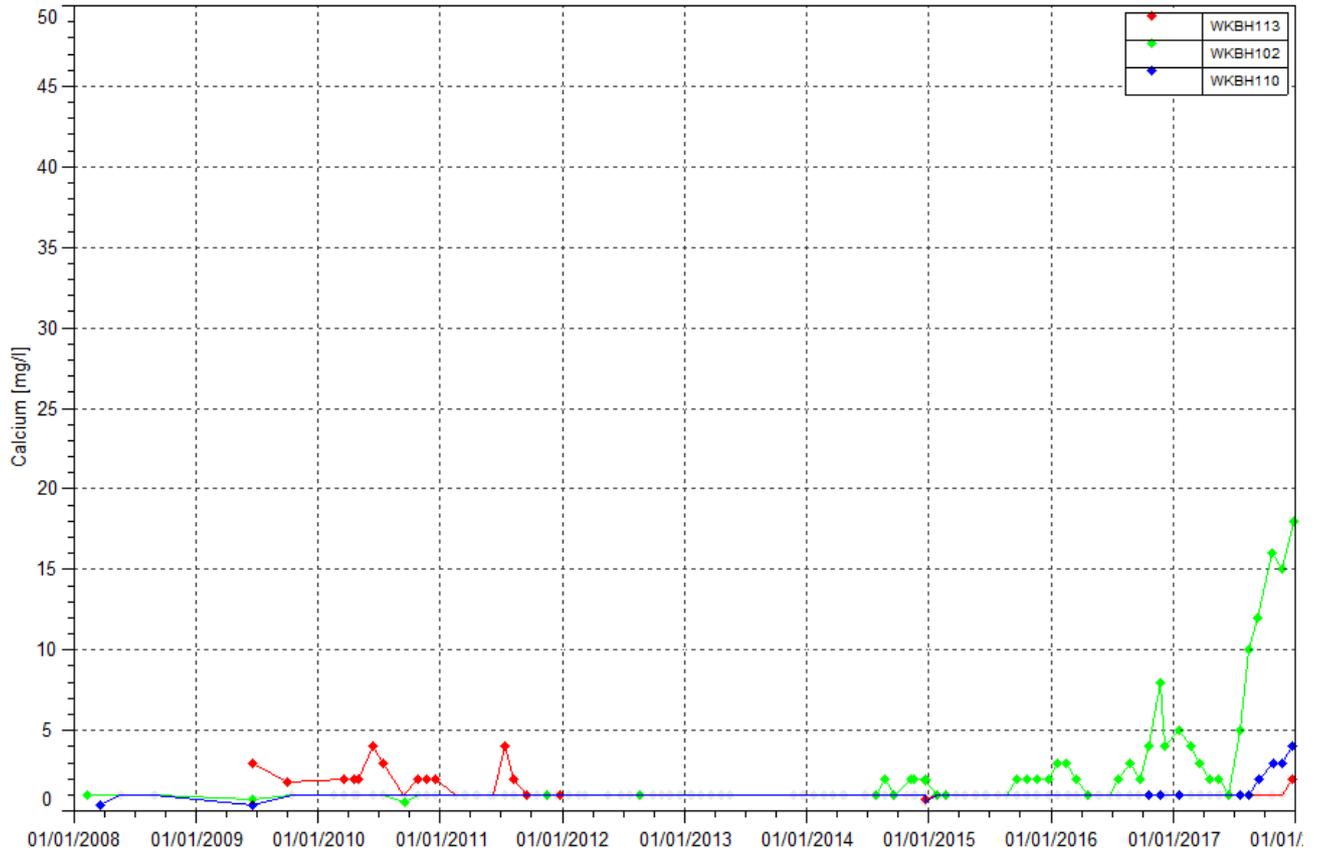
Le manganèse n'est pas détecté durant ce semestre au niveau de ces stations.

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







Mesures de conductivité en continu : WKBH113, WKBH102, WKBH110

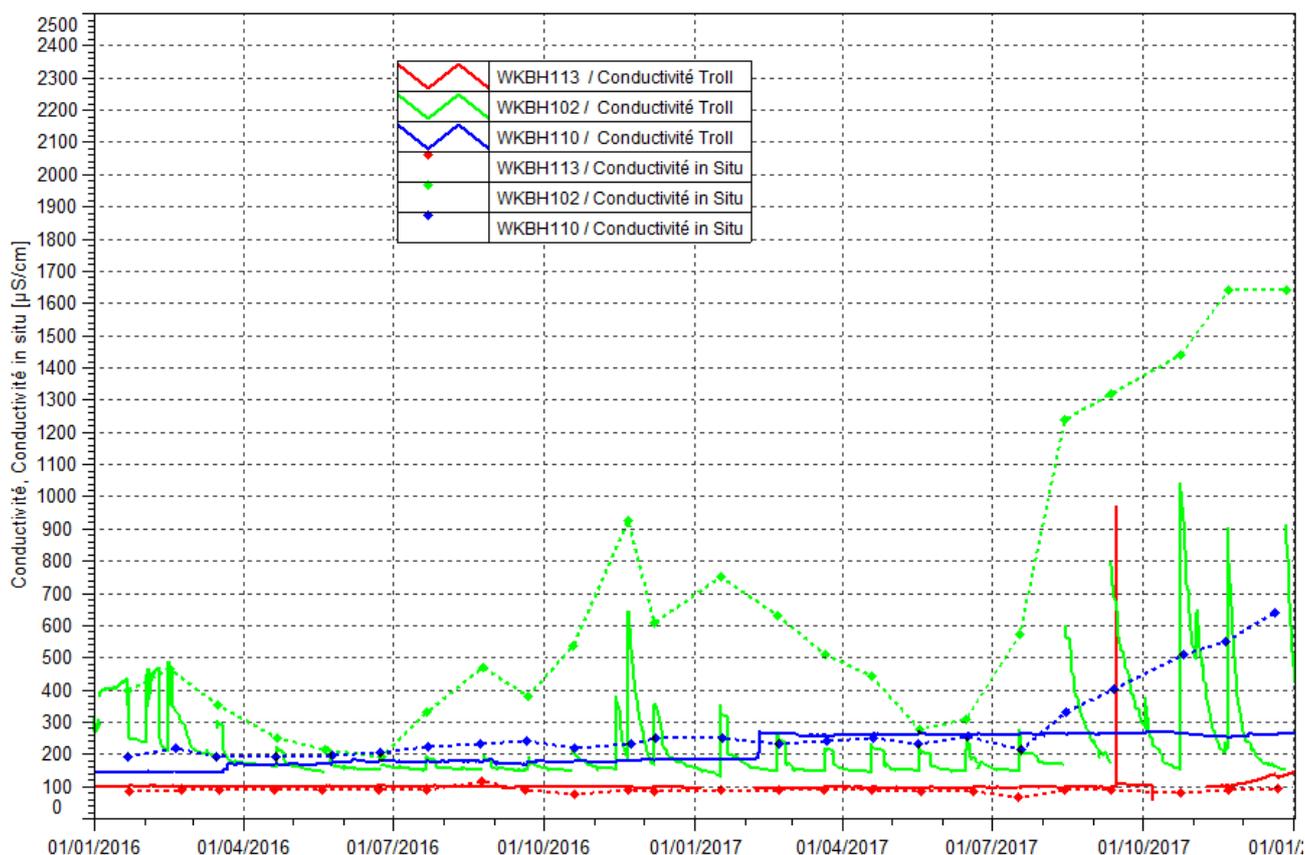
Ces piézomètres sont équipés depuis le 17 juin 2009 de sondes de type Aqua Troll 200 qui enregistrent les variations de conductivité et de température.

La figure 11 ci-après présente les enregistrements automatiques de conductivité des Aqua Troll 200. Au piézomètre WKBH102, la sonde de mesure enregistre des fortes variations de conductivité à partir du mois d'août 2017, confirmant les résultats d'analyses laboratoire.

Au piézomètre WKBH110, les enregistrements continus montrent une stabilité de la conductivité. Toutefois en fin de semestre, ces derniers révèlent une légère tendance à la hausse. Cette évolution sera à suivre lors du prochain bilan semestriel.

Au piézomètre WKBH113, on observe un décalage entre les mesures laboratoires et les enregistrements continus. Les enregistrements ne montrent aucune variation alors que les mesures laboratoire attestent d'une hausse de la conductivité. Afin de résoudre cette problématique, les techniciens de suivi ont modifié au cours de ce semestre la profondeur d'installation de la sonde en se calant au mieux sur les niveaux du massif filtrant du piézomètre et en tenant compte du seuil de profondeur de mesure de la sonde (50m). Cependant, le massif filtrant se trouvant à une profondeur de 61,40m, la sonde a été installée à la profondeur max de 50m. Un changement d'équipement de mesure avec une sonde ayant un seuil de profondeur adaptée à ce piézomètre a été effectué au mois de mars. Les résultats seront présentés lors du prochain bilan semestriel.

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



2.3.2.2 Sources: WK17 et WK20

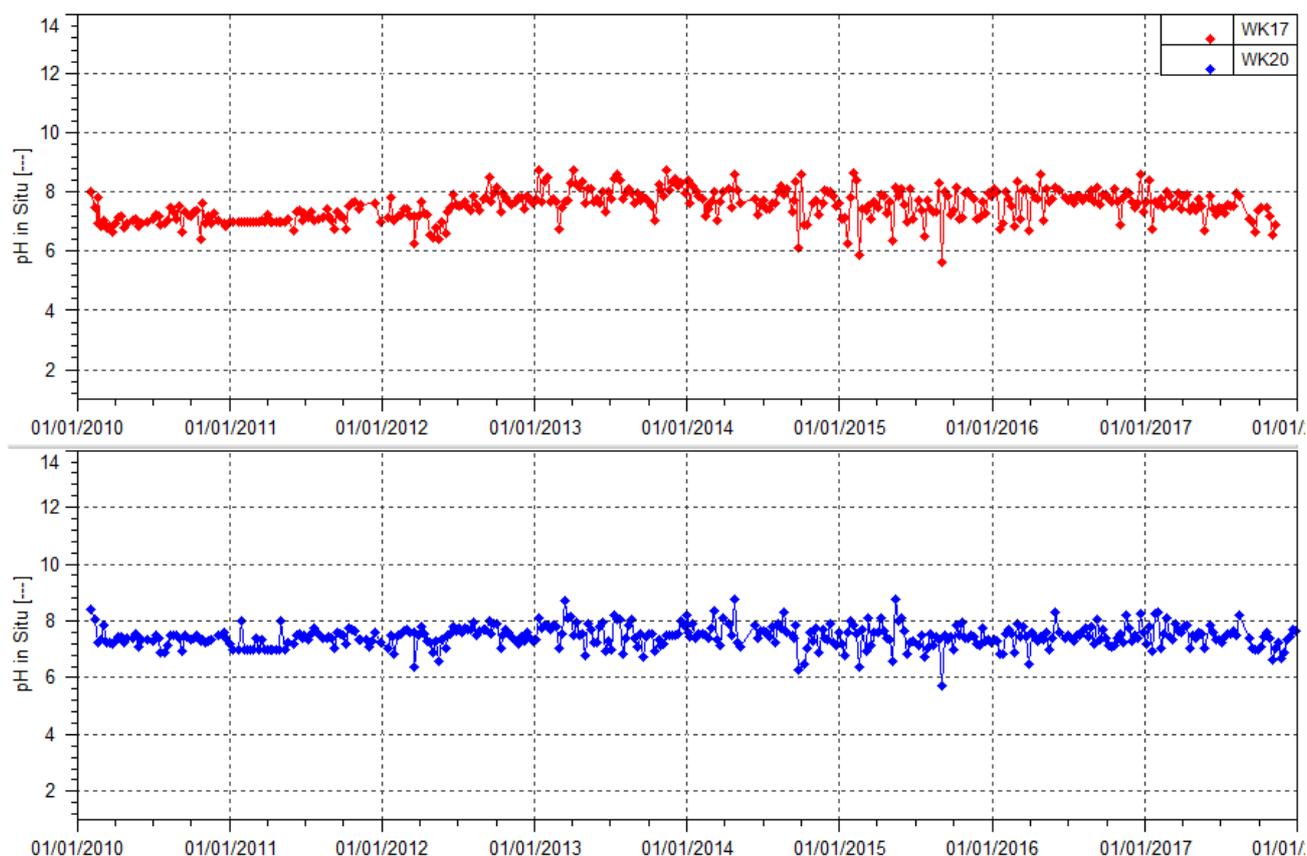
Conformément à l'arrêté d'exploitation du parc à résidus, le suivi des sources WK17 et WK20 est réalisé selon deux fréquences : hebdomadaire et continu. Ces données sont présentées ci-après.

A noter, qu'à partir du 8 novembre 2017, les prélèvements n'ont pu être effectués au niveau de WK17 suite au tarissement de la source.

▪ Mesures de pH

La Figure 12 présente les mesures en pH obtenues à une fréquence hebdomadaire pour les stations WK17 et WK20.

Figure 12 : Mesures de pH des stations WK17 et WK20 entre janvier 2010 et janvier 2018



Source WK17 :

Au cours de ce semestre, les résultats sont compris entre 6.5 et 7.9.

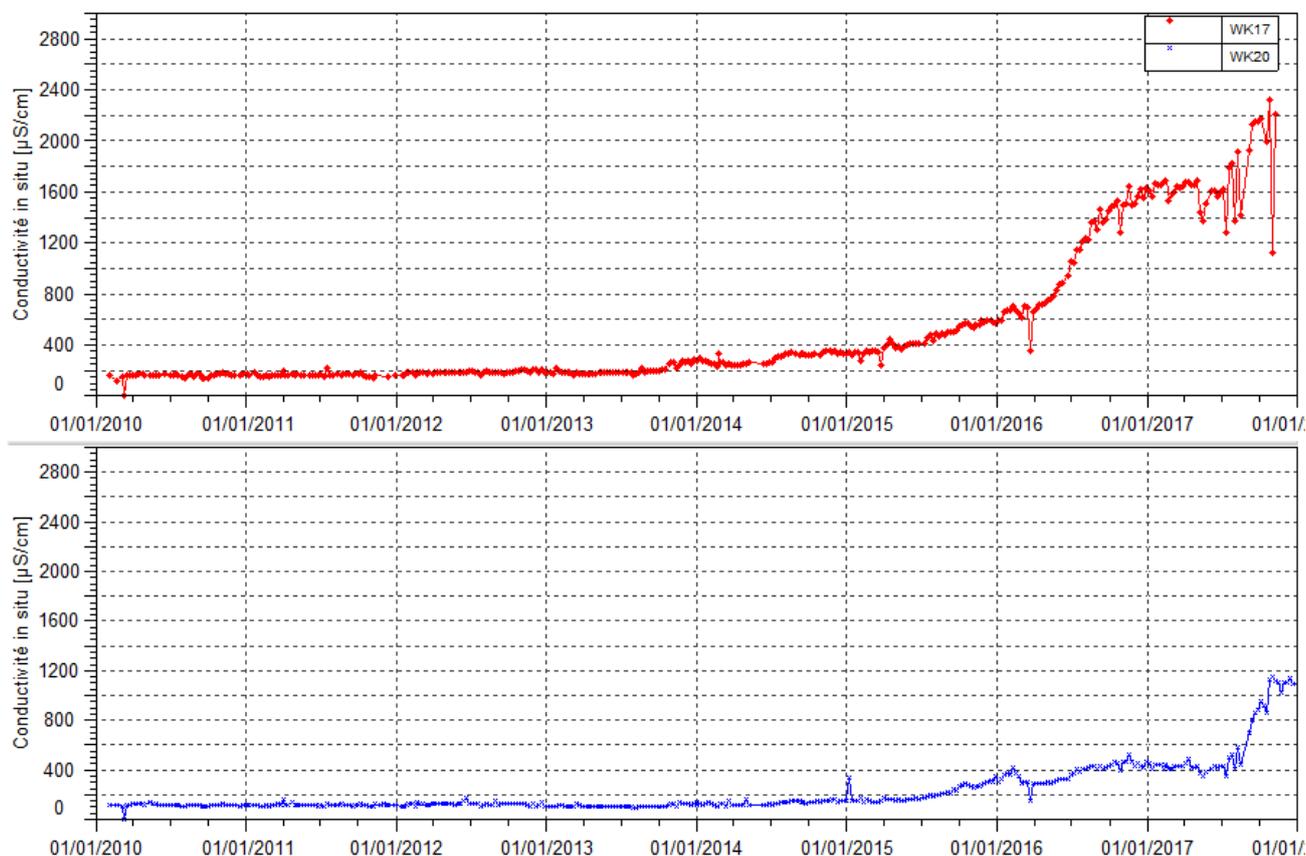
Source WK20 :

Au cours de ce semestre, le pH oscille entre 6.6 et 8.2.

▪ **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 janvier 2018



Source WK17 :

Les suivis de cette période indiquent une accentuation de la hausse de la conductivité alors qu'une stabilisation des valeurs de conductivité était constatée depuis fin 2016. La conductivité est comprise entre 1120 et 2320 $\mu\text{S/cm}$.

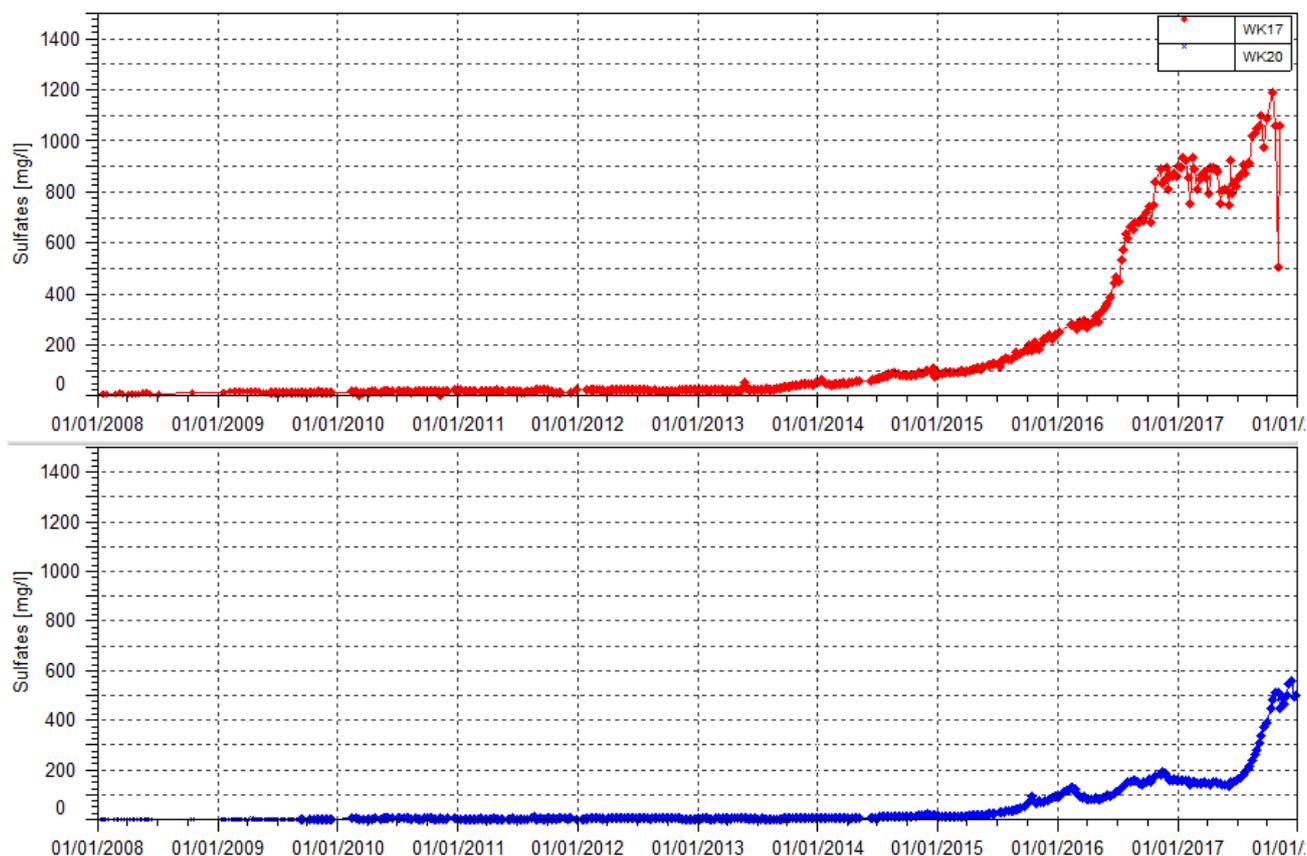
Source WK20 :

Au cours du 2nd semestre 2017, les mesures de conductivités sont également en hausse précoce entre début juillet et fin octobre. Après cette date, les relevés de conductivité indiquent une stabilisation. Les mesures de conductivité oscillent entre 352 et 1150 $\mu\text{S/cm}$ au cours de ce semestre. Le seuil de potabilité en conductivité de 1000 $\mu\text{S/cm}$ a été dépassé à la fin du mois d'octobre.

▪ **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 janvier 2018



Source WK17 :

Pareillement à la conductivité, on constate une accentuation de la hausse des teneurs en sulfates au cours de cette 2nde période alors qu'une stabilisation était observée lors du précédent bilan. Au 2ⁱème semestre, les concentrations varient entre 503 et 1060 μ S/cm.

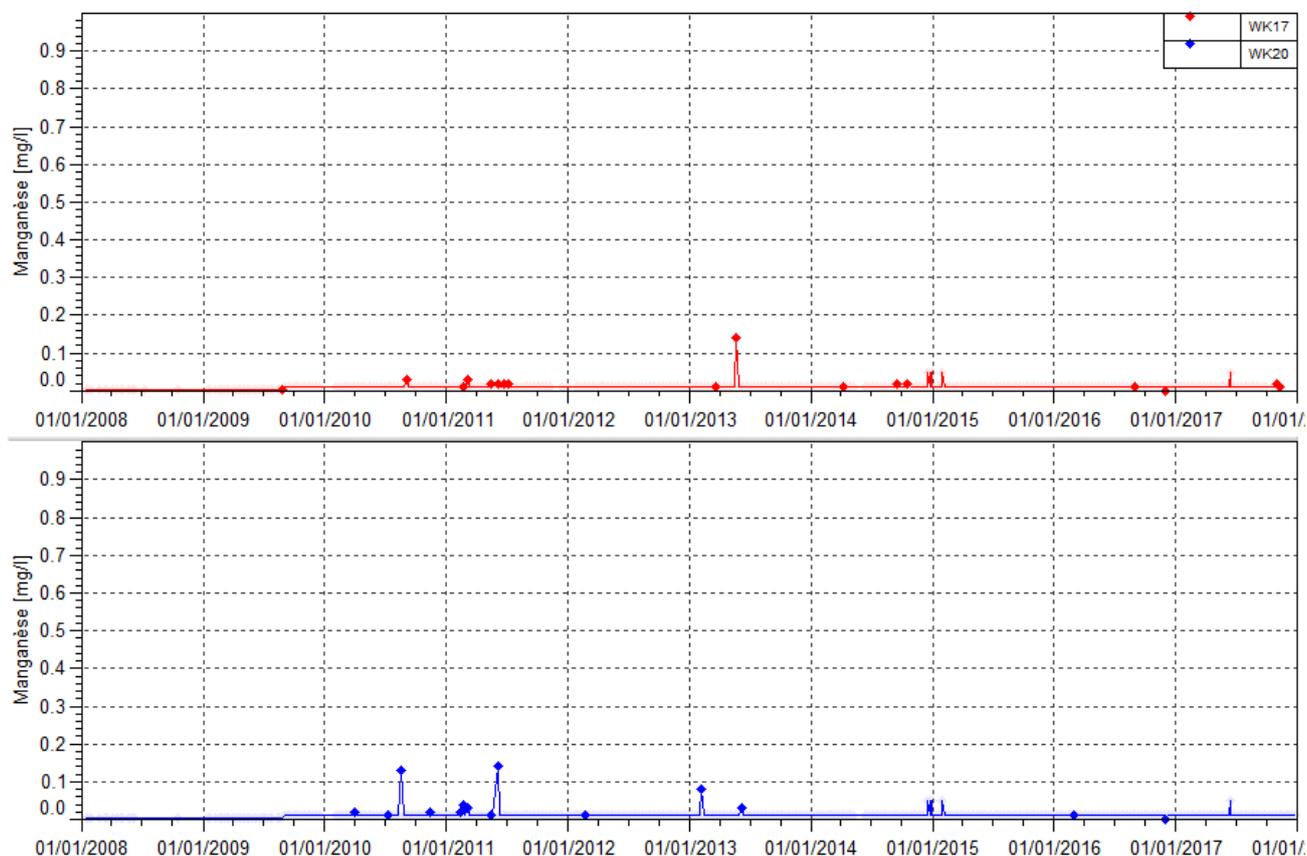
Source WK20 :

Les concentrations en sulfates sont également en forte hausse au cours de cette période alors qu'une stabilité était constatée lors du précédent bilan. Au 2nd semestre, les concentrations varient entre 162 et 559 μ S/cm. Pour rappel, au 1^{er} semestre 2017, les concentrations étaient comprises entre 134 et 159 mg/L.

▪ **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 est faiblement détecté à trois reprises entre octobre et début novembre. Les mesures sont équivalentes à 0.01 et 0.02 mg/L. La diminution du niveau d'eau aboutissant au tarissement de la source en début novembre a engendré la précipitation des éléments dissous.

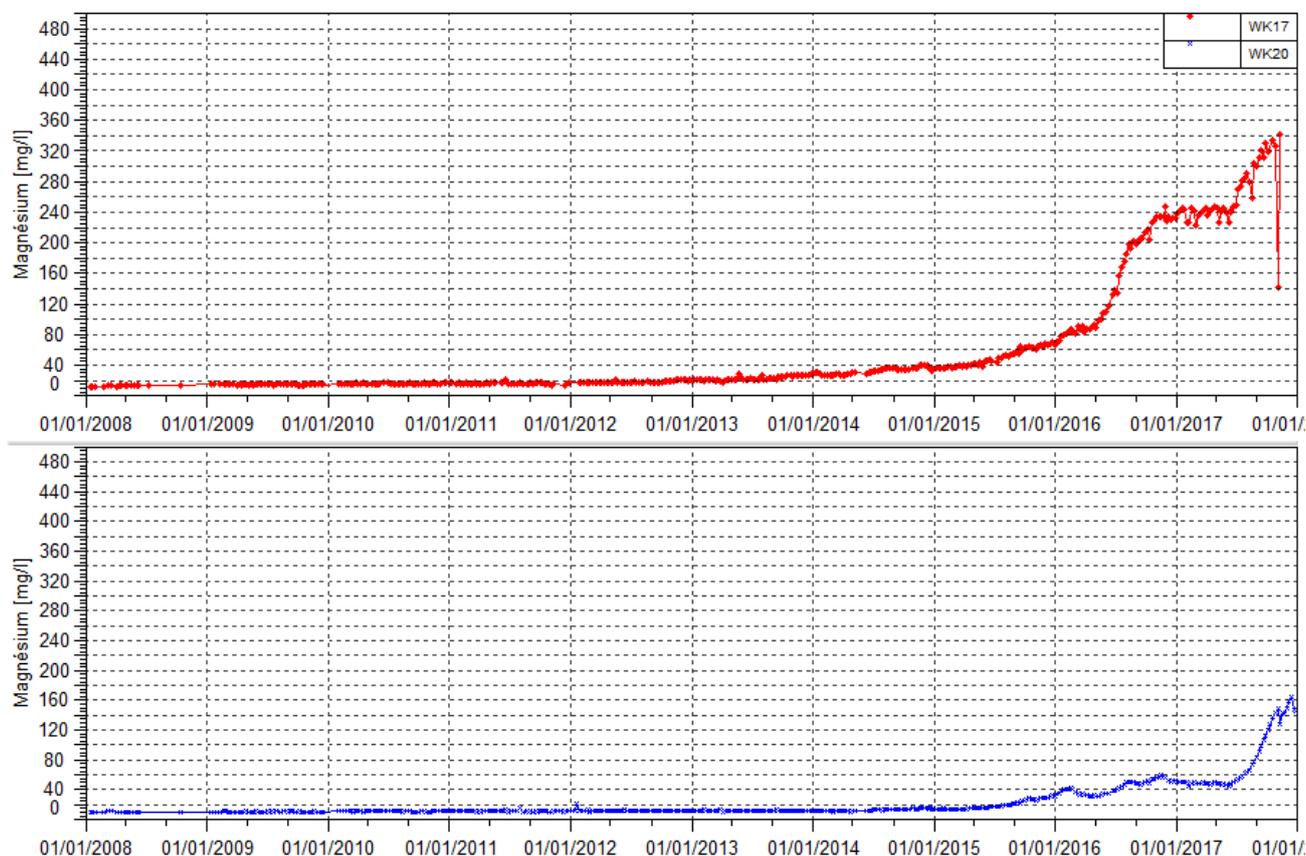
Source WK20 :

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 janvier 2018



Source WK17 :

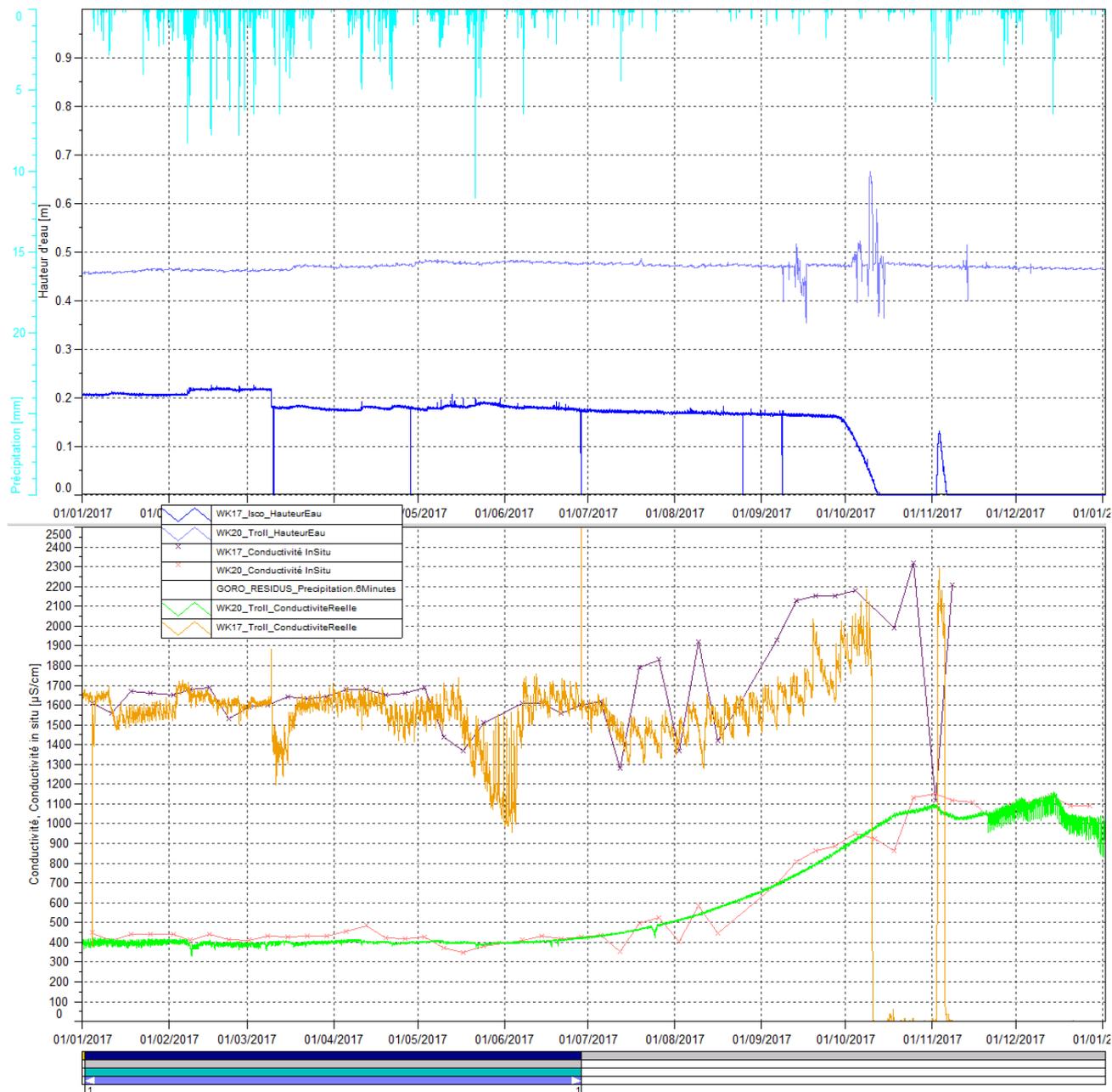
En concordance avec la conductivité et les sulfates, les concentrations en magnésium sont en franche augmentation au cours de ce 2nd semestre 2017 alors qu'une stabilité était constatée lors du précédent bilan semestriel.

Source WK20 :

Les résultats de suivis lors de ce semestre indiquent également une forte hausse des concentrations en magnésium. Les mesures de magnésium étaient stables depuis fin 2016.

Les mesures en continu de niveau et conductivité réalisées au 2nd 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 relevés de conductivité manuels et automatiques attestent d'une dégradation de la qualité physico-chimique aux sources WK17 et WK20 au cours du 2nd semestre 2017. La source WK17 est asséchée depuis le 8 novembre 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 5.7 et 7.1 durant le 2nd semestre 2017.

Conductivité : comprise entre 77.6 et 476 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durant ce semestre. La conductivité max est enregistrée au piézomètre 6-14A au mois de septembre. Les relevés du 2nd semestre confirment la tendance à la baisse de la conductivité constatée depuis avril 2016 au piézomètre 6-14A. Au 2nd semestre, les mesures de conductivités au piézomètre 6-8A sont de nouveau comparables aux normales mesurées. Les mesures de conductivité du 2nd semestre pour les autres piézomètres ne montrent aucune évolution particulière.

Chlorures et sulfates : en corrélation avec la conductivité, les résultats du 2nd semestre confirment la diminution des concentrations en sulfates jusqu'en novembre 2017 au piézomètre 6-14A. Le dernier contrôle de décembre indique de nouveau une hausse des concentrations en sulfates. Pour rappel, les concentrations en sulfates étaient en diminution depuis avril 2016. Les contrôles au piézomètre 6-8A de ce semestre indiquent un retour aux normales mesurées des concentrations en sulfates. Au piézomètre 6-14A, les concentrations en chlorures sont de nouveau en hausse à partir de fin août mais les teneurs relevées restent inférieures aux maximales mesurées antérieurement. Les teneurs en sulfates et chlorures relevées aux autres piézomètres ne montrent pas d'évolution particulière.

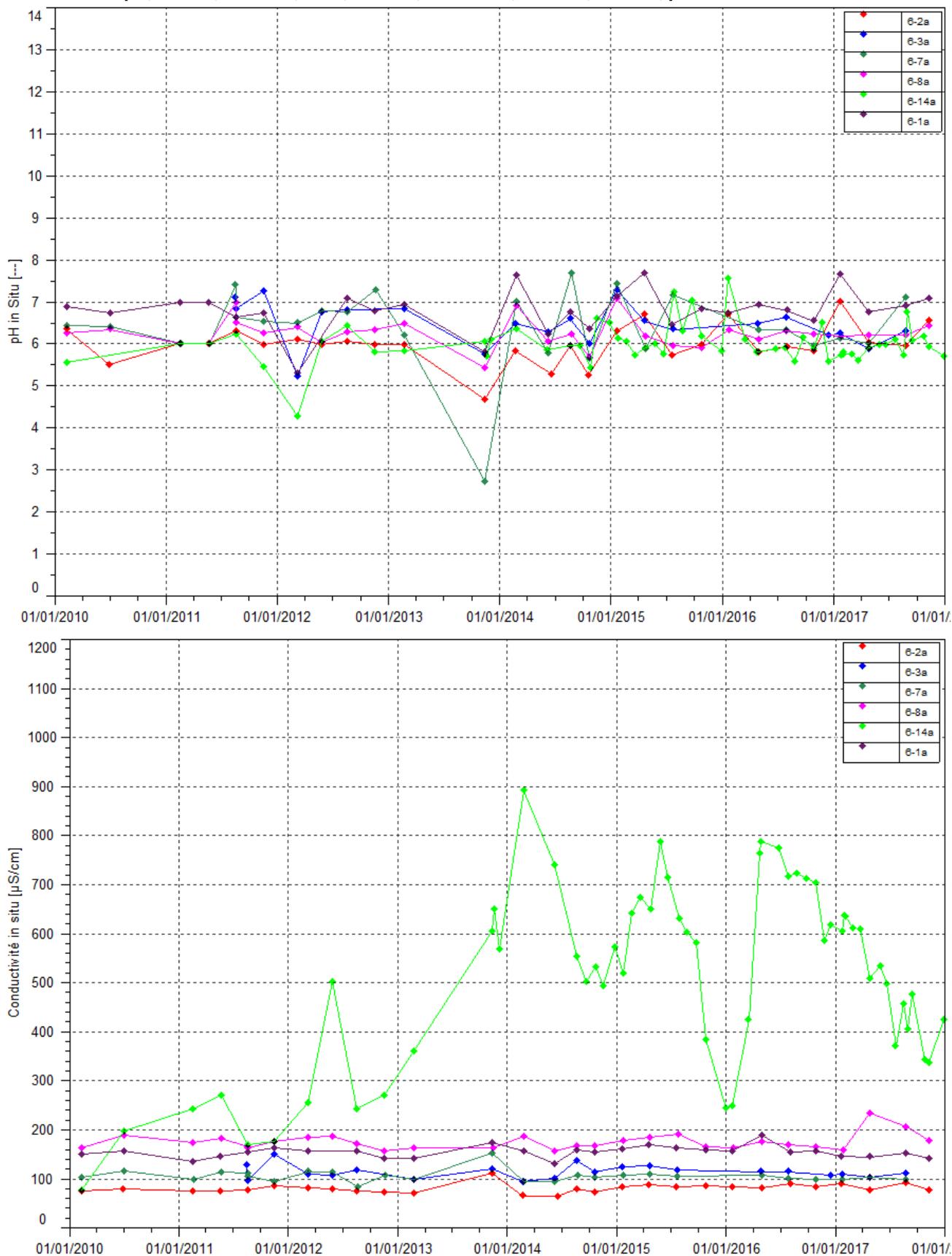
DCO et hydrocarbures : la DCO est faiblement détectée uniquement au piézomètre 6-14A au mois de septembre. Les HT ne sont pas détectés sur l'ensemble des piézomètres au 2nd semestre 2017.

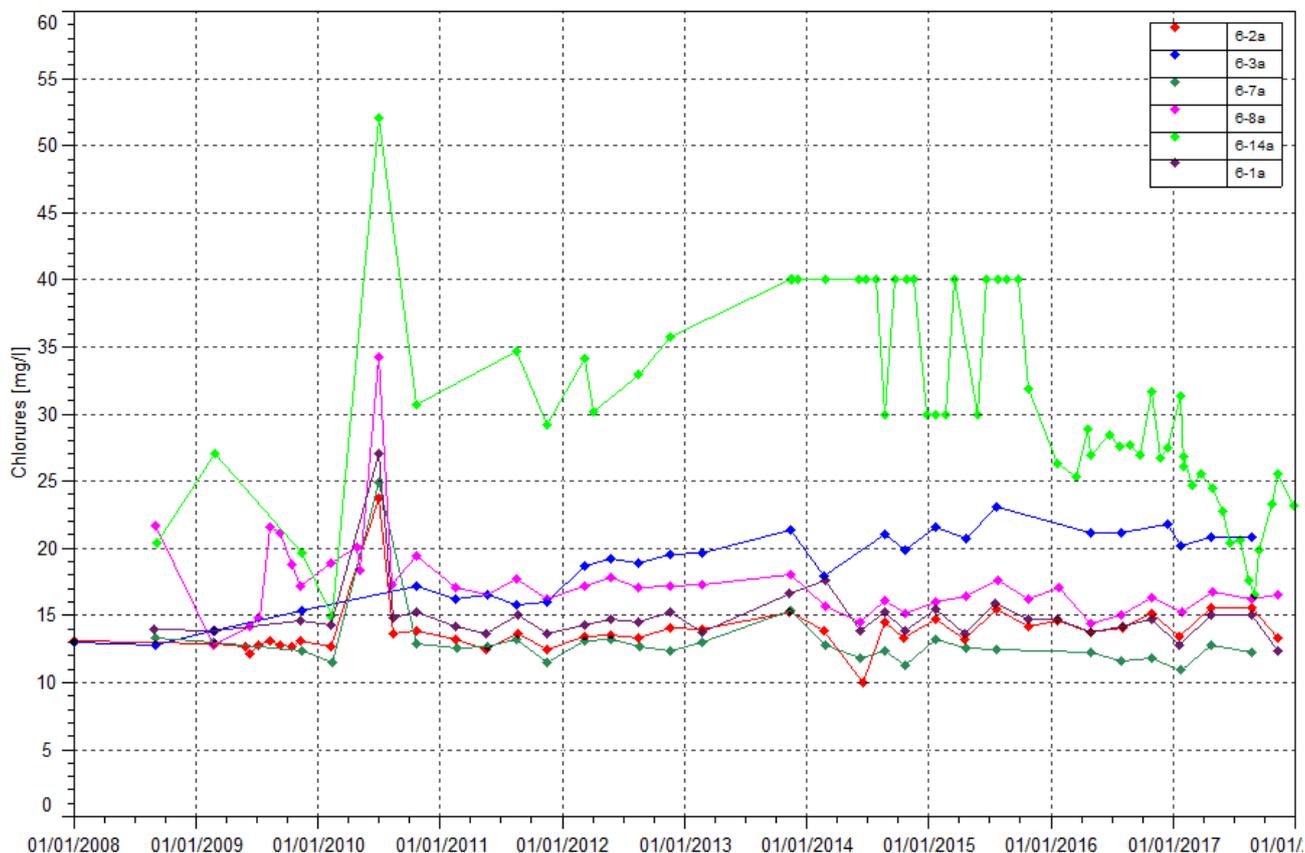
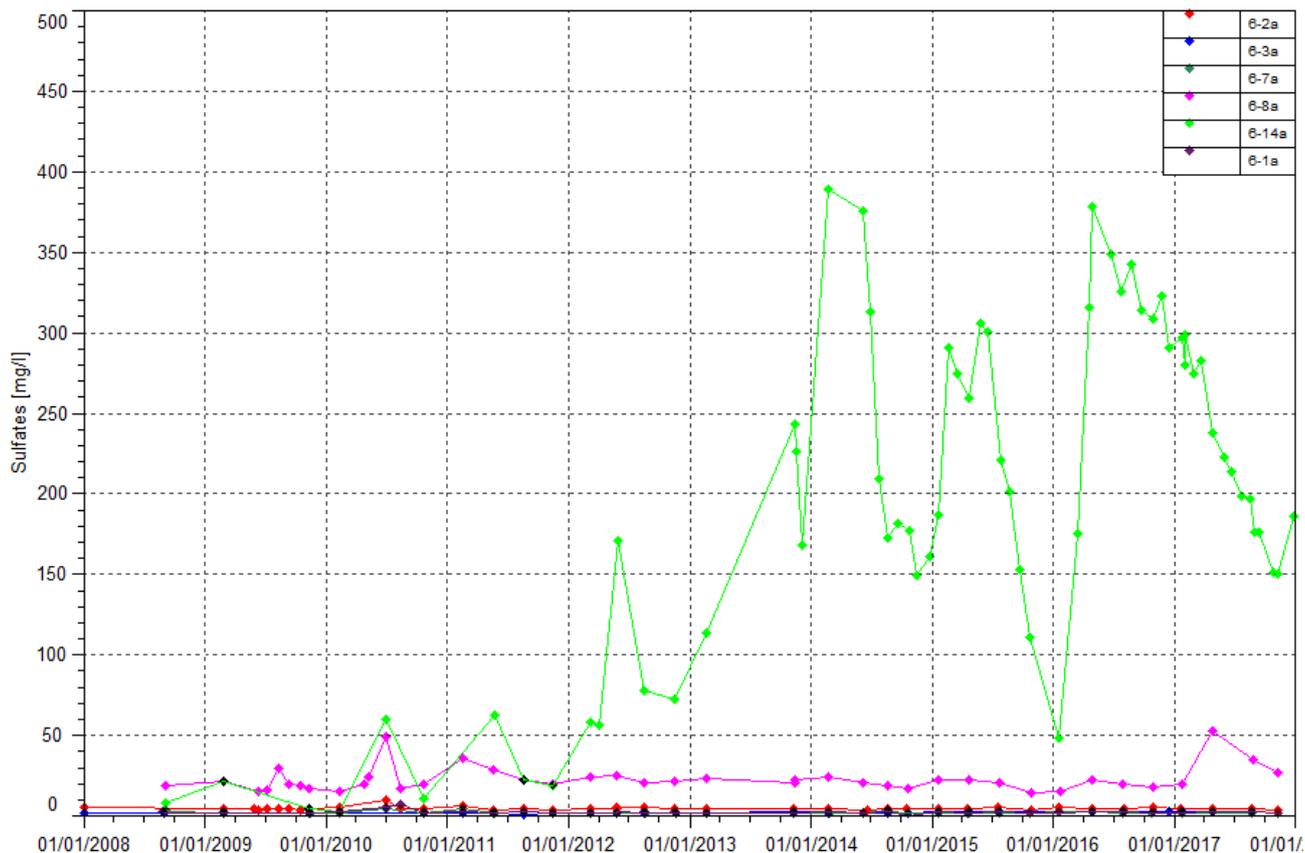
Chrome et chrome VI : Les concentrations mesurées sont stables depuis 2008 pour l'ensemble des piézomètres hormis à la station 6-14A où les taux en chrome et chrome VI augmentent légèrement au 2nd semestre 2017. Les teneurs max de 2017 en chrome et chrome VI sont relevées lors du contrôle de décembre. Toutefois, ces valeurs max restent inférieures aux maximales mesurées ultérieurement.

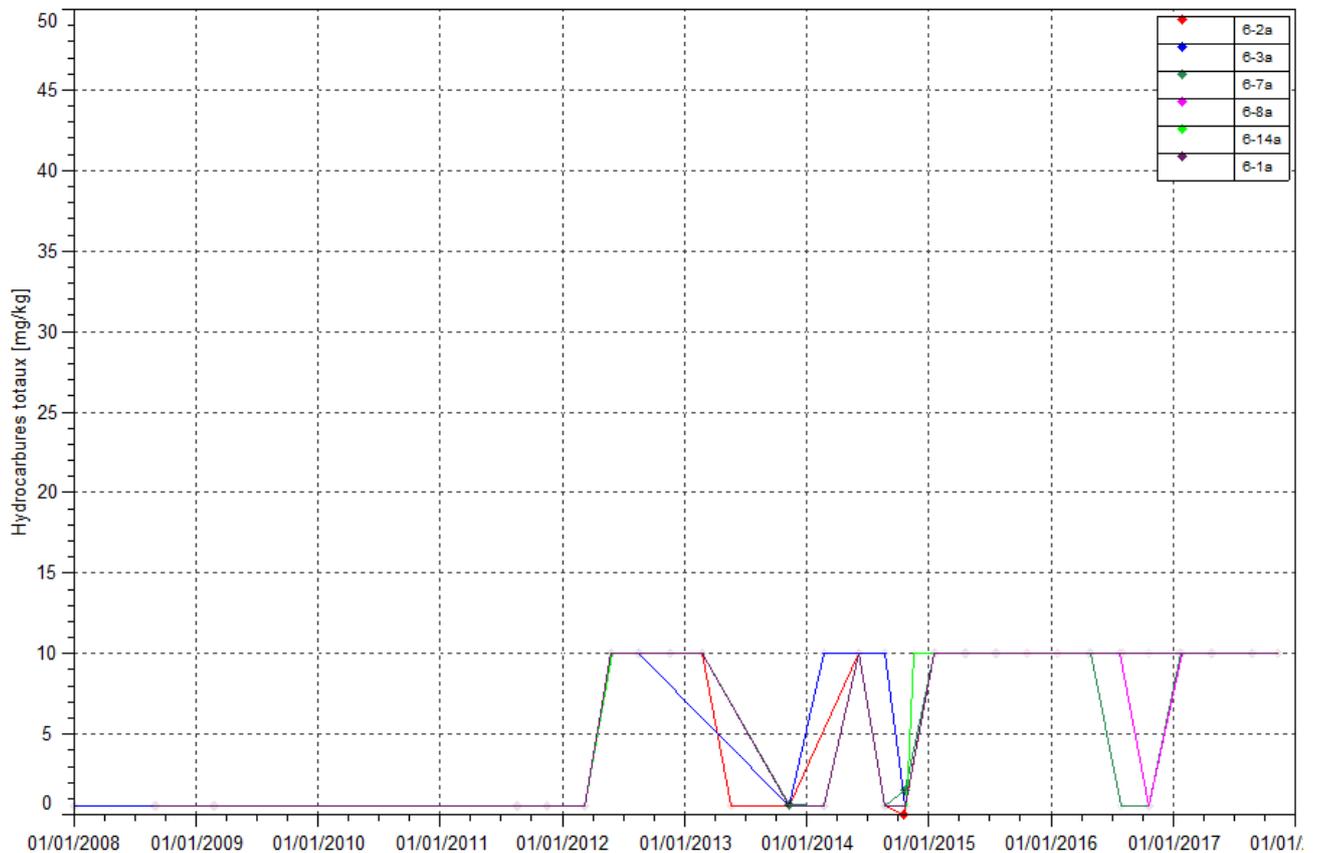
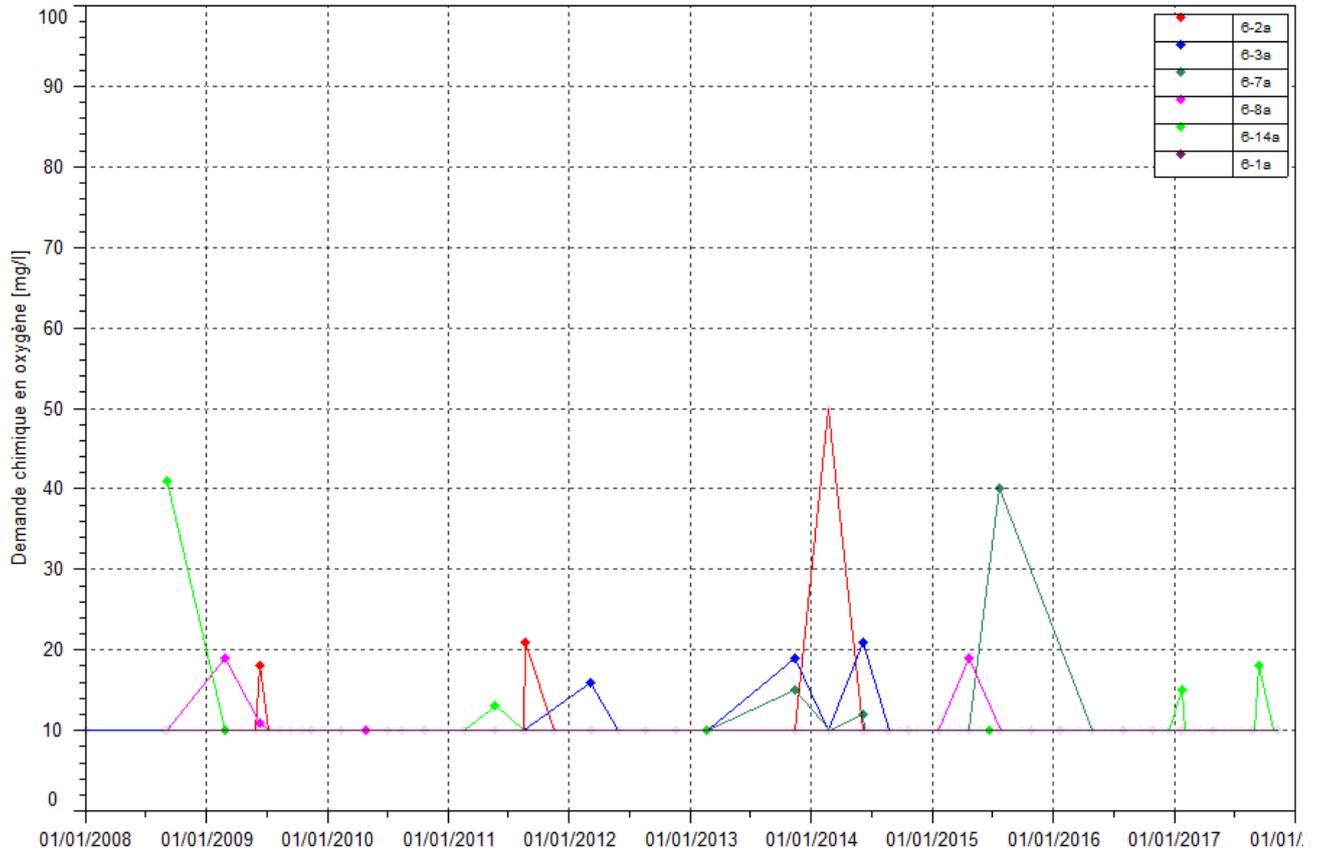
Calcium : comme la conductivité et les sulfates, les concentrations en calcium sont en baisse durant ce semestre à 6-14A. Au piézomètre 6-8A et à l'inverse du 1^{er} semestre, les teneurs en calcium sont en baisse au cours cette période. Aucune évolution particulière n'est à constater pour les autres piézomètres.

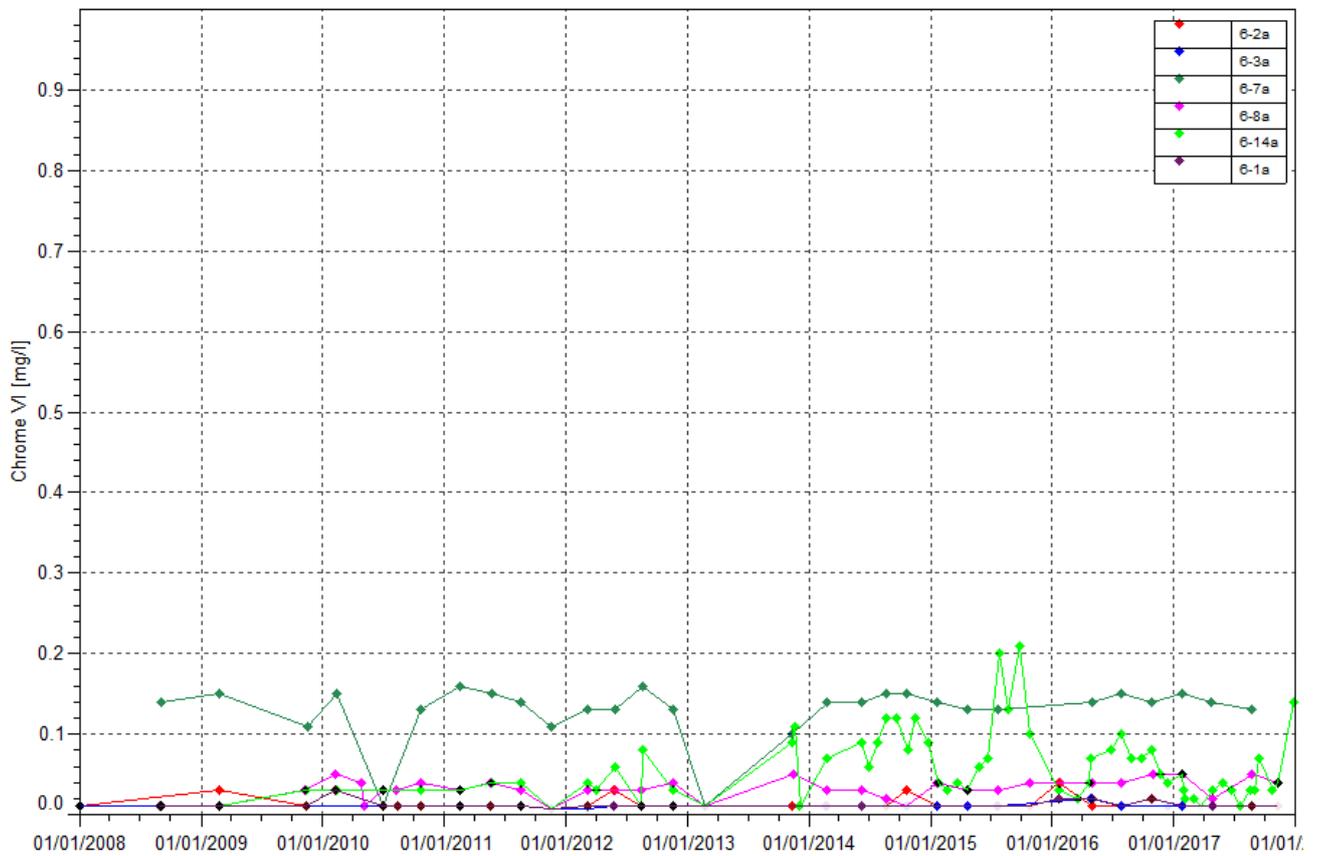
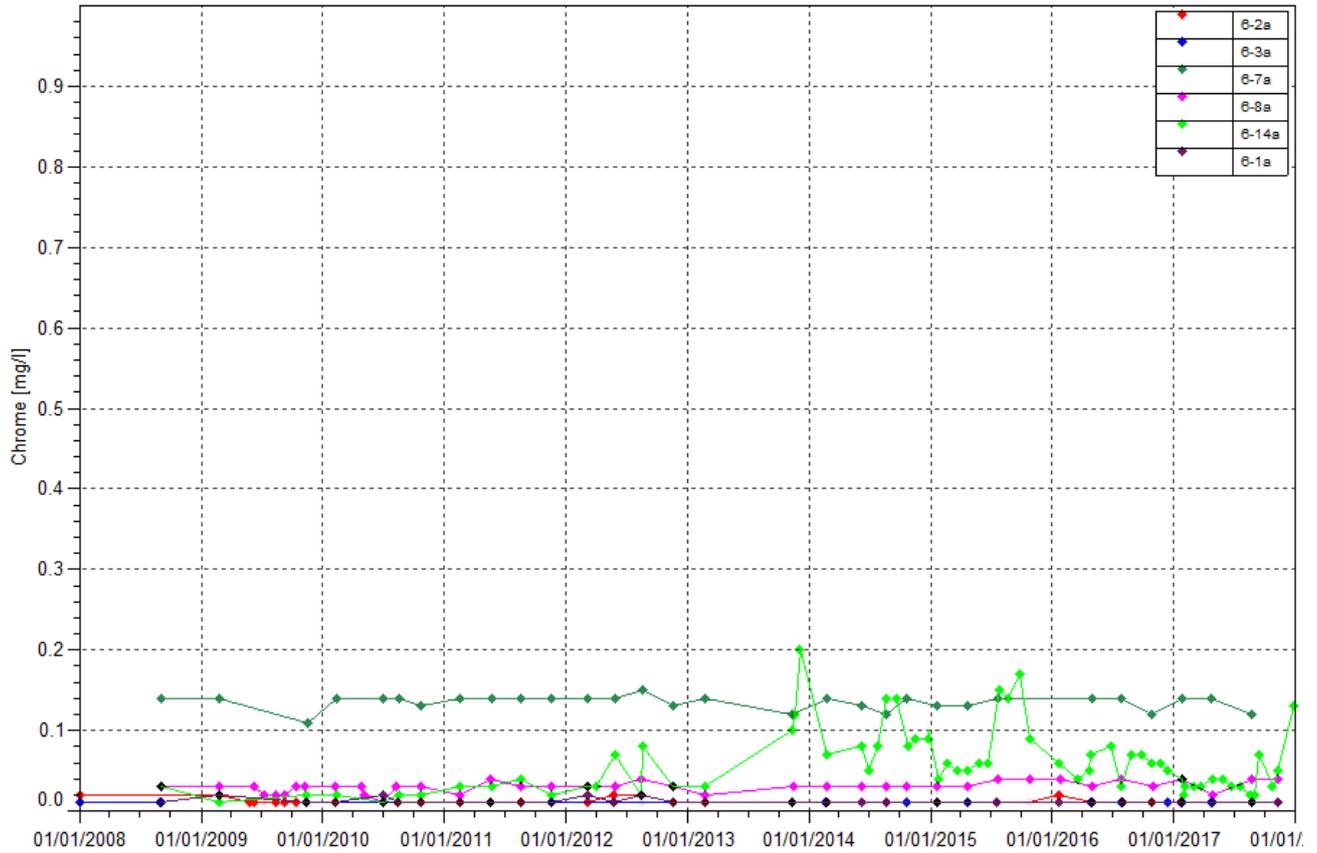
Sodium, potassium et TAC : Les analyses du 2nd semestre 2017 confirment la stabilité des concentrations en sodium, potassium et TAC pour la majorité des piézomètres. Toutefois, les mesures de TAC dans les horizons latéritiques sont toujours en légère augmentation aux piézomètres 6-8A et les teneurs en potassium sont en diminution depuis mars 2016 au piézomètre 6-14A.

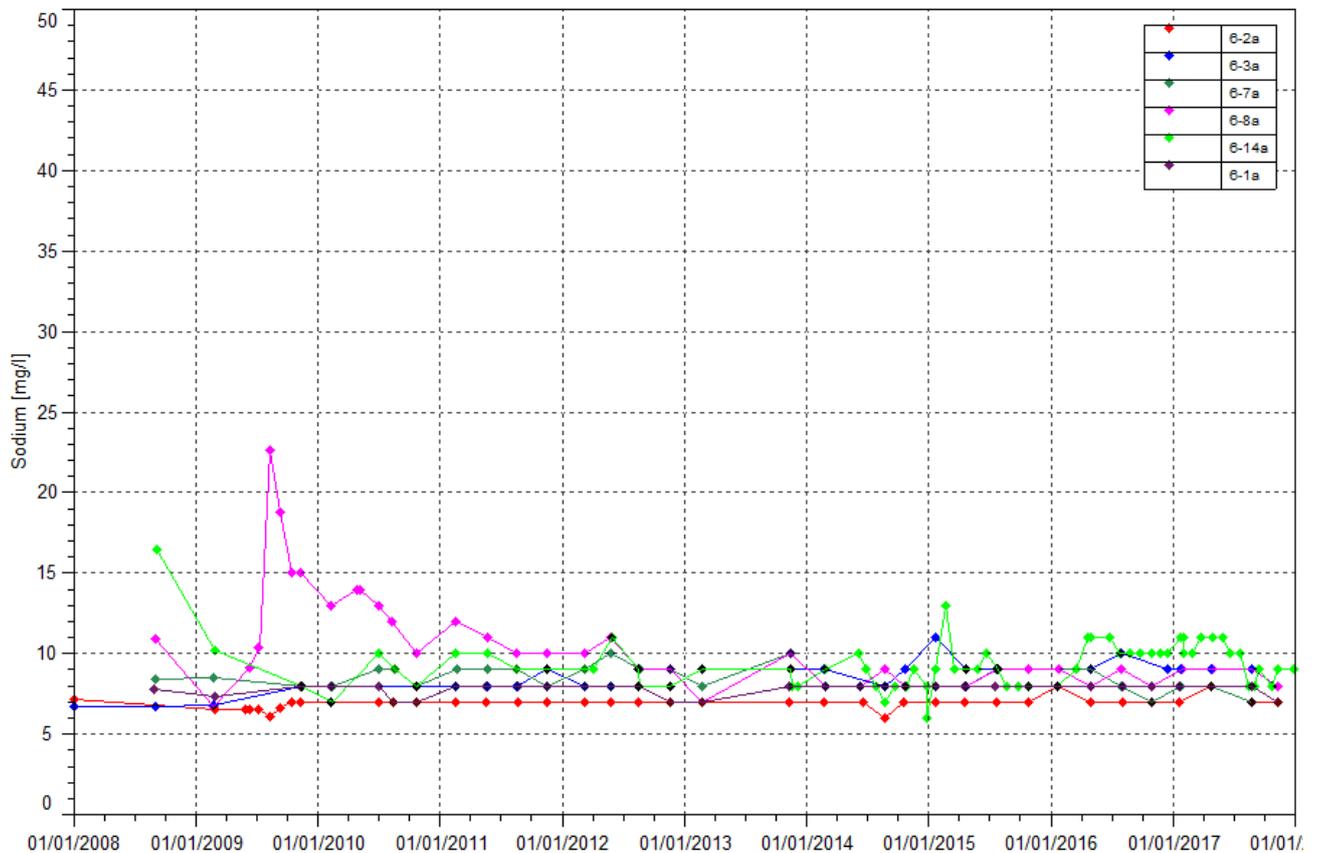
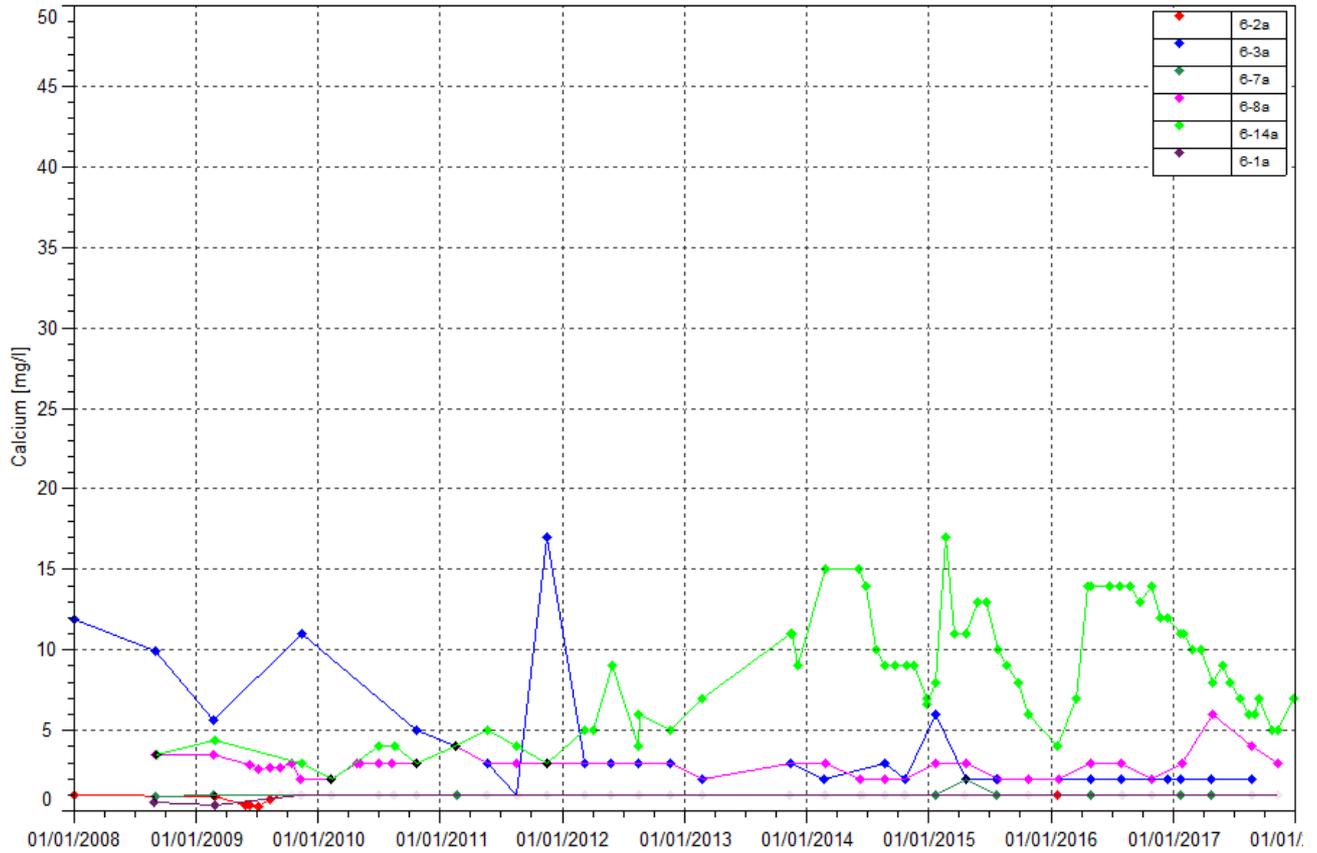
Figure 19 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine– conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

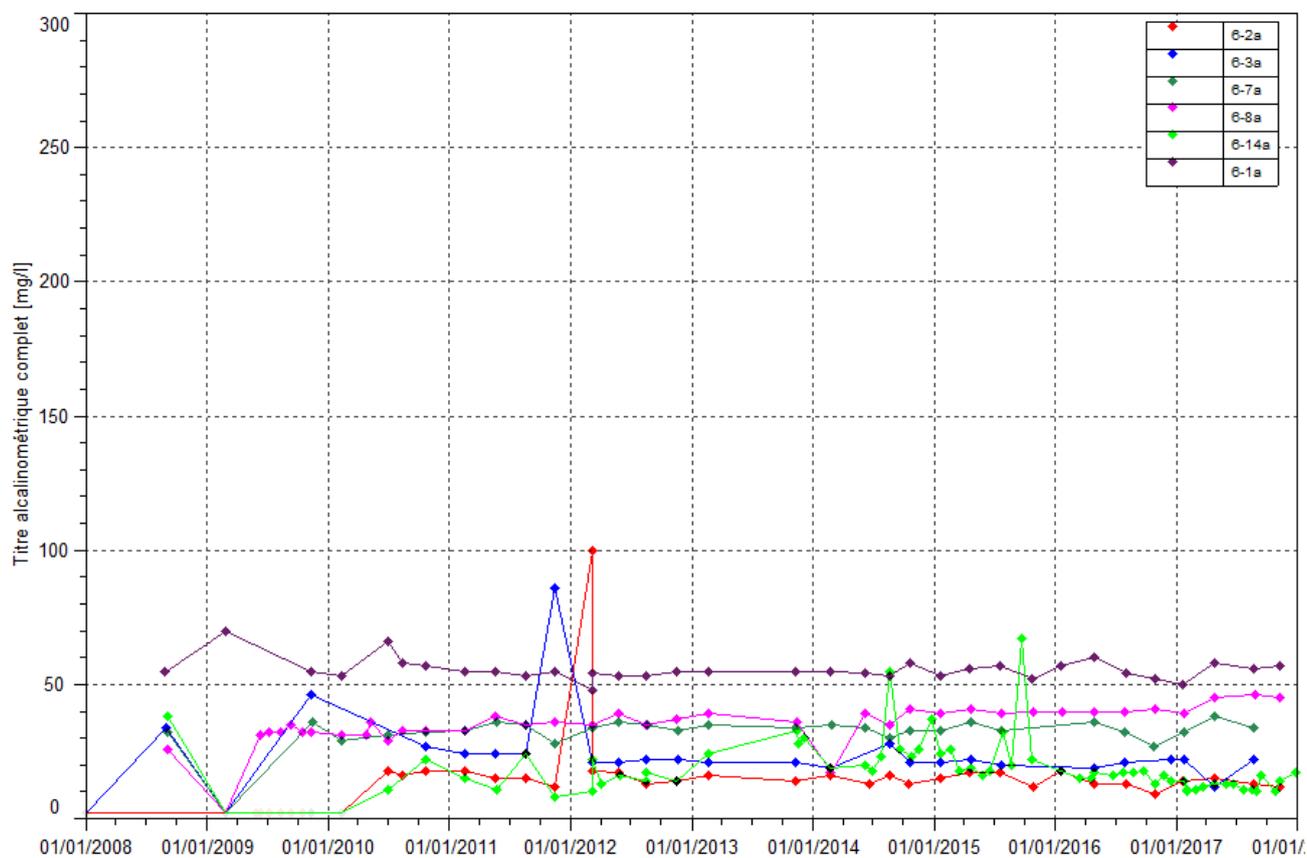
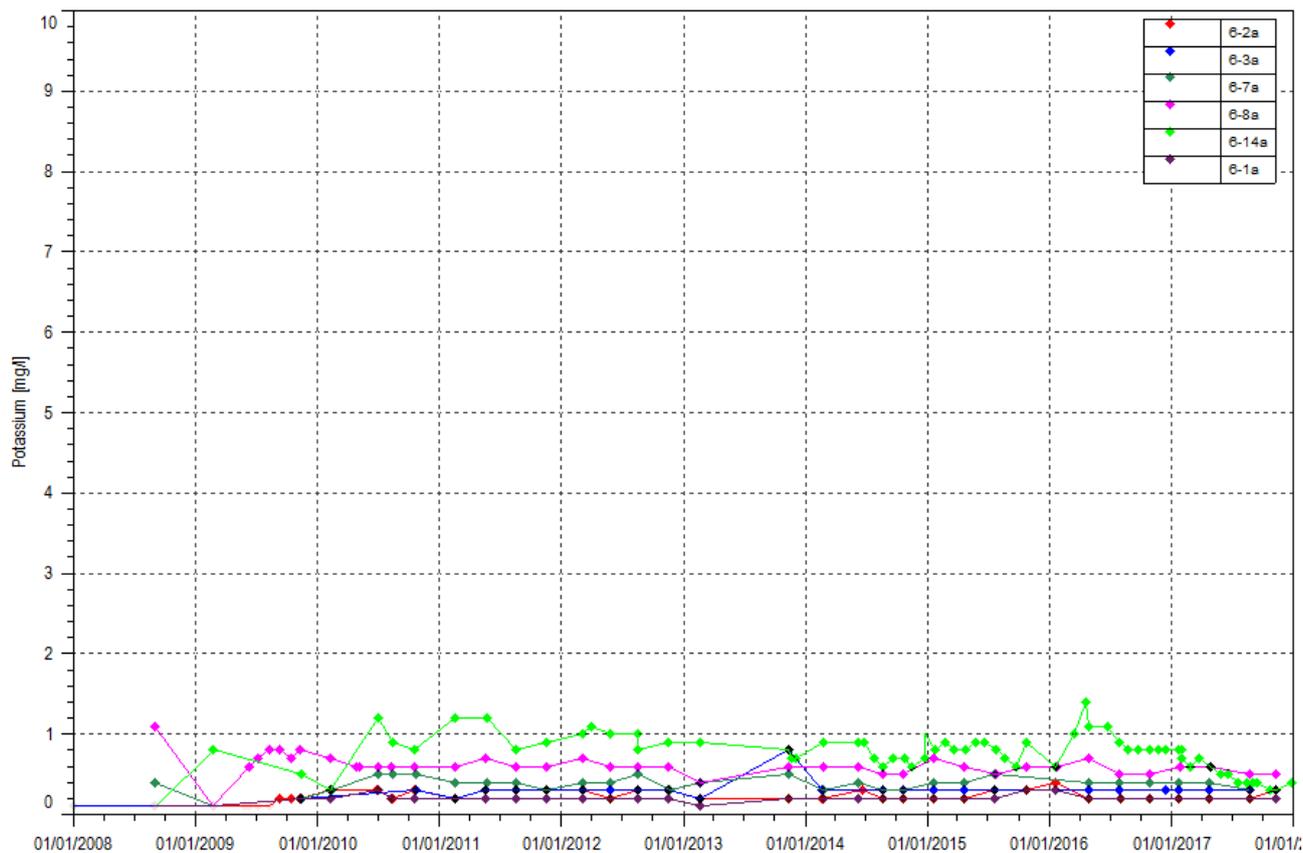












Piézomètres longs

pH : au 2nd semestre 2017, compris entre 6.2 (au piézomètre **6-14**) et 8.7 (relevé au piézomètre **6-1**) au mois d'août.

Conductivité : au 2nd semestre, comprise entre 85.5 et 247 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les mesures de conductivité de cette période sont indicatrices d'un retour aux normales mesurées pour le piézomètre **6-6** et d'une stabilité pour les autres piézomètres.

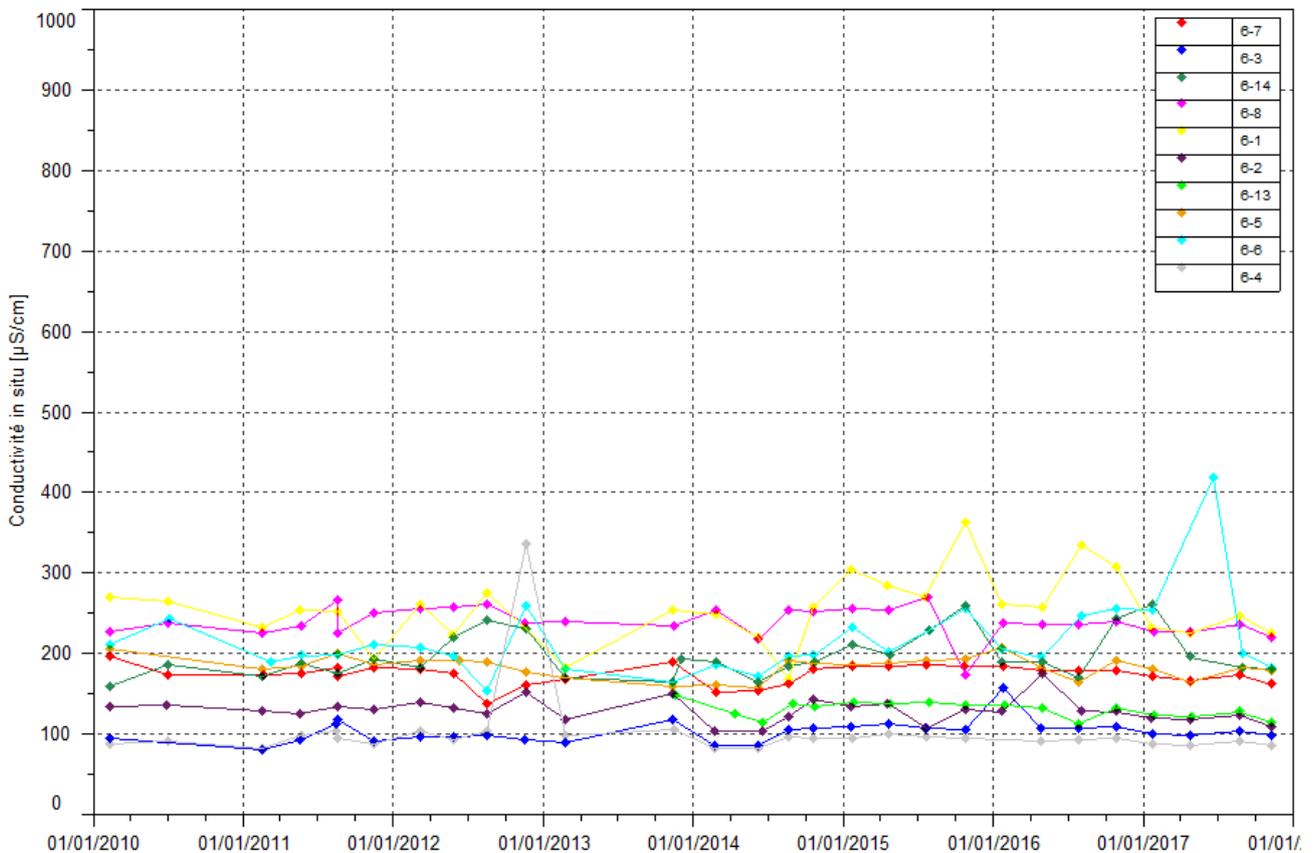
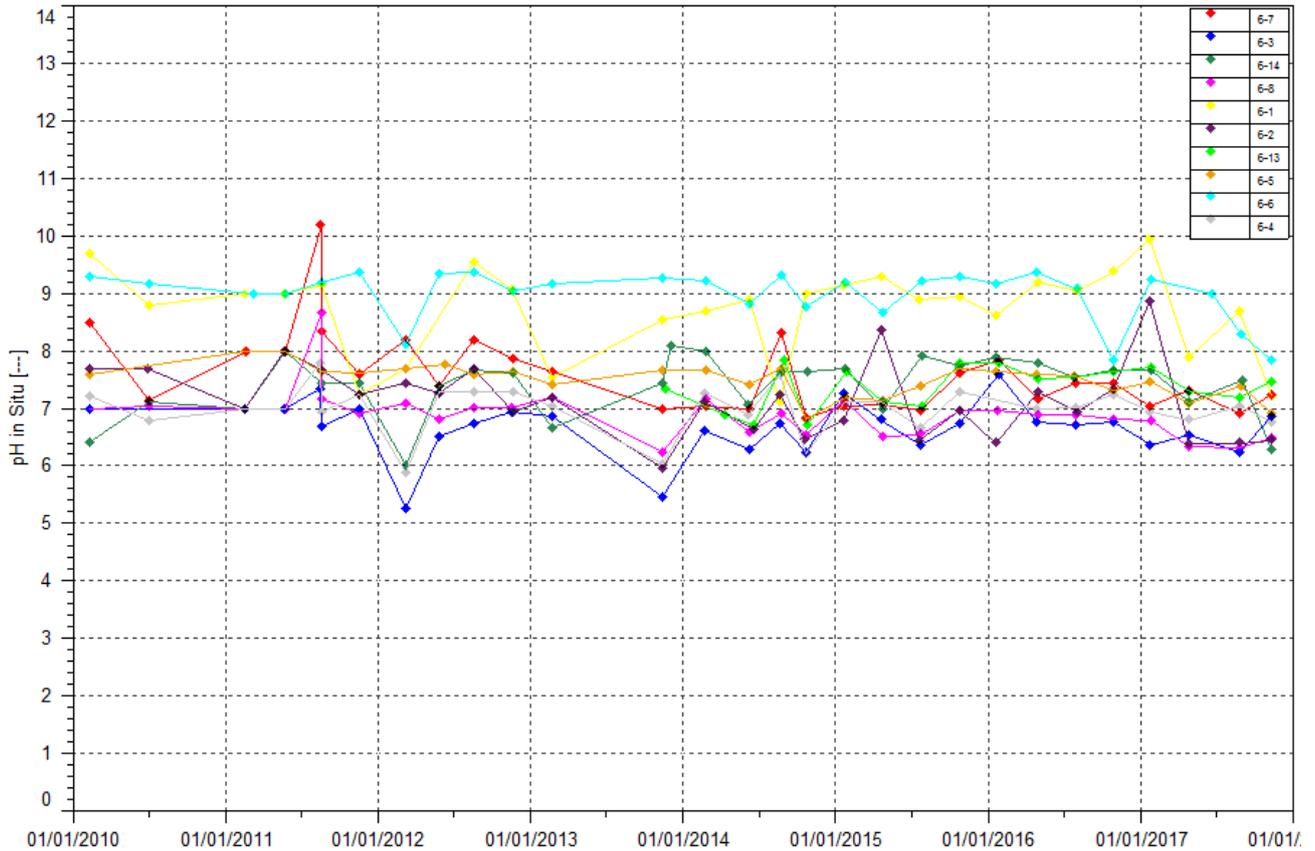
Chlorures et sulfates : Les analyses en chlorures et sulfates de cette période ne révèlent aucune évolution particulière.

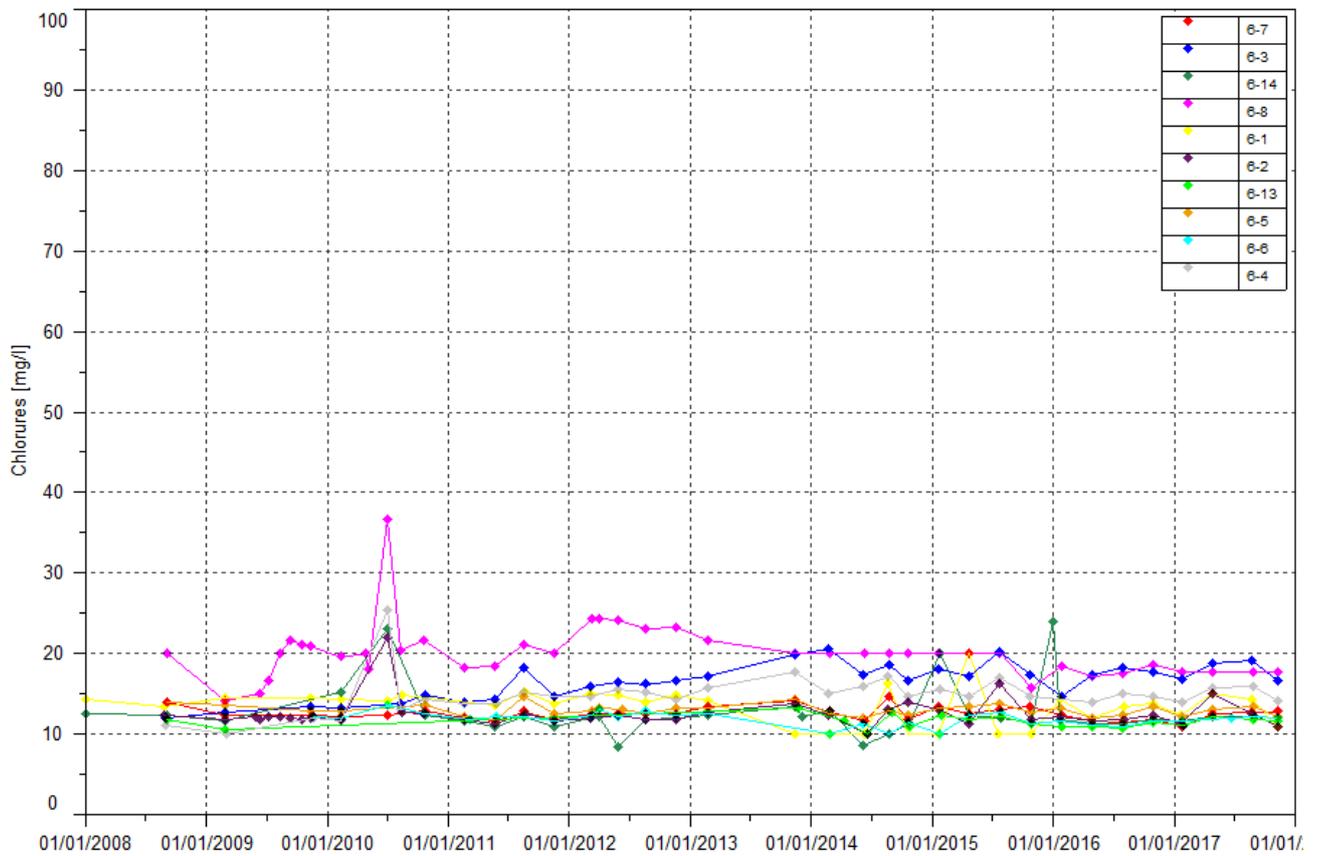
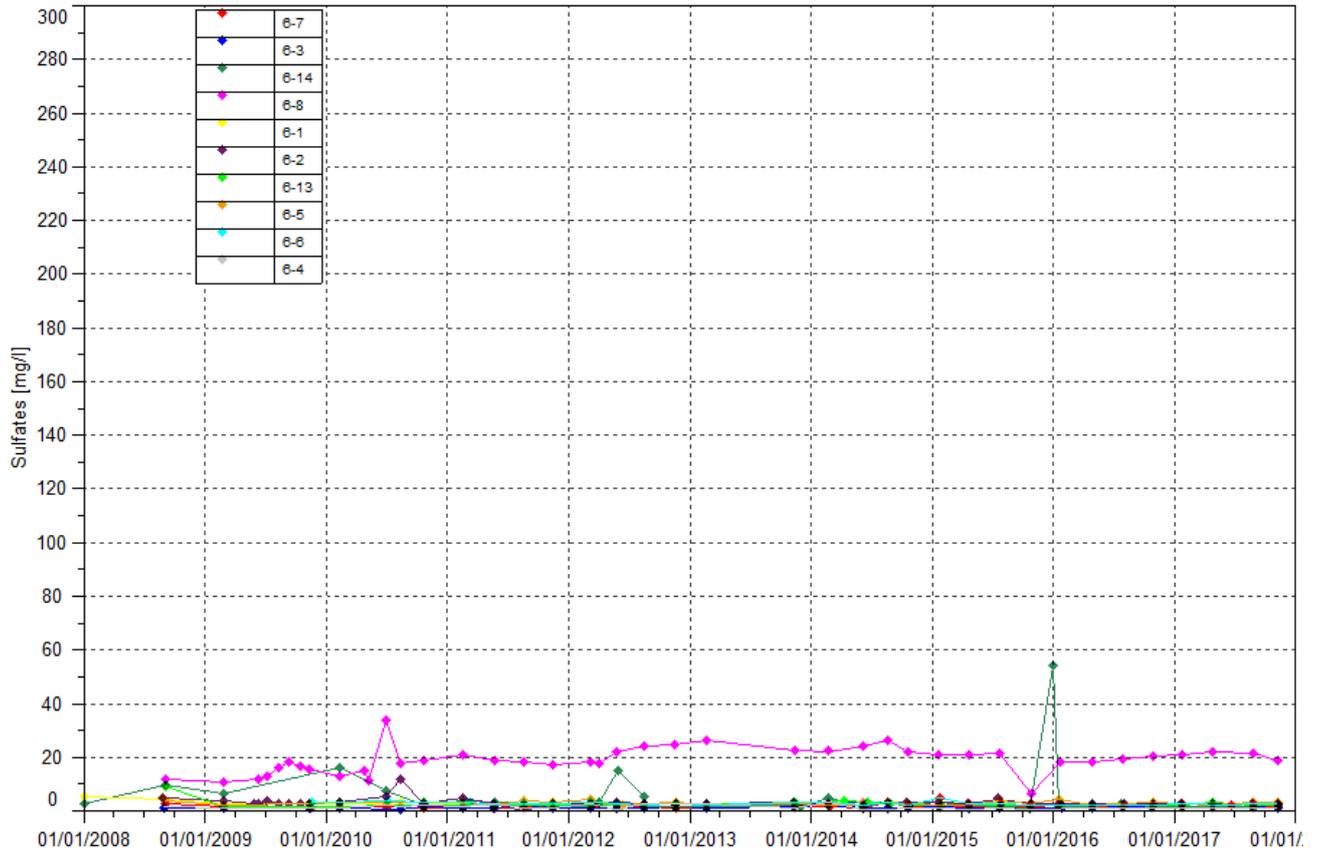
DCO et hydrocarbures : la DCO et les hydrocarbures ne sont pas quantifiés au cours du 2nd semestre 2017 dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques.

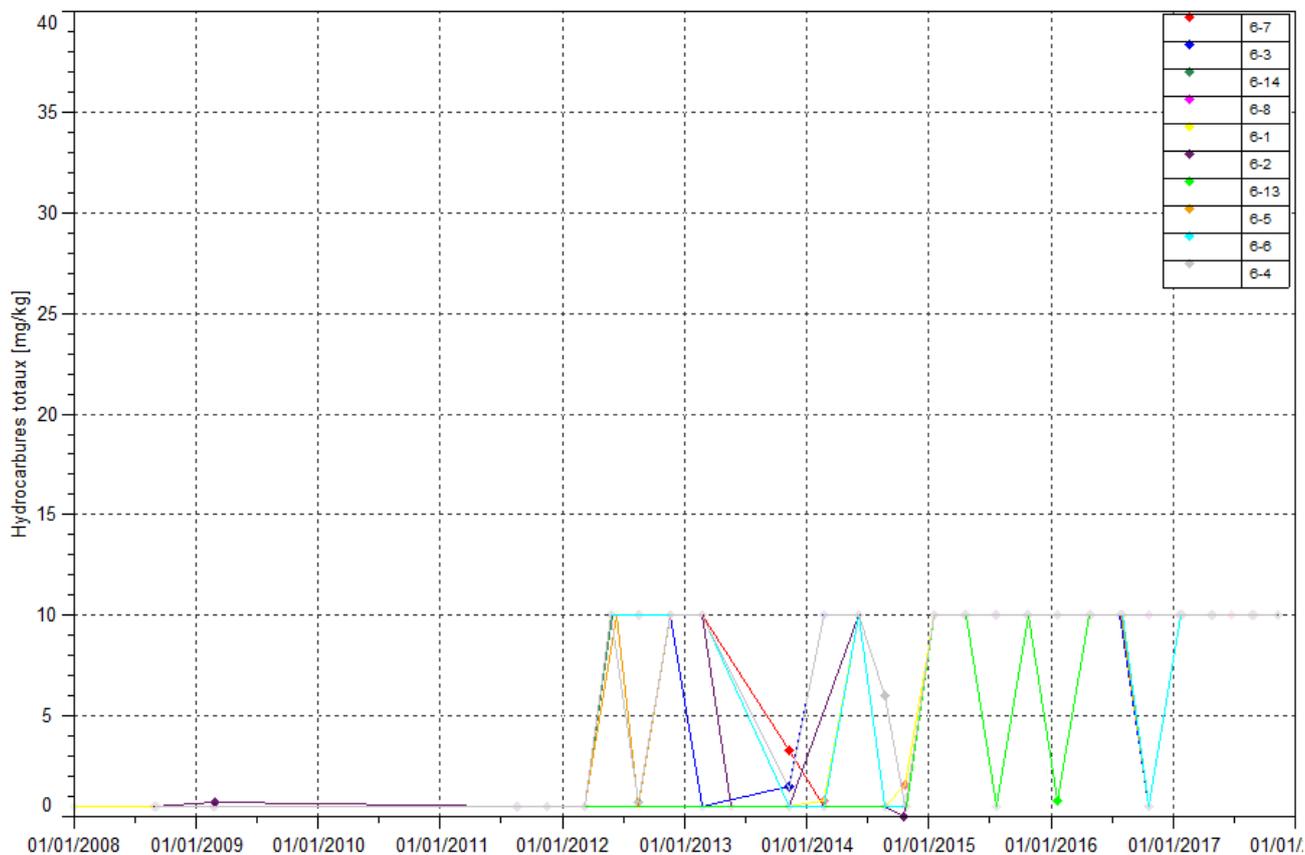
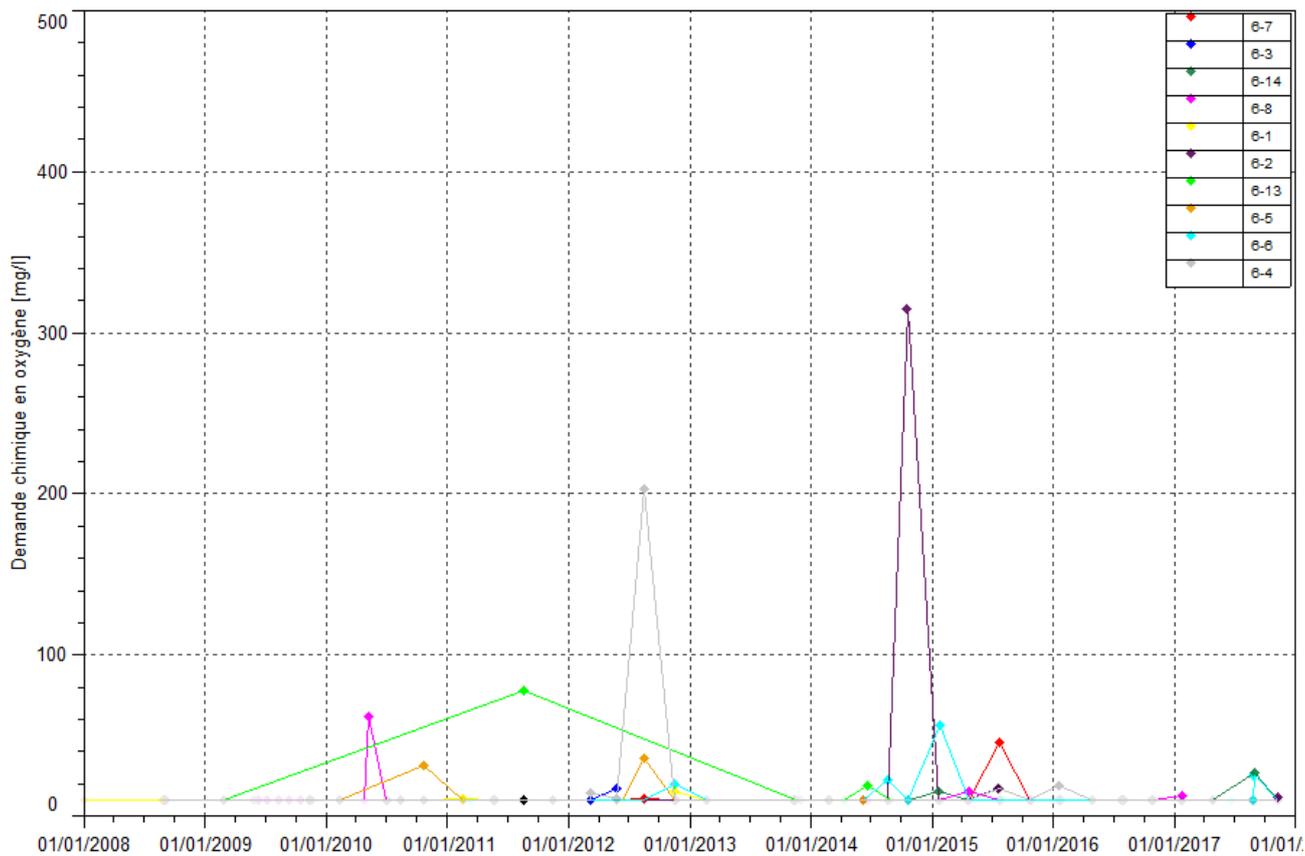
Chrome et chrome VI : Les concentrations restent toujours plus élevées et variables aux stations **6-5** et **6-13**. Les relevés du 2nd semestre pour ces deux piézomètres indiquent une hausse des teneurs en chrome et chrome VI. La teneur en chrome VI relevée au mois de novembre soit 0.39 mg/L à **6-5** correspond à la maximale enregistrée depuis le début des suivis dans la nappe des horizons saprolitiques. Au niveau des autres piézomètres, les résultats d'analyse du semestre montrent des teneurs comparables aux années précédentes.

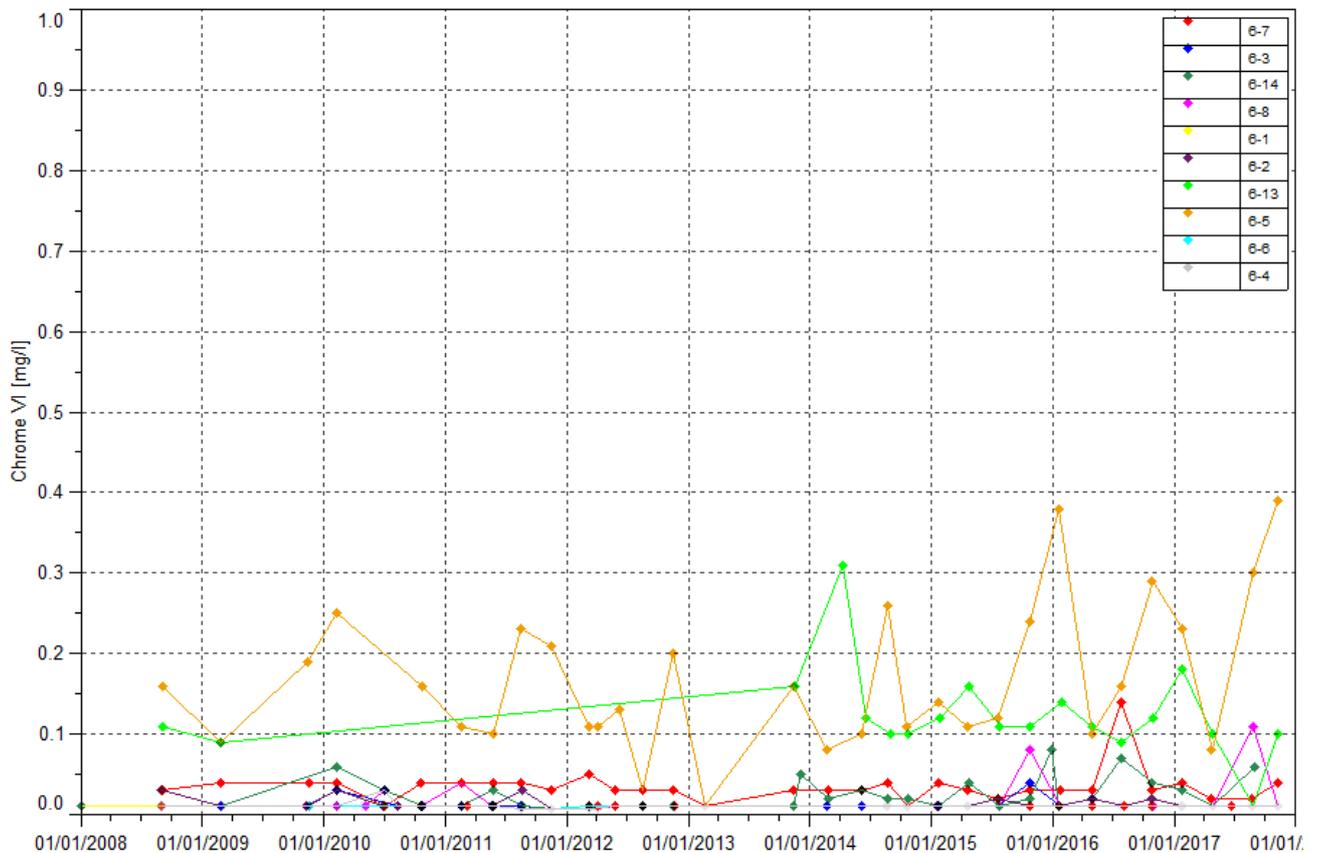
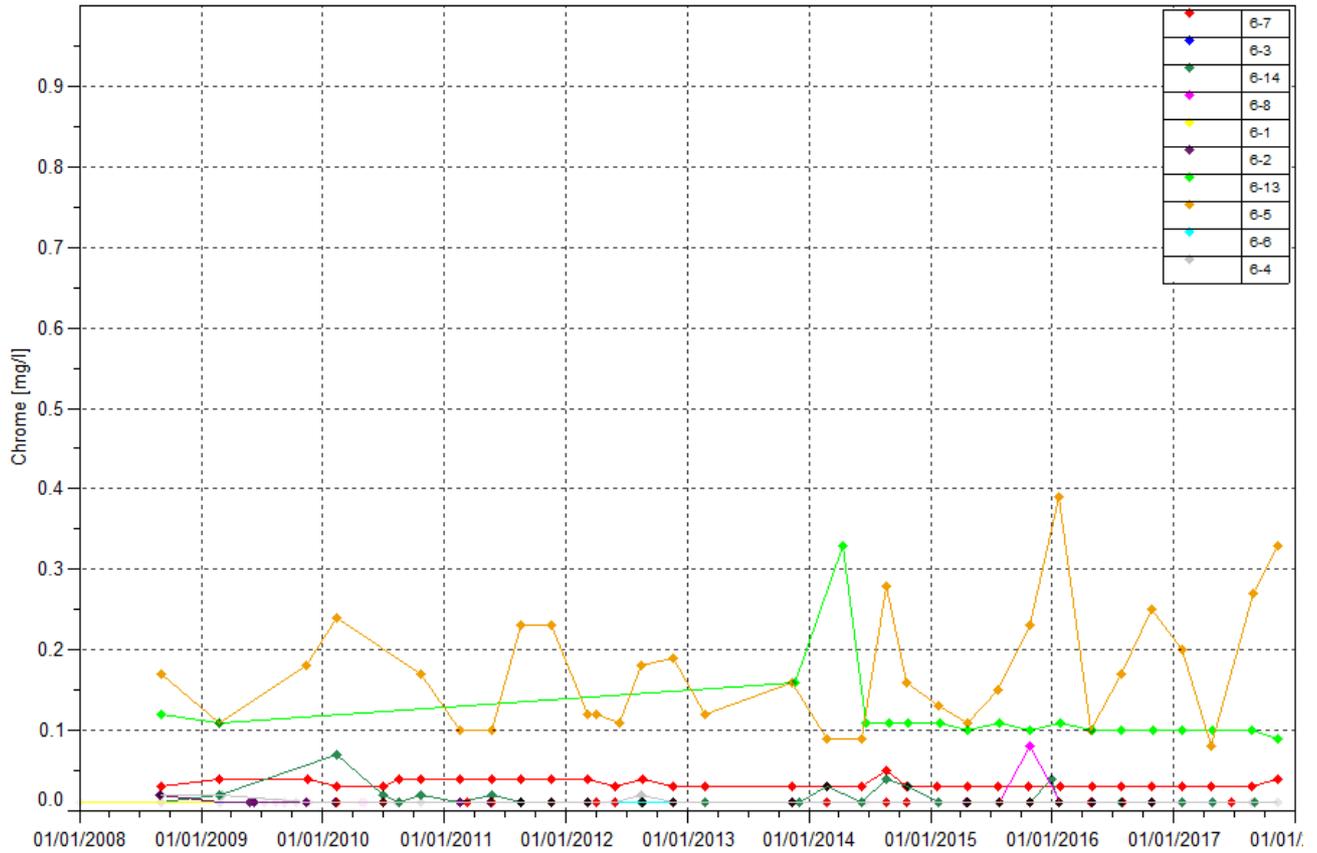
Sodium, Calcium, Potassium et TAC : aucune évolution particulière n'est constatée pour les paramètres sodium, potassium, calcium et TAC sur l'ensemble des piézomètres de suivi des horizons saprolitiques durant cette période. Excepté, au piézomètre **6-6** où une légère variation de la concentration en sodium et du TAC est constatée lors du contrôle du mois d'août.

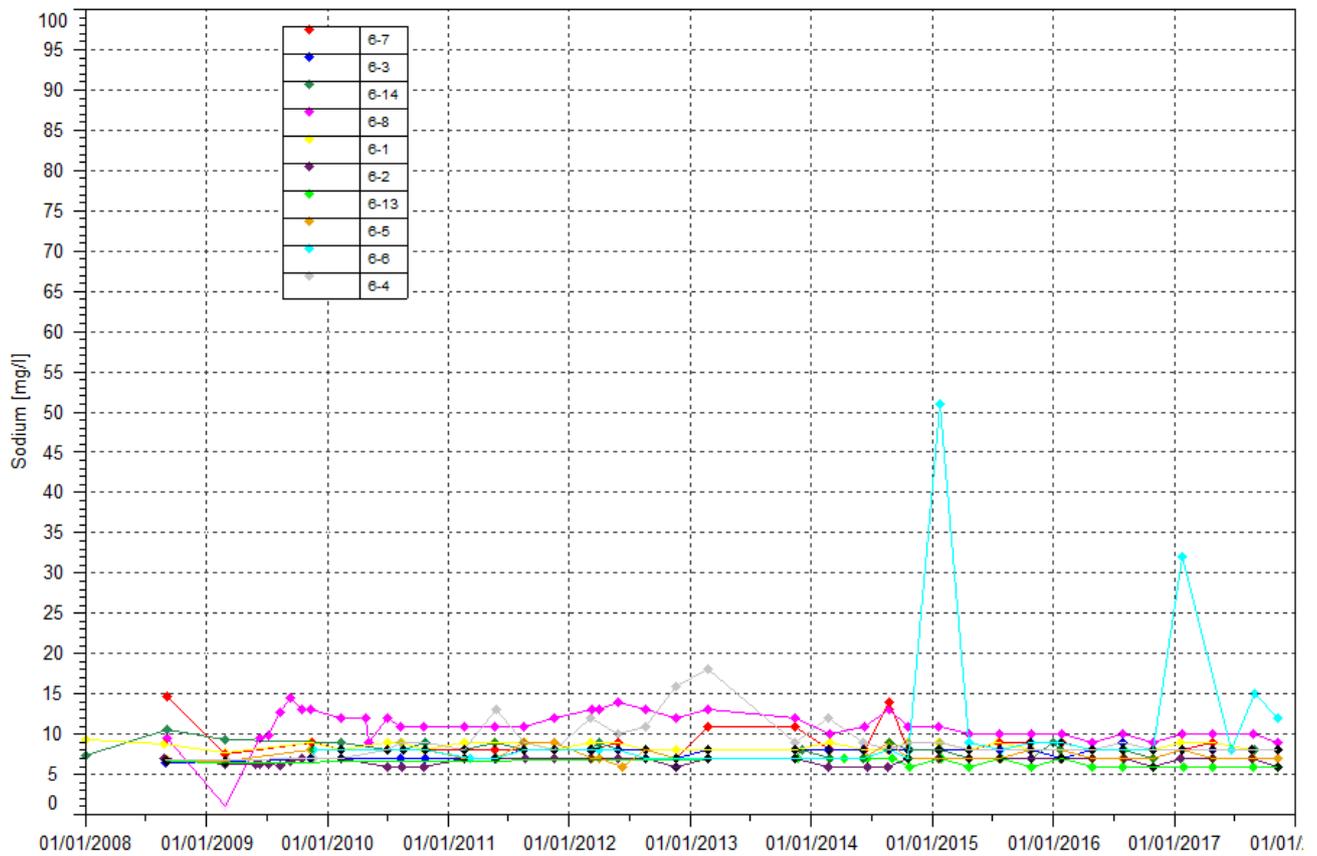
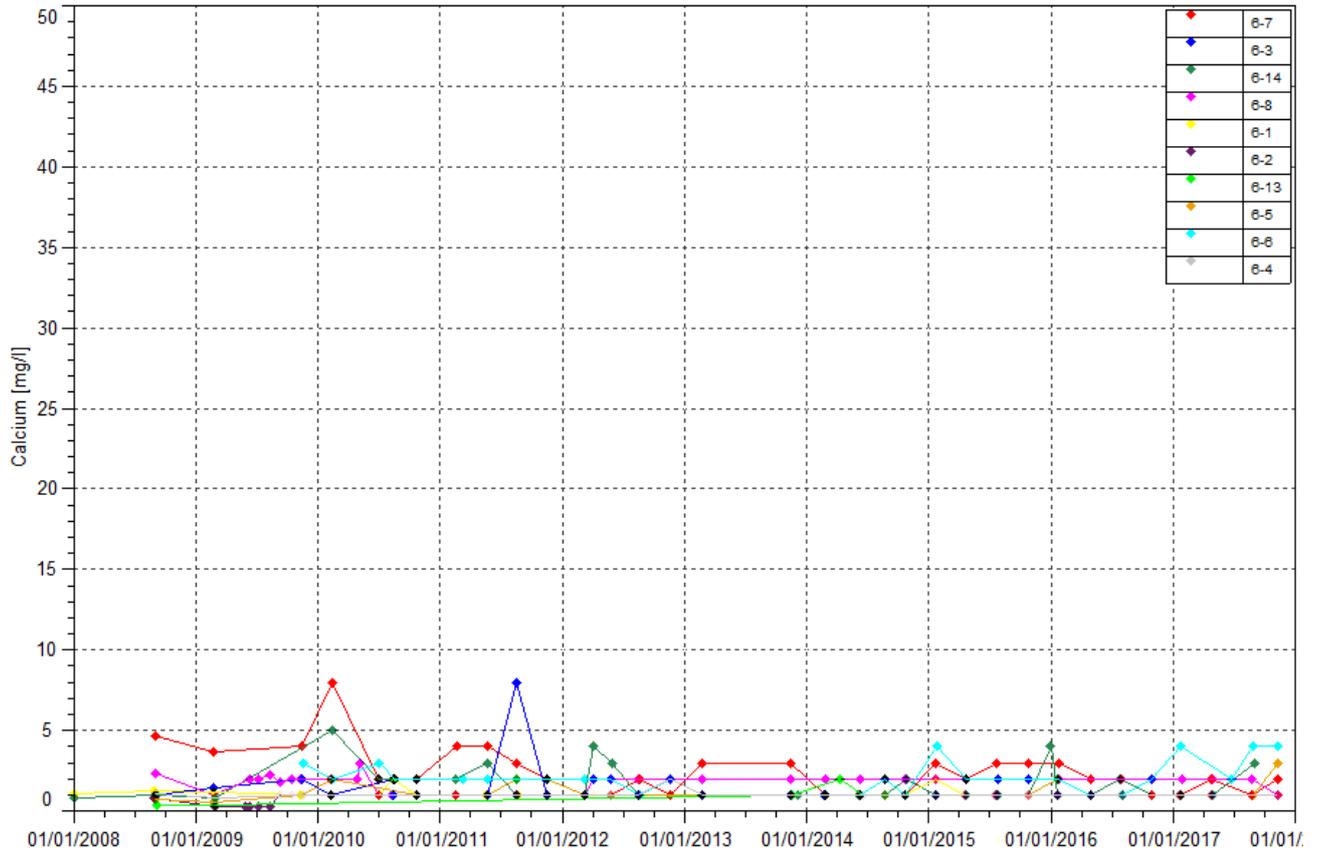
**Figure 20 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine-
conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC**

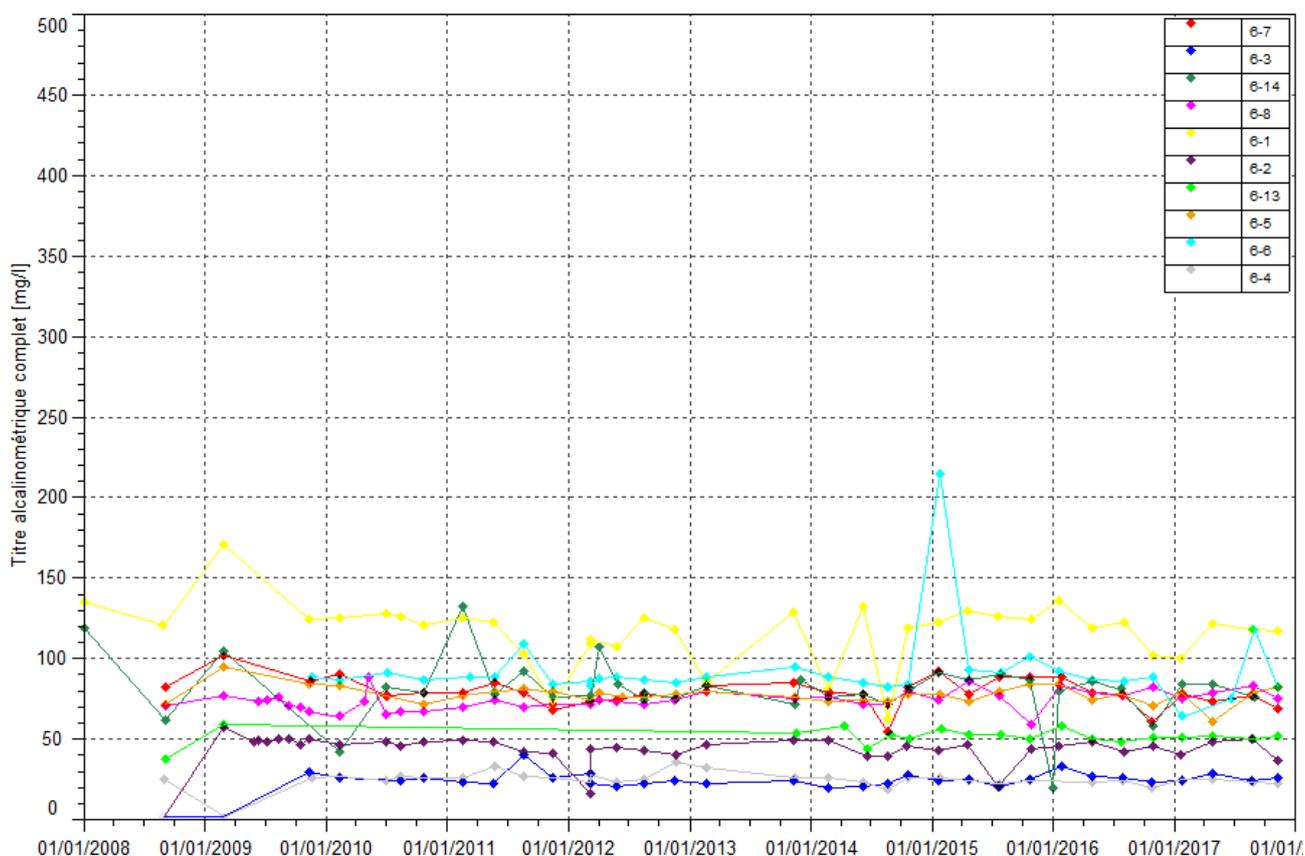
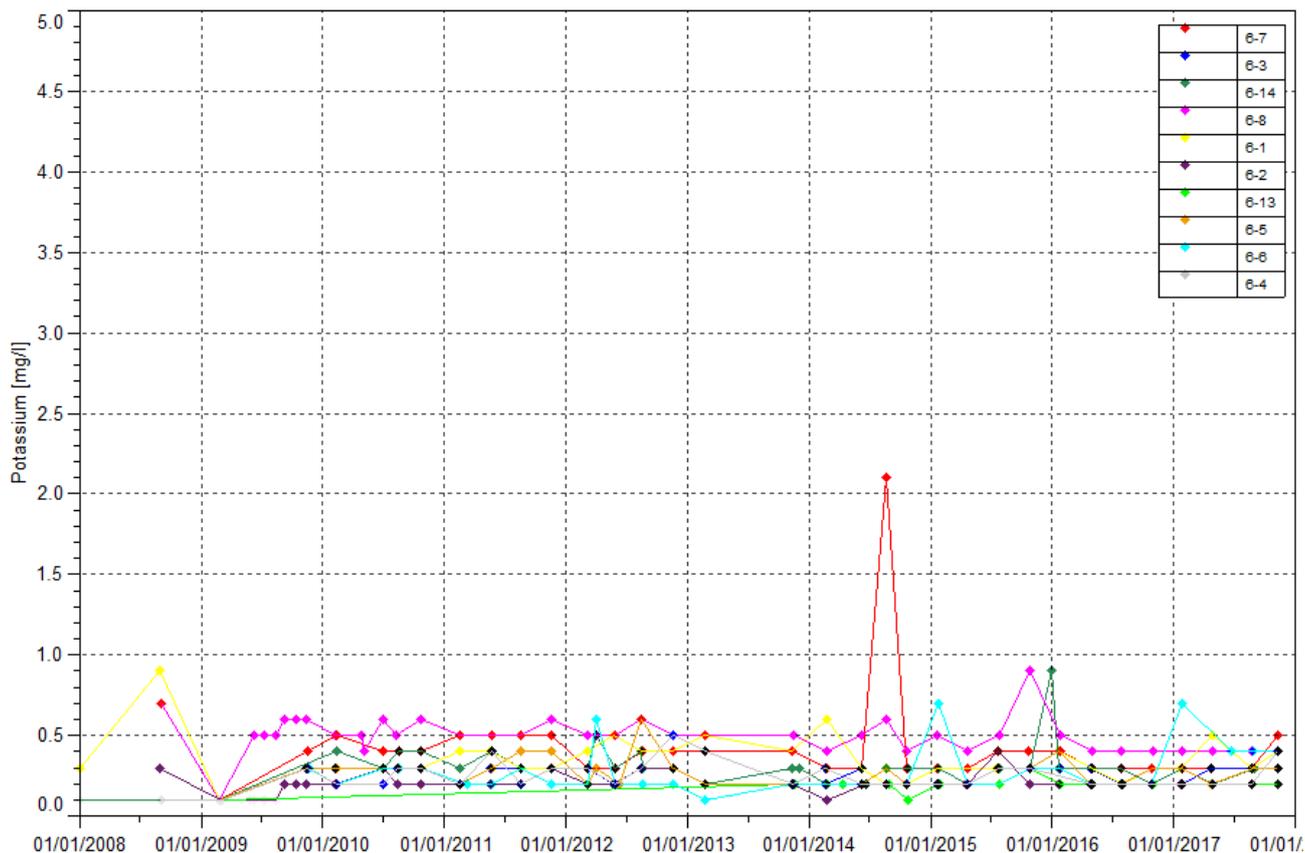












2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines

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

pH : compris entre 5.8 et 8.3 au 2nd semestre 2017.

conductivité : compris entre 81.9 et 151 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au 2nd semestre 2017.

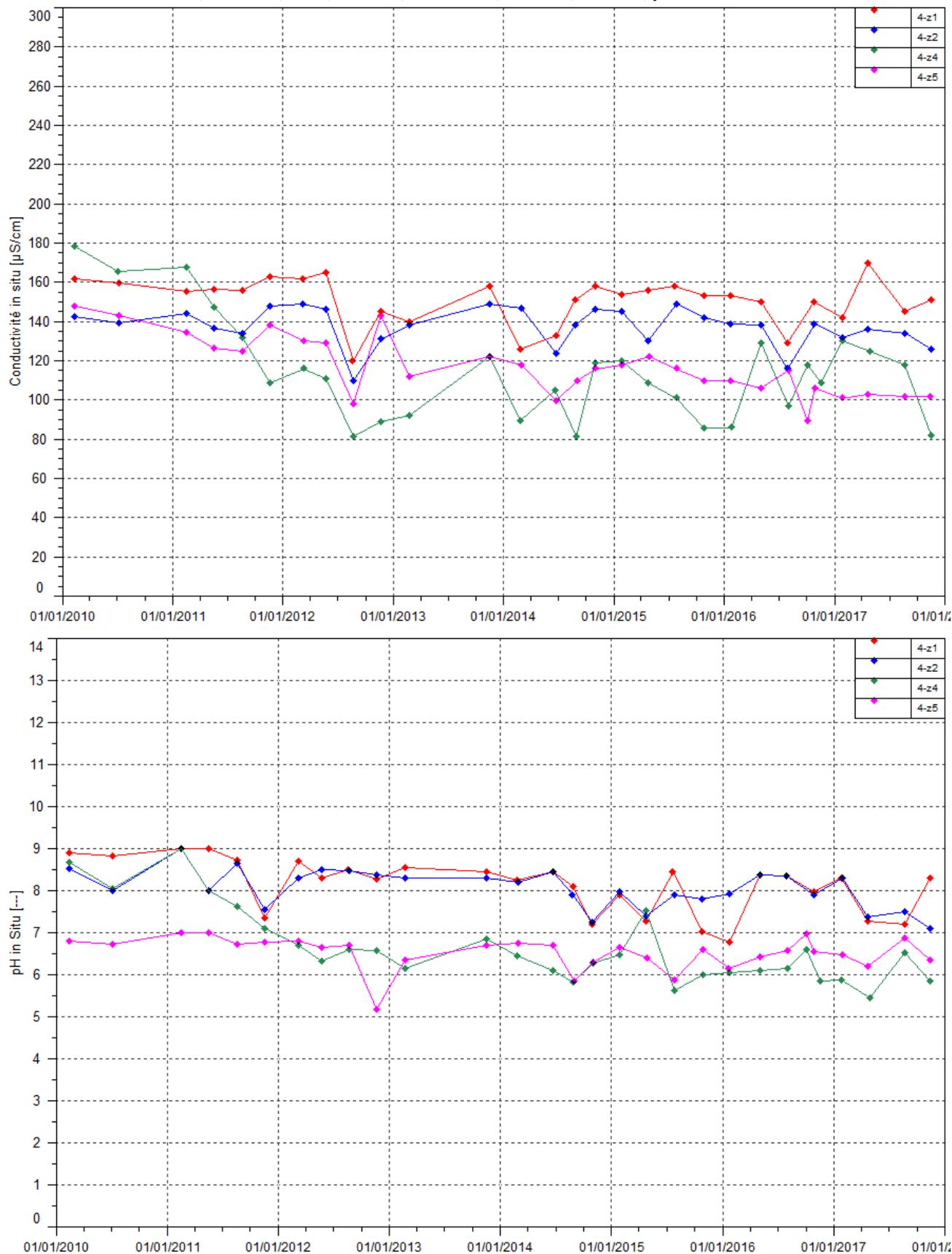
Chlorures et sulfates : les résultats de 2017 au piézomètre 4-z4 montrent toujours des teneurs en chlorures et sulfates supérieures aux autres piézomètres depuis 2015. Les teneurs en chlorures et sulfates sont en diminution au cours de ce semestre. Pour les autres piézomètres, les concentrations sont stables par depuis juin 2016.

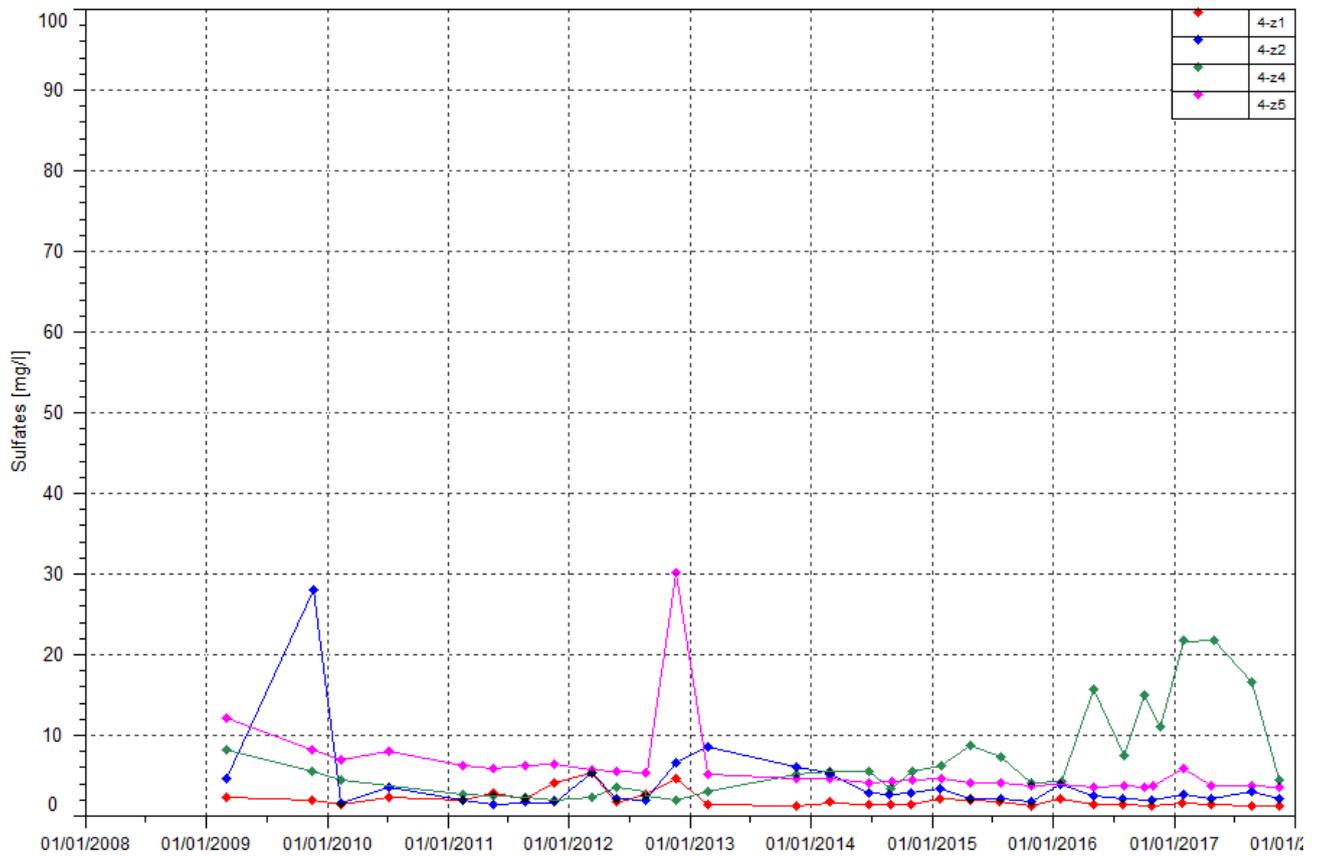
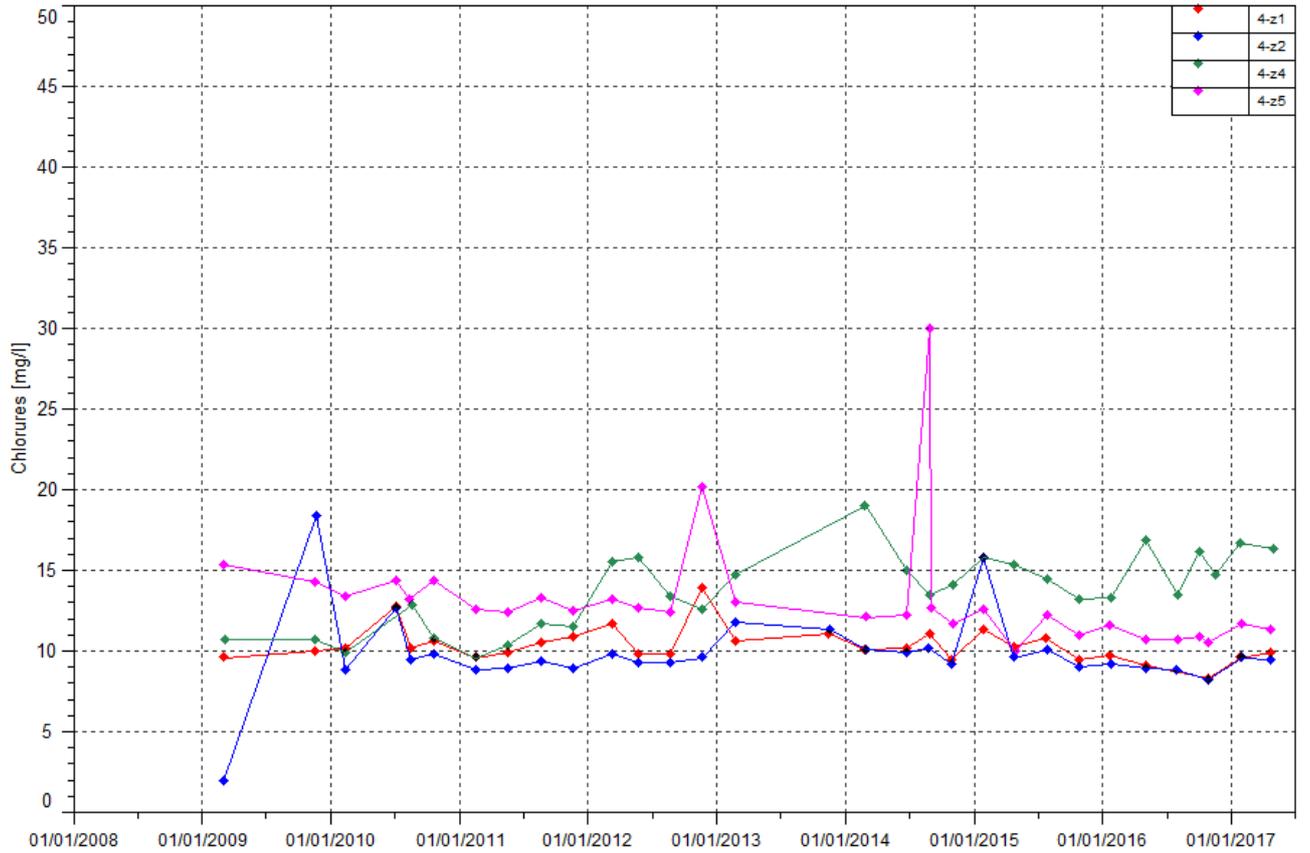
DCO et Hydrocarbures : la DCO et les hydrocarbures ne sont pas quantifiés dans la nappe des horizons saprolitiques au niveau de l'ensemble des piézomètres en 2017.

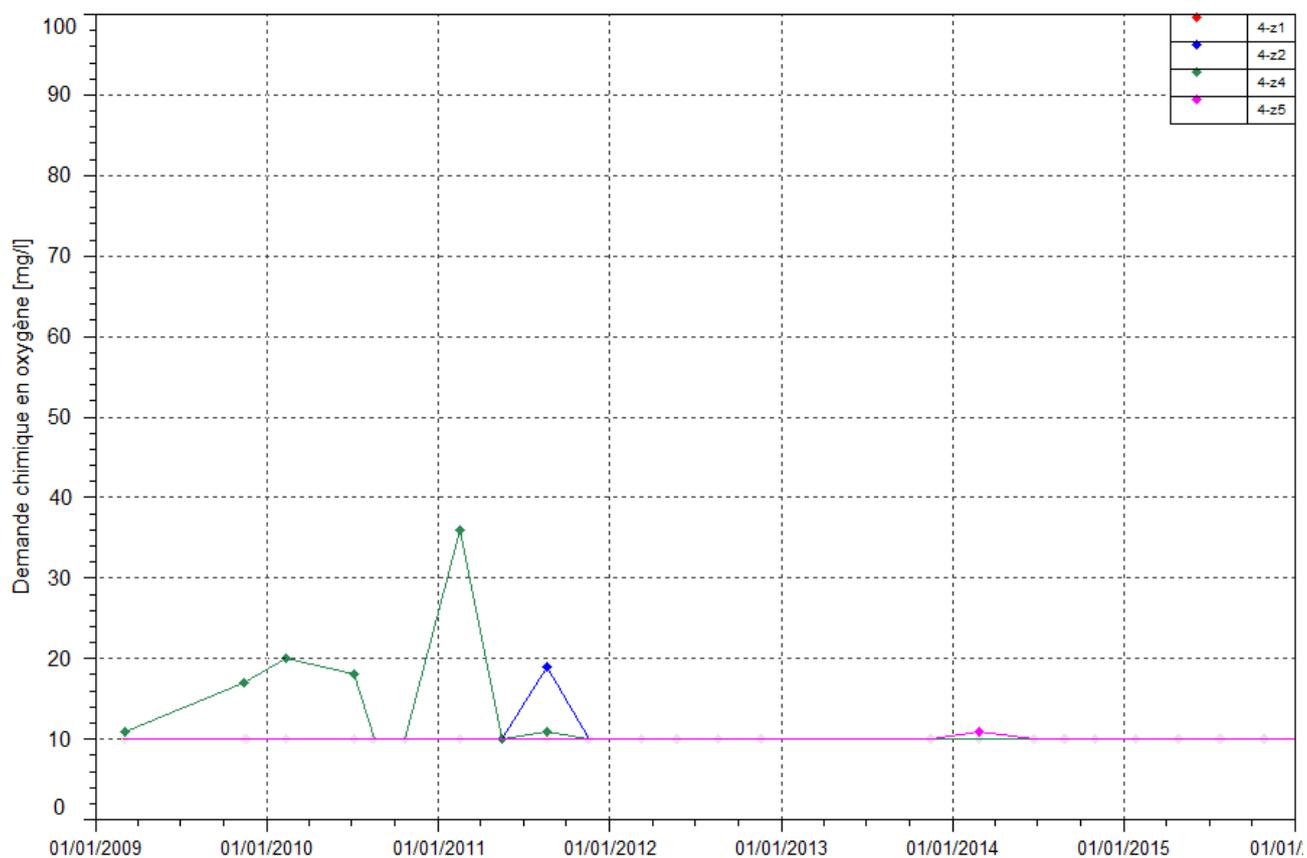
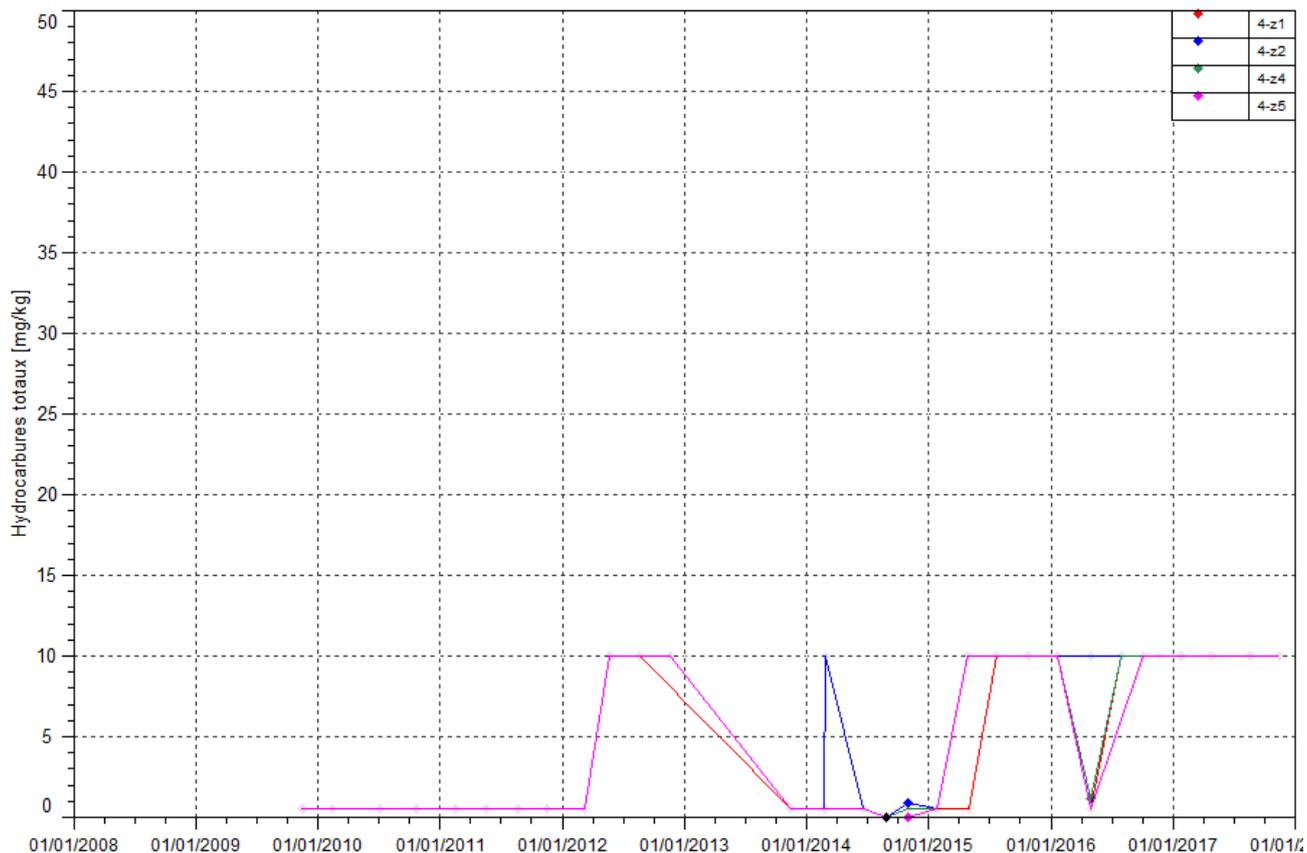
Chrome et Chrome VI : ces paramètres ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'UPM.

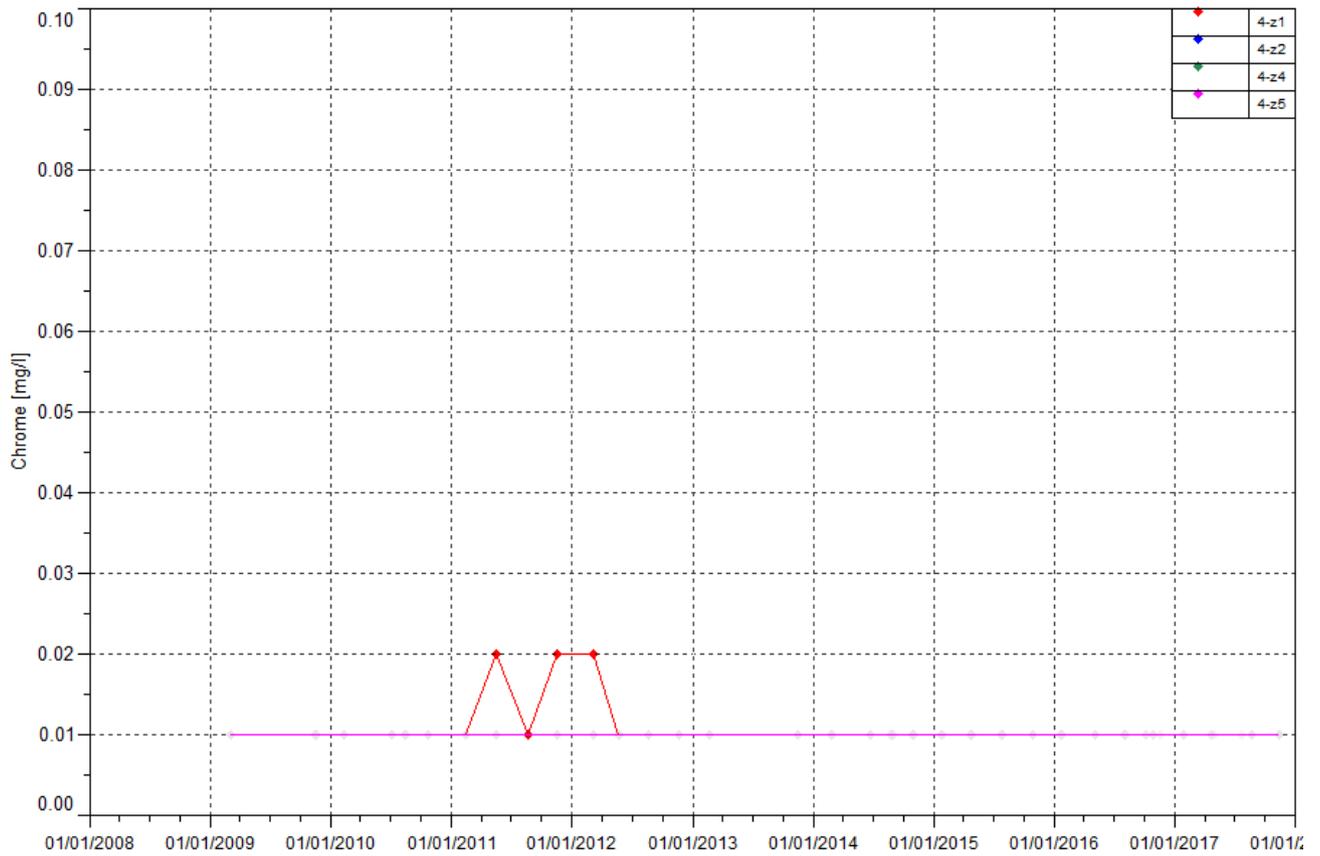
Calcium, TAC, Potassium et Sodium : Aucune évolution particulière n'est observée durant ce semestre.

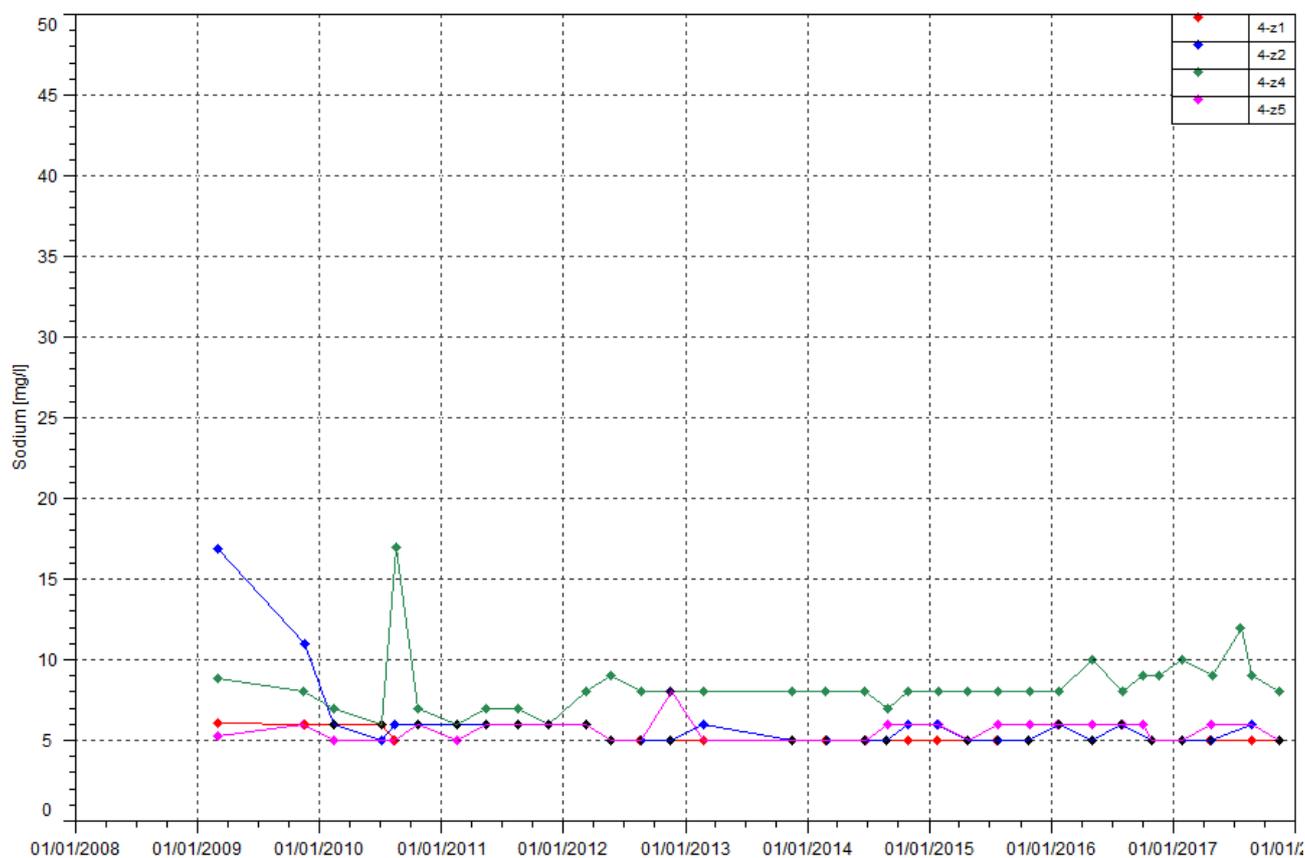
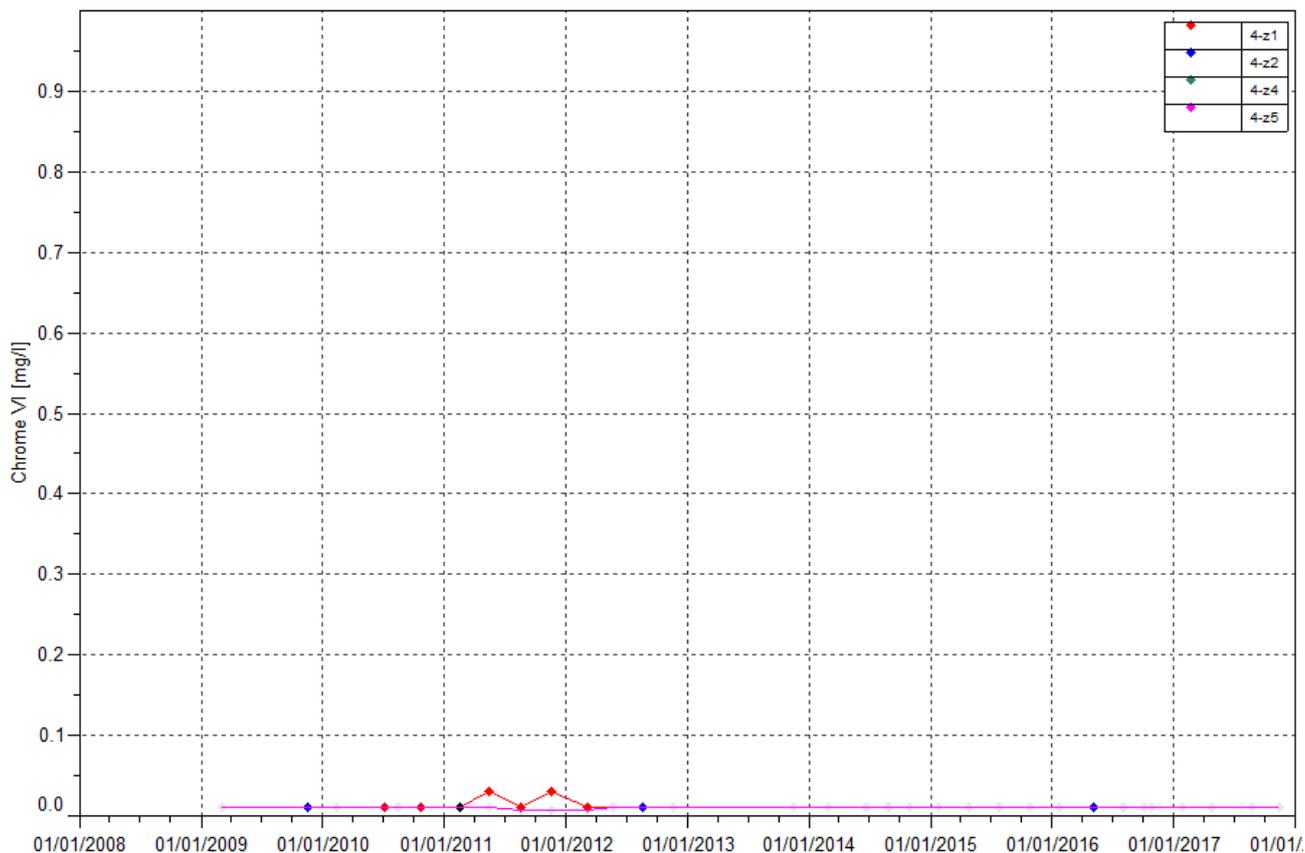
Figure 21 : Résultats du suivi piézométrique sur le secteur de l'Unité de préparation du minéral – conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

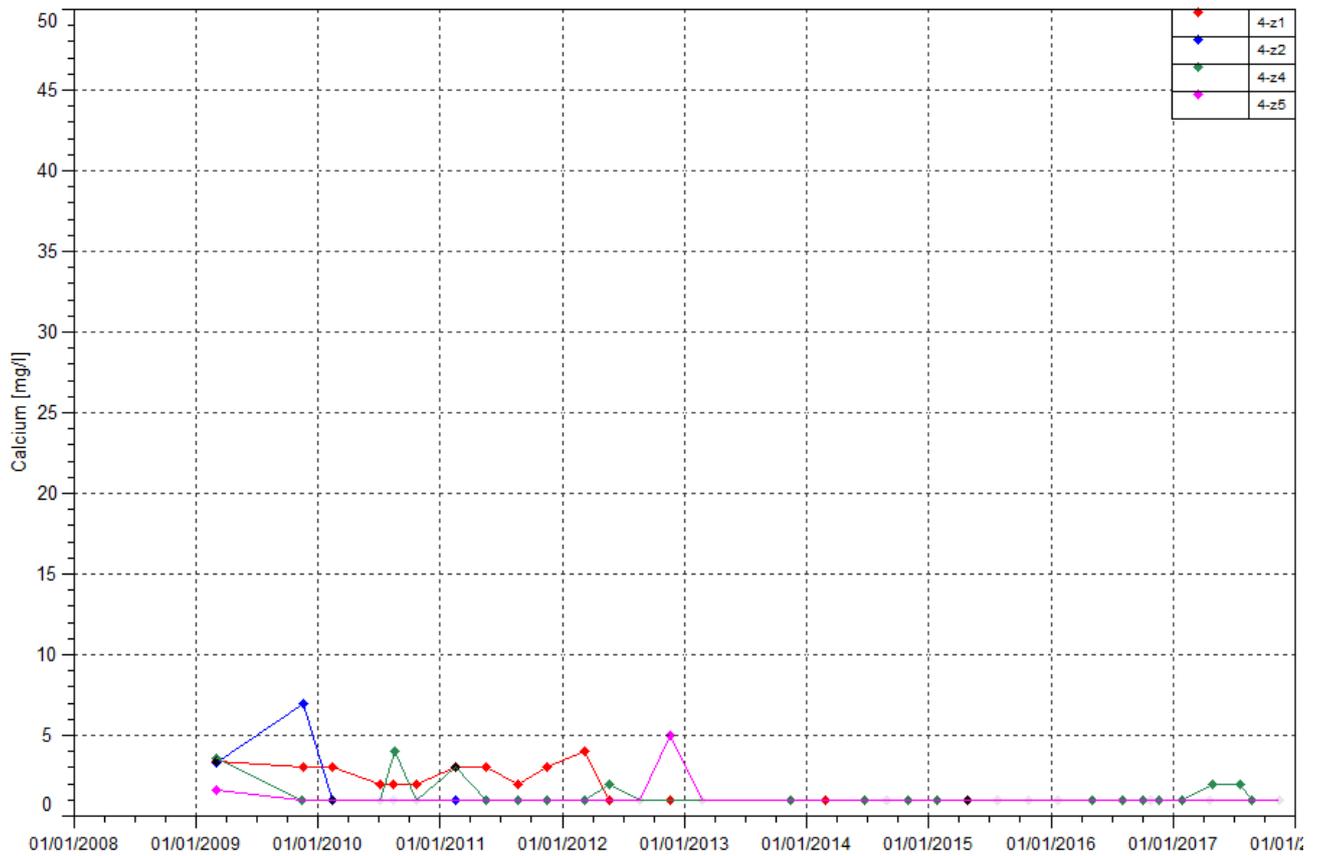
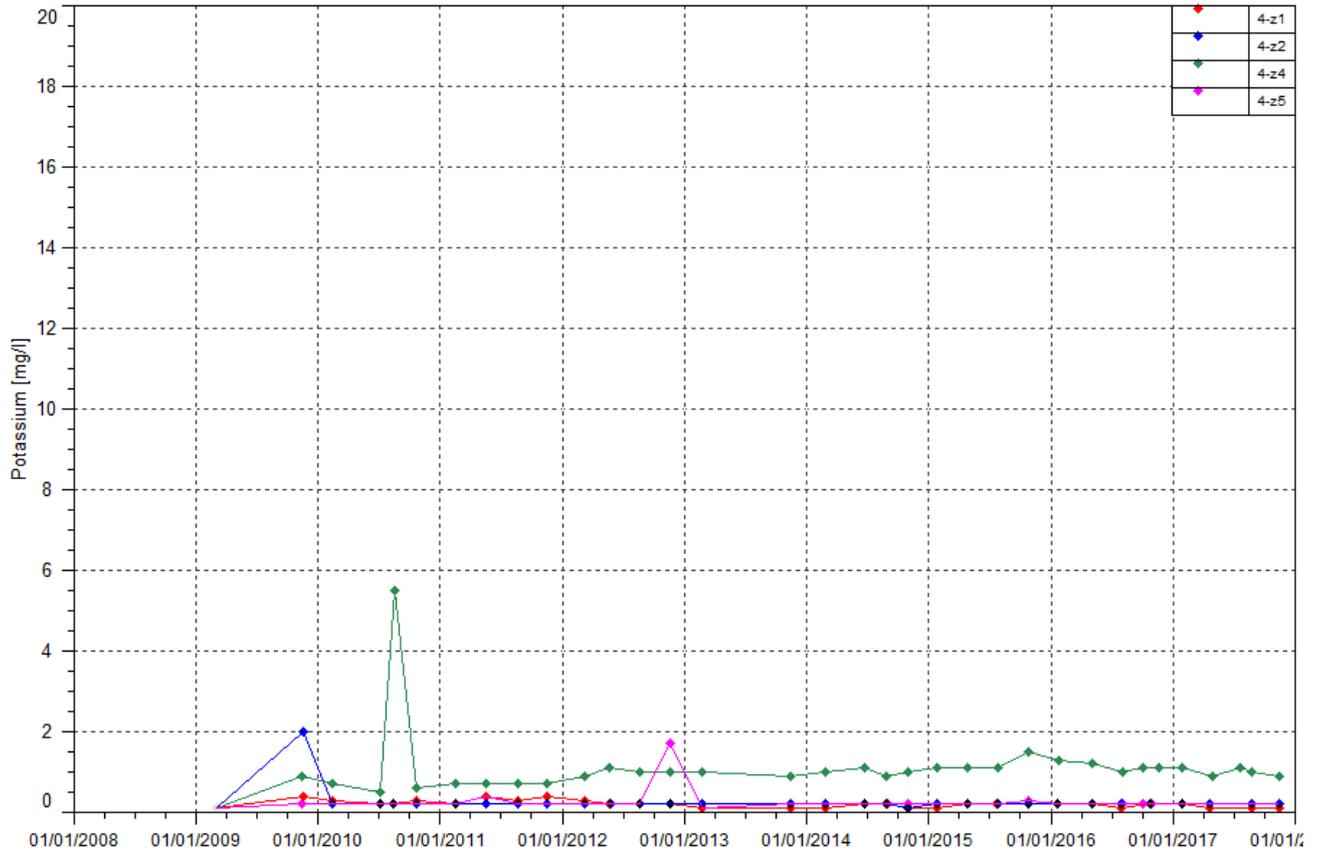


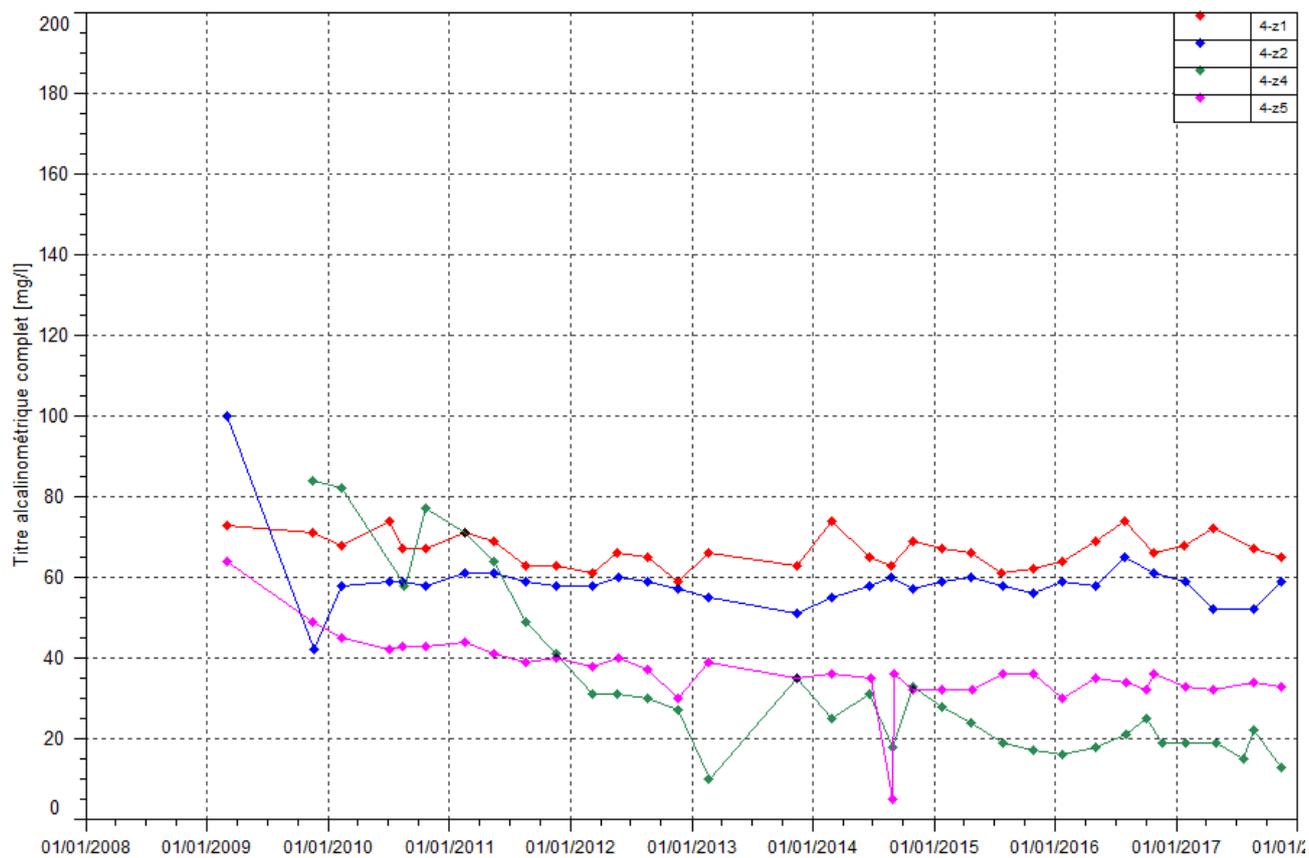












3 ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS

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

La surveillance des eaux souterraines autour du dépôt d'hydrocarbures du site portuaire n'a pas révélé de modification de la qualité des eaux souterraines exceptée une augmentation légère de la conductivité aux piézomètres 7-1 et 7-2 dans les eaux souterraines du Port au mois de novembre. Le faible niveau d'eau dans les nappes lors de cette période a engendré la précipitation des éléments dissous dans les eaux souterraines. Les valeurs élevées de conductivité et DCO au piézomètre 7-1 sont toujours le résultat d'une intrusion naturelle de l'eau de mer dans la nappe d'eau souterraine.

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

3.2.1.1 Eaux souterraines

Les contrôles du 2nd semestre dans la zone d'alerte, en pied de berme attestent d'une accentuation de la hausse des paramètres conductivité, des teneurs en sulfates et magnésium aux piézomètres WKBH102 et WKBH103. 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 2nd semestre 2017 dans la zone tampon (Groupe B) montrent aux piézomètres WKBH110, WKBH110A, WKBH110B et WKBH109A une intensification de l'augmentation de la conductivité et des concentrations en sulfates et magnésium. Les valeurs de conductivité et des teneurs en sulfates ont doublé au cours de ce semestre. Les valeurs max en conductivité et en sulfates sont relevées au piézomètre WKBH109A soit respectivement 673 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 306 mg/L, relevées en fin de semestre. La limite réglementaire en sulfates de 150 mg/L applicables aux piézomètres du groupe B a été dépassée au mois de juillet pour le piézomètre WKBH109A et au mois de d'octobre pour les piézomètres de la plate-forme WKBH110.

Le 2nd semestre 2017 a été une période de forte chaleur avec une faible pluviométrie. De nombreuses stations de suivis de la qualité physico-chimiques n'ont pu être échantillonnées suite à l'assèchement du cours d'eau ou de faibles niveaux d'eau dans les nappes engendrant des difficultés de pompage. La dégradation de la qualité physico-chimique de la nappe en pied de berme et dans la zone tampon au cours de cette période est probablement le résultat de la baisse des niveaux d'eau dans les nappes favorisant la concentration des éléments dissous.

Puis, le suivi des eaux souterraines près de la rivière Kwé Ouest ne révèle pour la majorité des paramètres aucune évolution particulière.

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.

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 conductivité, sulfates et magnésium s'intensifient au cours de ce semestre alors qu'une stabilité était constatée lors bilan du 1^{er} semestre 2017. Les maximales en conductivité et sulfates sont respectivement de 2320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1190 mg/L relevées au mois d'octobre.

Même constat, à la source WK20, les résultats indiquent aussi une forte hausse des paramètres conductivité, sulfates et magnésium au cours de ce semestre.

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 sont toujours plus marquées dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14A.

La tendance à la baisse pour les paramètres conductivité, sulfates et chlorures observée depuis le 1^{er} semestre 2016 est poursuivie jusqu'en fin d'année 2017. Globalement, aucune évolution particulière n'est constatée par rapport aux années précédentes pour l'ensemble piézomètres de suivi au cours de ce semestre.

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats du 2nd 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 réglementaires ne présentent pas de valeur indicatrice de pollution au niveau des piézomètres 4-z1, 4-z2, 4-z4 et 4-z5.

Les concentrations en sulfates et chlorures au niveau du piézomètre 4-z4 sont en diminution par rapport à 2016.

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 : La hausse des paramètres conductivité, sulfates, et magnésium s'est intensifiée au cours du 2nd semestre dans les eaux souterraines de la zone d'alerte au pied de la berme au niveau du piézomètre WKBH103 et WHBH102 et au niveau e la zone tampon au niveau des piézomètres WKBH109A et les piézomètres de la plate-forme WKBH110. Des dépassements de la limite réglementaire en sulfates de 150 mg/L applicables aux piézomètres du groupe B sont constatés aux piézomètres :

-WKBH109A à partir du 14 août 2017

WKBH110, WBH110A, WKBH110B à partir du 25 octobre 2017.

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 2nd semestre 2017 montrent une amplification de la contamination des eaux souterraines notamment au niveau des **piézomètres du groupe A (WKBH102 et WKBH103), piézomètres du groupe B (WKBH109A, WKBH110, WKBH110A et WKBH110B), des sources WK17 et WK20.**

Les résultats de suivi au niveau des piézomètres **du groupe B** montrent des dépassements de la limite réglementaire de concentration en sulfates (150 mg/L) pour les piézomètres WKBH109A, WKBH110, WKBH110A et WKBH110B.

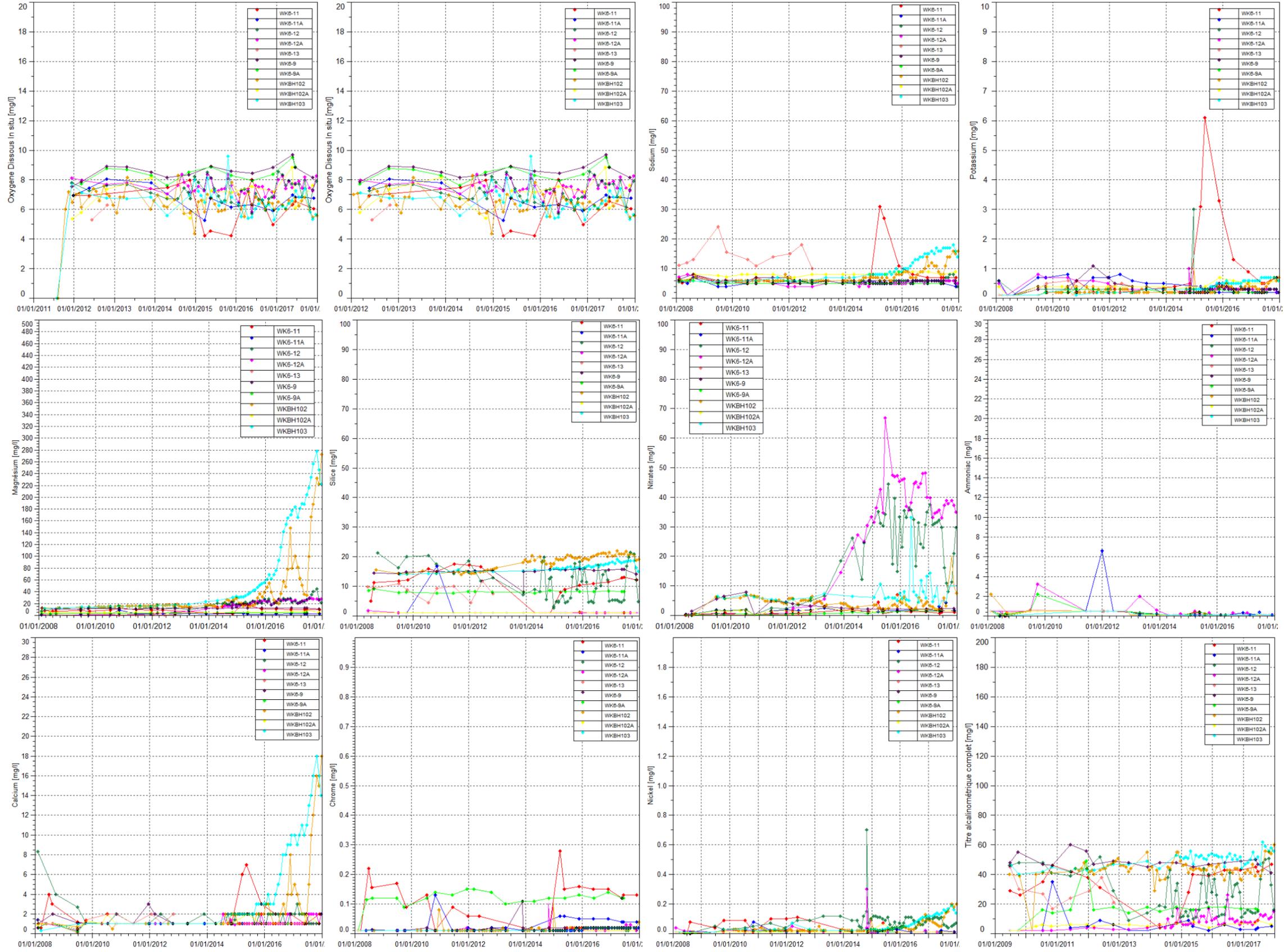
Au niveau de l'usine, les résultats de suivi des eaux souterraines ne révèlent aucune contamination dans les eaux souterraines.

Enfin, les analyses des résultats de suivi au niveau de l'UPM montrent un retour aux normales mesurées dans les eaux souterraines situées dans la nappe des horizons saprolitiques. .

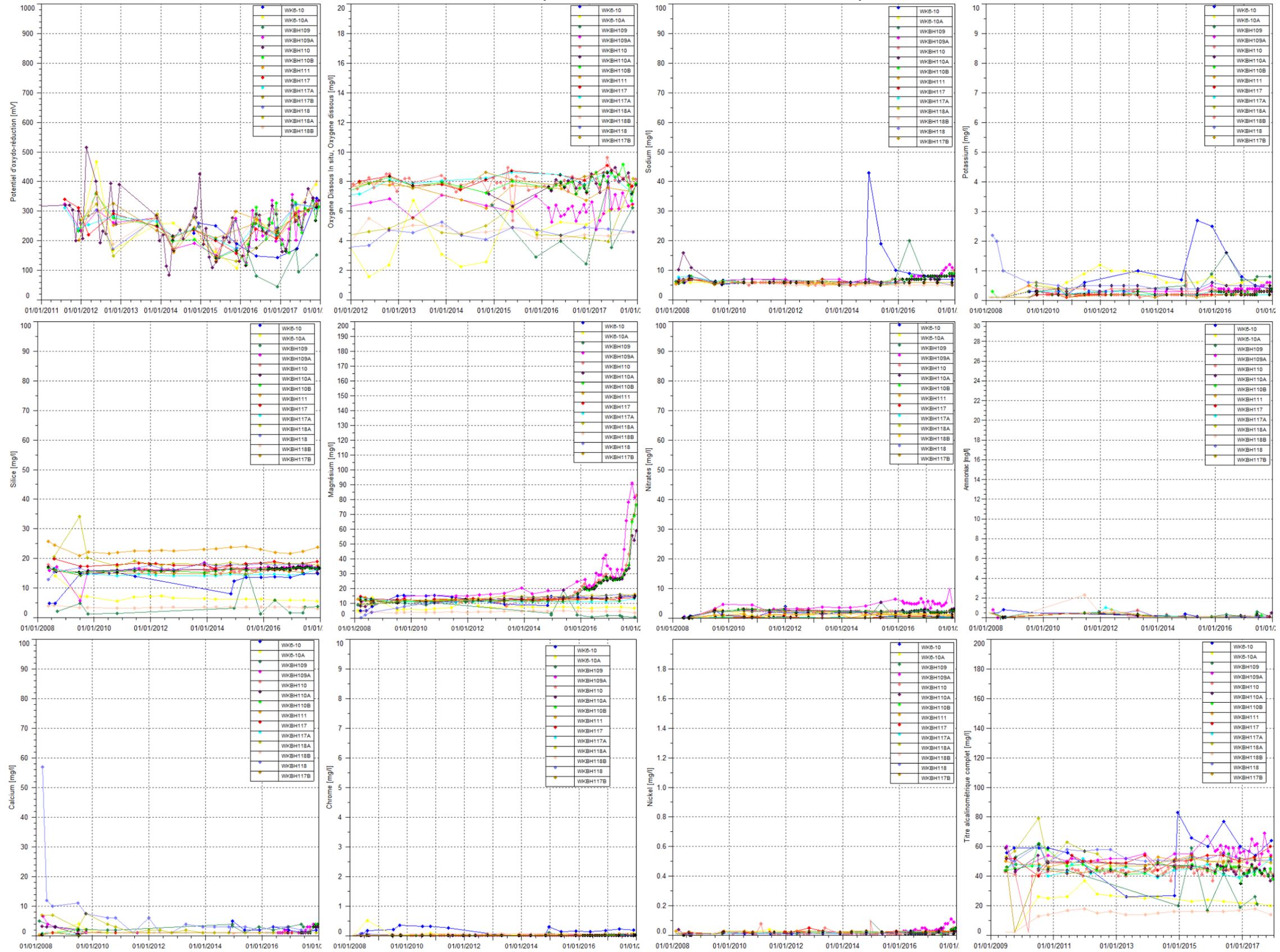
ANNEXE I : SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA KWE OUEST

Piézomètres des groupes A, B, C et D

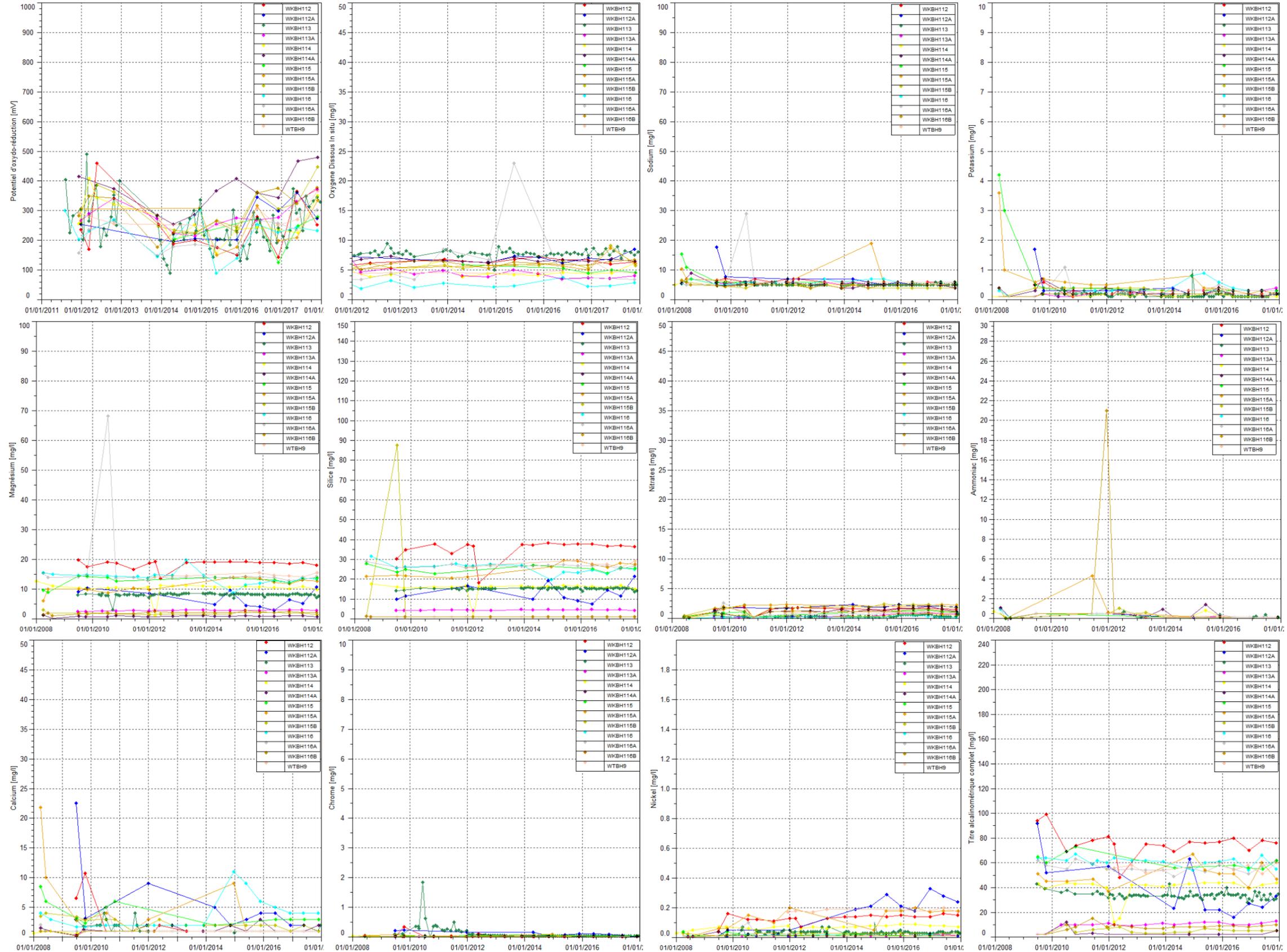
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



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

