



Suivi environnemental Rapport Annuel 2015 Eaux Souterraines



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	11
.....	PRESENTATION DES RESULTATS	
.....		12
2	12
2.1	RAPPEL DES VALEURS REGLEMENTAIRES	12
2.1.1	Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines	12
2.1.2	Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines	12
2.1.3	Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM) sur les eaux souterraines	12
2.1.4	Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines	12
2.2	BILAN DES CAMPAGNES DE MESURE	13
2.2.1	Données disponibles pour le Port	13
2.2.2	Données disponibles pour le parc à résidus de la Kué 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	45
2.3.4	Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines	60
.....	ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS	
.....		67
3	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.....	10
Tableau 6 : Méthodes d'analyse pour les métaux	11
Tableau 7 : Valeurs indicatives suivant l'arrêté n°891-2007/PS.....	12
Tableau 8 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°1466-2008/PS.....	12
Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port.....	13
Tableau 10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi semestriel	14
Tableau 11 : Données disponibles sur les trois piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi mensuelle.....	15
Tableau 12 : Données disponibles pour le suivi des résurgences de la Kué 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
Tableau 15 : Comparaison des conductivité obtenues aux sources WK17 et WK20.....	45

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 Minéral.....	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 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 continue des piézomètres de la Kwé Ouest.....	37
Figure 12 : Mesures de pH des stations WK17 et WK20 entre janvier 2010 et janvier 2016.....	38
Figure 13: Mesures de conductivité des stations WK17 et WK20 entre janvier 2010 et janvier 2016	39
Figure 14: Concentration en sulfates des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2016	40
Figure 15 : Concentration en manganèse des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2016	41
Figure 16: Concentration en magnésium des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2016	42
Figure 17: Concentration en chlorures des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2016...	43

Figure 18 : Suivi des mesures continues aux sources WK17 et WK20.....	44
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	46
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	54
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	61

SIGLES ET ABBREVIATIONS

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
Fell	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 2015, la production totale en nickel est de 30 751 tonnes de nickel, correspondant à 83% de l'objectif annuel de production de 37 00 tonnes.

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.

Les programmes de suivi des ICPE sont repris et complétés dans les recommandations de la convention N°C.238-09 fixant les modalités techniques et financières de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité.

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.

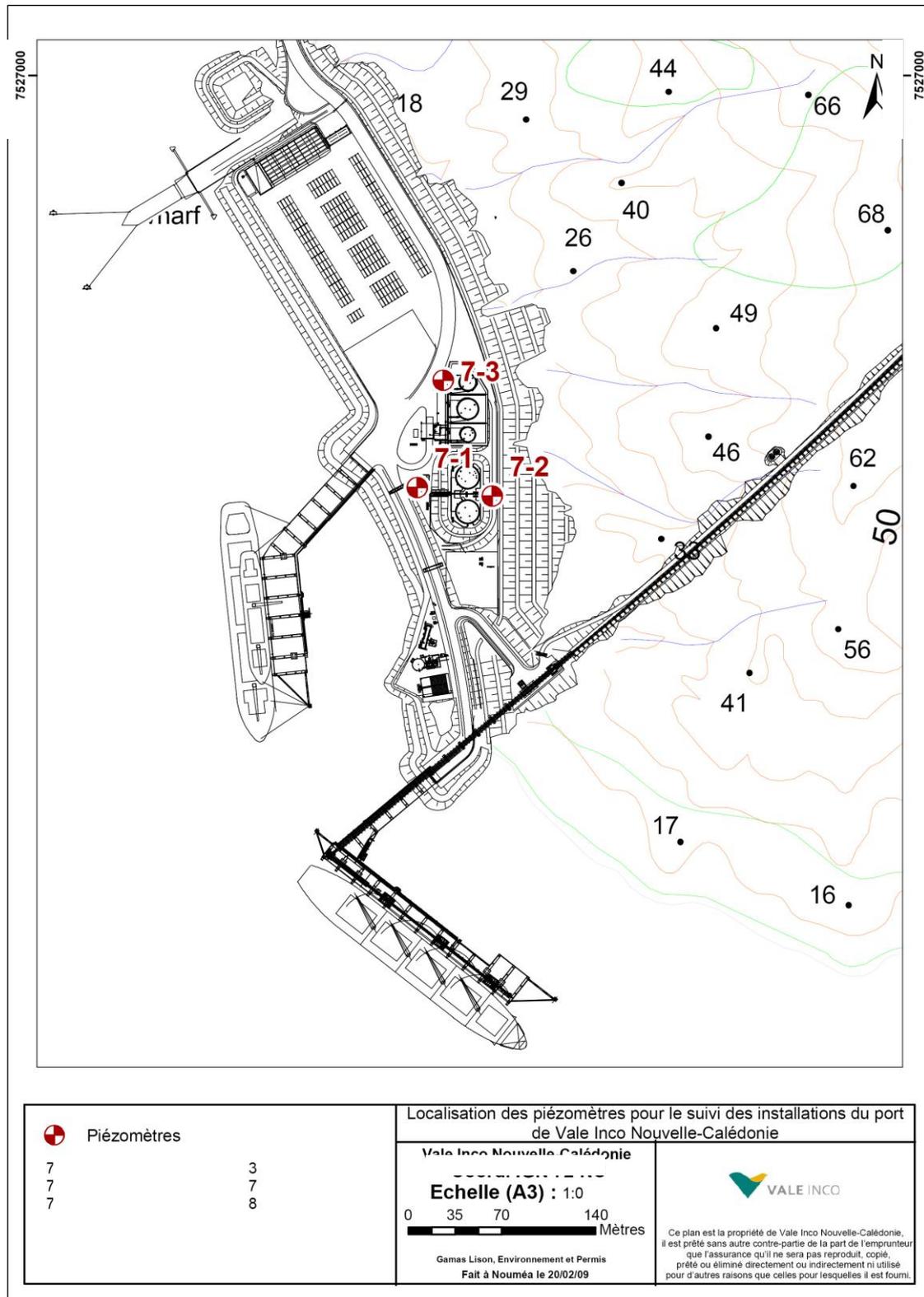
Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi du port

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. Le piézomètre WKBH12 a été détruit lors des travaux de terrassement en 2008.

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
WKBH12	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495243,9	211142,6
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		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 adjacentes	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	Source	Arrêté n°1466-2008/PS	493803,5	209346,8
WK 17	KO		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 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	Méthode HACH 10129
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	Méthode HACH 10071

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 souterraine 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 inspiré 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, les campagnes d'échantillonnage semestrielles des eaux souterraines se sont déroulées durant les mois de mai et novembre 2015.

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 cours des mois de janvier, avril, juillet et octobre 2015.

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 de tendances particulières 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 2015. 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 2015				2015	
Fréquence	Analyses	Janvier	Avril	Juillet	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	2	12	11
Nombre total d'analyses réalisées							47
% analyses réalisées							97.9

Seule une analyse en hydrocarbure n'a pas été réalisée lors du suivi d'octobre 2015 au niveau du piézomètre de référence 7-1.

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

Le suivi des piézomètres de la Kwé Ouest est effectué à fréquence semestrielle, mensuelle et continue. La seconde campagne de suivi semestriel des eaux souterraines a été réalisée au mois de novembre.

Les taux de données disponibles pour la deuxième campagne de suivi semestrielle de 2015 sont présentés dans le tableau 10.

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

	Groupe A			Groupe B			Groupe C			Groupe D					
	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%			
pH	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
cond	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Eh	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
O ² Dissous	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Al	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
As	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Ca	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Cl	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Co	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Cr	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Cu	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Fe	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
HCO ₃ ⁻	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
K	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Mg	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Na	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Ni	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
NO ₂	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
NO ₃	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Pb	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
PO ₄	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
SiO ₂	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
SO ₄	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Zn	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
Mn	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
F	20	18	90	28	28	100	26	24	92	8	8	100			
MES	0	0	0	0	0	0	26	0	0	8	0	0			
% d'analyses réalisées (hors MES)			90	% d'analyses réalisées (hors MES)			100	% d'analyses réalisées (hors MES)			92	% d'analyses réalisées (hors MES)			100

Lors de la seconde campagne de suivi semestrielle, les piézomètres suivants n'ont pu être échantillonnés :

- **WK6-13** (groupe A) : le WK6-13 n'est pas accessible pour des raisons de sécurité.
- **WKBH115** (groupe C) : obstrué par un tuyau de prélèvement

Une campagne de réparation des piézomètres endommagés a été réalisée de fin novembre 2014 à février 2015. Les piézomètres WKBH115A, WKBH116, WKBH109, WK6-10, WK6-11 et WK6-11A ont été réinstallés et remis en fonctionnement en 2015.

L'accès à la plateforme WK6-13 n'a toujours pas été réalisé.

La campagne de remplacement des piézomètres endommagés ou bouchés réalisée en 2014 et 2015 a permis d'augmenter sensiblement le taux de disponibilités des mesures. Le taux de disponibilité global sur le secteur de la Kué Ouest est passé de 81% en 2014 à 95% en 2015.

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 mensuelle de 2015 sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Données disponibles sur les trois piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi mensuelle

WKBH113, WKBH102, WKBH110		Annuel 2015												2015	
Fréquence	Analyses	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Conductivité	Total annuel												26280	21585
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 conductivité réalisées	82,1
														Nombre total d'analyses réalisées	144
														% analyses réalisées	100

Suite à l'observation d'une tendance à l'augmentation des sulfates et des nitrates dans les eaux souterraines de la Kwe Ouest du groupe A, le suivi aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A est à fréquence mensuelle depuis le 01 juillet 2014. Il est en de même pour le suivi au piézomètre WKBH103 à partir de décembre 2014.

Les taux de données disponibles des campagnes de suivi mensuelle des résurgences de la Kwé Ouest de 2015 sont présentés dans le tableau 12.

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

Sources WK17, WK20		Annuel 2015												2015	
Fréquence	Analyses	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Hauteur d'eau WK17	Total semestre (Suivi à fréquence 5 minutes ISCO)												105120	88307
Continu	Hauteur d'eau WK20	Total semestre (Suivi à fréquence horaire du Troll)												8760	8496
Continu	Conductivité WK17 et WK20	Total semestre (Suivi à fréquence horaire du Troll)												17520	16276
Hebdomadaire	pH	8	8	8	10	8	8	8	8	10	8	8	10	104	102
Hebdomadaire	Conductivité	8	8	8	10	8	8	8	8	10	8	8	10	104	102
Hebdomadaire	MES	8	8	8	10	8	8	8	8	10	8	8	10	104	102
Hebdomadaire	Sulfates	8	7	8	10	7	8	8	8	8	8	8	10	104	98
Hebdomadaire	Magnésium	8	8	8	10	8	8	8	8	10	8	8	10	104	102
Hebdomadaire	Manganèse	8	8	8	10	8	8	8	8	10	8	8	10	104	102
														% de mesures continues de cond réalisées	86
														Nombre total d'analyses réalisées	608
														% analyses réalisées	97

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		Annuel 2015				2015	
Fréquence	Analyses	janvier	avril	juillet	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 2015				2015	
Fréquence	Analyses	Janvier	Avril	Juillet	Octobre	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	14	16	64	62
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						766	
% analyses réalisées						99,7	

Le suivi au piézomètre 6-14a a basculé à une fréquence mensuelle suite à la découverte d'une contamination de surface par les eaux de bassin incendie de l'usine.

2.3 Résultats

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

Les graphiques des figures 5 à 8 présentées ci-dessous indiquent les valeurs obtenues lors du suivi des eaux souterraines du port.

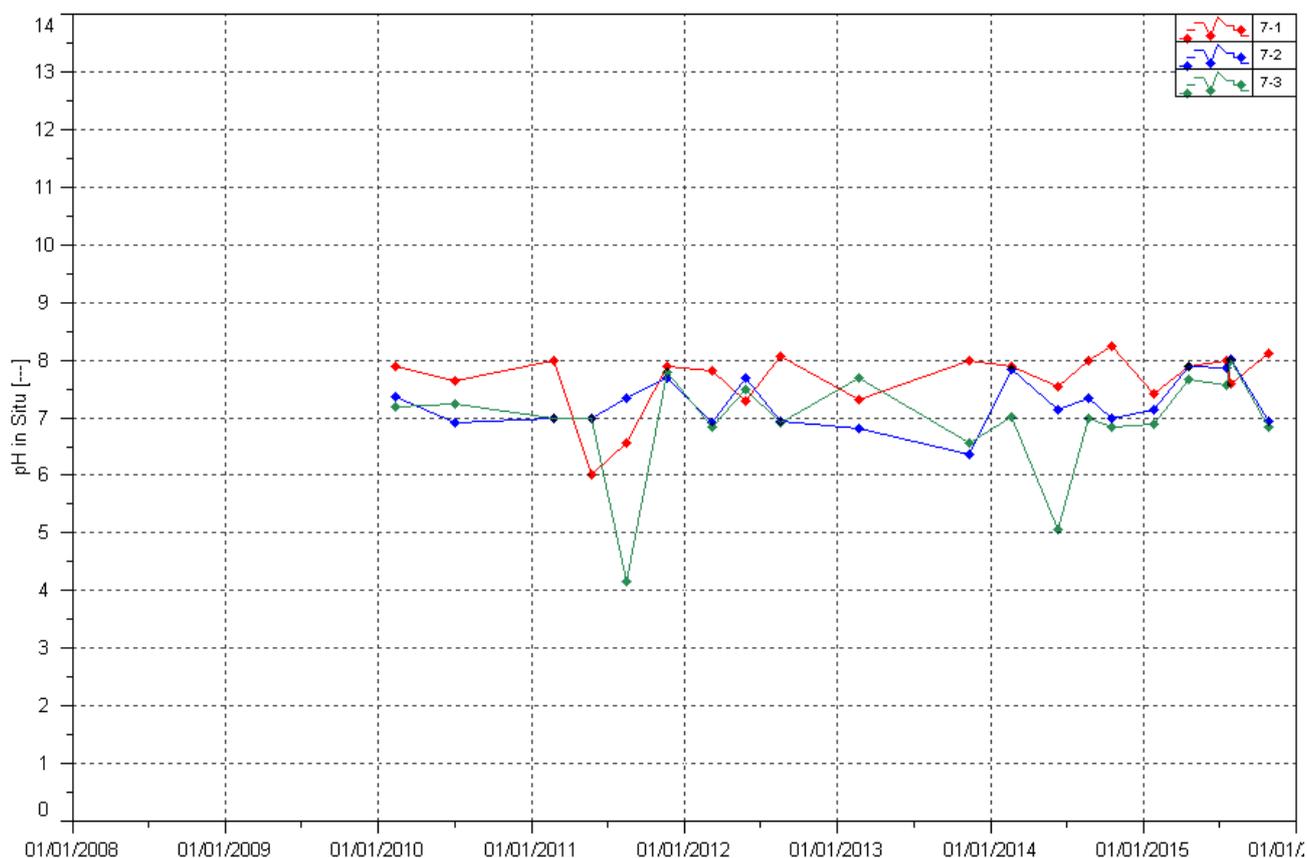
pH : compris entre 6.8 et 8.1 au cours 2nd semestre.

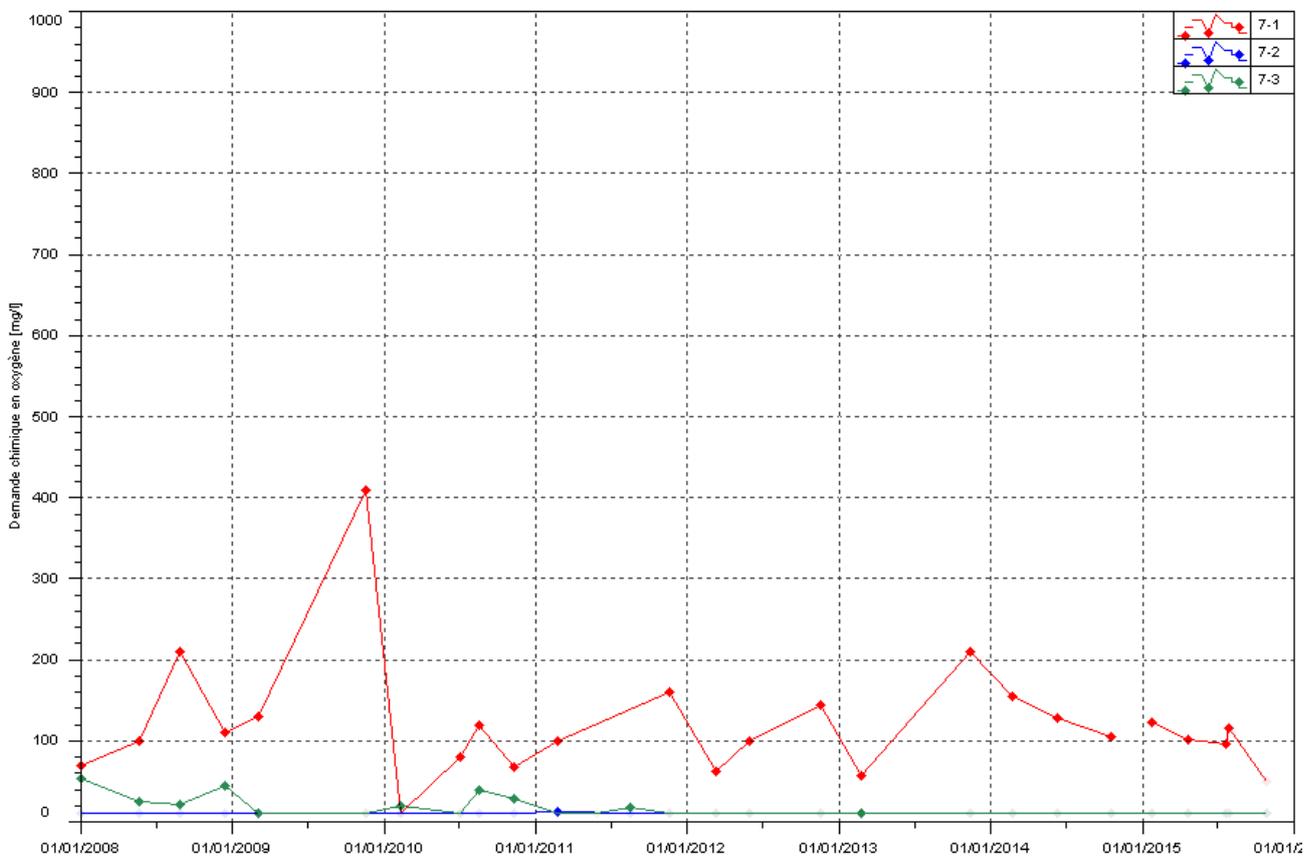
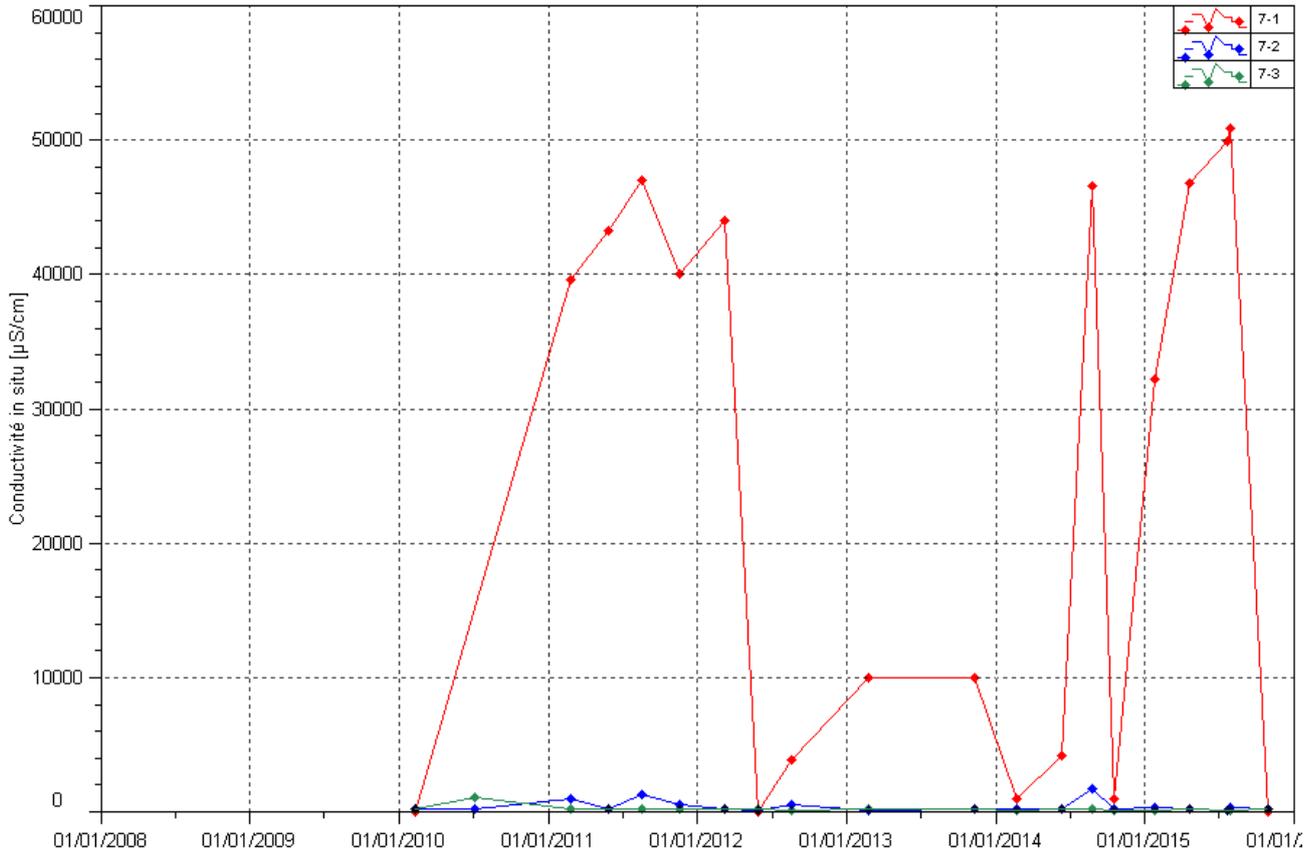
Conductivité : Les conductivités enregistrées au piézomètre 7-1 sont élevées, mis à part en octobre où elle est de 43.9 μ S/cm. Les conductivités des deux autres piézomètres sont faibles sur l'ensemble de l'année.

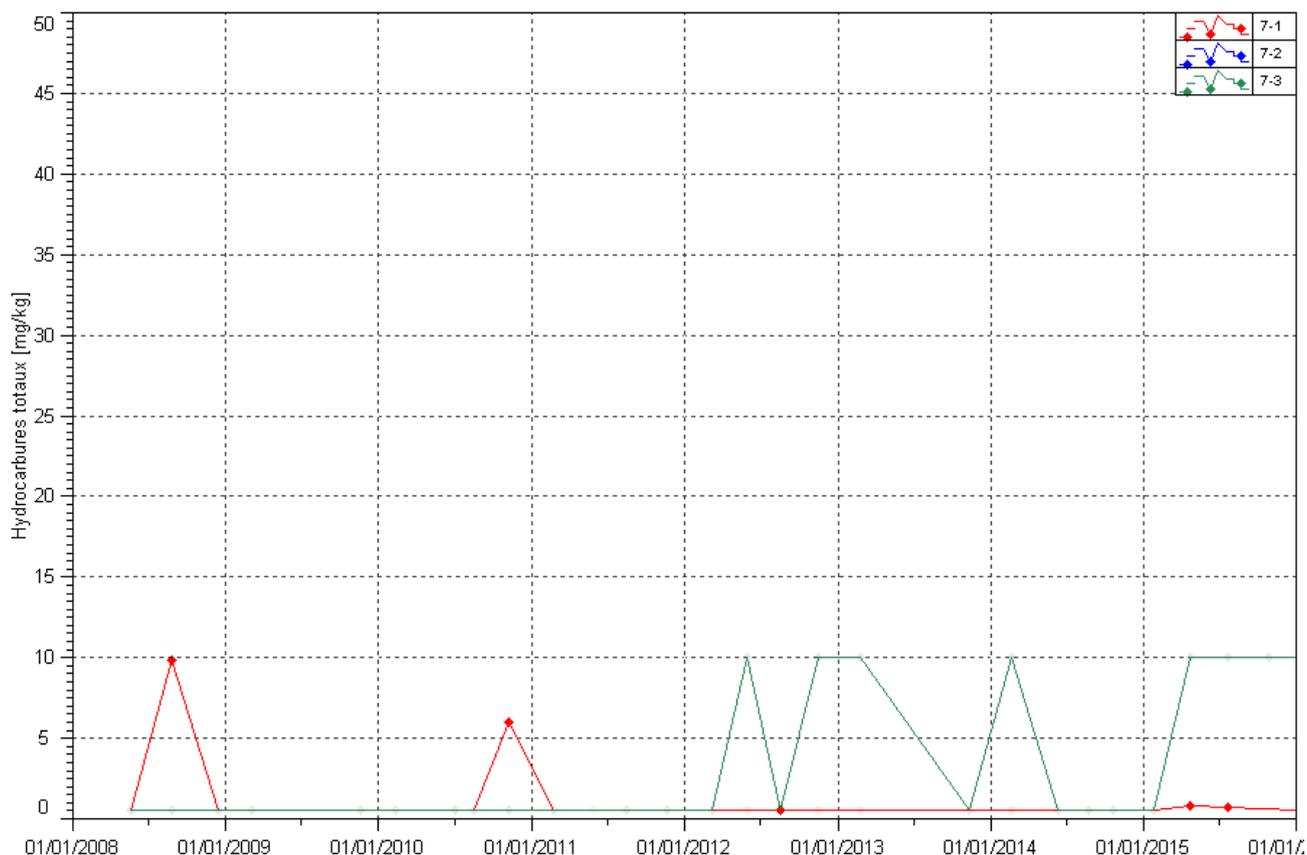
DCO : Les valeurs de DCO au piézomètre 7-1 sont faibles par rapport aux années précédentes.

Hydrocarbures : Lors des contrôles des mois d'avril et juillet des hydrocarbures sont détectés au piézomètre 7-1. Ces concentrations sont faibles, entre 0.5 (limite de quantification) et 0.8 mg/L. Les hydrocarbures ne sont pas détectés en 2015 pour les piézomètres 7-2 et 7-3, toutefois la limite de quantification est plus élevée pour ces analyses (10mg/L)

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 Kwe 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 : aluminium, arsenic, cobalt, cuivre, fer, zinc, plomb, phosphates et fluorures.

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

Groupe A :

pH : compris en 4.5 et 7.6 sur la période.

conductivité : entre 57.8 et 502 $\mu\text{S}/\text{cm}$. On constate depuis janvier 2014 une augmentation importante de la conductivité aux stations WKBH103 et WK6-11. Les relevés de 2015 révèlent une stabilisation de la conductivité aux stations WK6-12, WK6-12A et une diminution à WKBH102.

Nitrates : Les résultats du 2nd semestre de 2015 montrent une diminution des concentrations aux stations WK6-12 et WK6-12A. Depuis janvier 2013, la tendance était à la hausse pour ces 2 stations.

Sulfates : Les résultats du 2nd semestre 2015 attestent toujours d'une augmentation des sulfates au piézomètre WKBH103. La dernière concentration relevée en décembre est de 172 mg/L et correspond à la

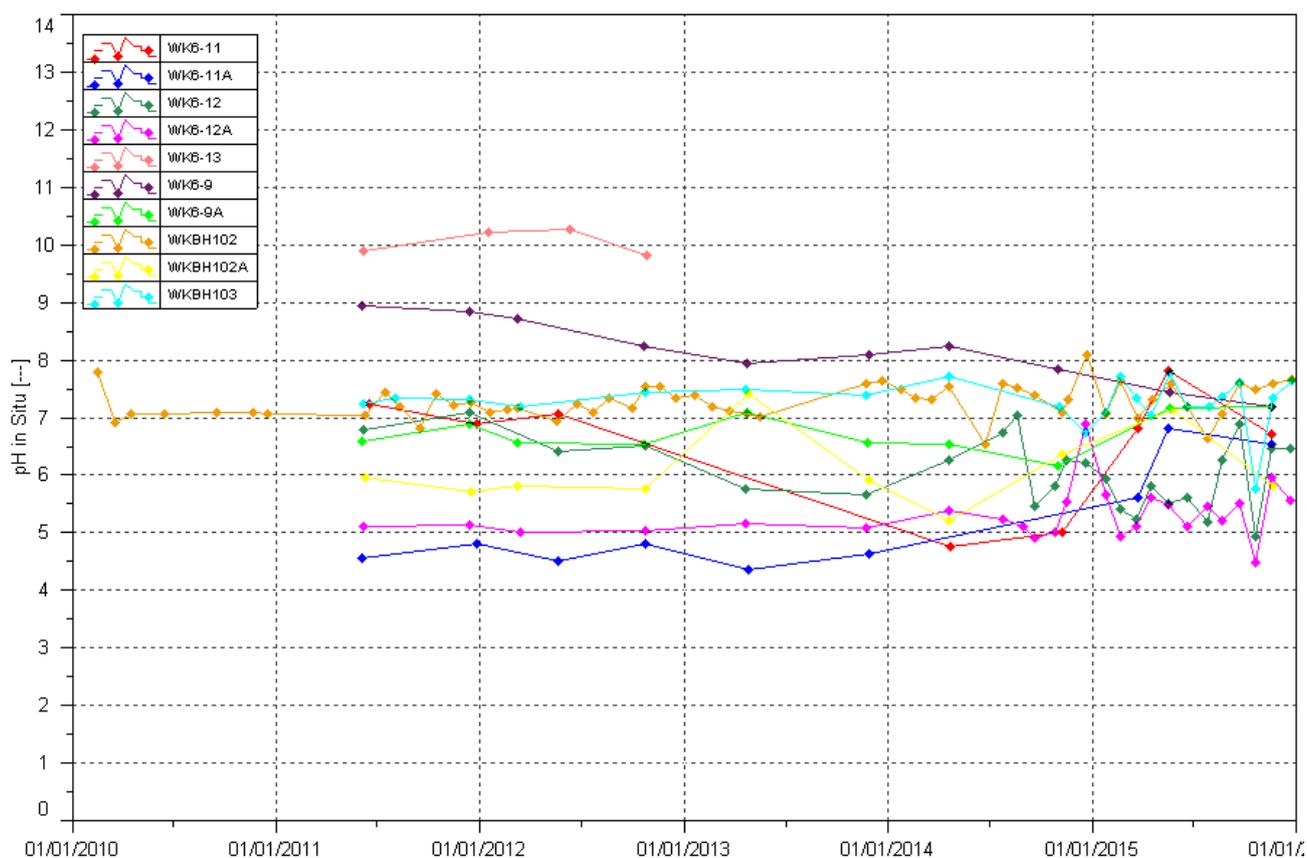
maximale pour ce groupe. Au piézomètre WKBH102, les concentrations montrent une augmentation des sulfates à partir d'octobre 2015. Aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A, on observe une tendance à la hausse depuis janvier 2013.

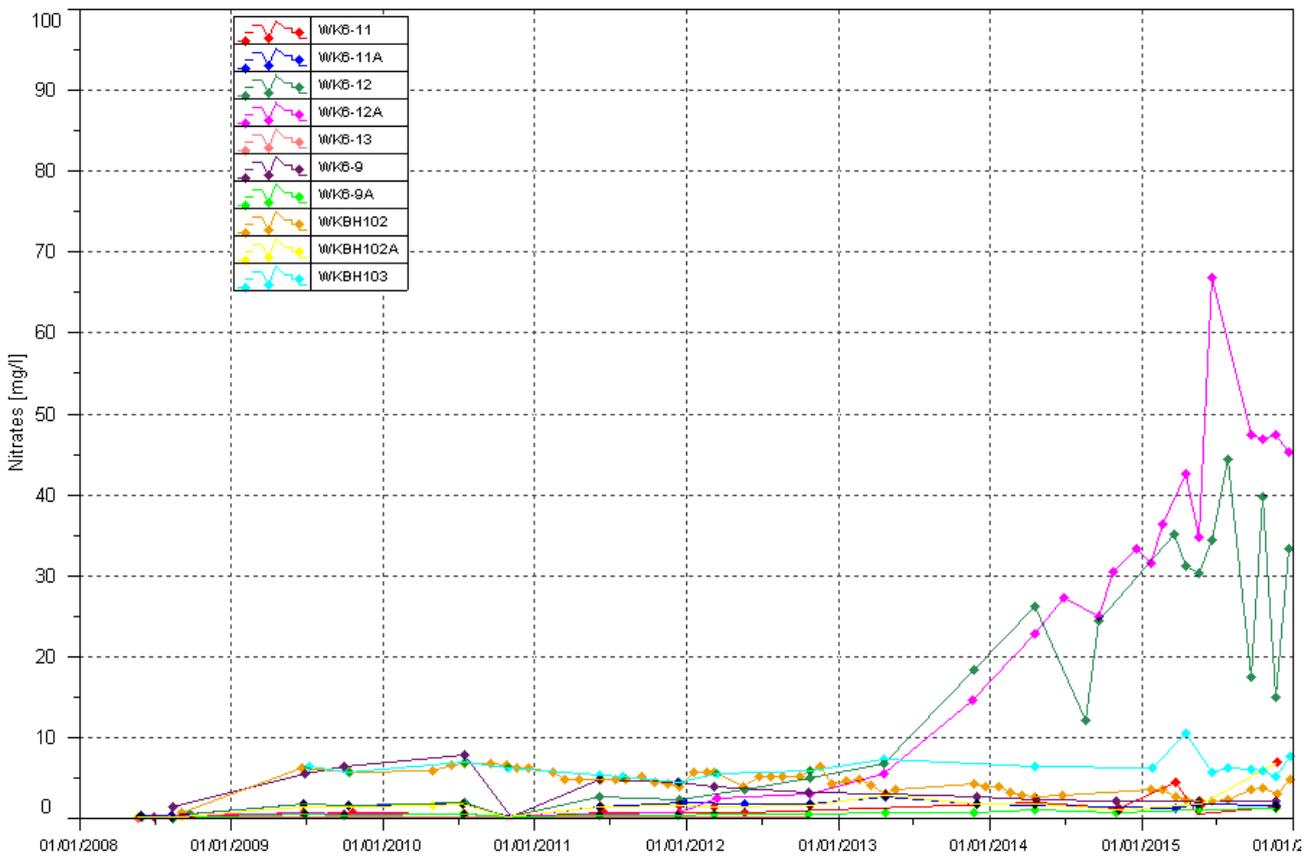
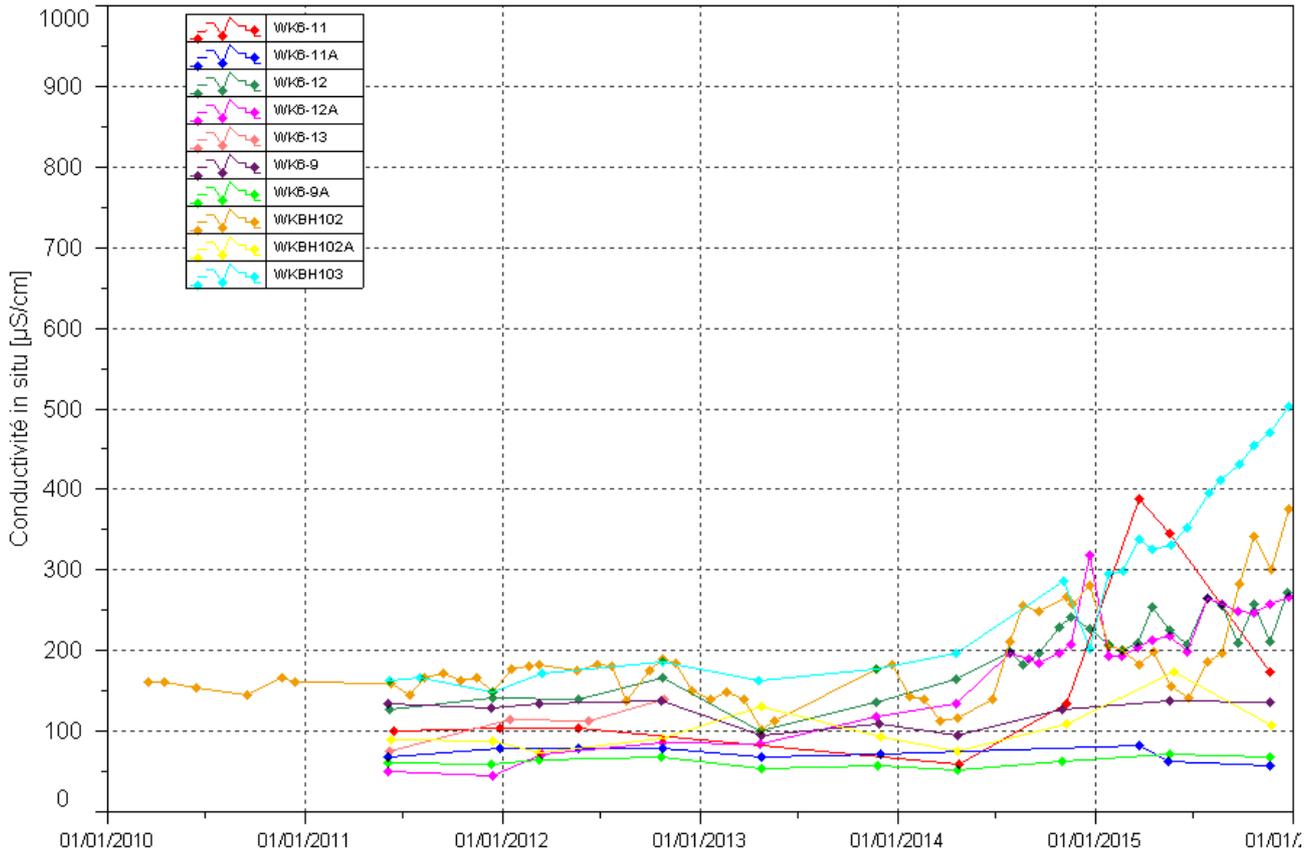
Chlorures : Les résultats de 2015 présentent une stabilisation des concentrations en chlorure.

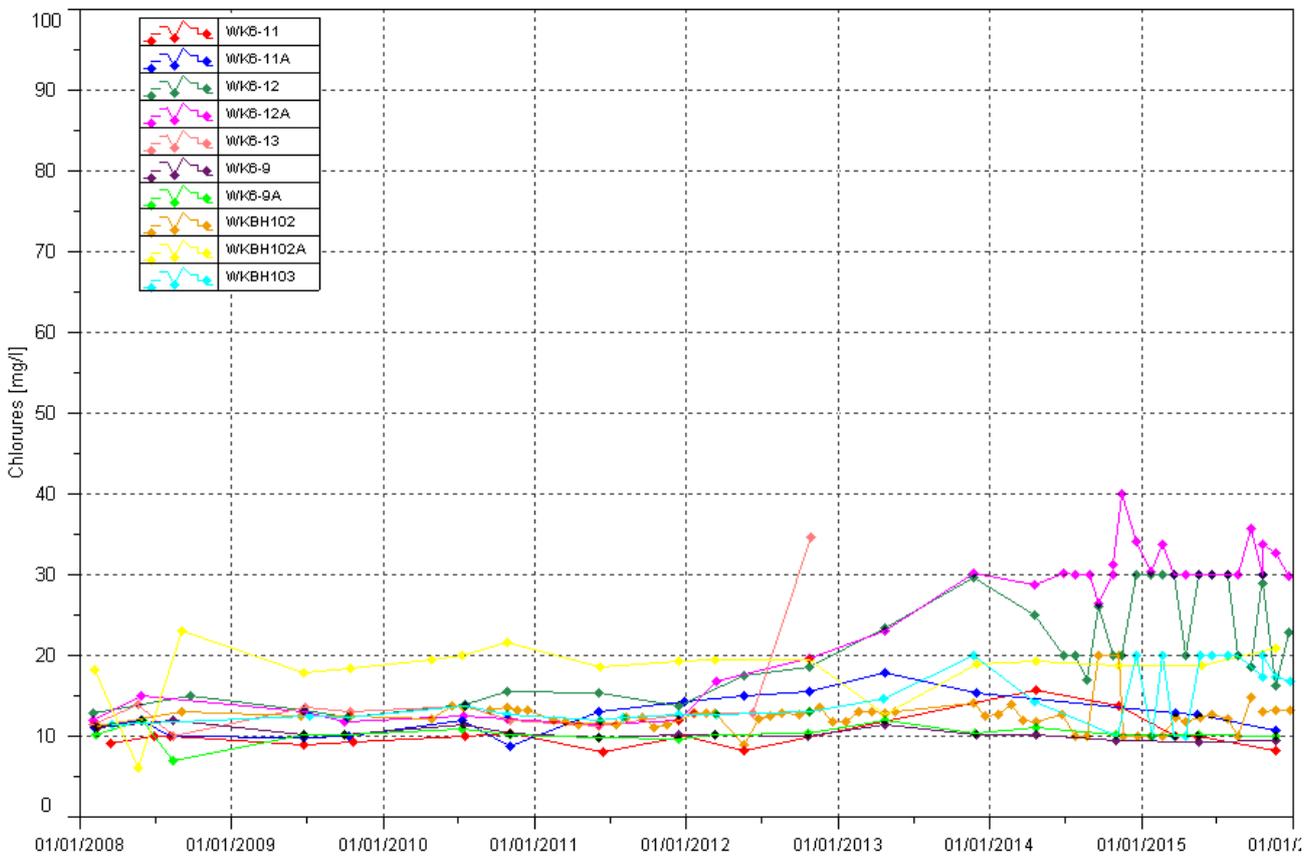
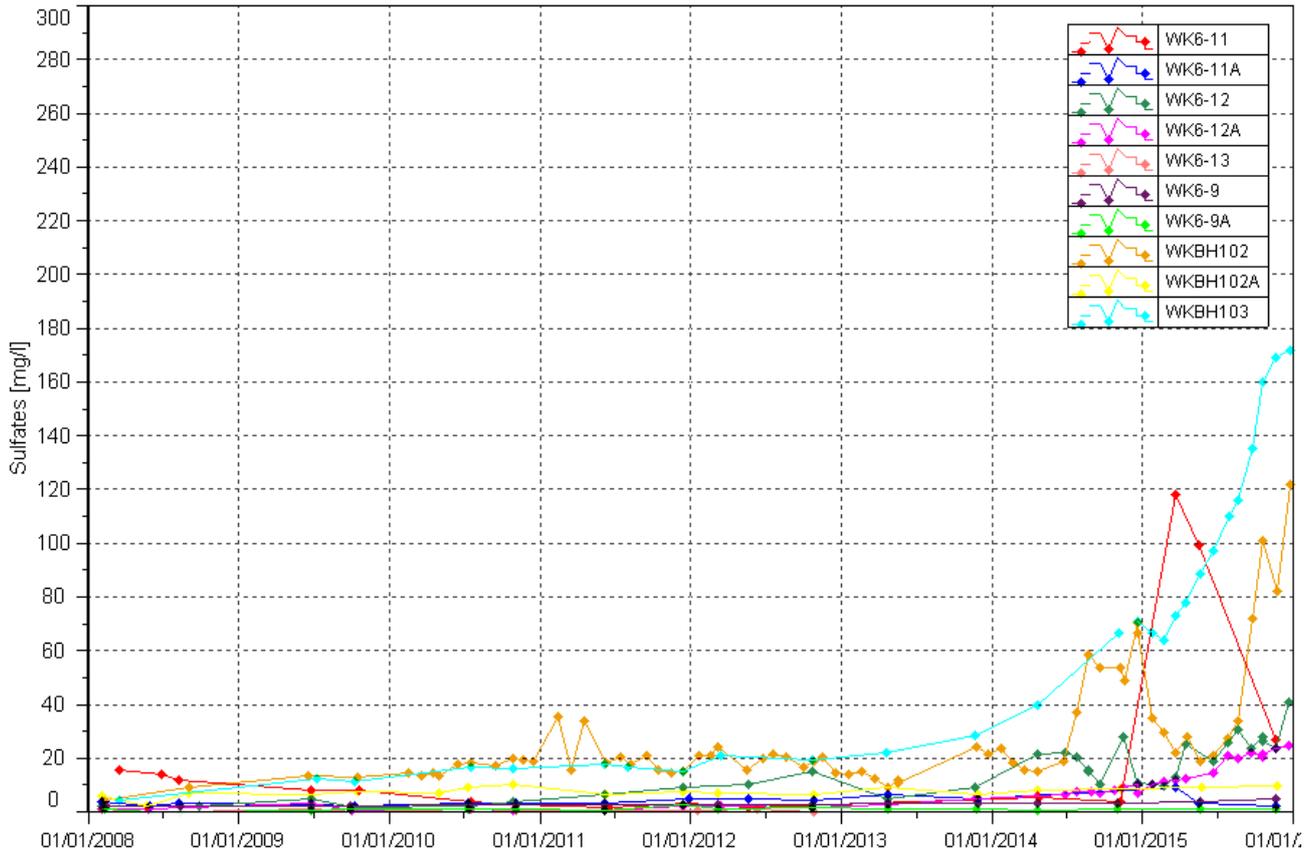
Manganèse : En 2015, le manganèse est faiblement détecté aux stations WK6-11 et WK6-11A. Les concentrations observées sont bien inférieures à la limite réglementaire.

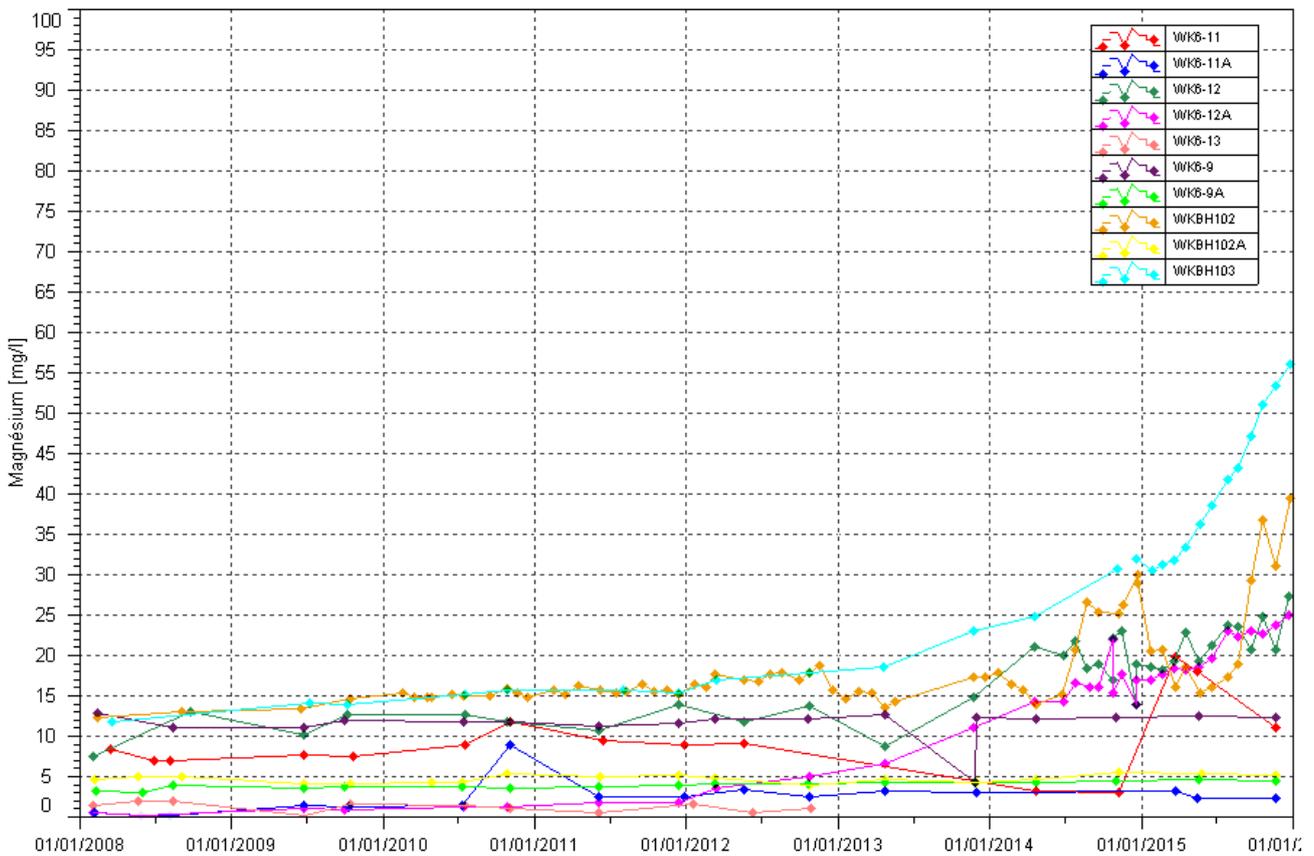
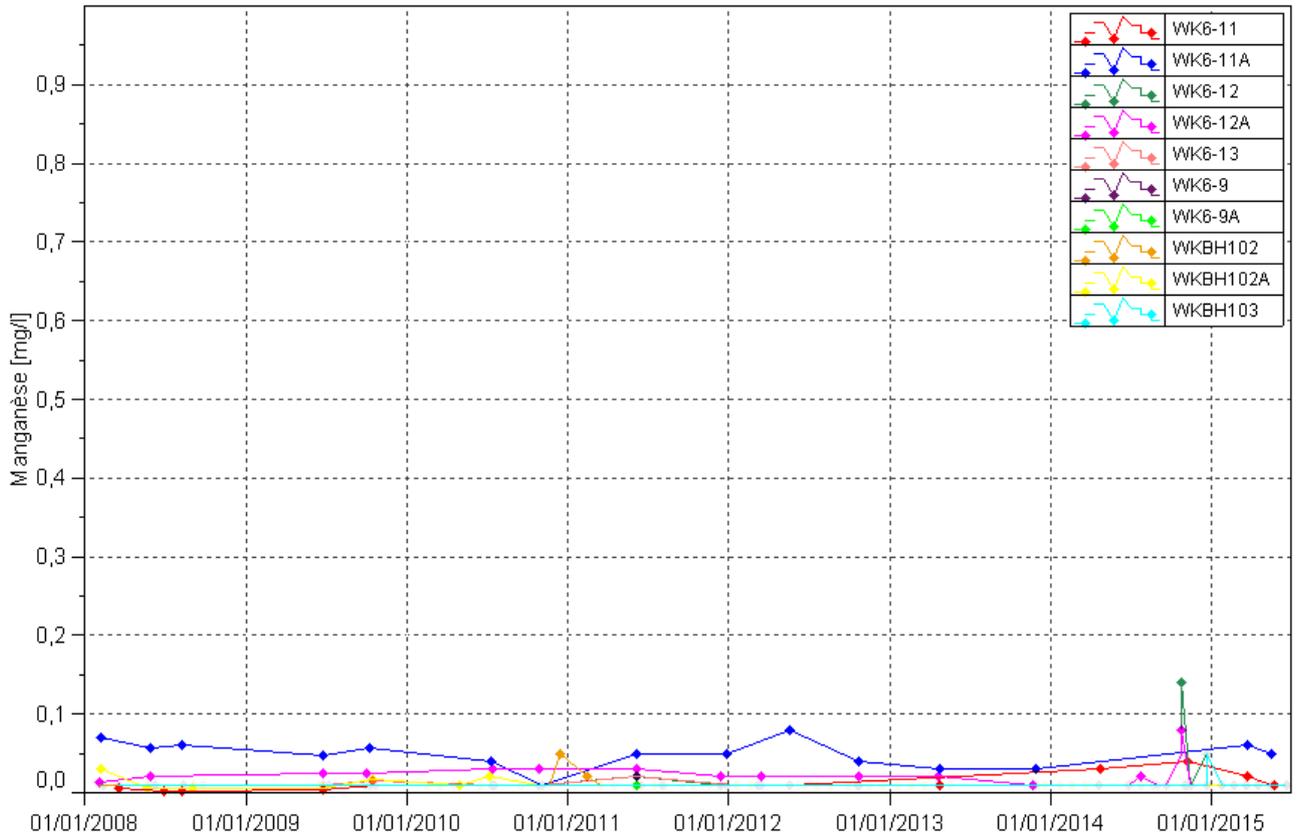
Magnésium : Les résultats du 2nd semestre de 2015 au piézomètre WKBH103 confirment la hausse constante des concentrations en magnésium. Les concentrations aux stations WKBH102 révèlent de nouveau une augmentation des teneurs en magnésium à partir d'octobre 2015. Aux stations WK6-12 et WK6-12A, les concentrations montrent une tendance à la hausse depuis janvier 2013.

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









Groupe B :

pH : compris entre 5.49 et 9.61.

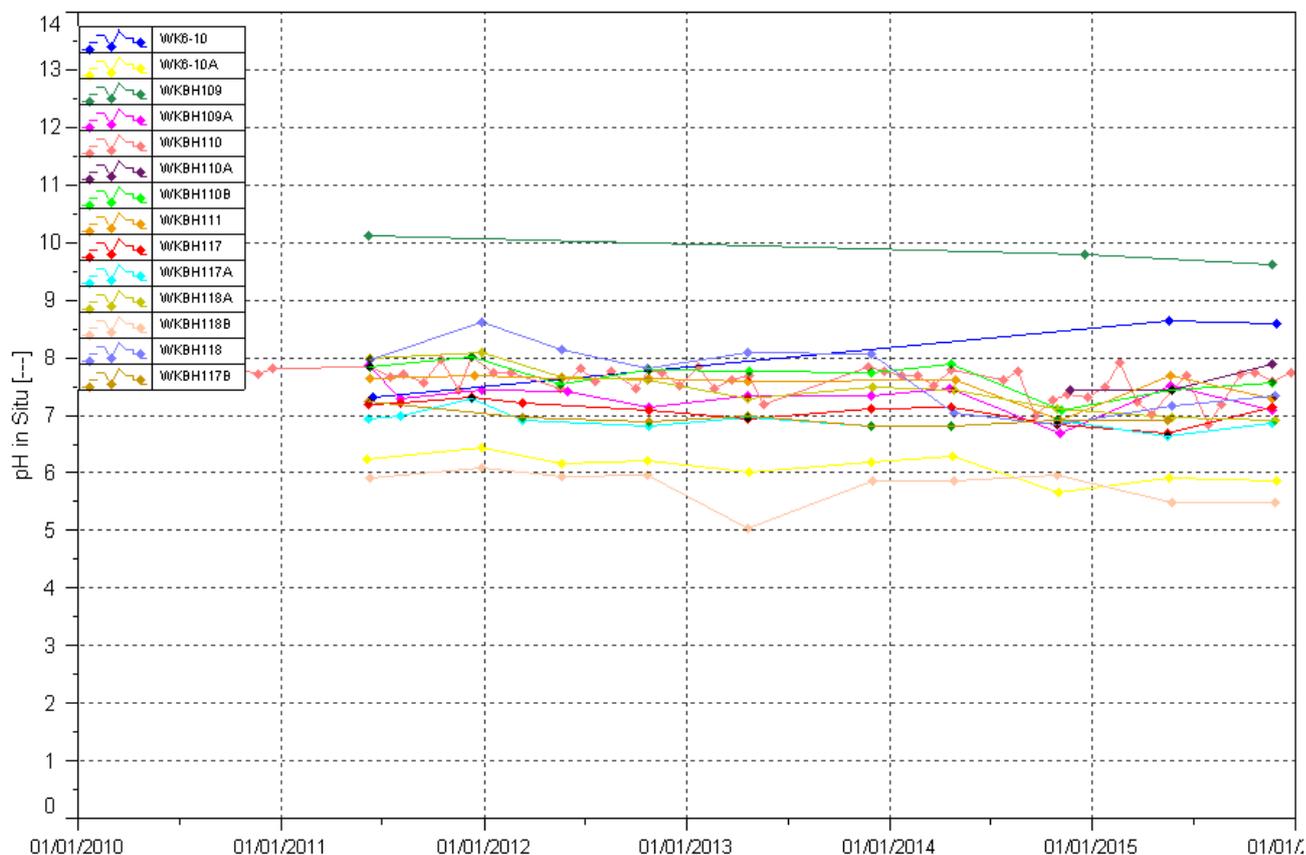
Conductivité : entre 71.5 et 232 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Une tendance à l'augmentation au piézomètre WKBH109A est observée depuis 2014. Cette tendance sera à surveiller au cours du prochain bilan semestriel. Au piézomètre WKBH110, les valeurs relevées depuis 2014 indiquent une tendance à l'augmentation de la conductivité. Le dernier contrôle de décembre montre une chute de la conductivité en fin d'année mais la valeur de janvier 2016, non reportée dans ce rapport, confirme la tendance à l'augmentation.

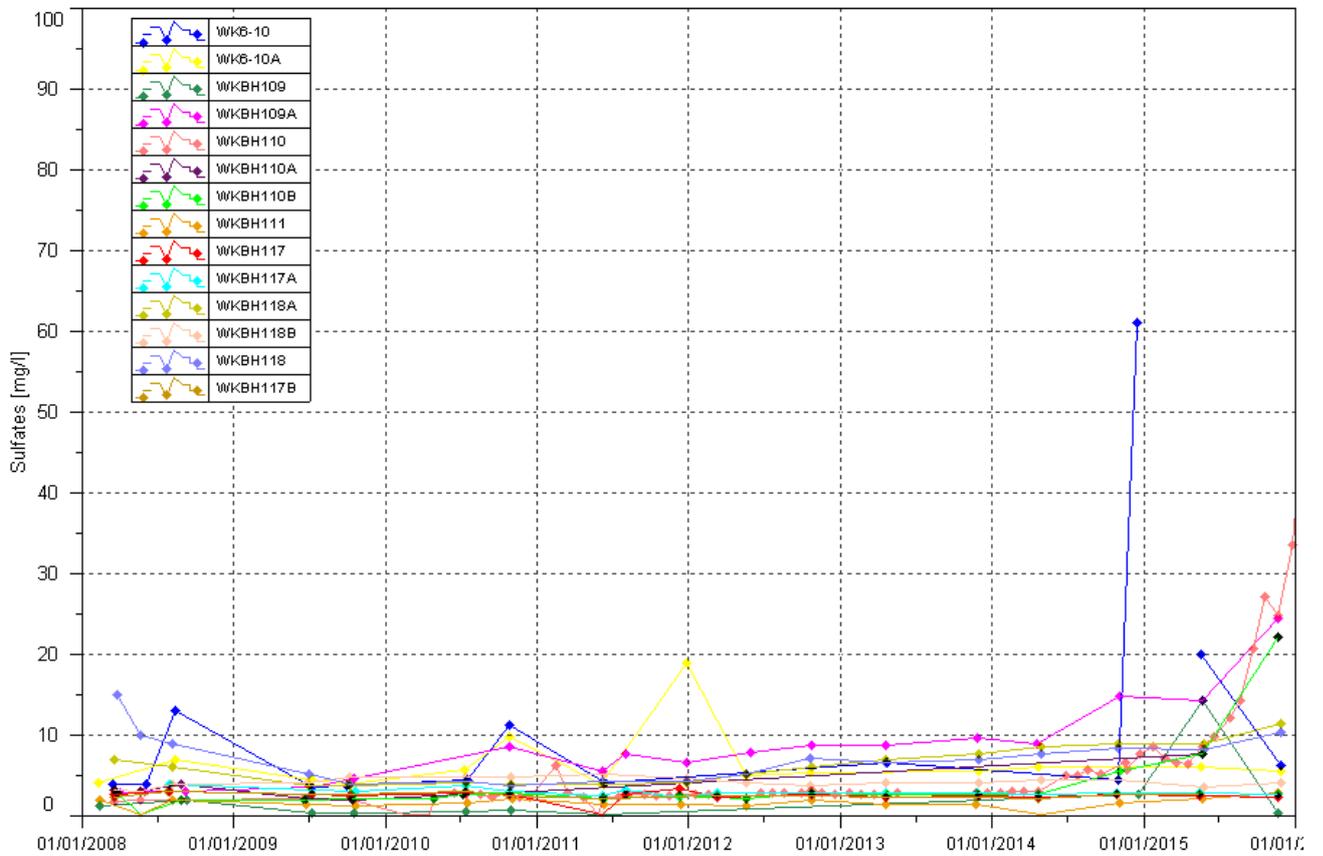
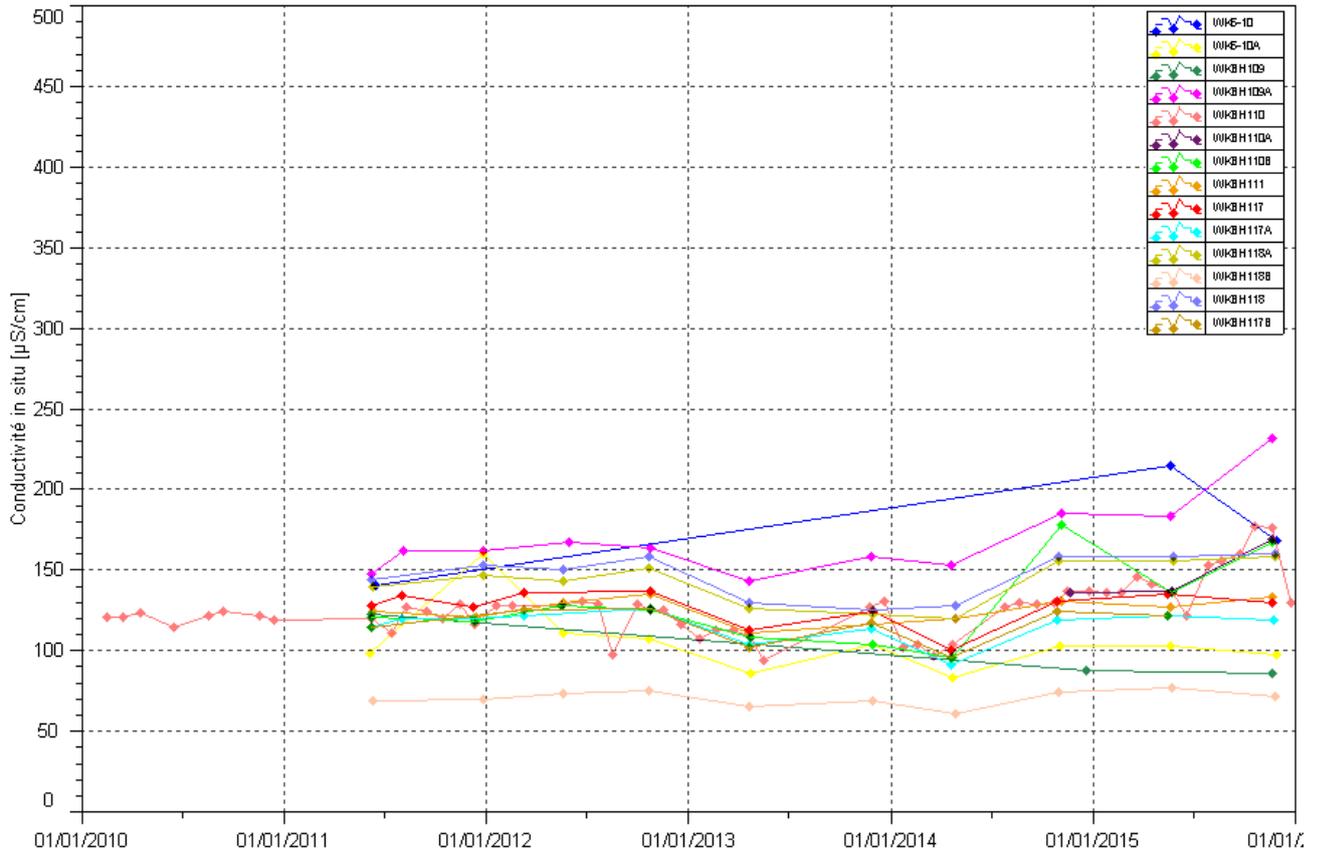
Sulfates : En 2015, les concentrations en sulfates confirment la tendance à l'augmentation aux piézomètres WKBH110, WKBH110B, WKBH109A. En 2015, la teneur maximale en sulfates de 33.5 mg/l est mesurée au piézomètre WKBH110 le 23 décembre.

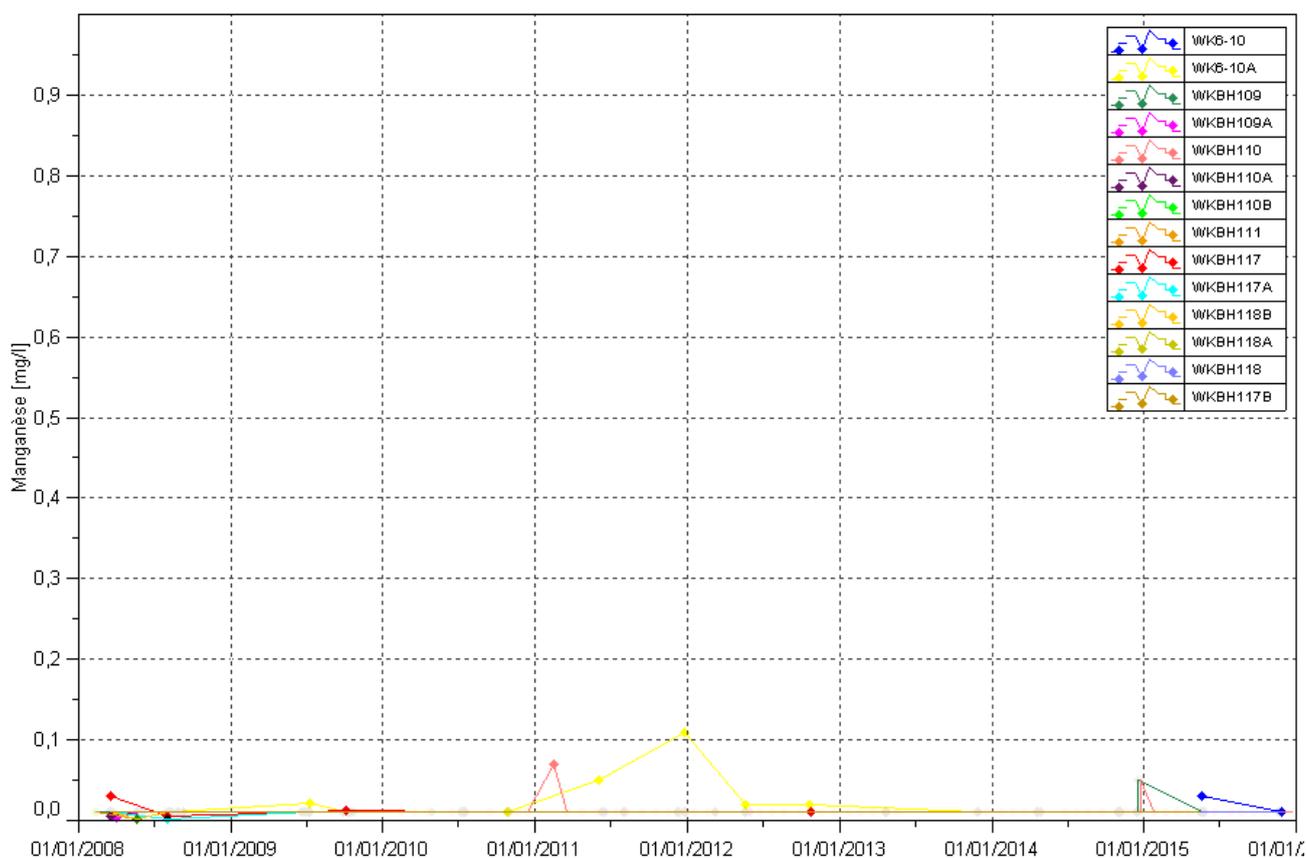
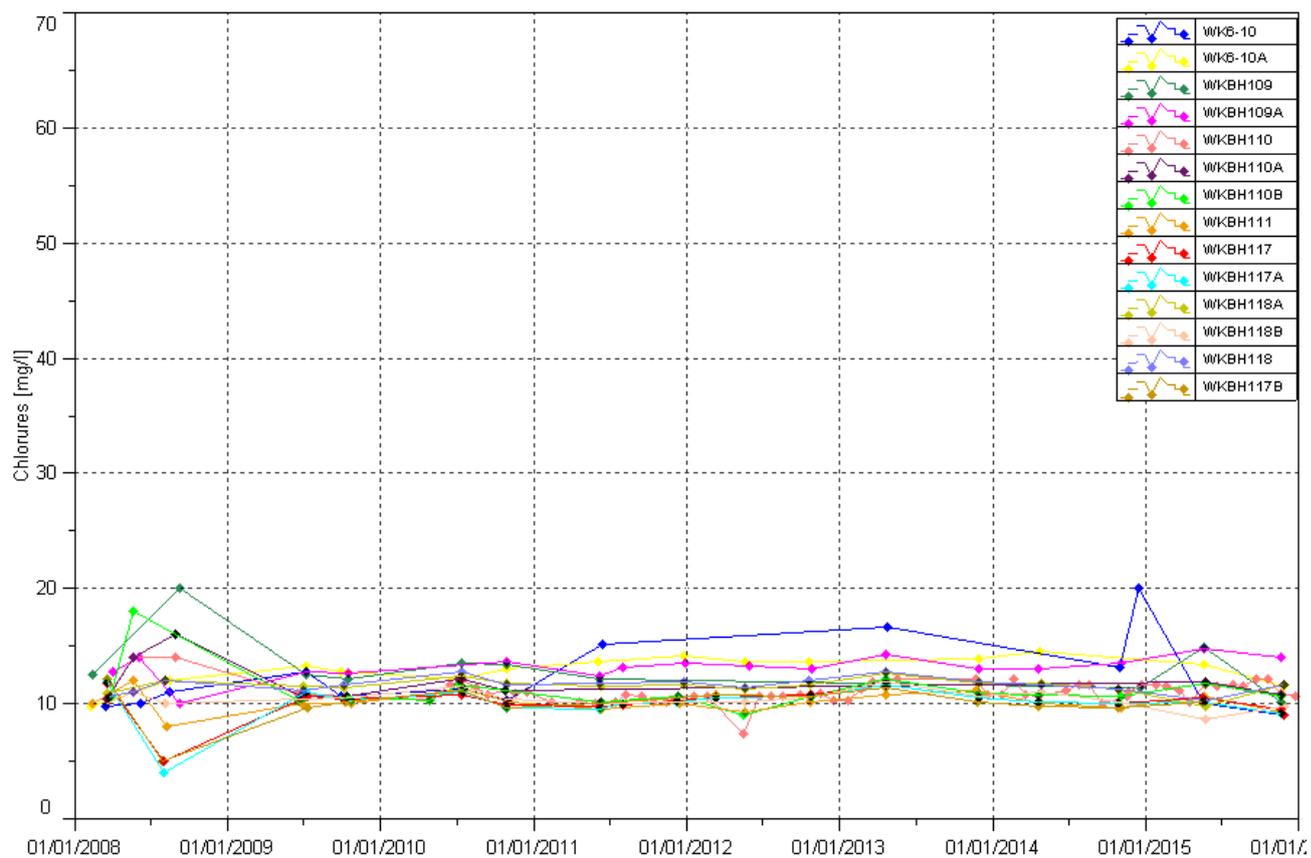
Chlorures : aucune évolution particulière n'est à signaler au niveau des piézomètres de ce groupe en 2015.

Manganèse : en 2015, pour ce groupe, le manganèse est seulement détecté au piézomètre WK6-10. Les valeurs mesurées sont faibles.

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







Groupe C :

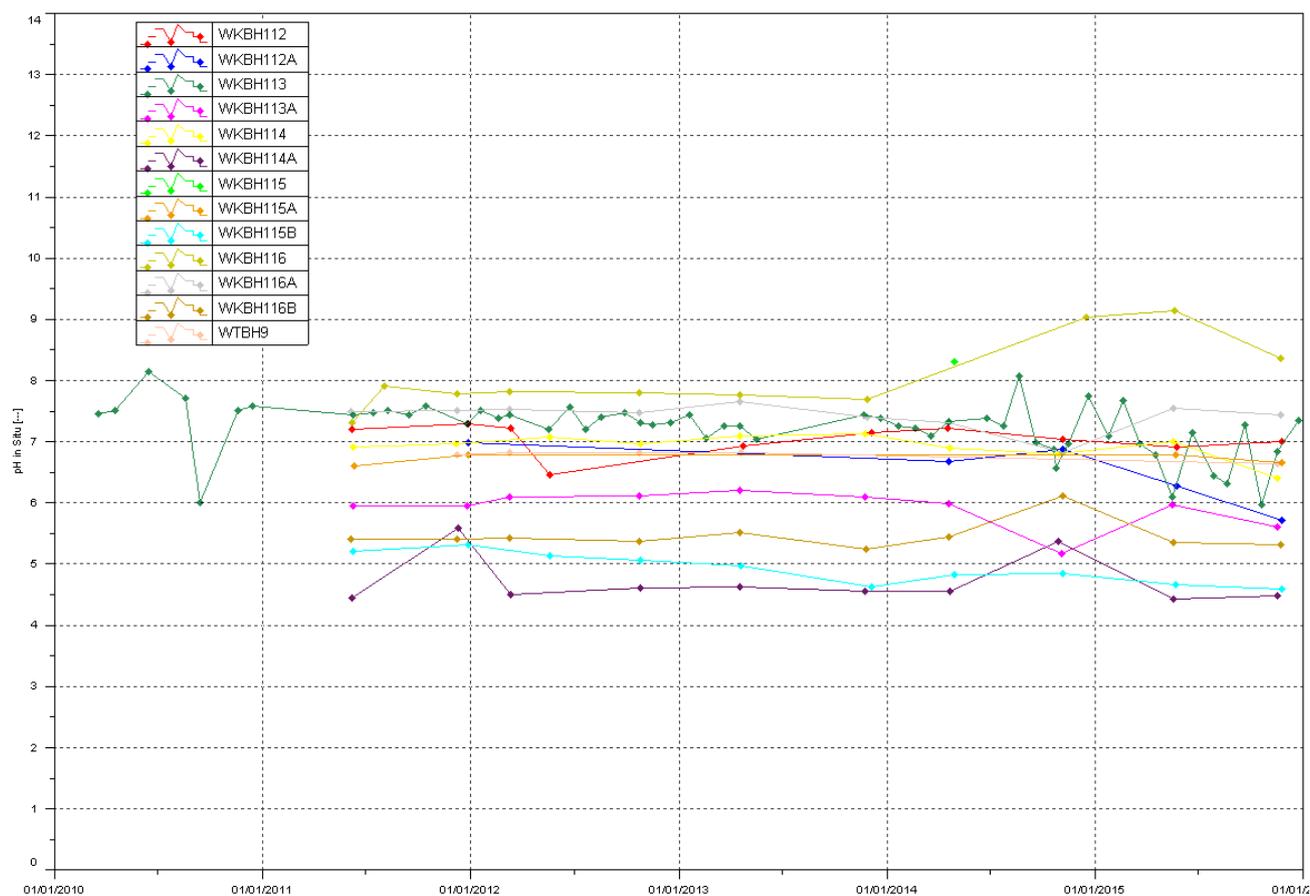
pH : compris entre 4.4 et 8.3 au 2nd semestre. Le max de pH est toujours mesuré à la station WKBH116 et le minimum à la station WKBH114A.

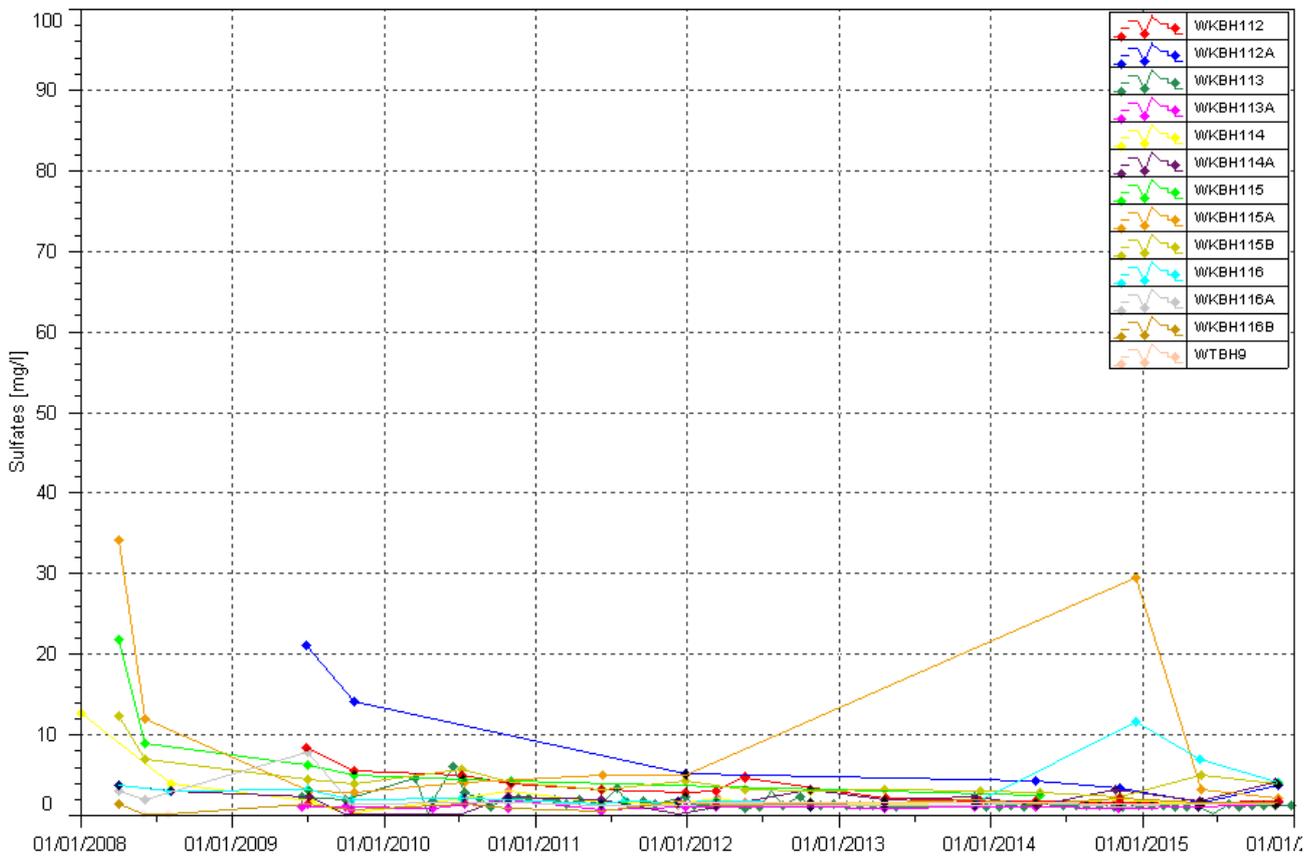
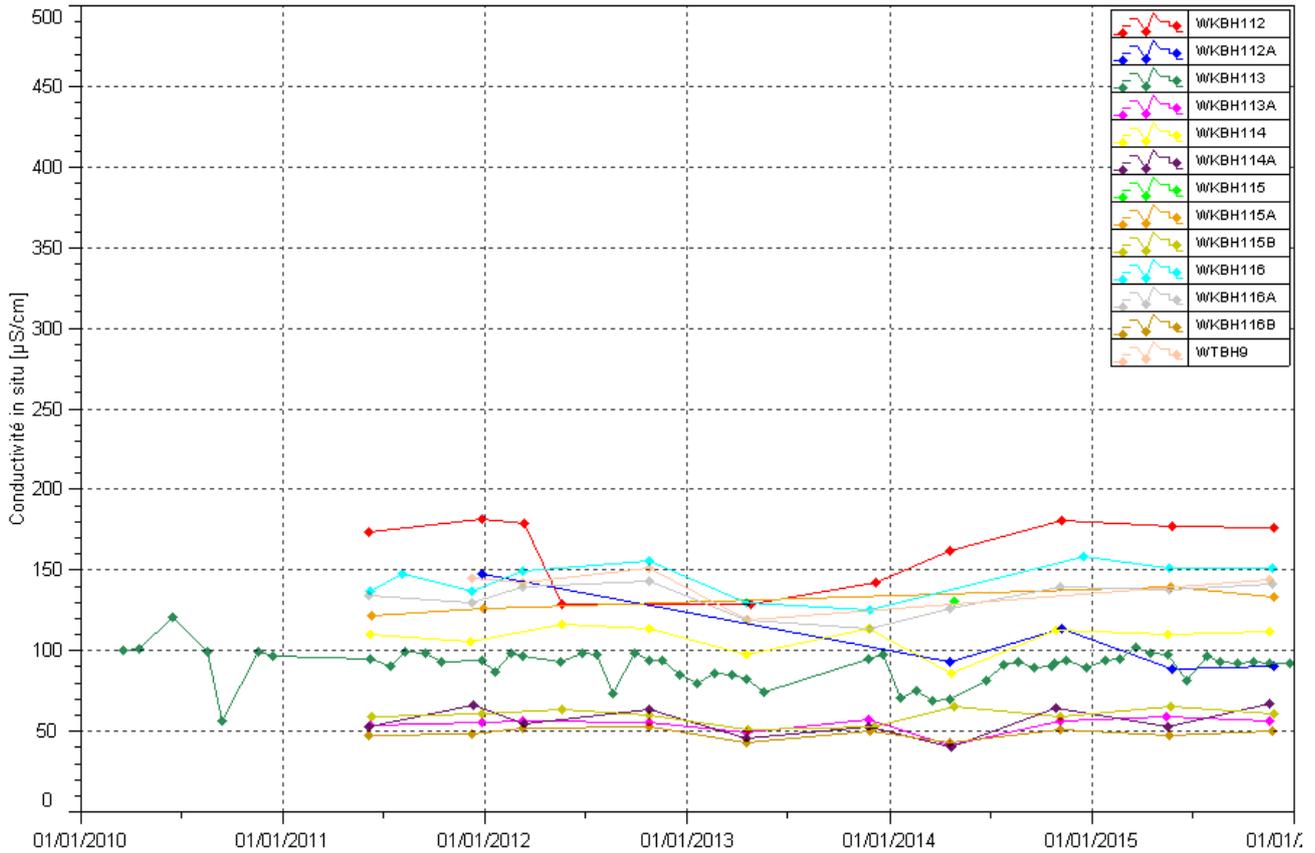
Conductivité : comprise entre 50 et 150 µS/cm. Les relevés de 2015 indiquent une stabilité des conductivités.

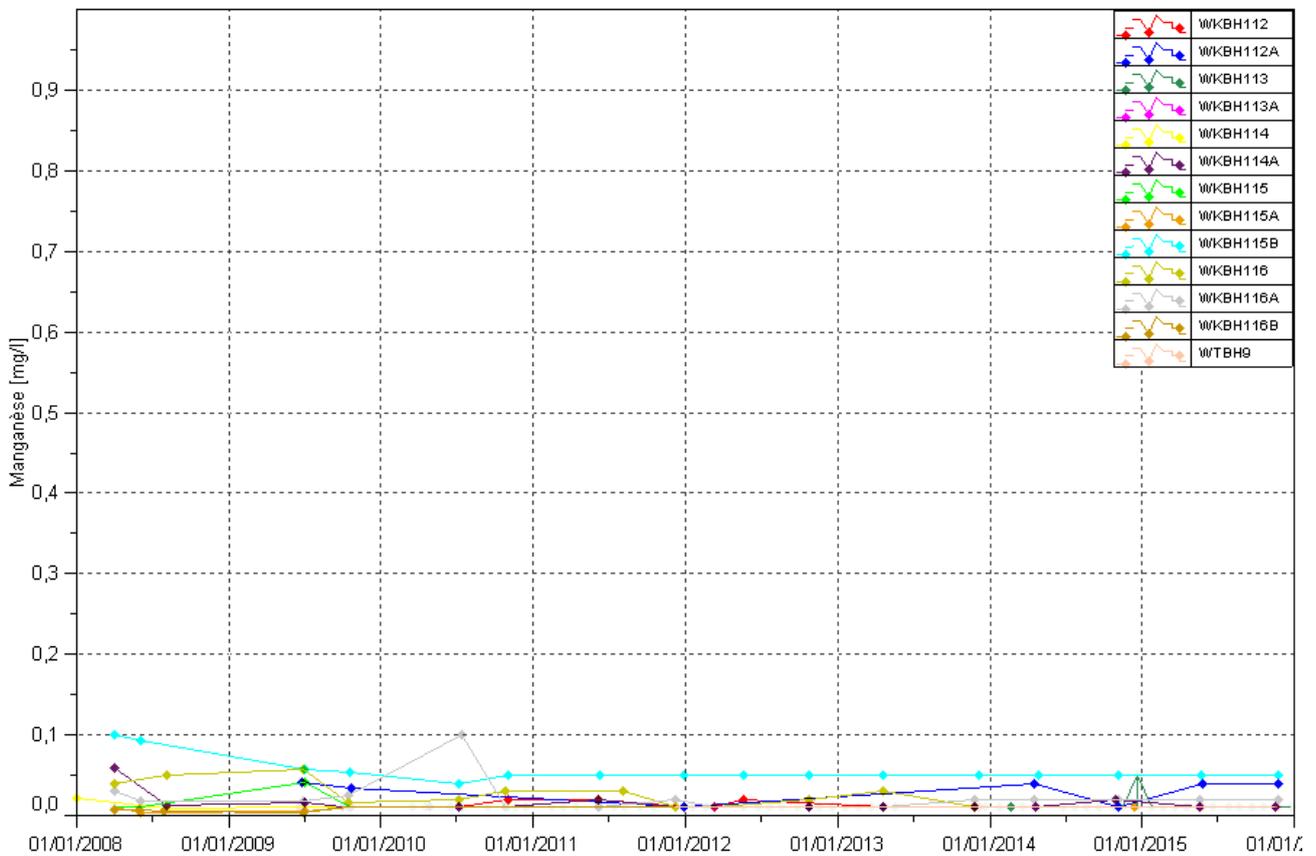
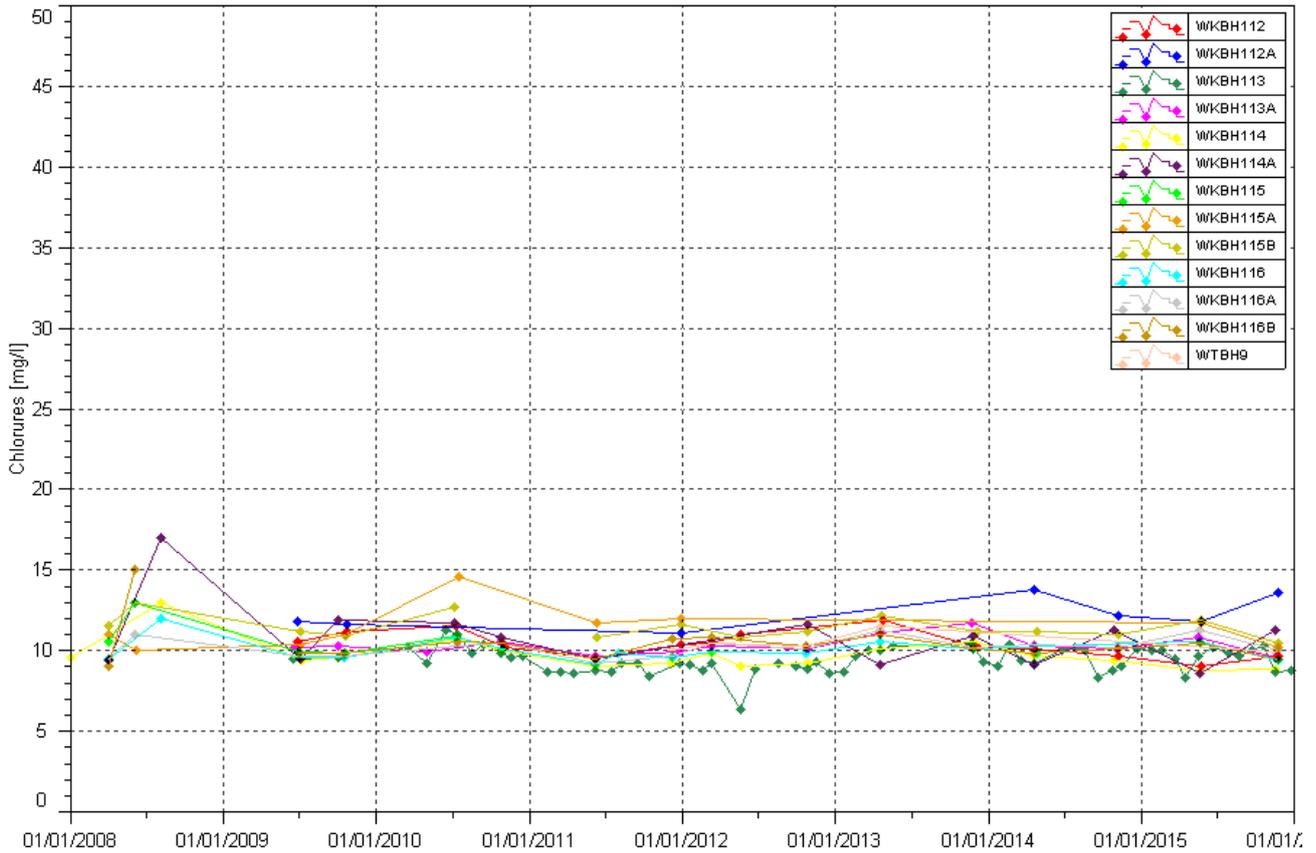
Sulfates : les contrôles de 2015 révèlent des concentrations inférieures à 10 mg/l et comparables aux années précédentes.

Chlorures : aucune évolution particulière n'est à constater.

Manganèse : les résultats de 2015 montrent toujours que le bruit de fond en manganèse est stable dans ce groupe depuis 2011.

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






Groupe D :

Au second semestre, les piézomètres WTBH11A et WK6-14 sont asséchés.

pH : compris entre 7.75 et 9.25 au 2nd semestre.

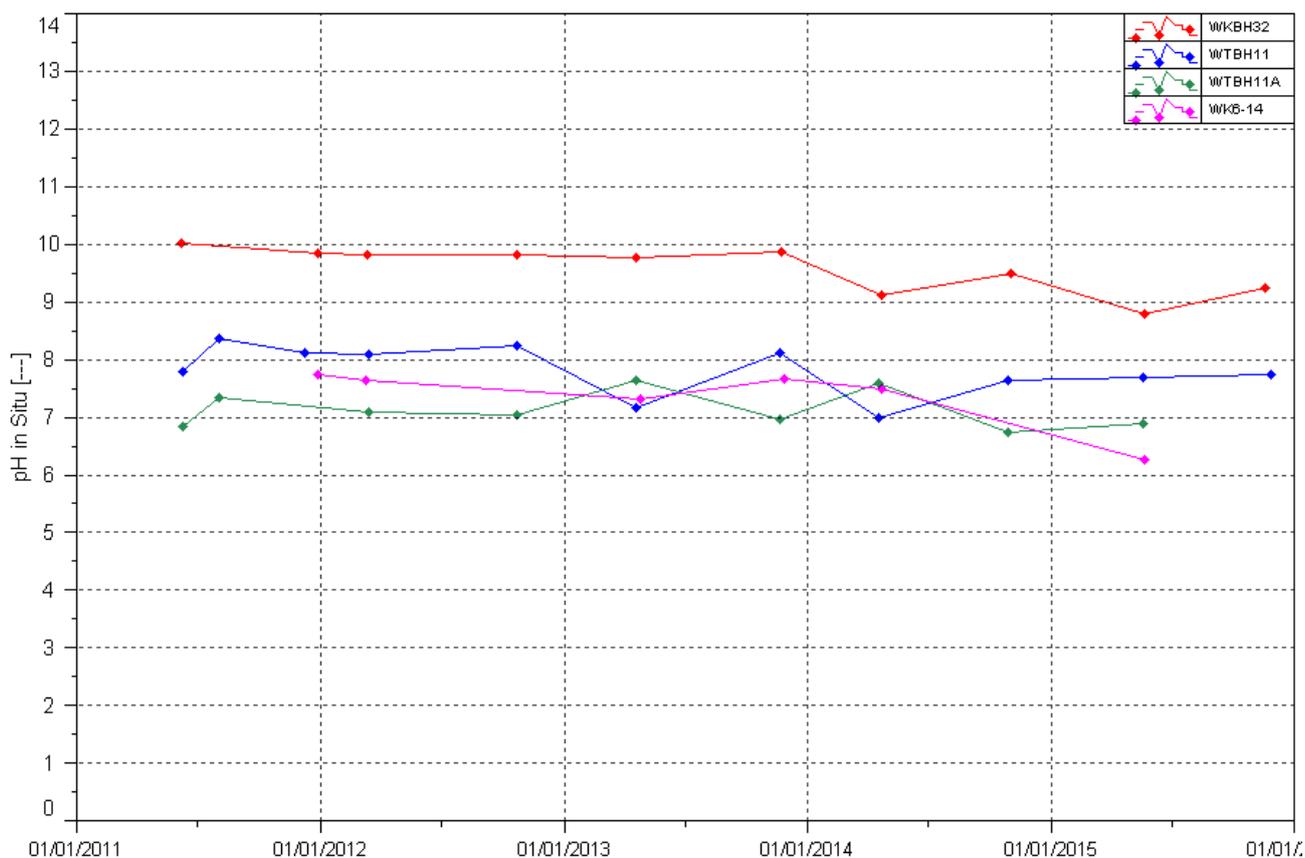
Conductivité : comprise entre 130 et 184 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

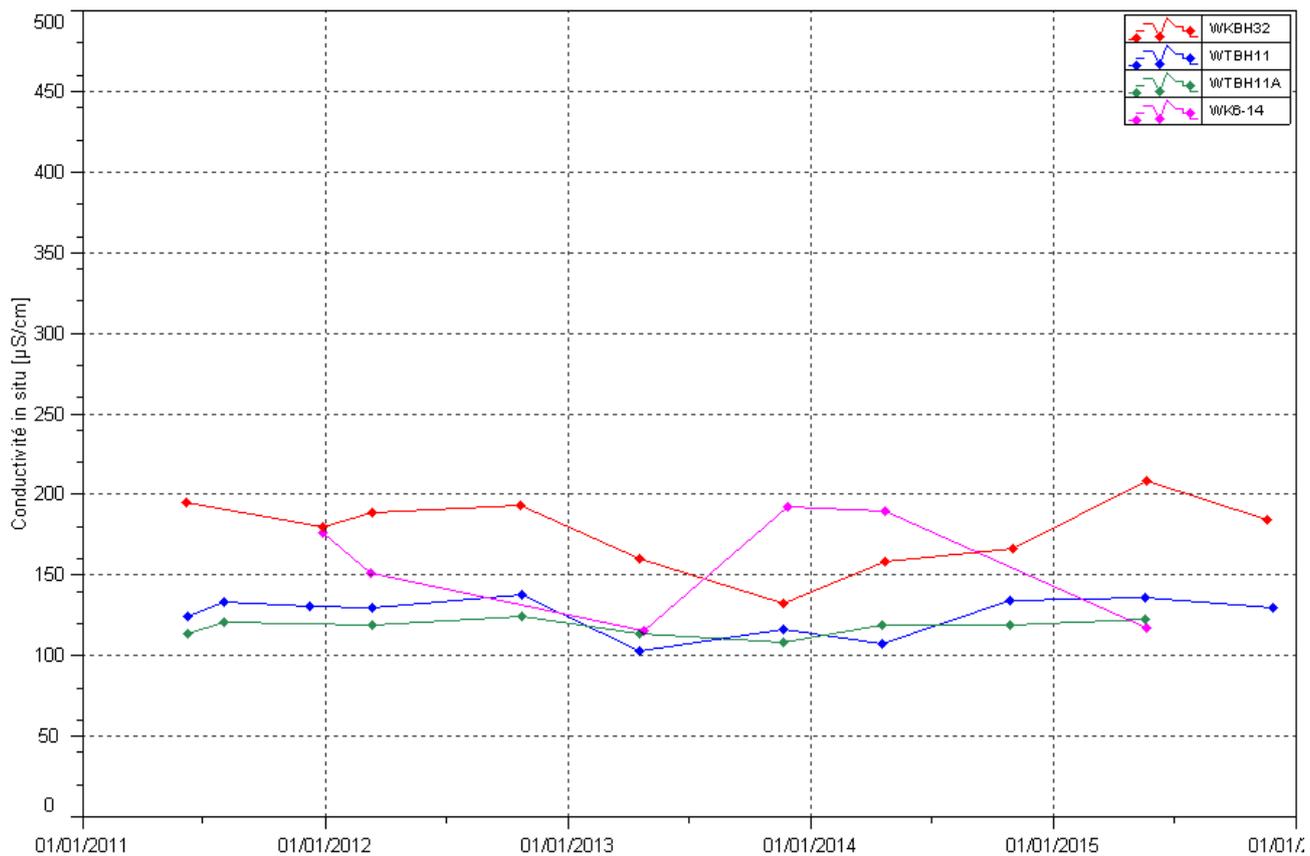
Sulfates : les concentrations en sulfates restent faibles dans les piézomètres de ce groupe.

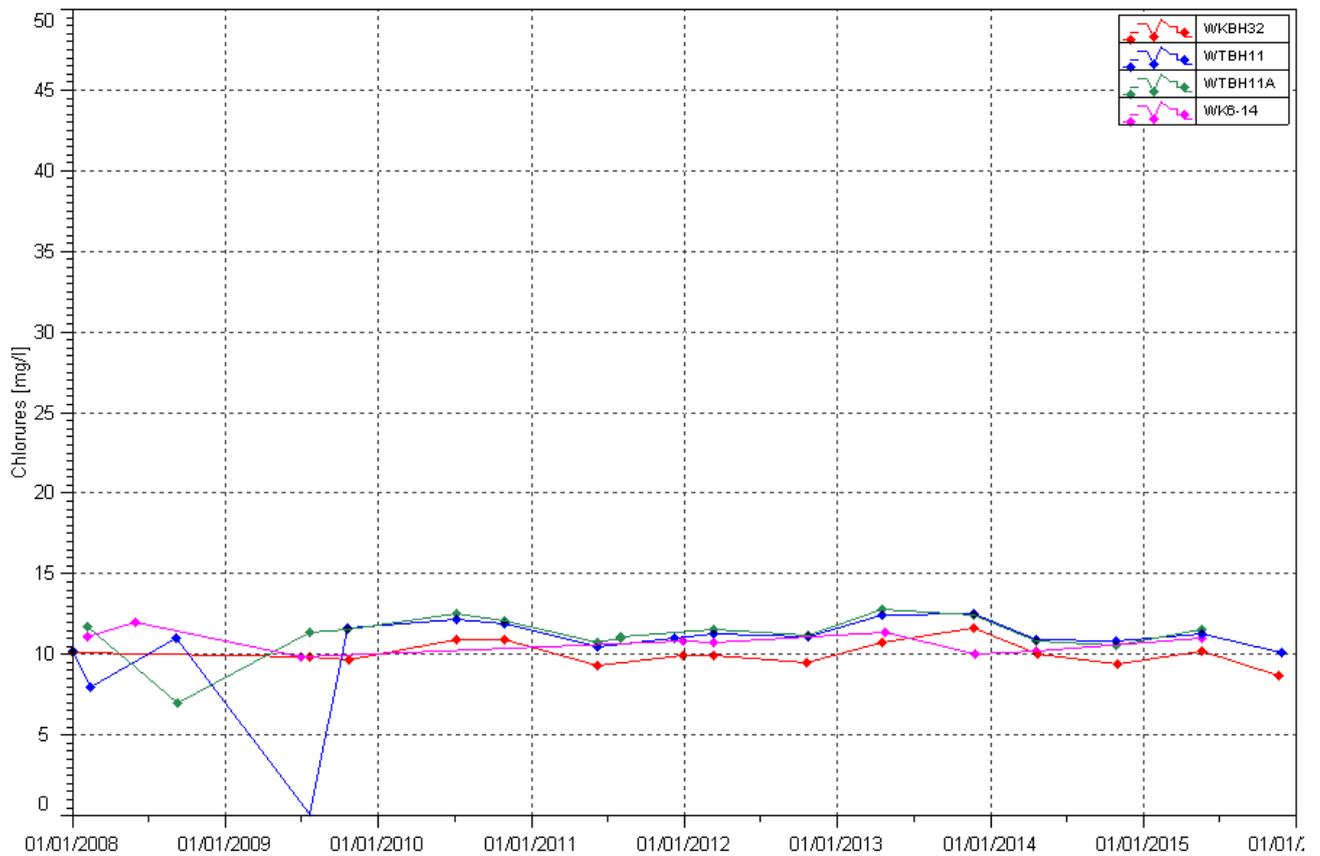
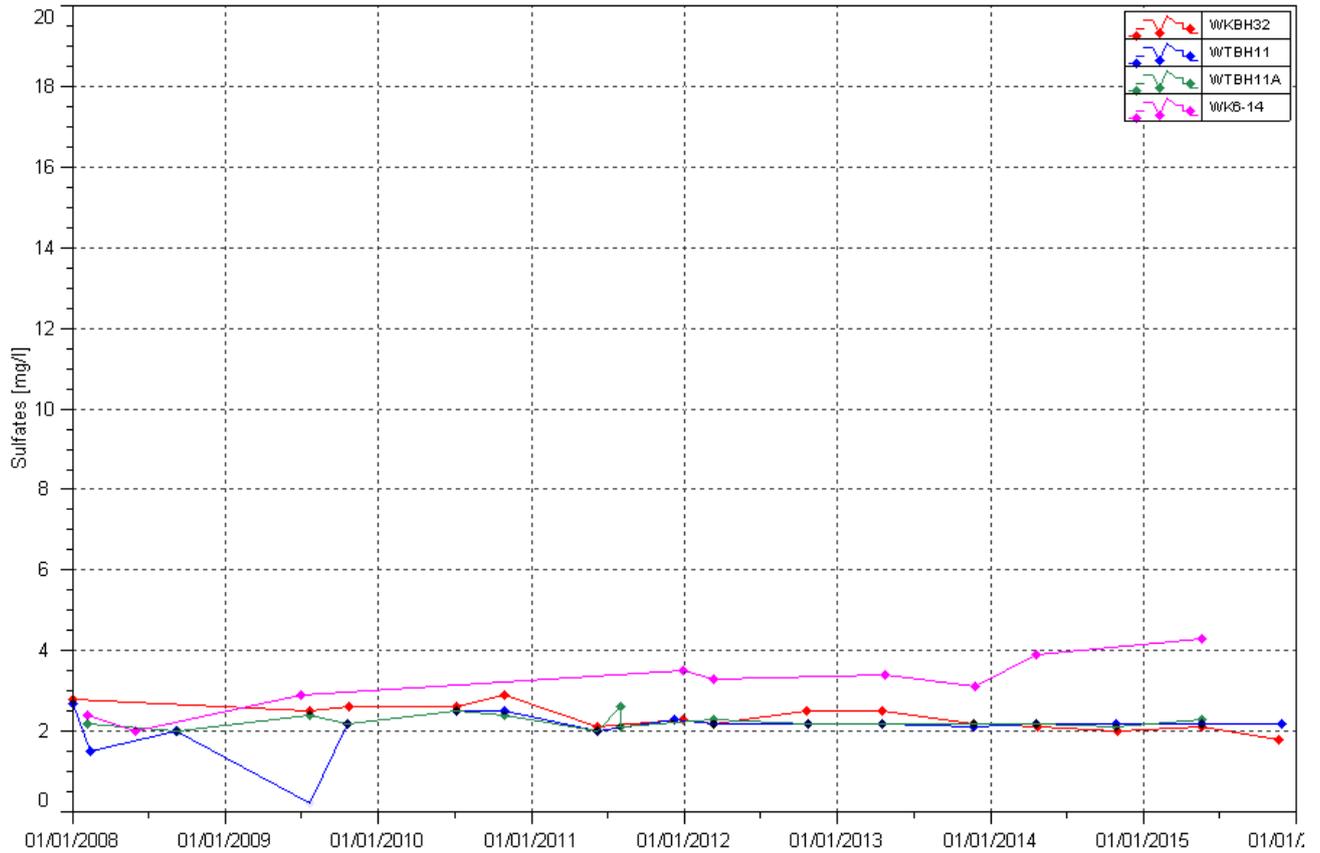
Chlorures : les résultats de 2015 montrent toujours une stabilité des concentrations en chlorures.

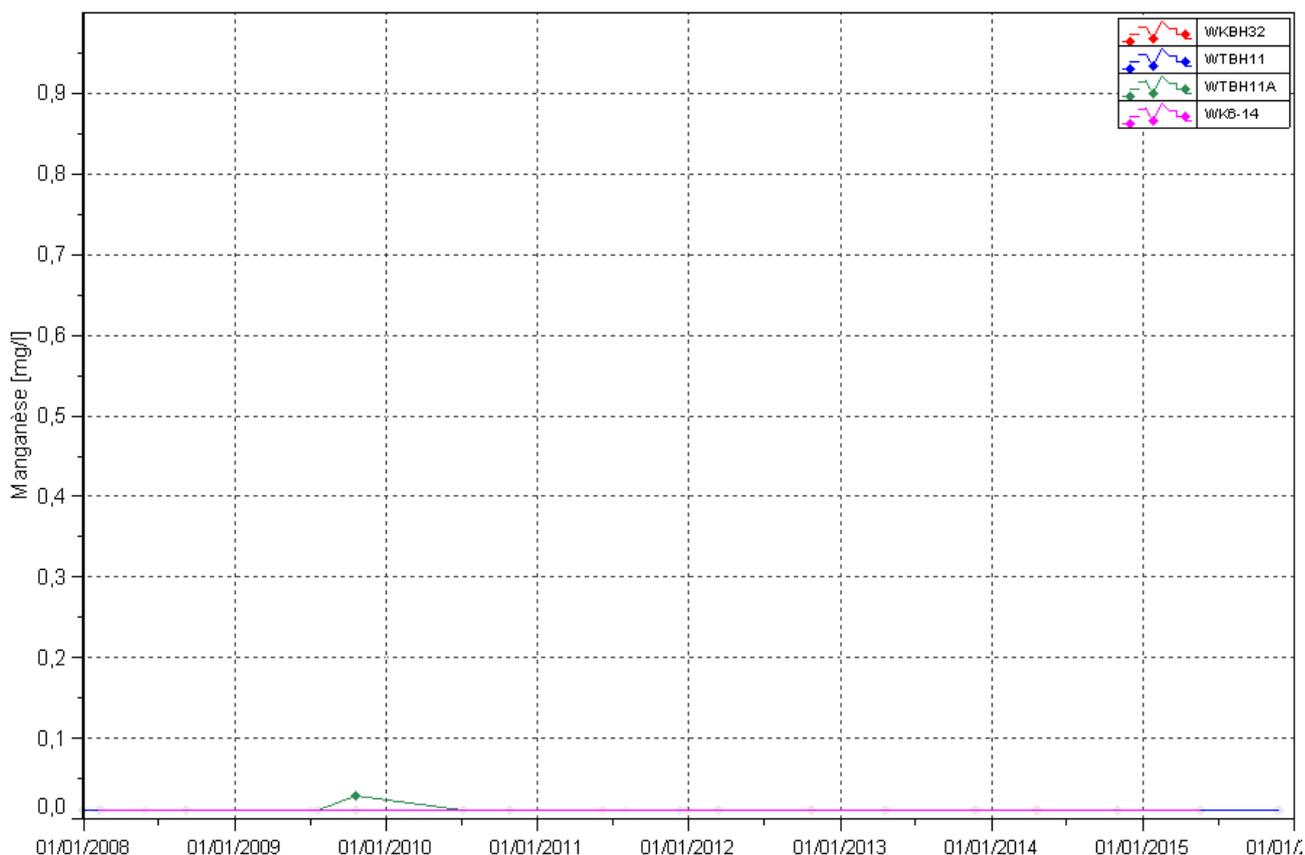
Manganèse : le manganèse n'est pas détecté.

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 suivant :

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.

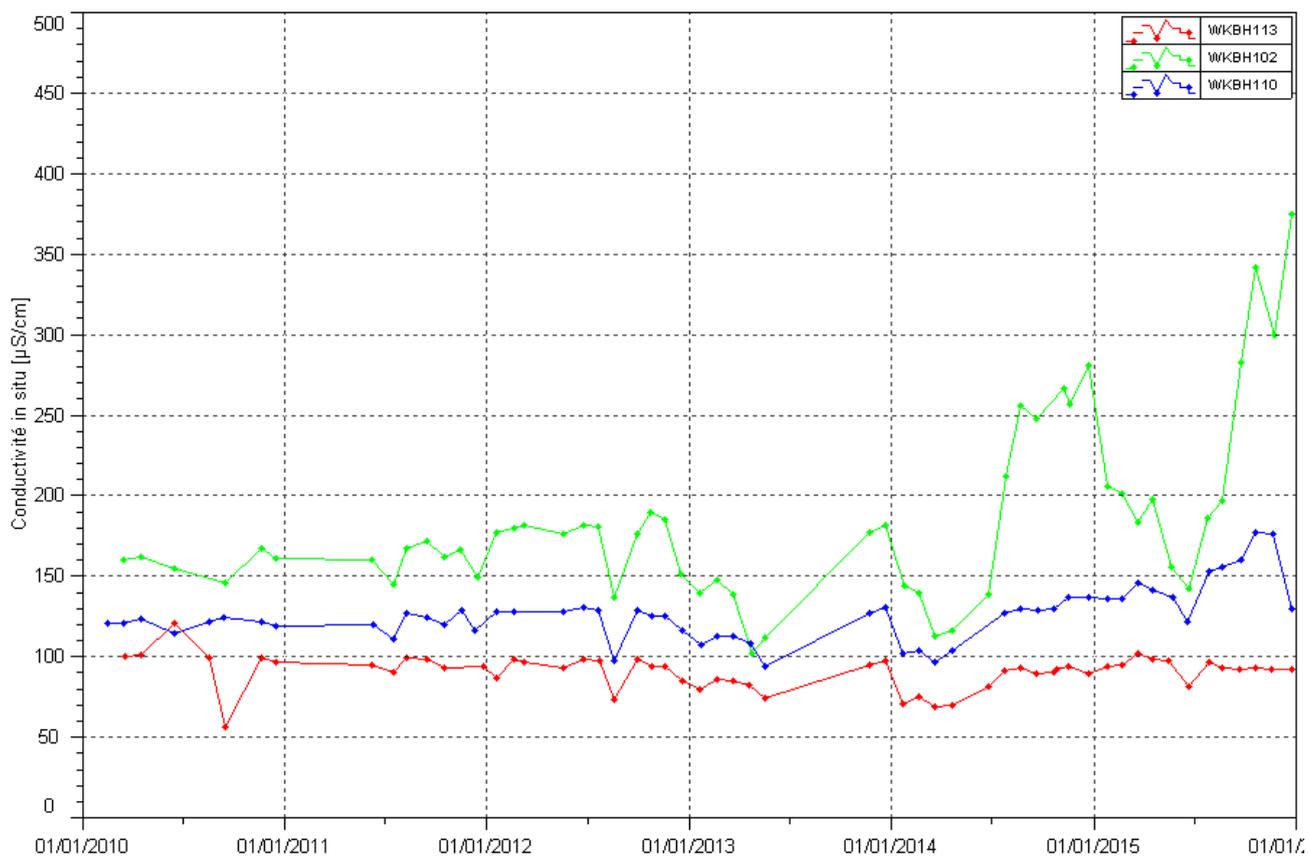
Depuis 2013, les mesures de conductivité au piézomètre WKBH102 montrent des variations plus accentuées. A partir de juin 2015, les relevés de conductivité indiquent une forte augmentation de la conductivité. En juin, on relève 142 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et au contrôle de décembre, la mesure de conductivité est de 375 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

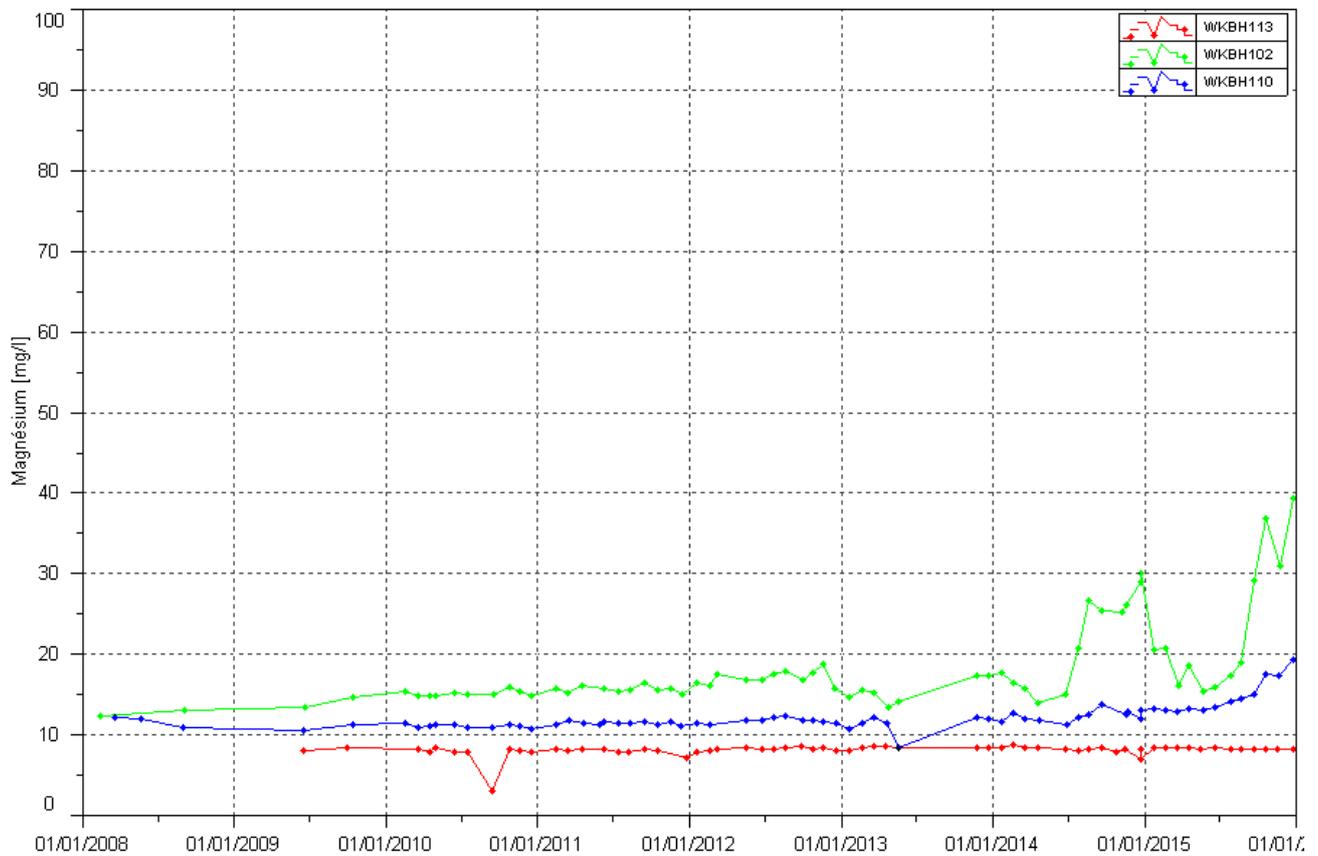
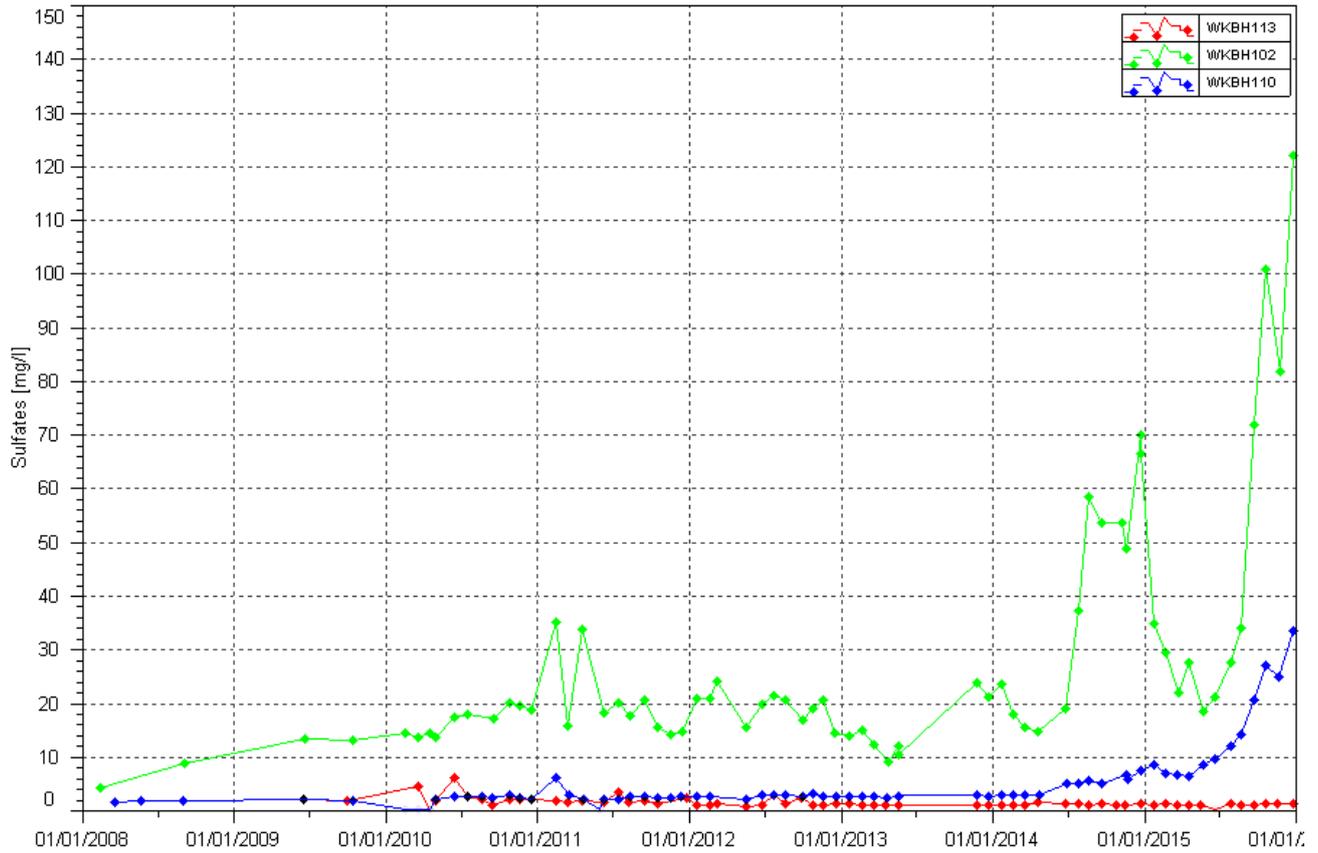
En revanche, au piézomètre WKBH110, les derniers contrôles de 2015 ne confirment pas la tendance à l'augmentation de la conductivité. Au piézomètre WKBH113, les résultats de 2015 de conductivité sont stables depuis juillet 2014.

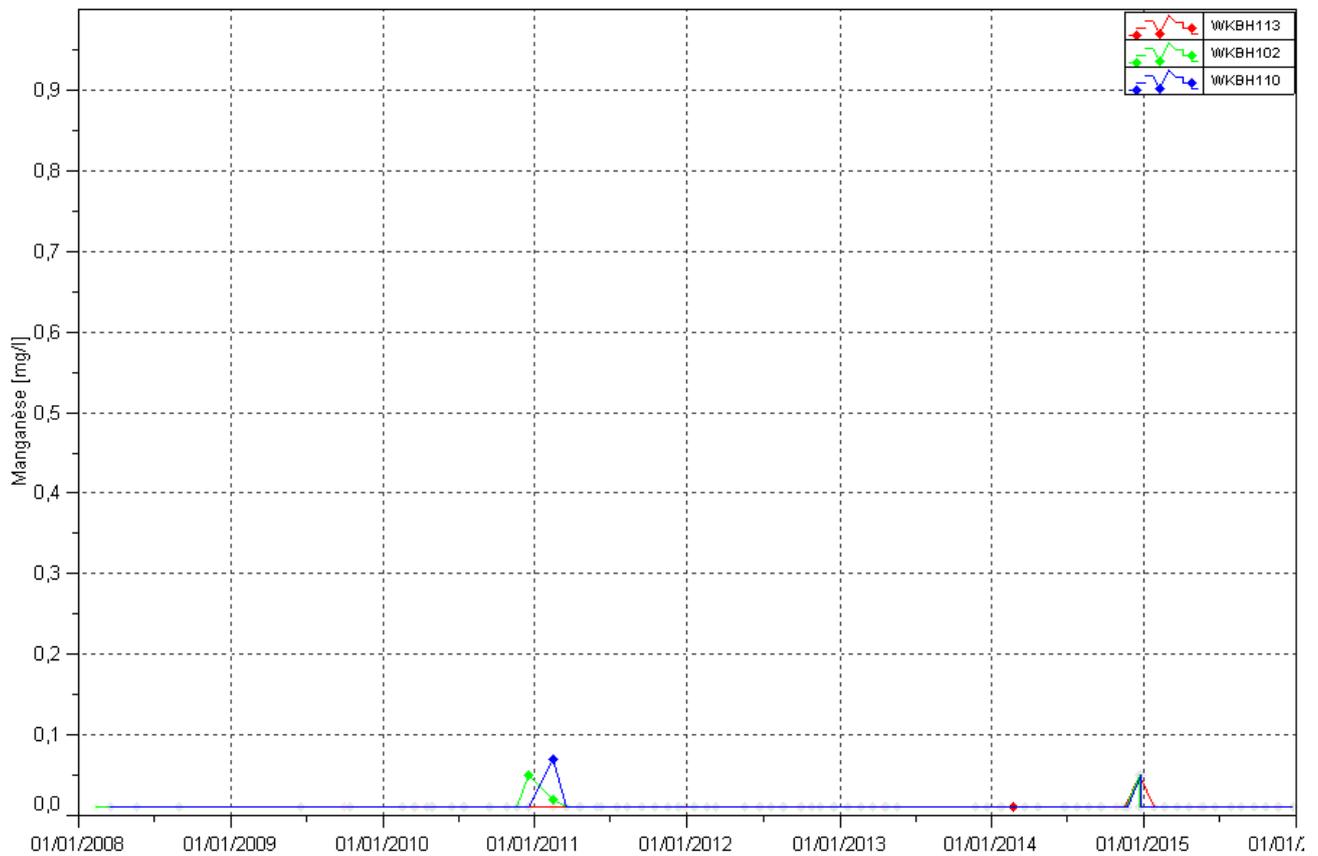
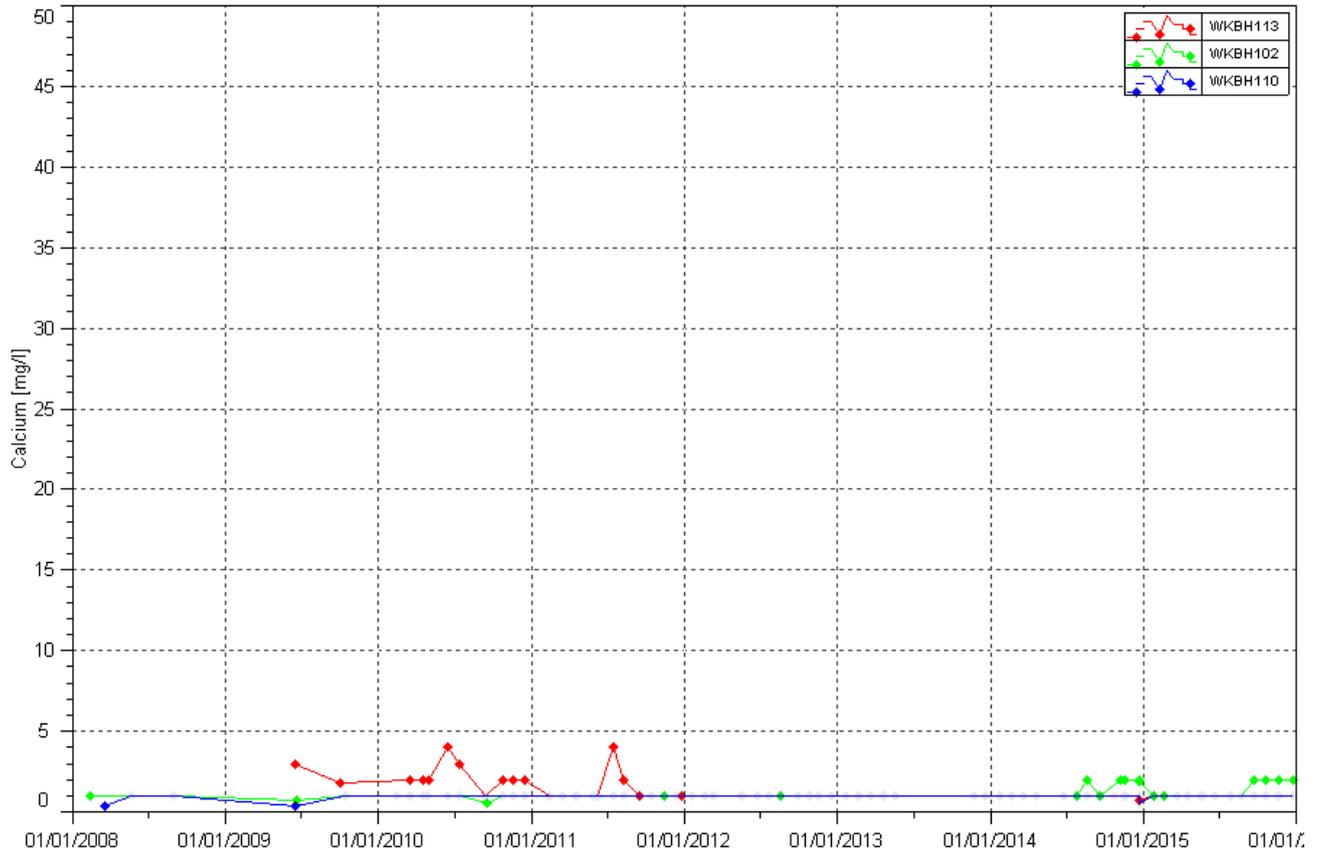
Comme pour la conductivité, les variations de teneurs en sulfates et magnésium au piézomètre WKBH102 sont accentuées depuis janvier 2013. A partir de juin 2015, les résultats pour ces deux paramètres montrent une augmentation des teneurs. Lors du contrôle de juin, on relève une concentration en sulfates de 21,2 mg/l et au mois de décembre, une teneur de 122 mg/l est mesurée au piézomètre WKBH102. Au piézomètre WKBH110, les concentrations en sulfates et magnésium de 2015 augmentent progressivement depuis juillet 2014. Les résultats de 2015 à la station WKBH113 confirment la stabilité des teneurs en sulfates et magnésium depuis 2010.

Les teneurs en calcium sont faibles et le manganèse n'est pas détecté durant ce semestre au niveau de ces stations.

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

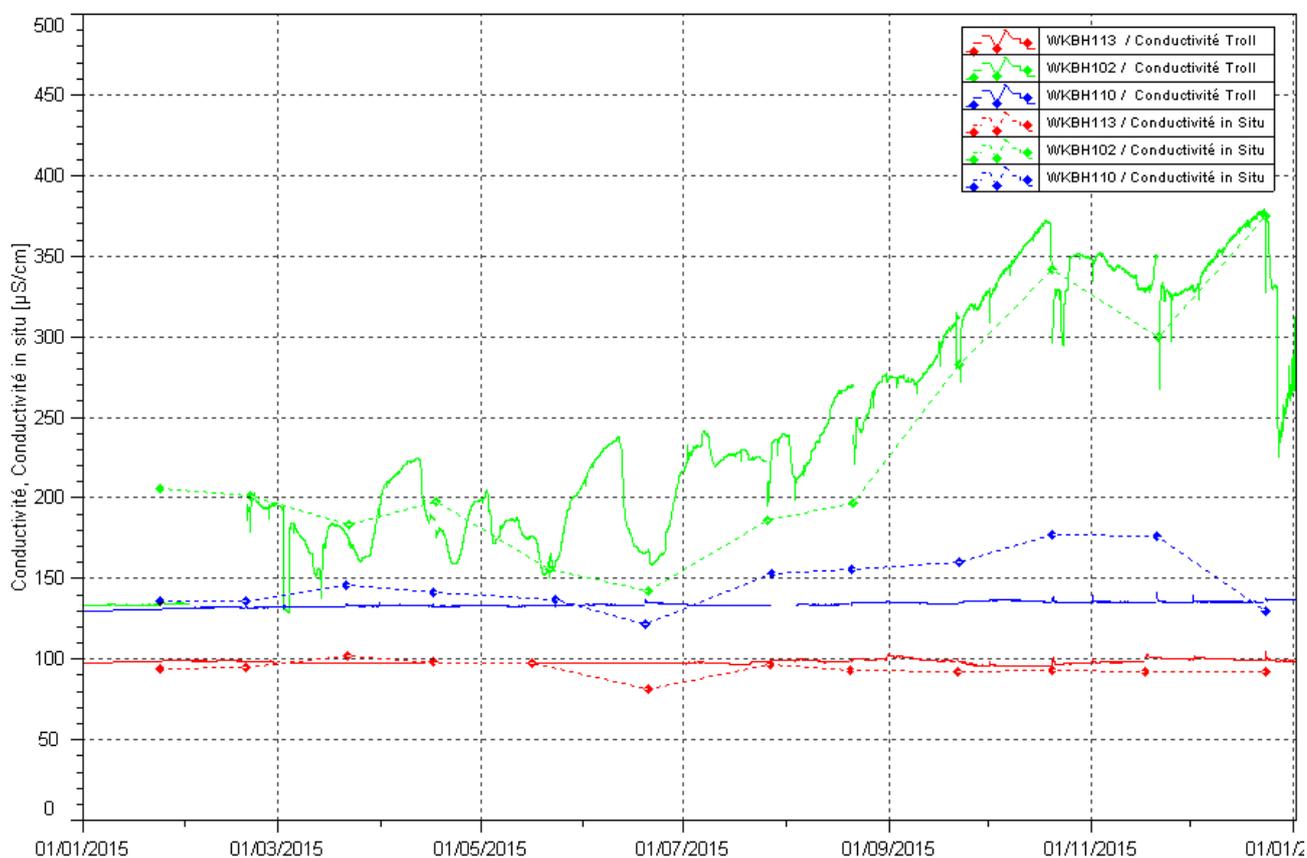
Ces piézomètres sont équipés depuis le 17 juin 2009 de sondes de type Aqua Troll 200 qui enregistre les variations de conductivité et de température.

La figure 11 ci-après représente les enregistrements automatiques de conductivité des Aqua Troll 200. Au piézomètre WKBH102, des fluctuations importantes de la conductivité sont enregistrées. A partir du 2nd semestre, les mesures en continu révèlent une hausse de la conductivité. Cette évolution est confirmée par les relevés manuels. Durant le mois de décembre, une chute de la conductivité est constatée mais les dernières mesures automatiques à la fin du mois de décembre semblent de nouveau indiquer une hausse des conductivités. Cette évolution sera à suivre lors du prochain bilan semestriel.

Le piézomètre WKBH102 est un piézomètre d'alerte, situé au pied de la berme. En 2015, la conductivité max enregistrée est de 379,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 23 décembre.

Aux stations WKBH110 et WKBH113, les enregistrements continus montrent une stabilité de la conductivité.

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



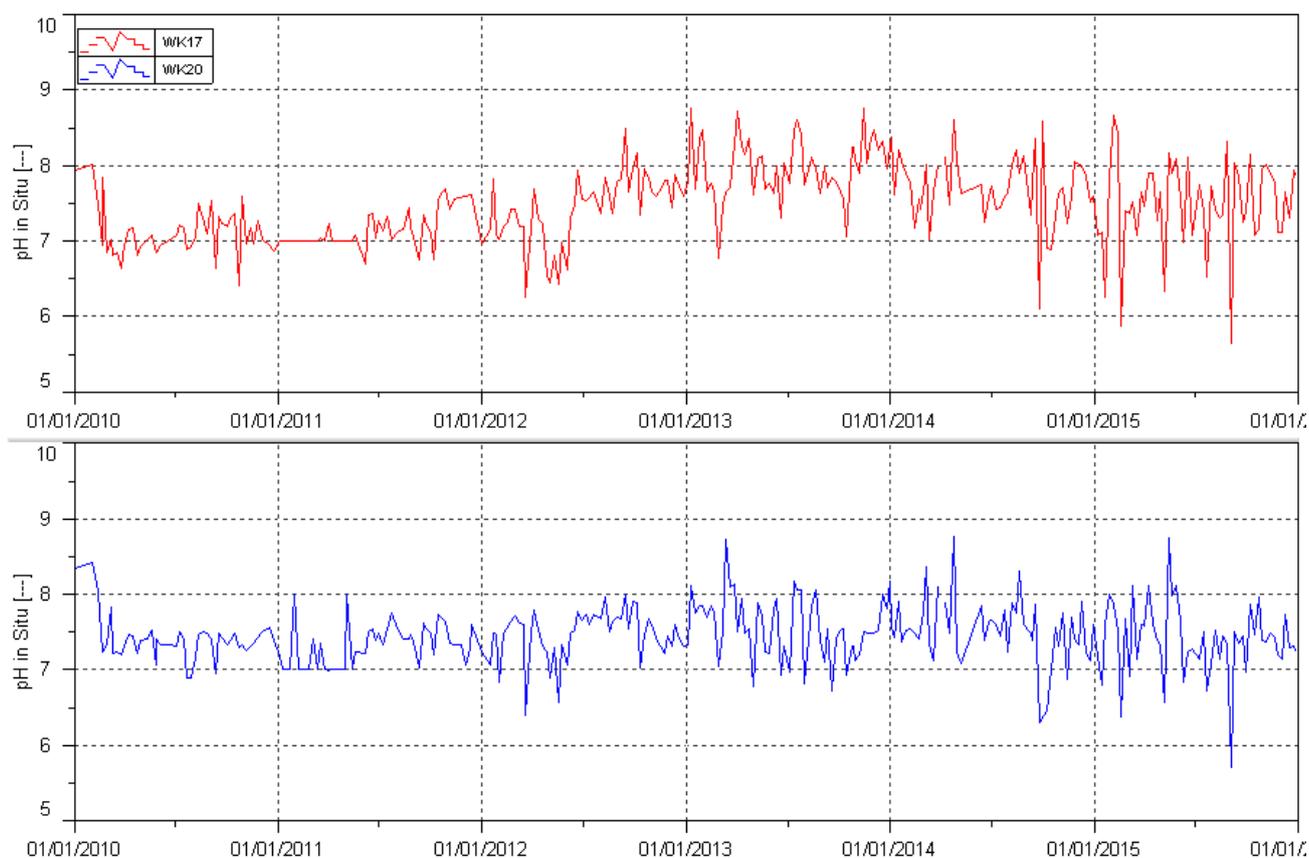
2.3.2.2 Sources: WK17 et WK20

Le suivi des sources nommées WK17 et WK20 est réalisé, conformément à l'arrêté d'exploitation du parc à résidus, selon deux fréquences soient hebdomadaire et continue. Les données suivies à une fréquence hebdomadaire sont présentées dans un premier temps et ensuite une présentation des résultats acquis à une fréquence continue sera réalisée.

▪ 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 janvier 2016



Source WK17 :

Au cours de ce semestre, les résultats sont compris entre 5.64 et 8.32. Ce minimum est enregistré le 2 septembre et la maximale est enregistrée le 26 août. Ce minimum observé est le plus bas relevé depuis le début des suivis.

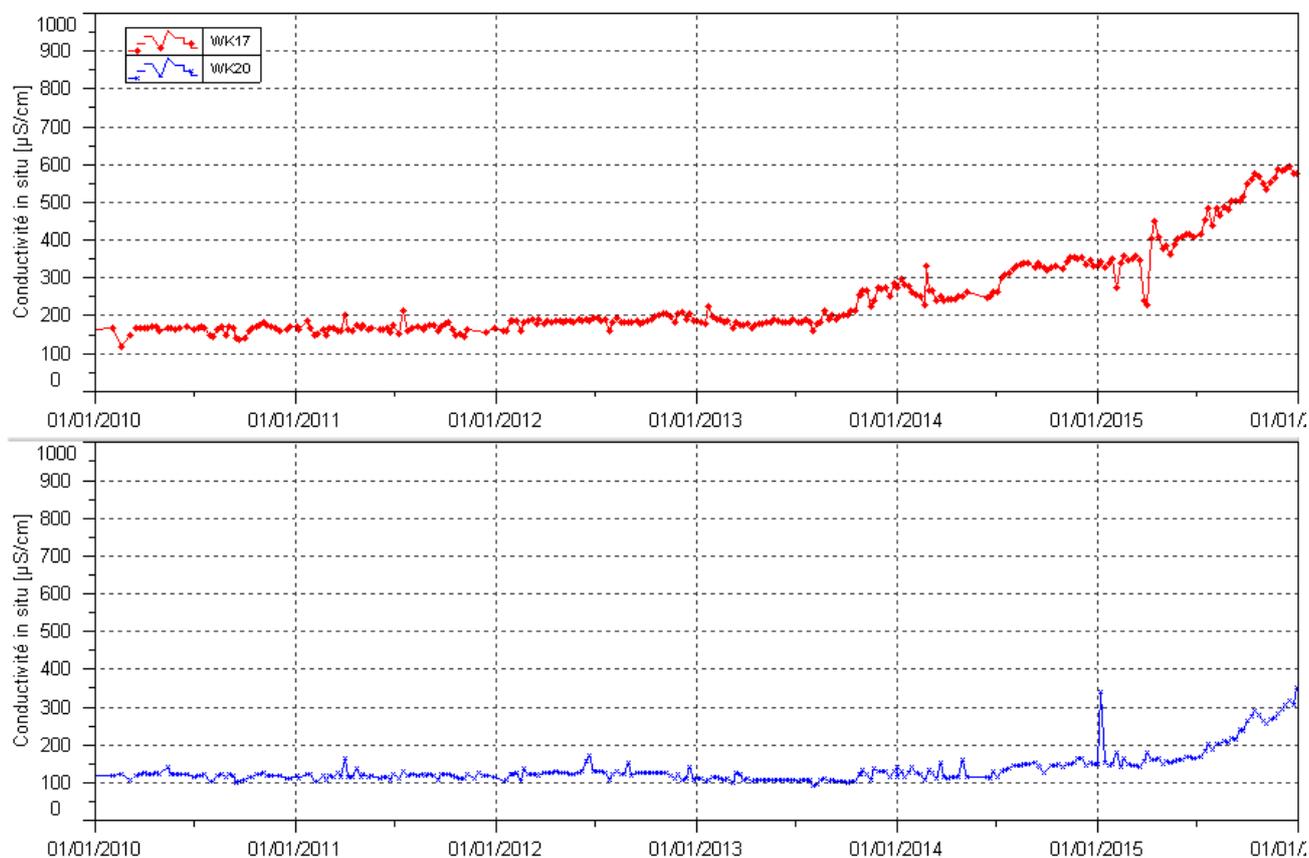
Source WK20 :

Au cours de ce semestre, le pH oscille entre 5.7 et 7.96. Le pH min est enregistré le 2 septembre et le max est relevé le 22 octobre. Ce minimum observé est le plus bas relevé depuis le début des suivis.

▪ **Mesures de conductivité**

La Figure 13 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 2010 et janvier 2016



Source WK17 :

Les mesures de conductivité du 2nd semestre 2015 confirment la hausse constante observée depuis 2010. Le maximum mesuré est de 594 µS/cm le 17 décembre.

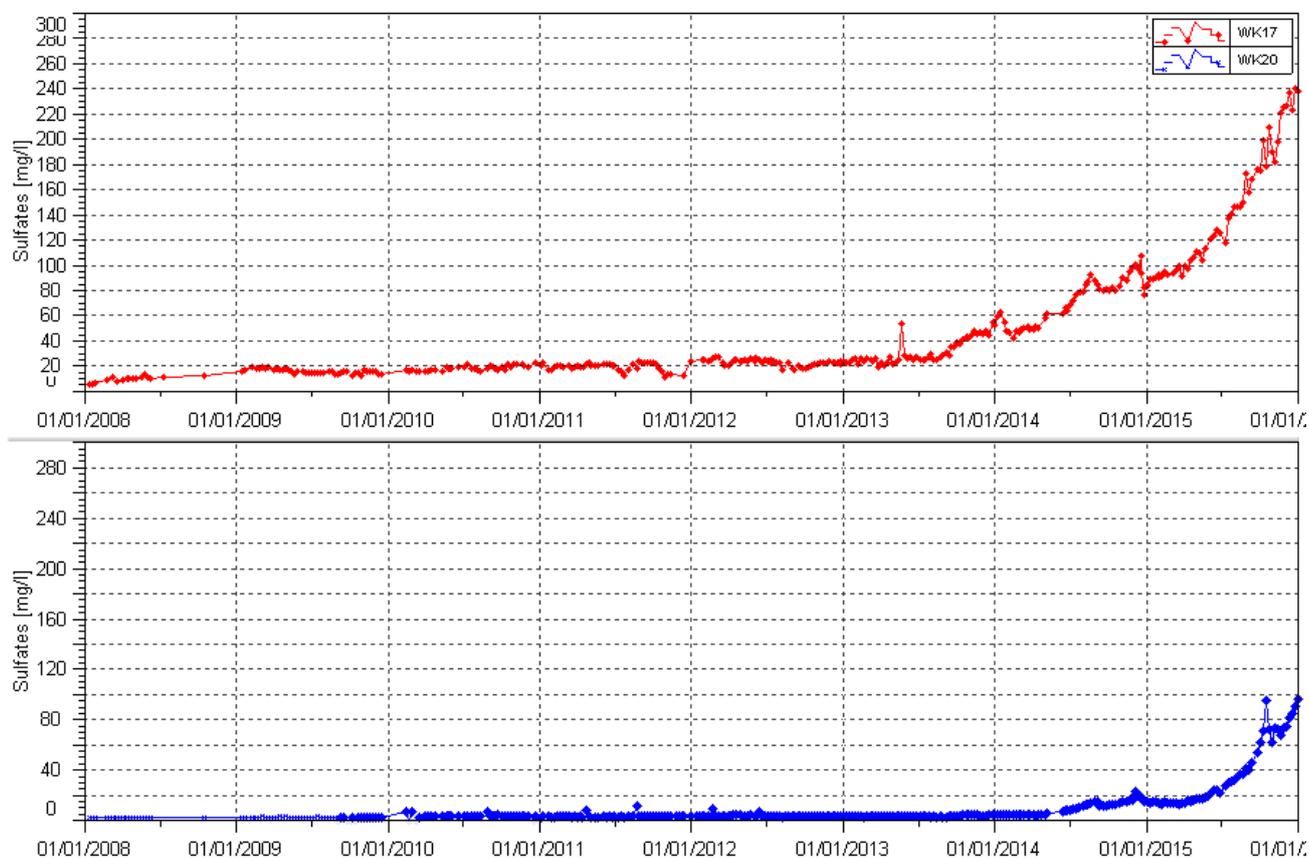
Source WK20 :

L'augmentation amorcée depuis juin 2014 s'est accentuée au cours du 2nd semestre 2015. Une conductivité de 170 µS/cm est relevée le 8 juillet et une conductivité de 350 µS/cm est mesurée le 30 décembre correspondant à la maximale mesurée depuis le début des suivis.

▪ **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 2016



Source WK17 :

Les concentrations de ce semestre confirment l'augmentation constante des sulfates amorcée depuis 2013. On mesure une concentration max de 240 mg/L le 23 décembre. Ce max est la plus élevée des concentrations observées depuis 2010.

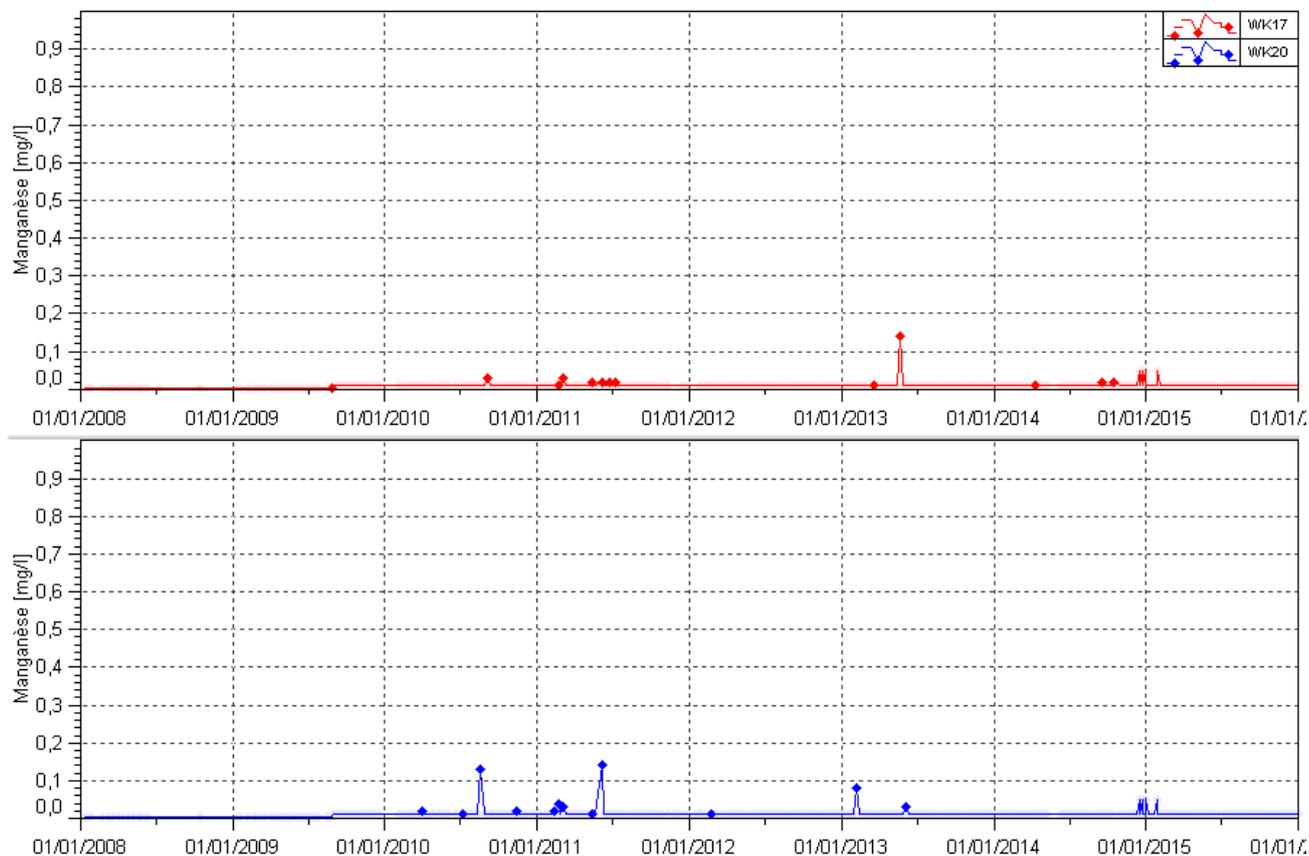
Source WK20 :

Les concentrations au niveau de WK20 sont toujours plus faibles qu'à WK17. Toutefois, l'augmentation des concentrations en sulfates s'est accélérée à partir de juillet 2015. En fin de période, on relève une conductivité de 95.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

▪ **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 janvier 2016



Source WK17 :

Le manganèse n'est pas détecté en 2015 au niveau de la source WK17.

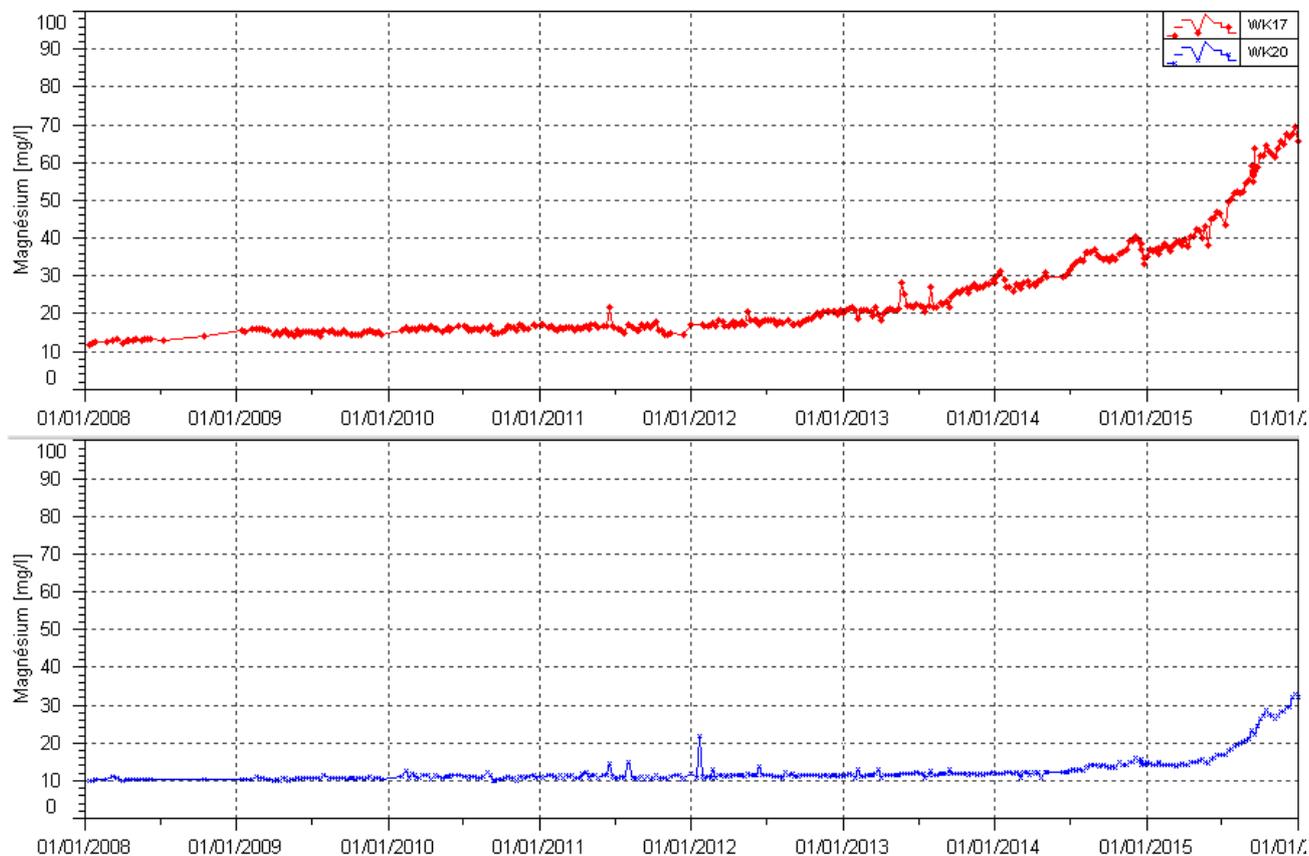
Source WK20 :

Le manganèse n'est jamais détecté au niveau de la source WK20 en 2015.

▪ **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 2016



Source WK17 :

Comme pour la conductivité et les sulfates, les concentrations en magnésium sont en augmentation continue depuis 2008. Cette augmentation s'accélère en 2012. Les résultats du 2nd semestre 2015 confirment cette hausse. La moyenne des concentrations mesurées en 2009 est de 15.06 mg/l. En 2015, cette moyenne est de 52.3 mg/L.

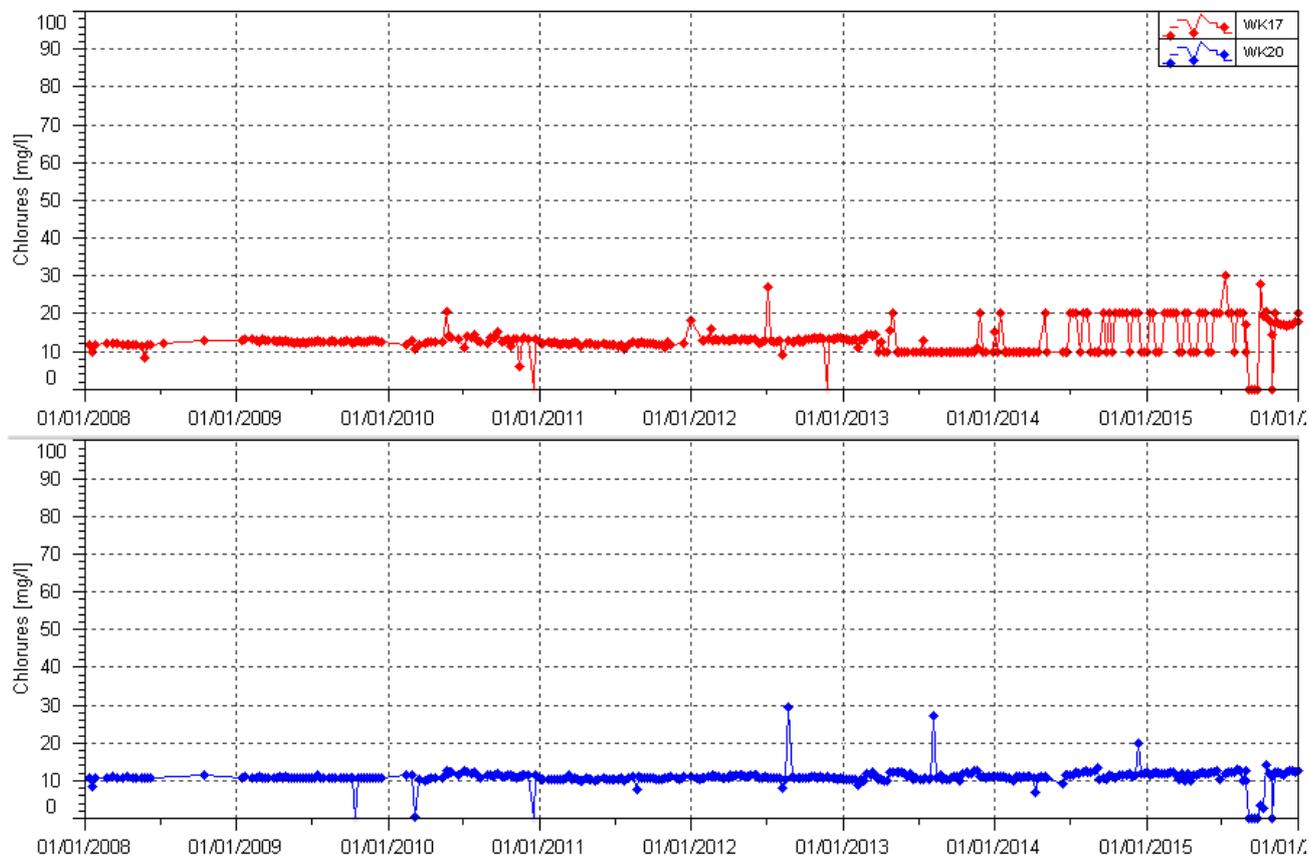
Source WK20 :

Sur la période 2008-2015, les concentrations en magnésium présentent une légère tendance à la hausse. La tendance à l'augmentation amorcée en juillet 2014 s'accroît à partir de juillet 2015. La moyenne des concentrations mesurées en 2009 est de 10.6 mg/l. En 2015, cette moyenne est de 19.8 mg/l.

▪ **Concentrations en chlorures**

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

Figure 17: Concentration en chlorures des stations WK17 et WK20 entre janvier 2008 et janvier 2016



Source WK17 :

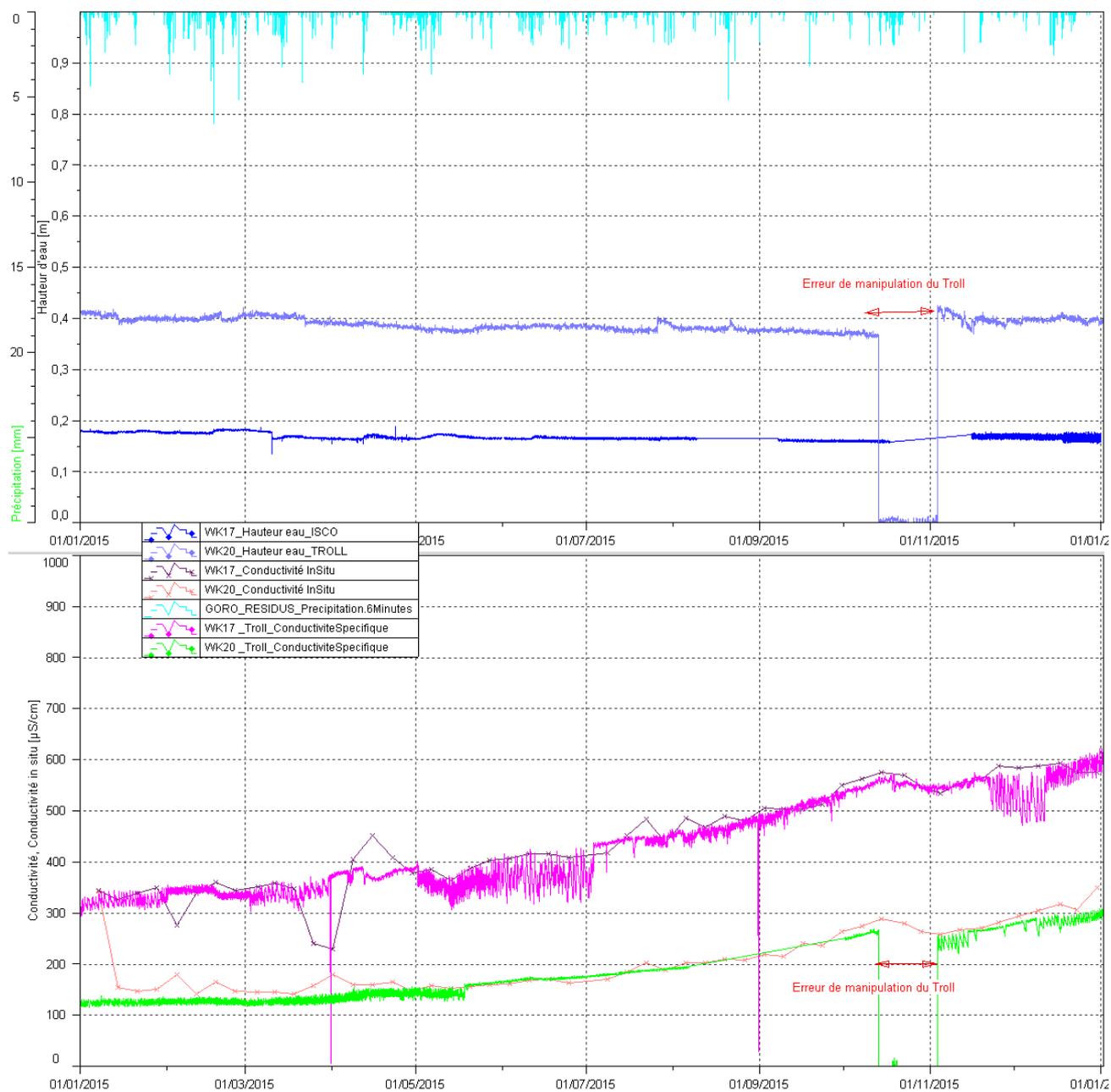
En 2015, les concentrations en chlorures sont stables.

Source WK20 :

Comme les années précédentes, aucune tendance n'est constatée.

Les mesures de niveau et conductivité réalisées en 2015 en continu au niveau des sources WK17 et WK20 sont présentées en Figure . 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 enregistrements en continu confirment les résultats des prélèvements manuels. Une augmentation progressive de la conductivité depuis octobre 2013 est observée aux sources de la Kwe Ouest. La hausse est plus importante à WK17 et légère à WK20. En 2013, le max de conductivité était de 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et en 2015, la conductivité max est de 594 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A WK20, la conductivité maximale passe de 135 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2013 à 205.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2015

Le Tableau 15 ci-dessous, compare les résultats obtenus de 2013 à 2015 aux sources :

Tableau 15 : Comparaison des conductivité obtenues aux sources WK17 et WK20

Sources	Période	Moyenne	Min	Max
WK17	2013	203	120	301
	2014	292	181	408
	2015	445	230	594
WK20	2013	112	92	135
	2014	126	89	218
	2015	205.3	141	342

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 :

Depuis mi-2013, des taux élevés étaient observés sur la station 6-14A. L'investigation sur la qualité de l'eau de cette station a abouti à l'identification d'une contamination de surface par une résurgence au pied du bassin d'eaux incendie de l'Usine. L'analyse comparative de la composition chimique des effluents du bassin et ceux prélevés dans le piézomètre 6-14A a confirmé la contamination.

pH : compris entre 5.73 et 7.24 durant le 2nd semestre. Les mesures de pH au piézomètre 6-14A montrent des variations à partir de juillet 2015. Au piézomètre 6-2A, les contrôles de ce semestre révèlent des concentrations comparables aux normales mesurées avant 2013.

Conductivité : compris entre 83.1 et 632 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durant le 2nd semestre. Au piézomètre 6-14A, les résultats montrent une franche diminution de la conductivité depuis mai 2015. Le 26 mai, une conductivité de 787 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est relevée et lors du contrôle de décembre, une conductivité de 244 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est mesurée. Pour rappel, en 2013, des taux élevés étaient observés sur la station 6-14A.

Chlorures et sulfates : les résultats du 2nd semestre indiquent une nette diminution des concentrations en sulfates au piézomètre 6-14A et une stabilité des sulfates pour les autres piézomètres. Les teneurs en chlorures sont toujours plus élevées à 6-14A mais elles restent du même ordre que les années précédentes. Au piézomètre 6-3A, on peut noter une légère tendance à la hausse des concentrations en chlorures. Pour les autres piézomètres, aucune évolution particulière n'est à constater pour les chlorures.

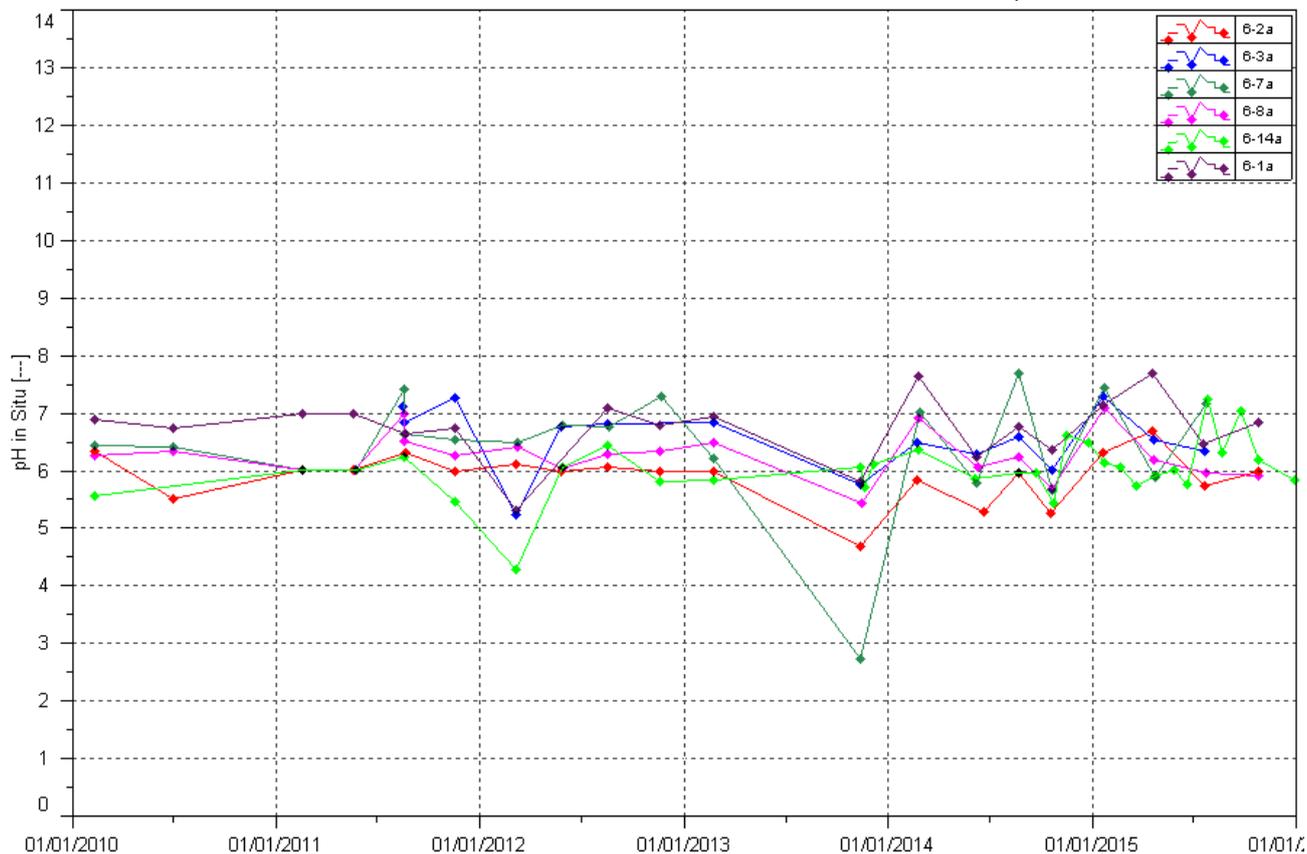
DCO et hydrocarbures : en 2015, les hydrocarbures ne sont pas détectés sur l'ensemble des échantillons. La teneur max de DCO, soit 40 mg/L est mesurée à la station 6-7A en juillet.

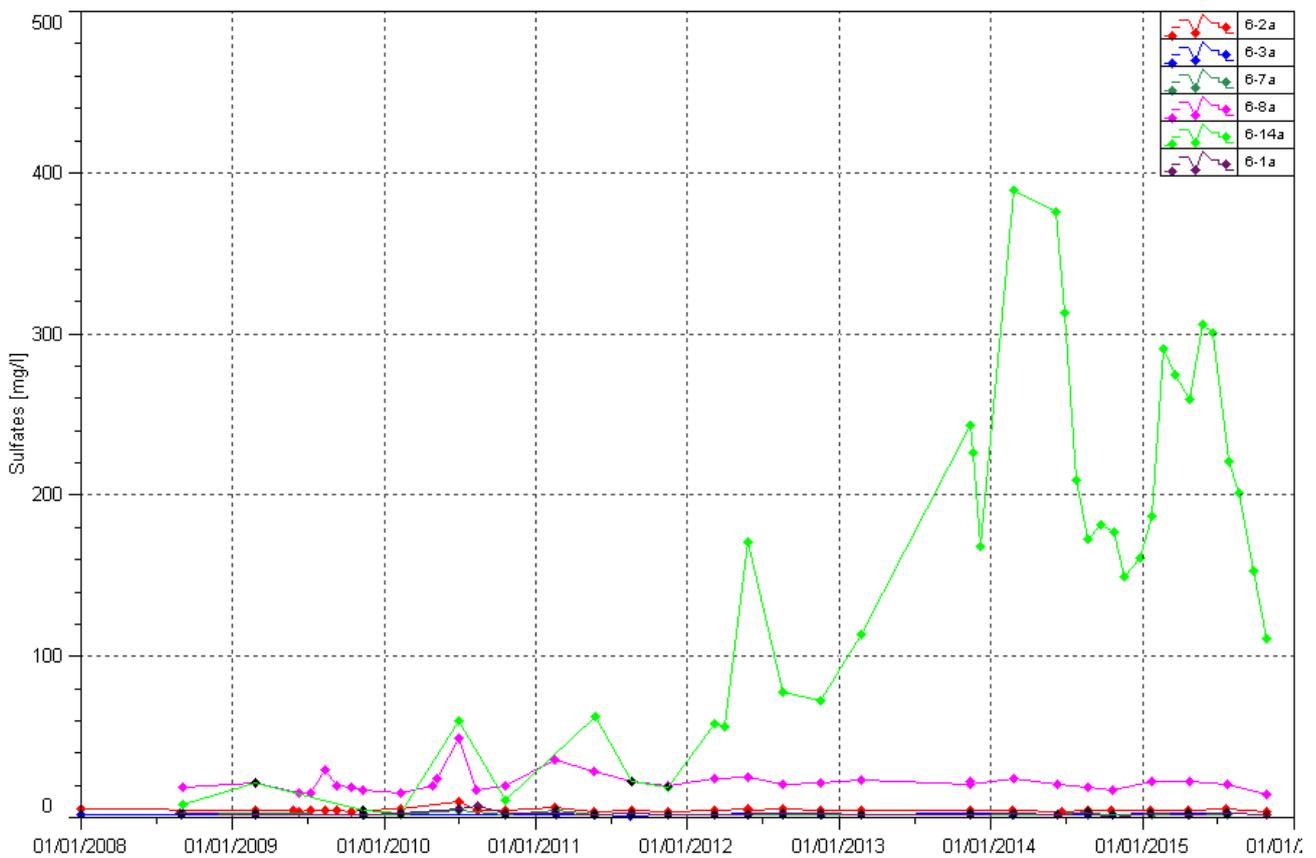
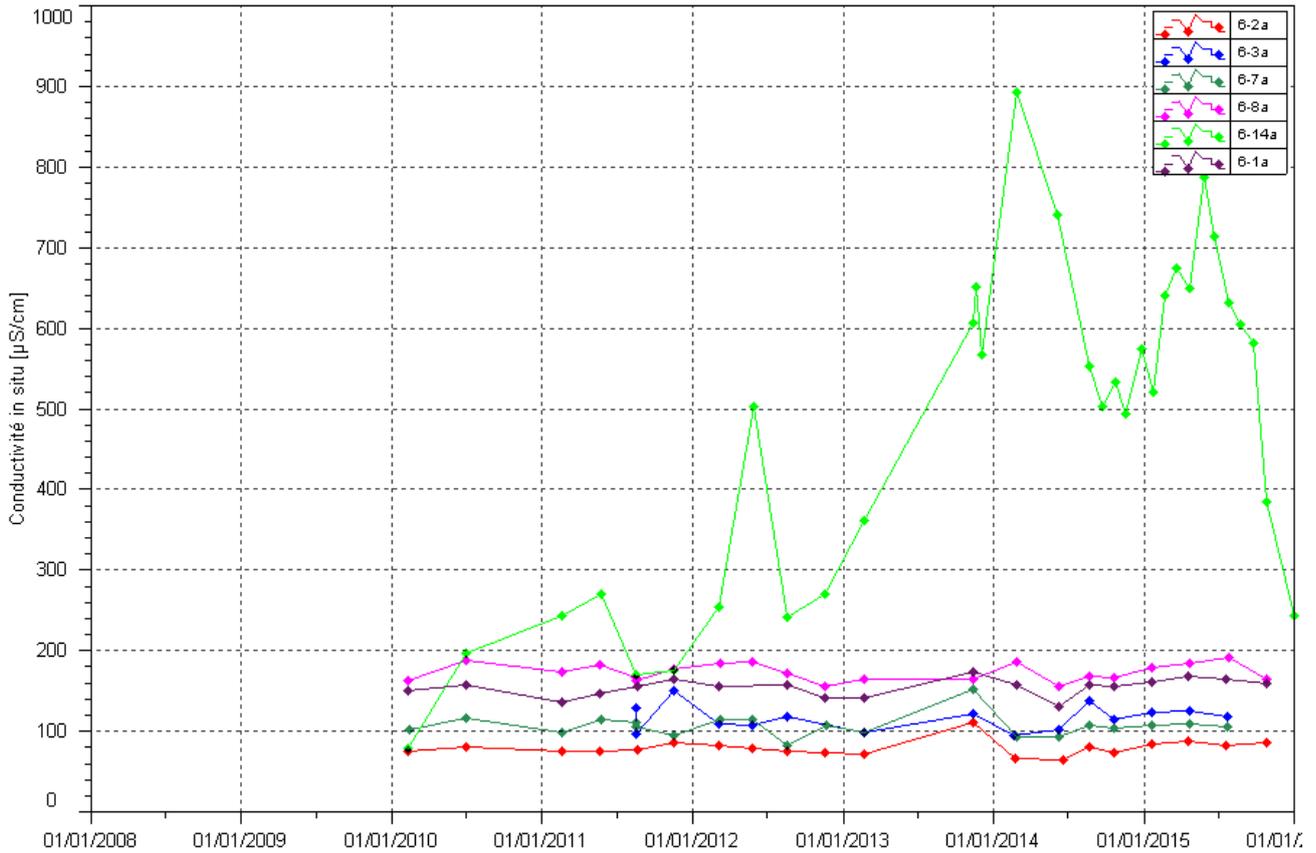
Chrome et chrome VI : hormis à la station 6-14A, les concentrations mesurées en 2015 sont stables depuis 2008. Les taux en chrome et chrome VI à 6-14A sont variables depuis 2013. Les teneurs mesurées en 2015 sont toutefois inférieures aux maximales relevées les années précédentes.

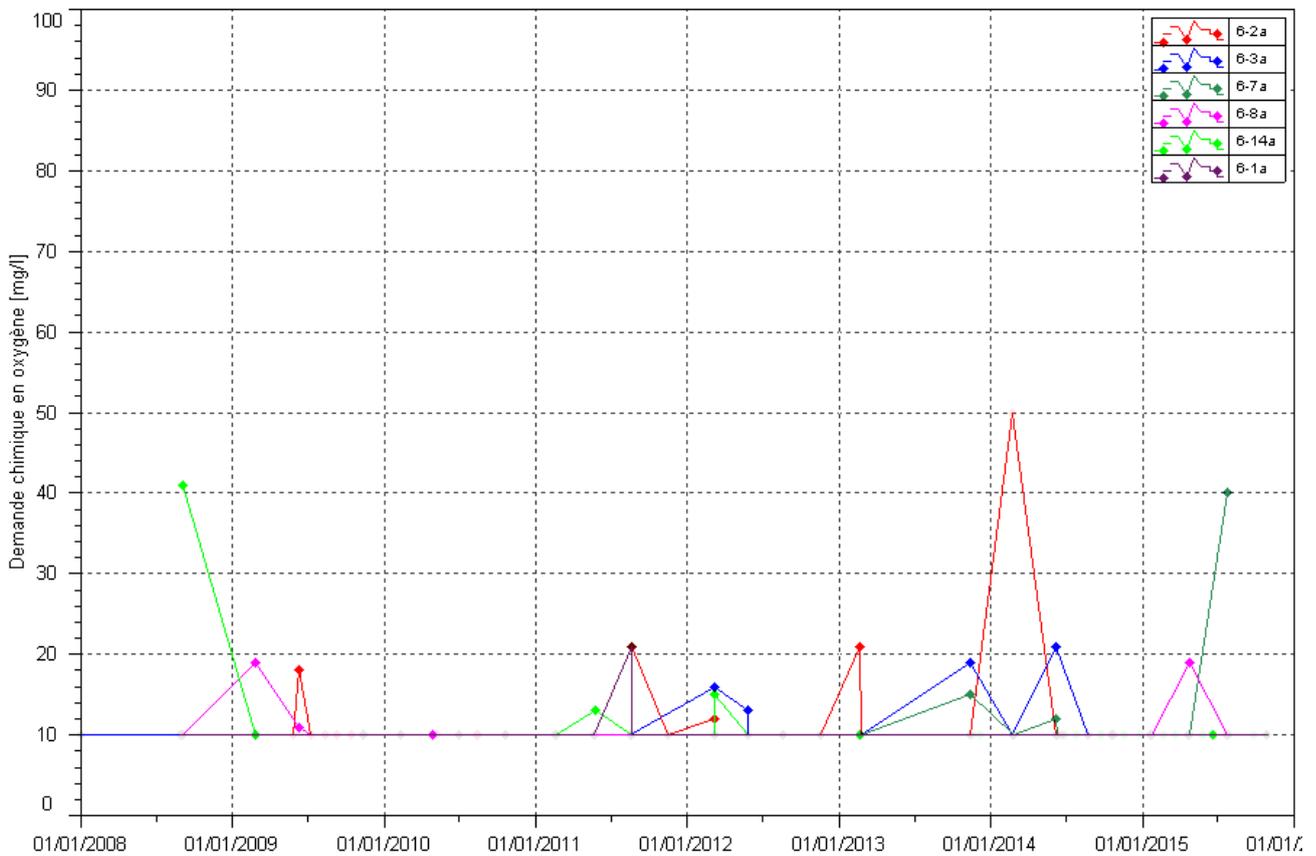
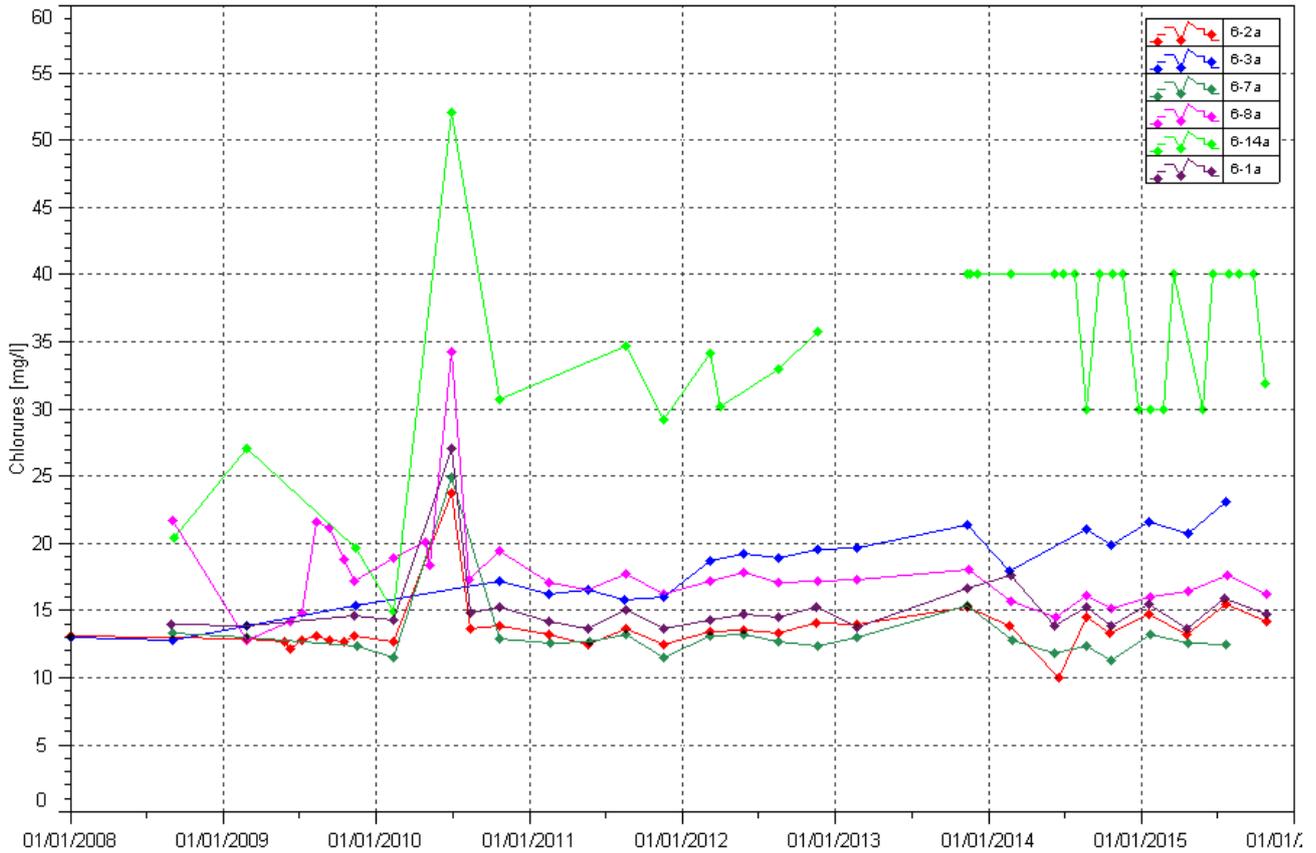
Calcium : les concentrations en calcium sont de nouveau en baisse à partir de juillet 2015. Aucune évolution particulière n'est à constater pour les autres

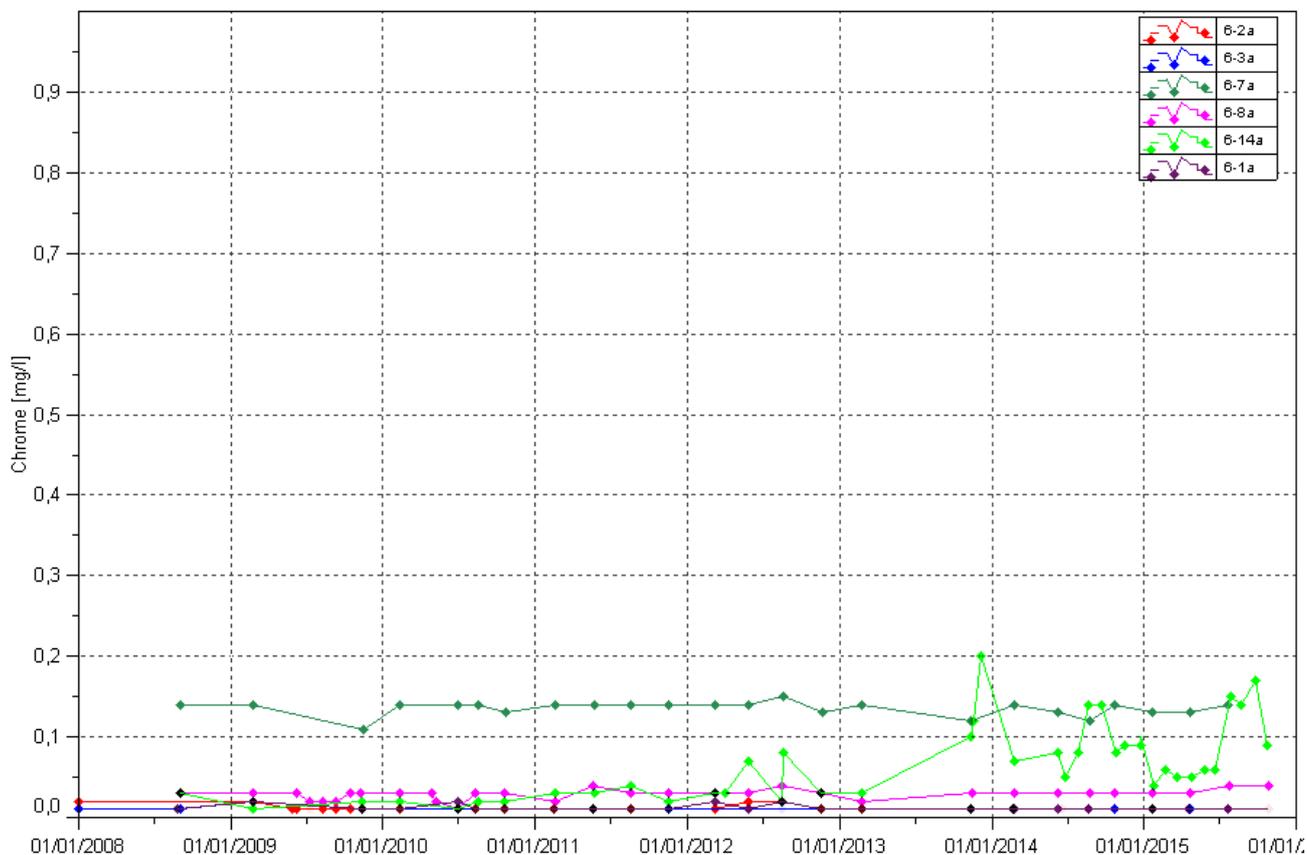
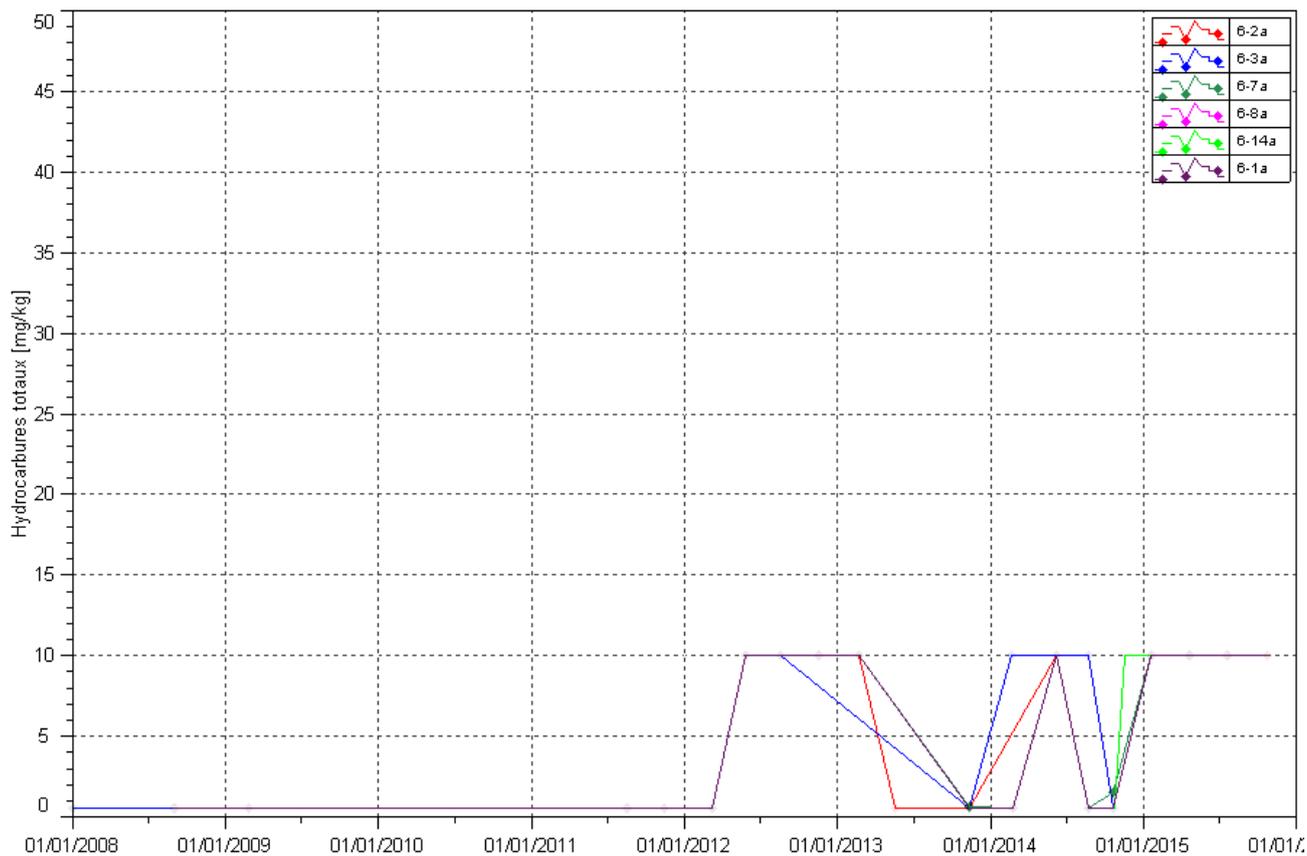
Sodium, potassium et TAC: Les résultats observés en 2015 montrent une stabilité des concentrations dans les horizons latéritiques.

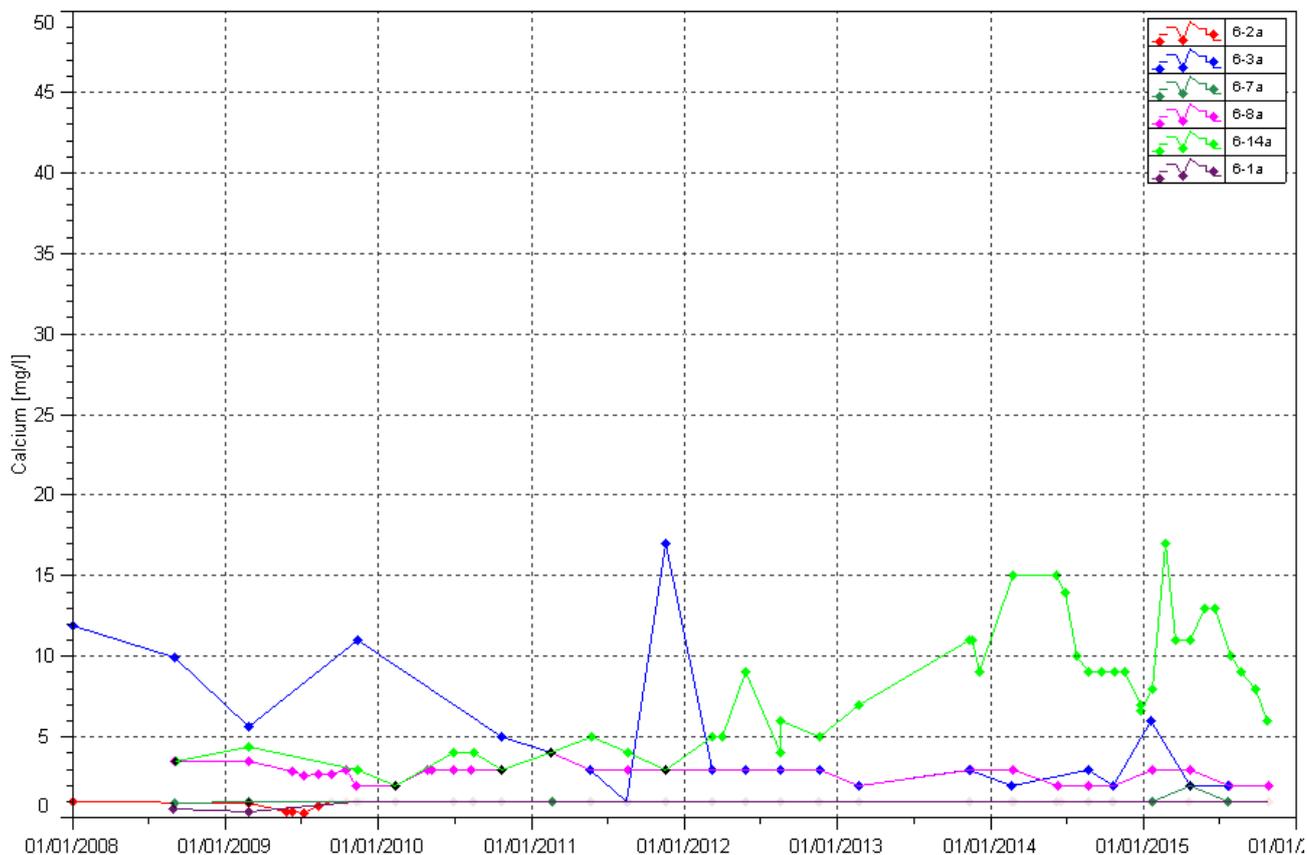
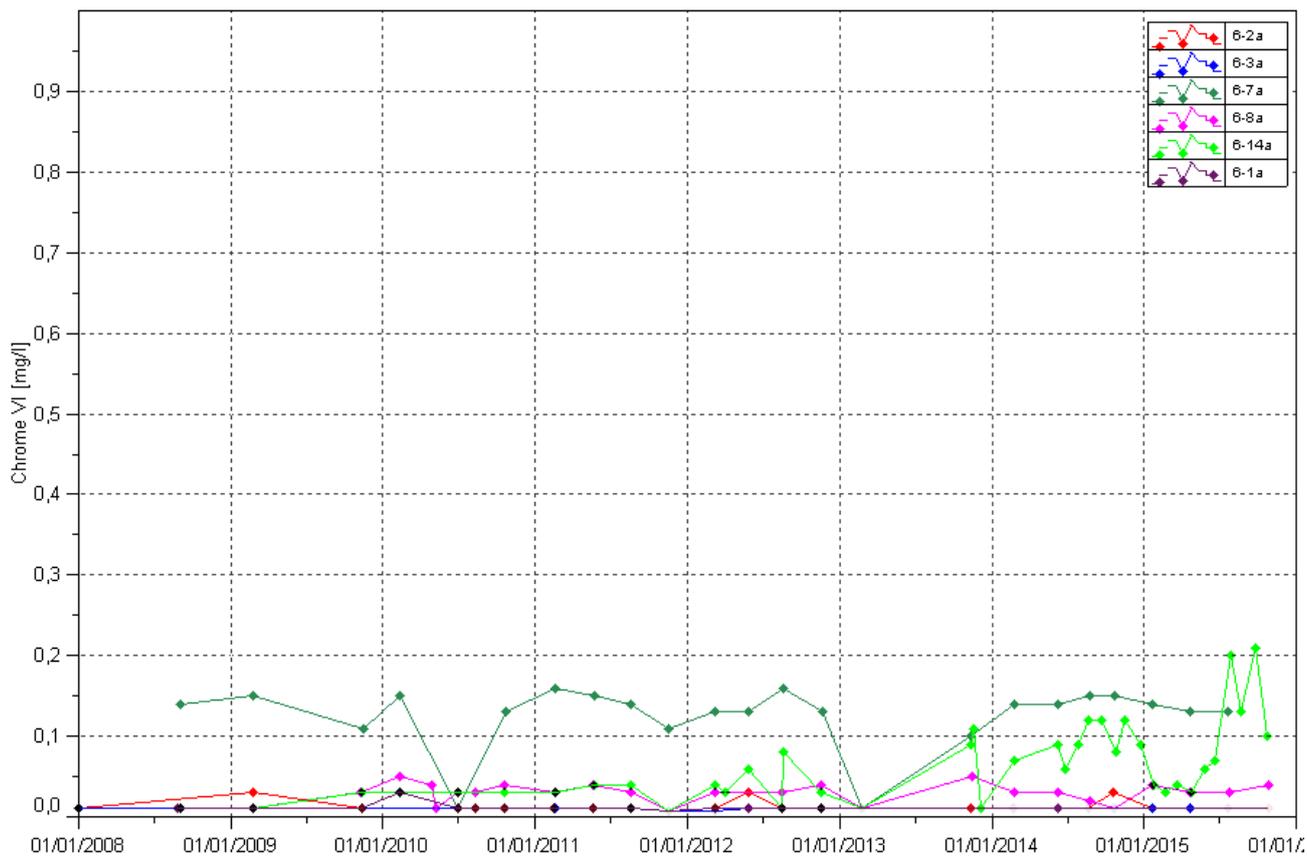
Figure 19 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine– conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

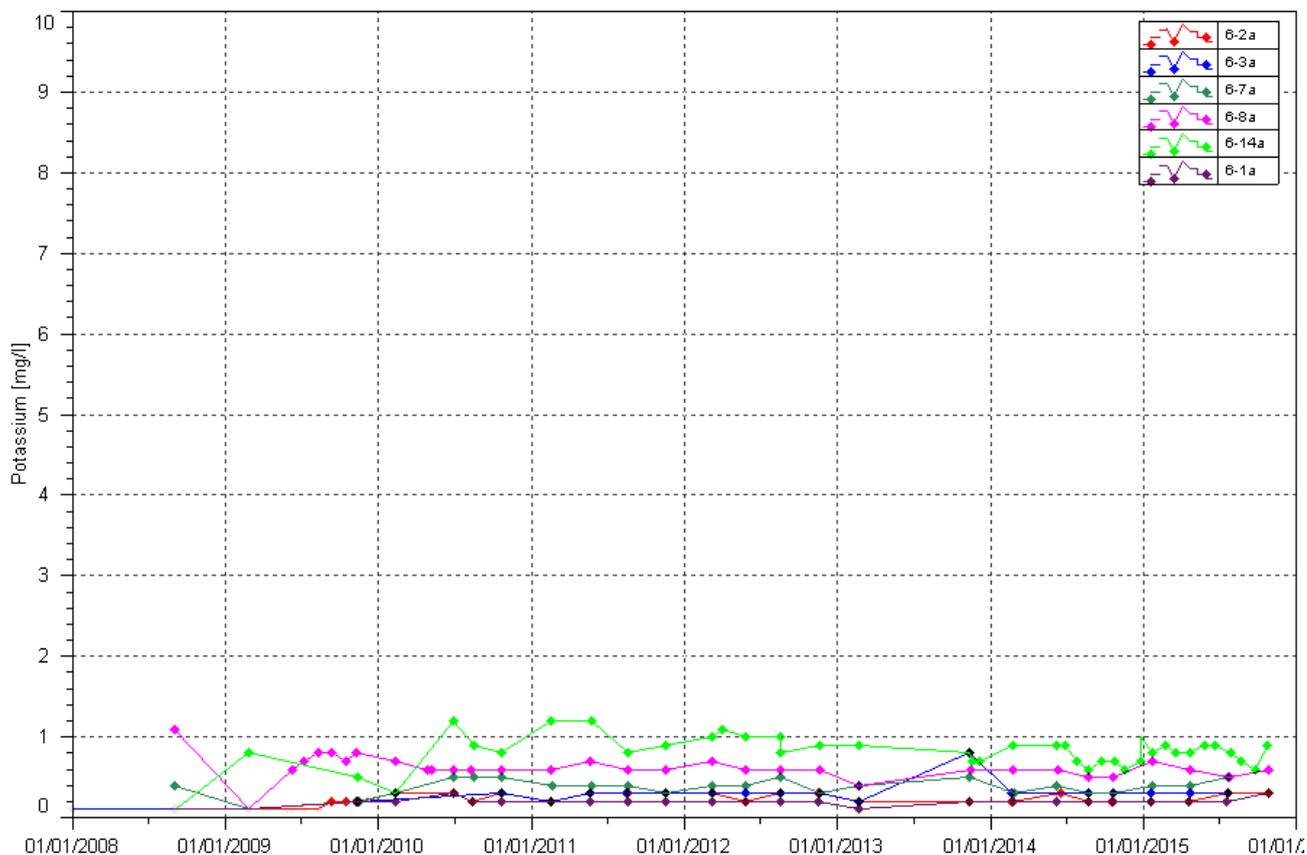
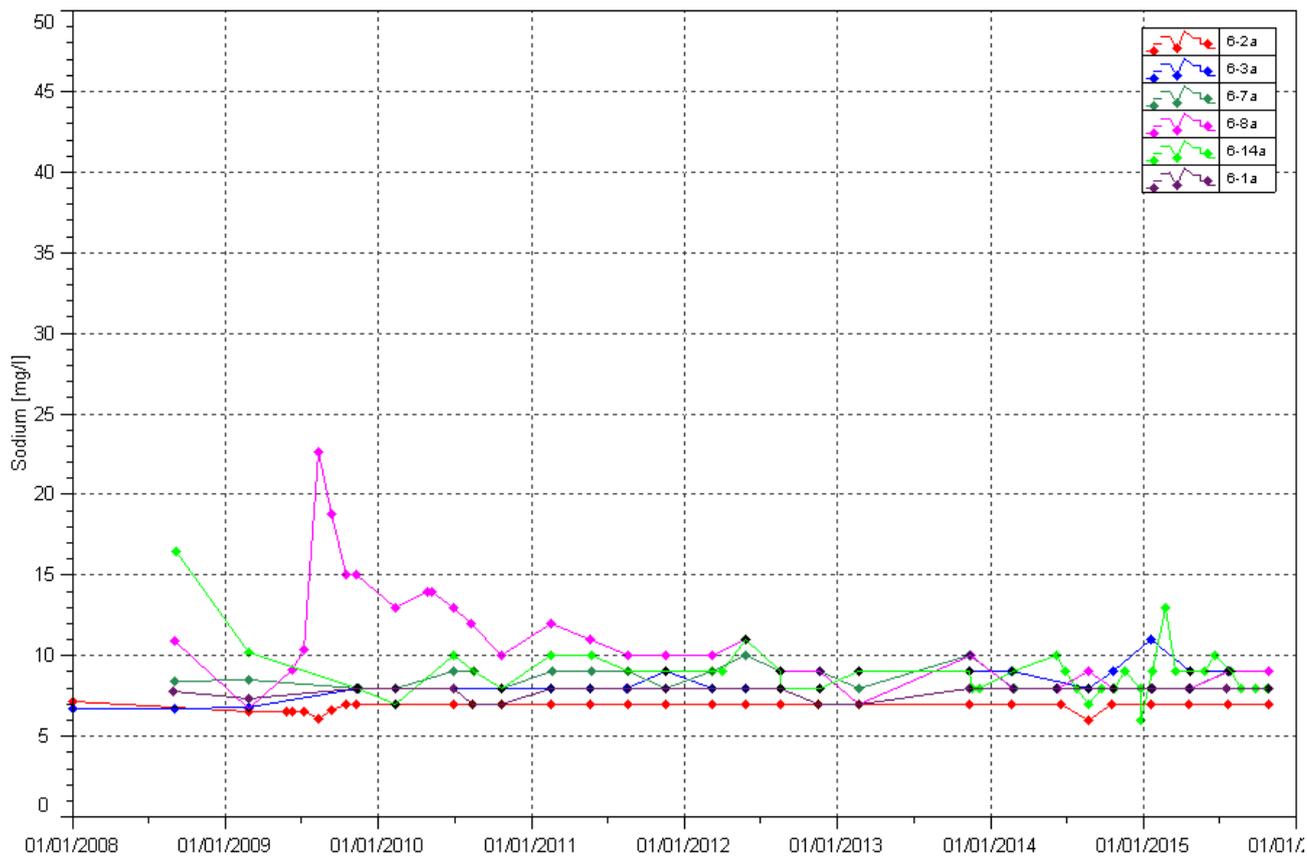


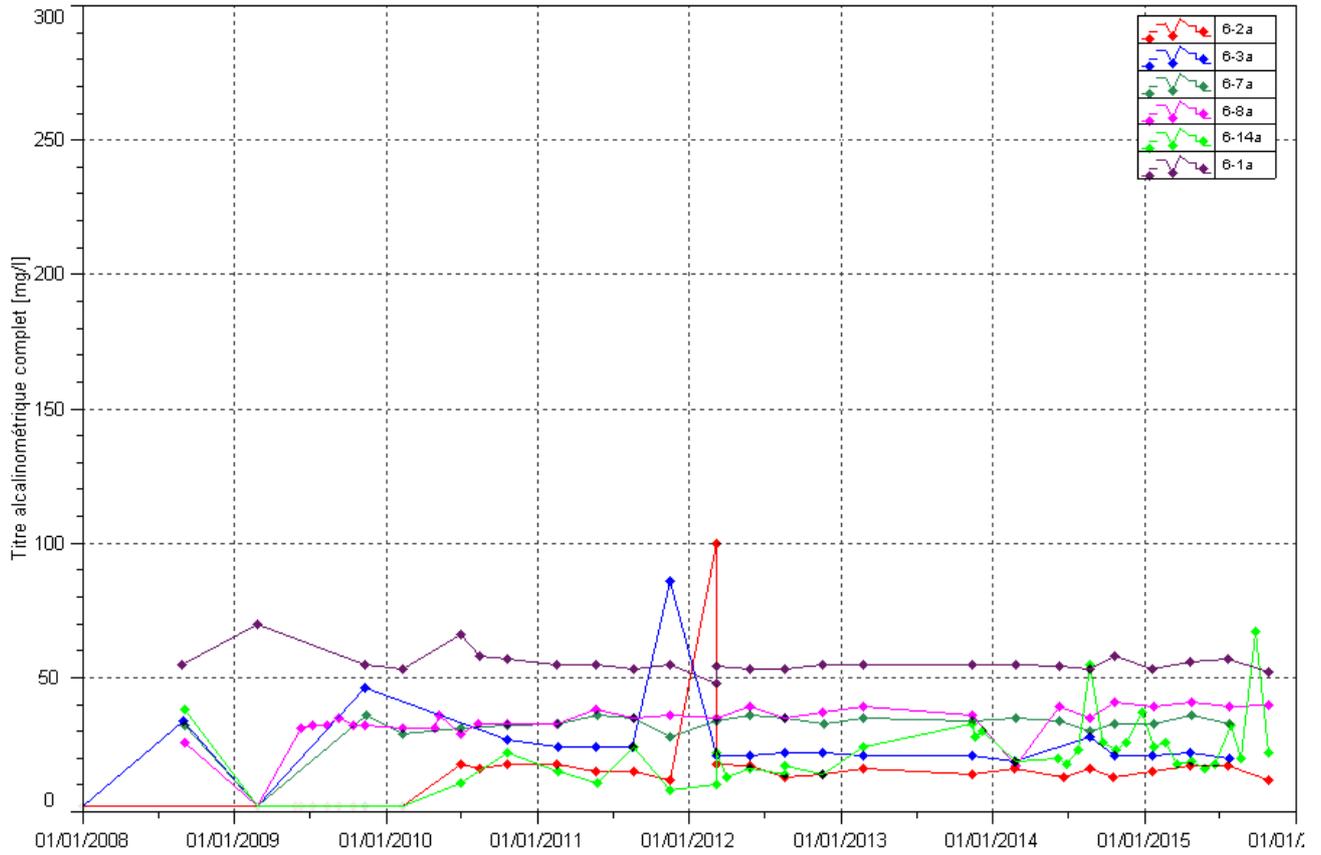












Piézomètres longs

pH : au 2nd semestre, compris entre 6.36 au piézomètre 6-3 et 9.3, relevé au piézomètre 6-6.

Conductivité : au 2nd semestre, compris entre 94.5 au piézomètre 6-4 et 364 µS/cm au piézomètre 6-1

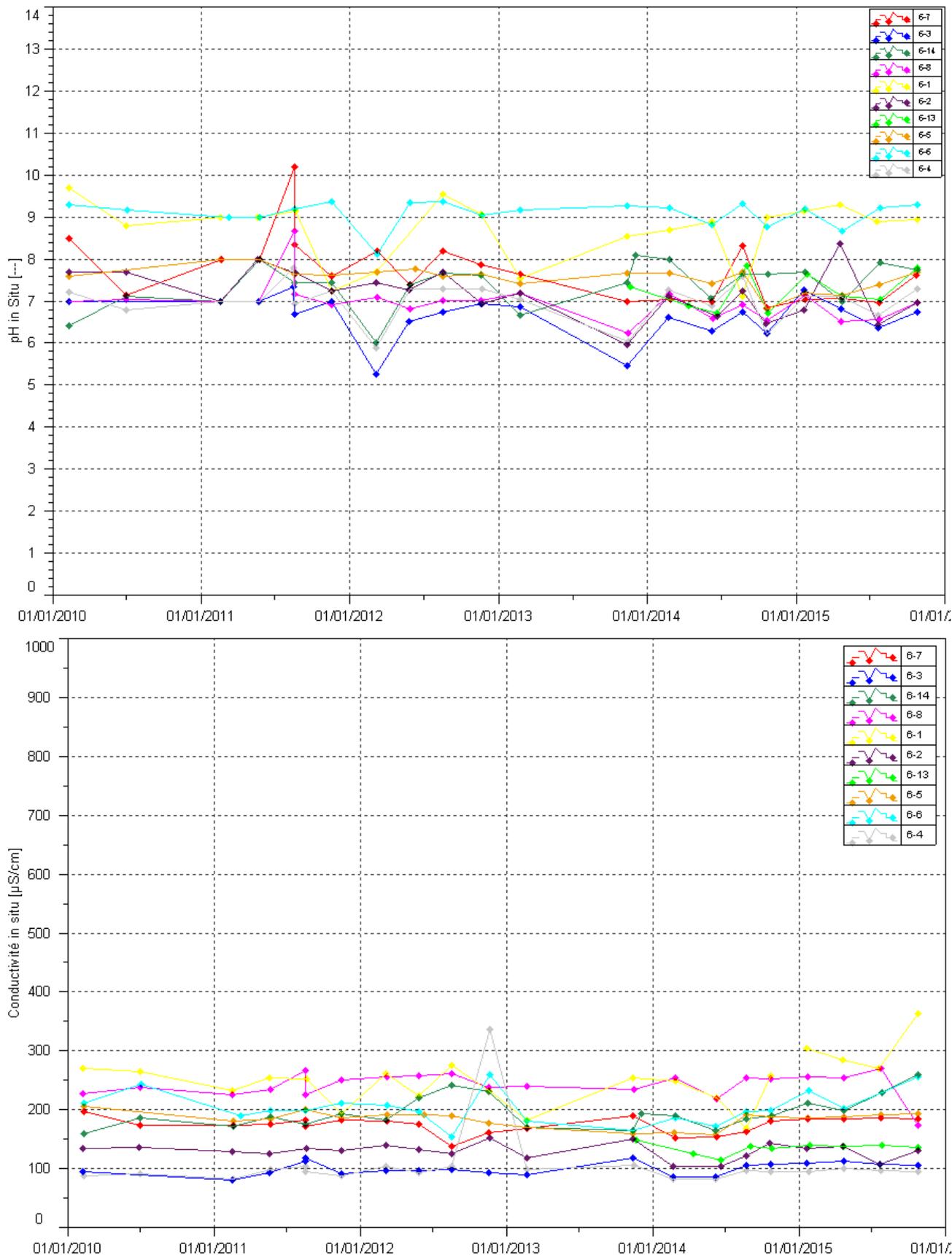
Chlorures et sulfates : Le dernier contrôle de 2015, au piézomètre 6-14 indique une valeur élevée en sulfates, soit 54.4 mg/l. Il en est de même pour les concentrations en chlorures. Une teneur de 24 mg/l est relevée au mois de décembre 2015 à 6-14. Aucune évolution particulière n'est constatée pour ces deux paramètres au niveau des autres piézomètres.

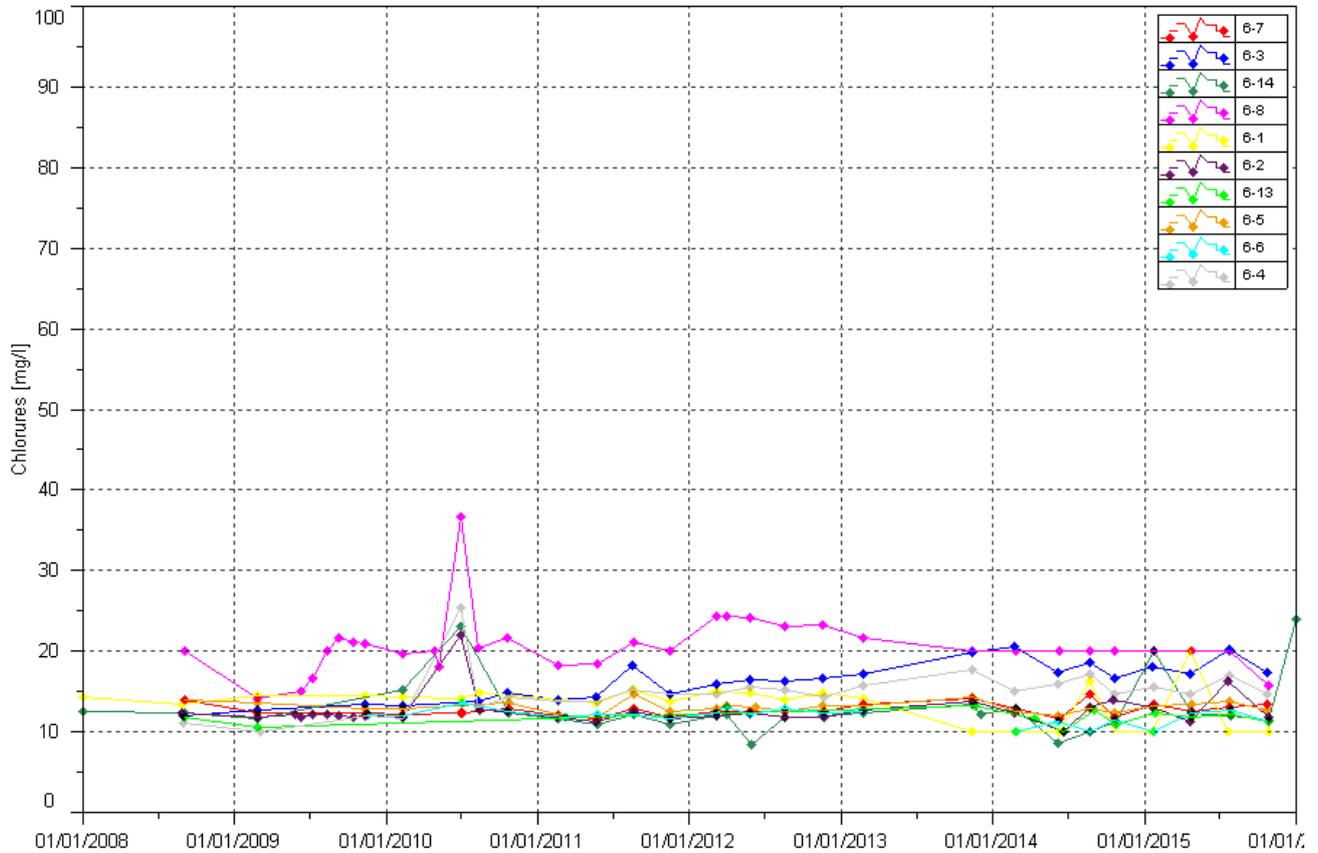
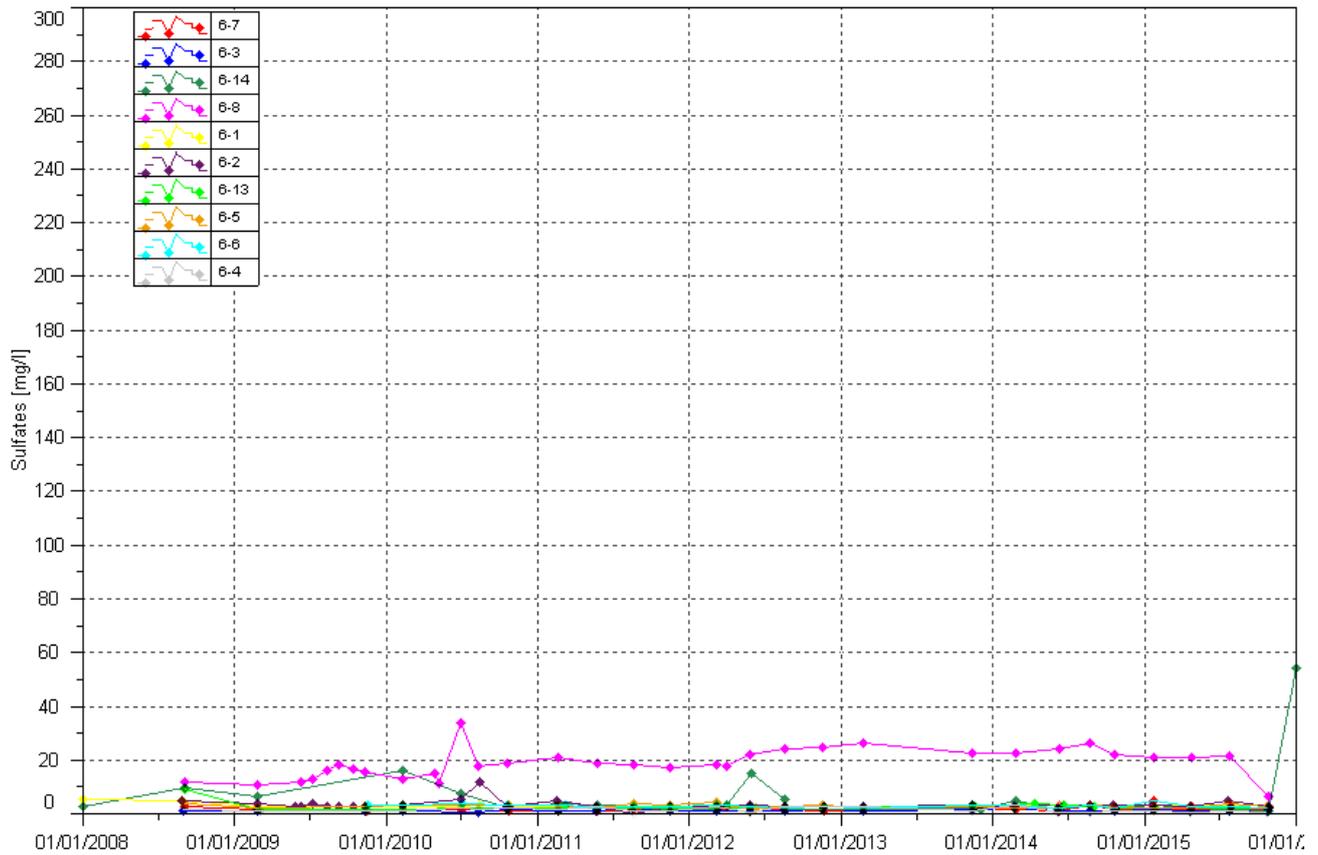
DCO et hydrocarbures : les hydrocarbures dans les eaux souterraines ne sont pas détectés en 2015 dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques. Au second semestre, le maximum observé en DCO est de 46 mg/L sur la station 6-7 en juillet.

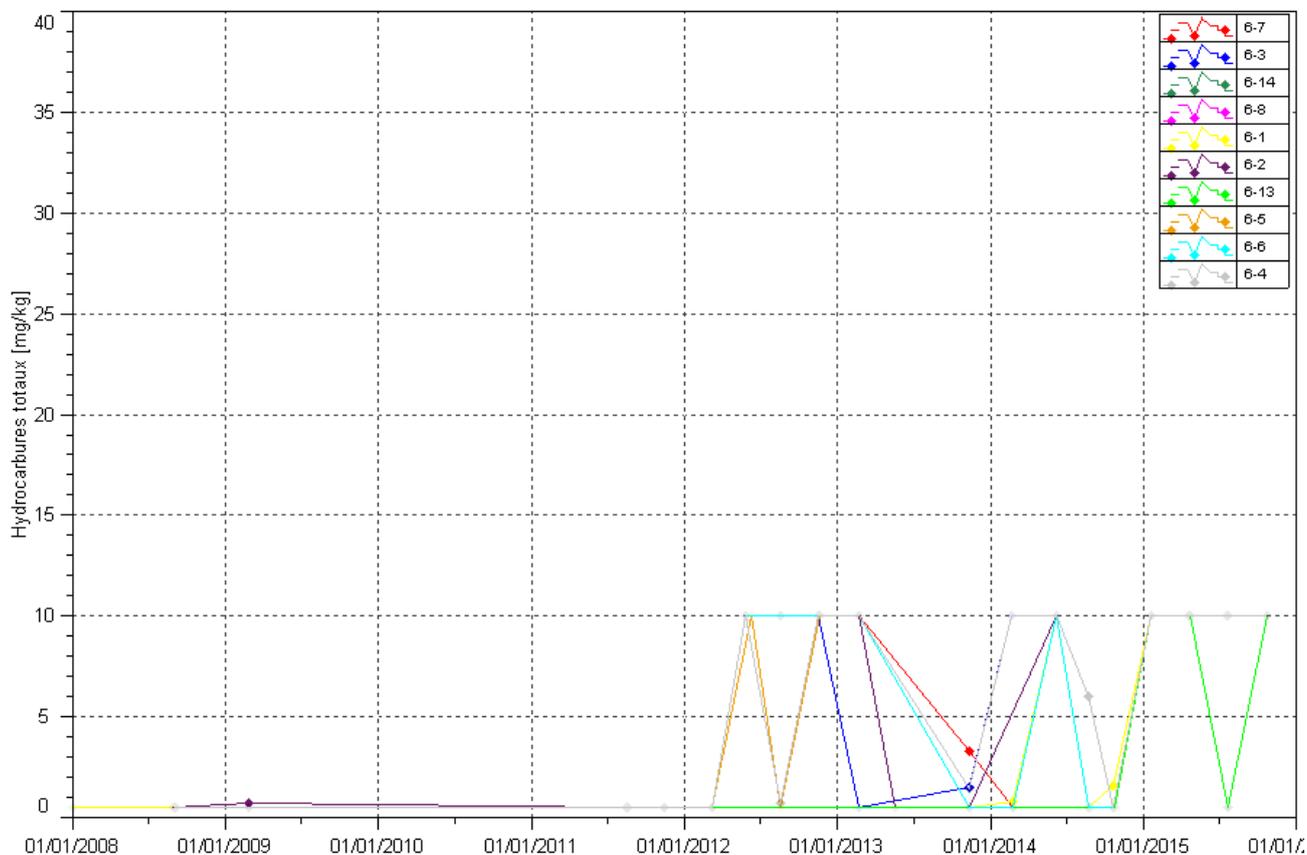
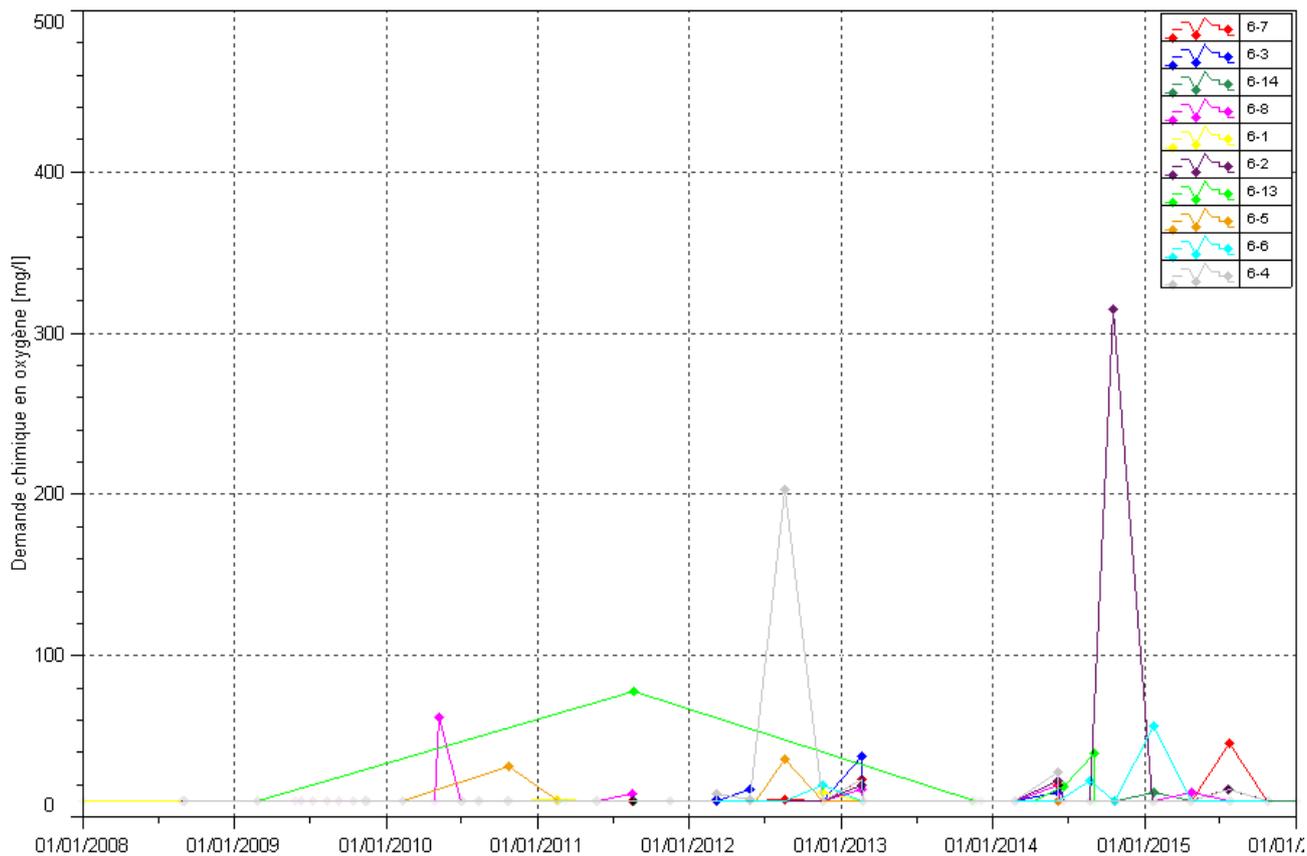
Chrome et chrome VI: Les concentrations restent toujours plus élevées et variables aux stations 6-5 et 6-13. Les derniers relevés de 2015 montrent une légère hausse des concentrations aux piézomètres 6-8, 6-5 et 6-14.

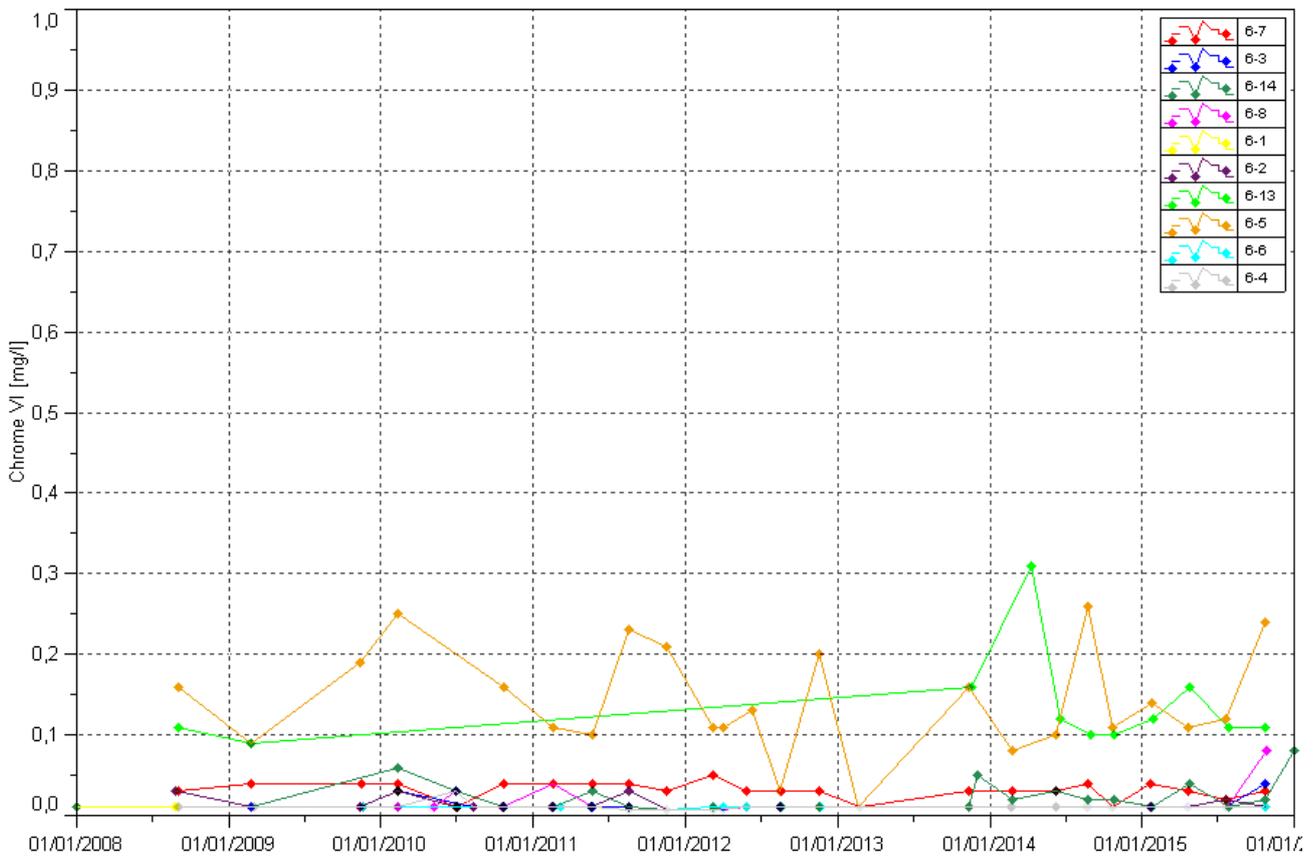
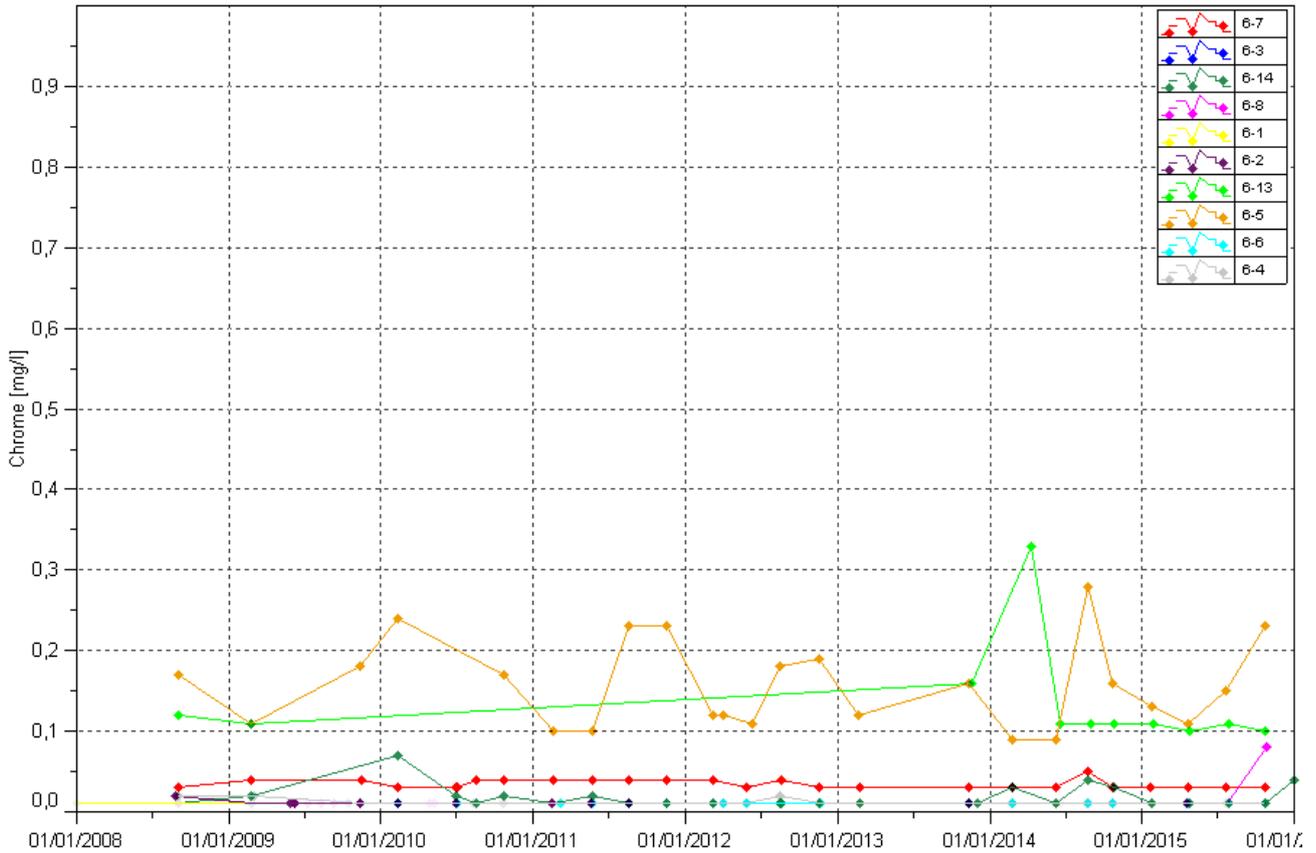
Sodium, Calcium, Potassium et TAC : une légère hausse des concentrations en potassium est relevée en fin de période aux piézomètres 6-8 et 6-14. Aucune évolution particulière en potassium, calcium et sodium n'est à constater pour les autres stations.

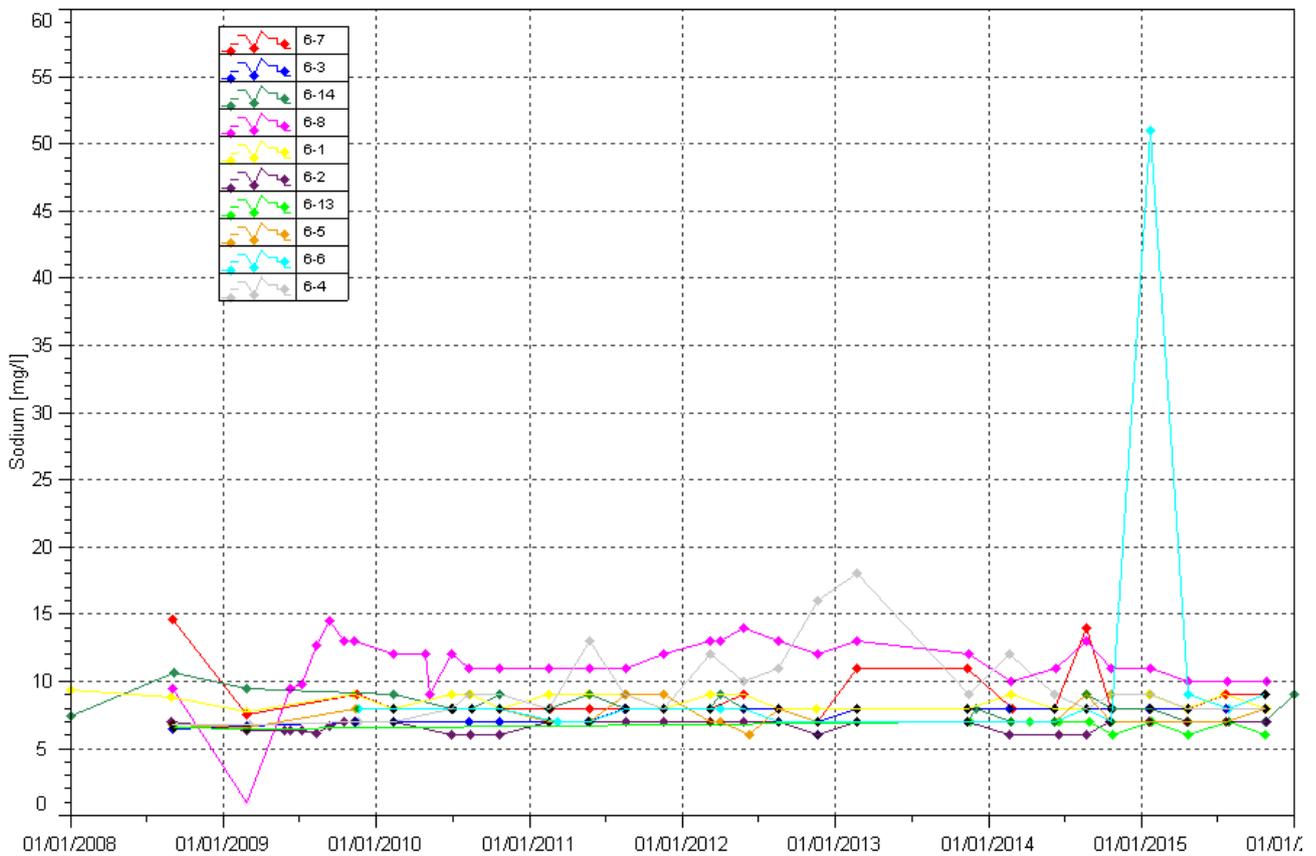
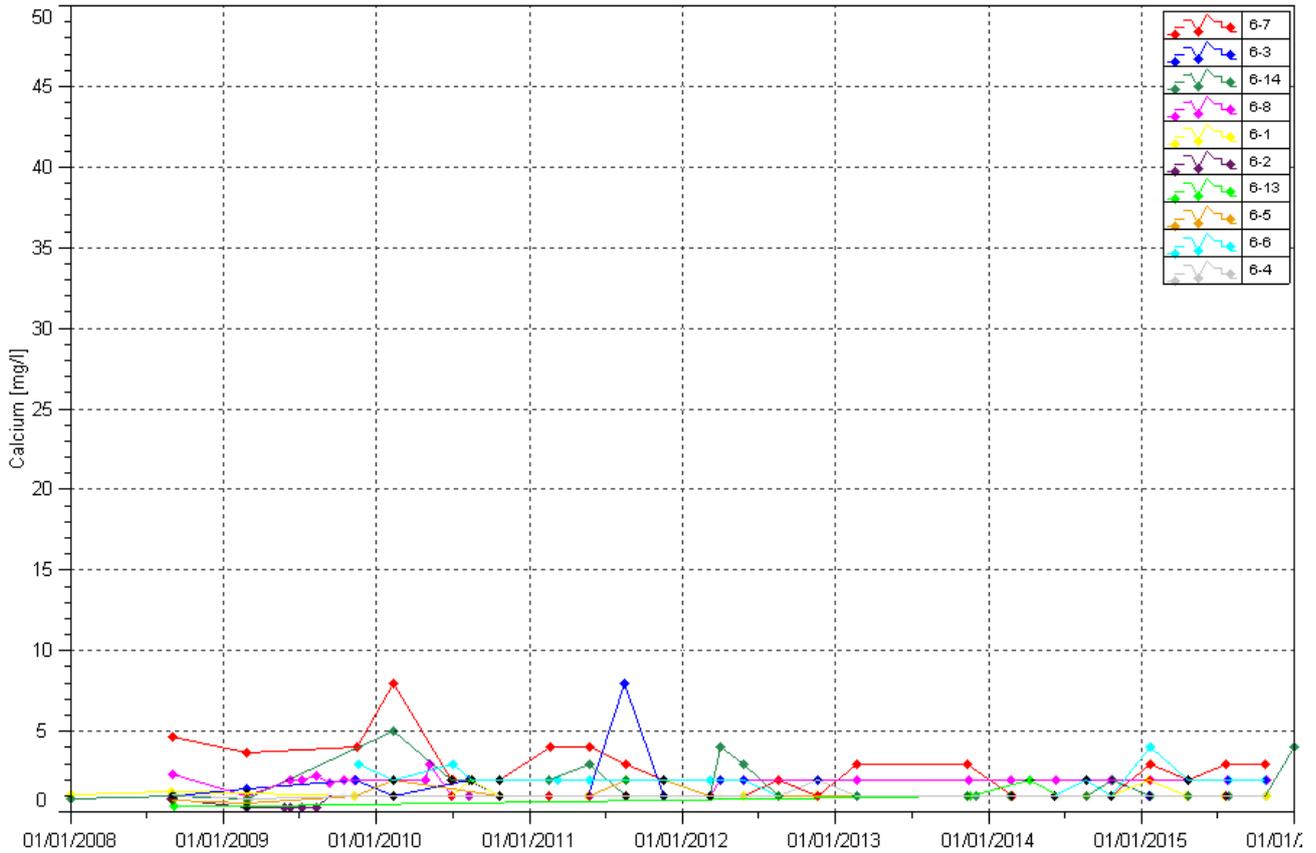
Figure 20 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine- conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC

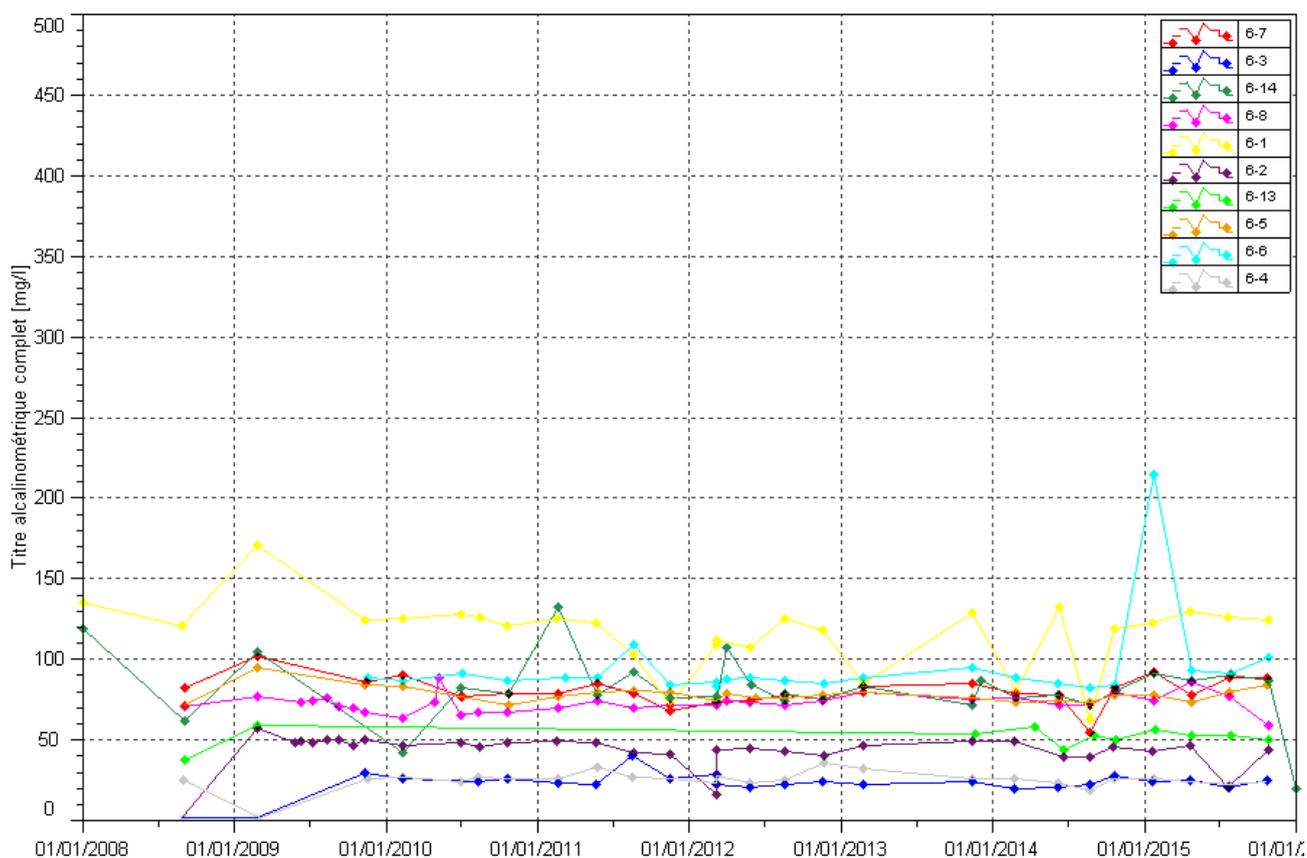
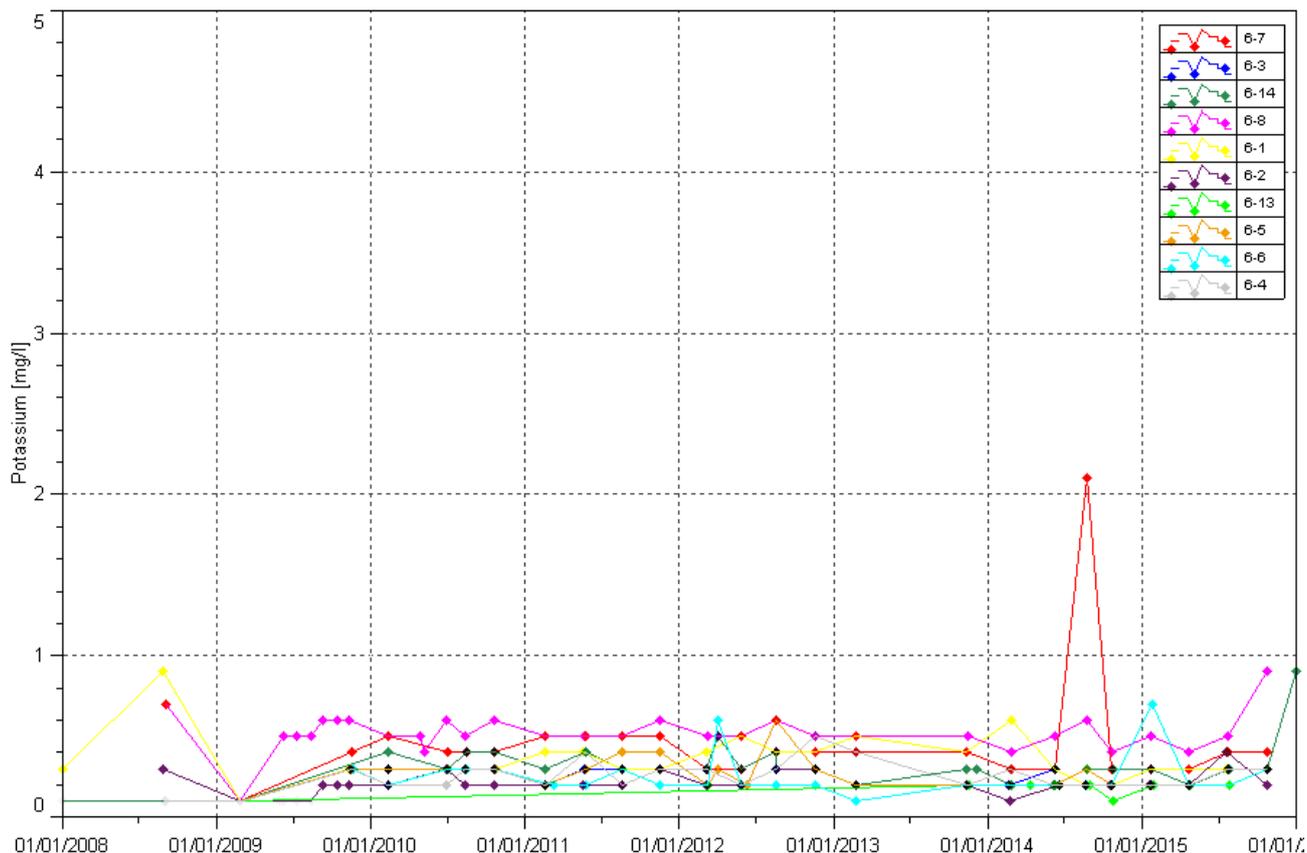












2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines

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

pH : compris entre 5.62 et 8.44 au 2nd semestre.

conductivité : compris entre 85.5 et 158 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au 2nd semestre.

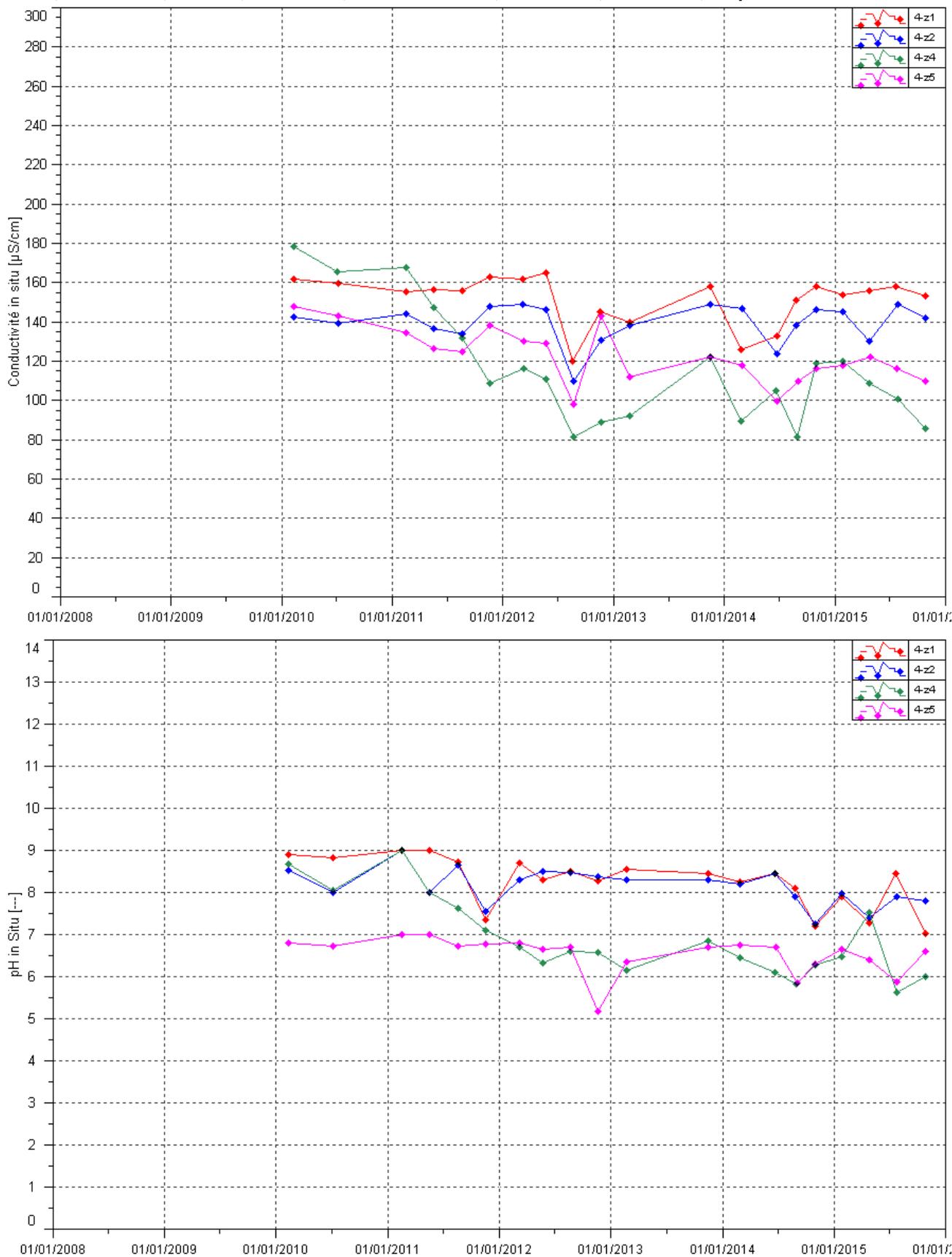
Chlorures et sulfates : Les résultats du 2nd semestre révèlent, une légère tendance à la diminution des teneurs en sulfates et chlorures.

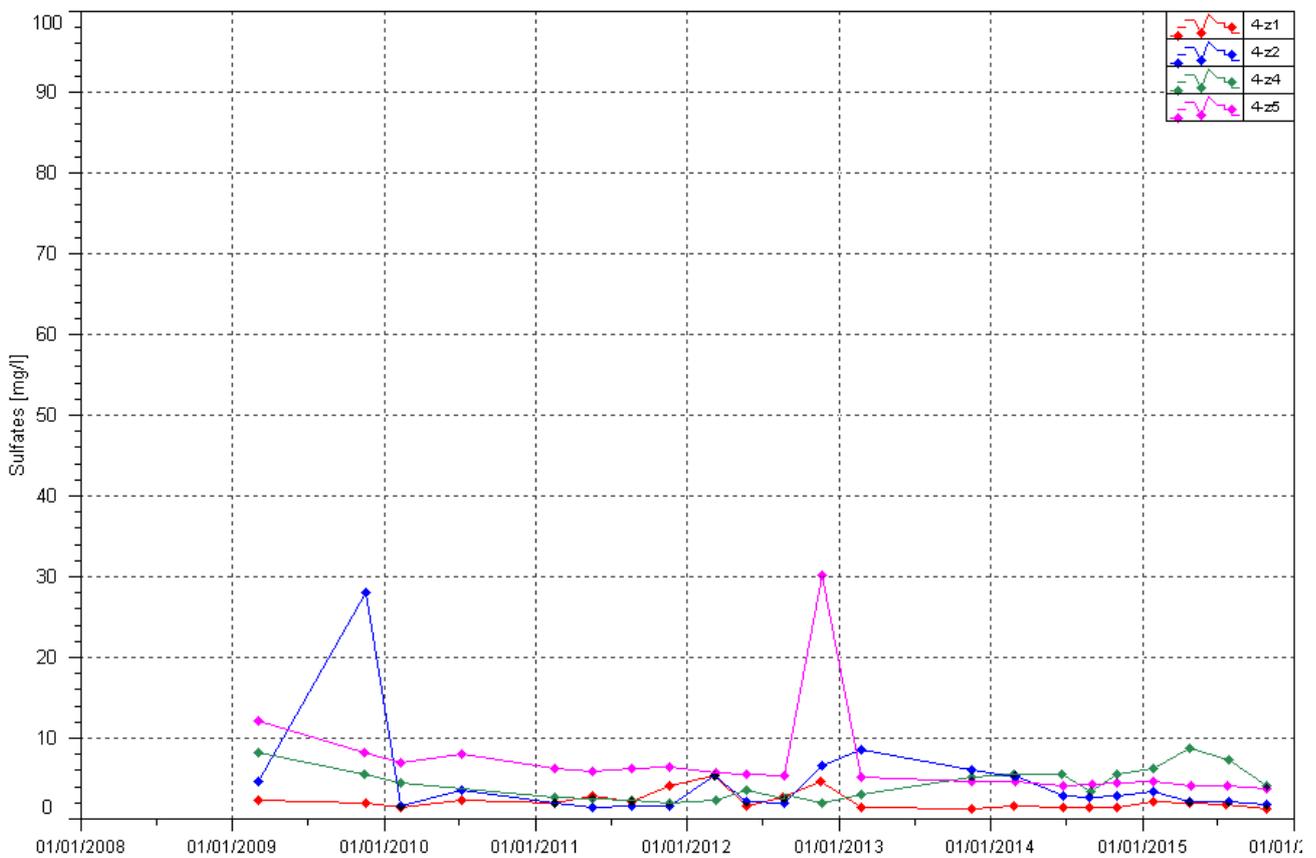
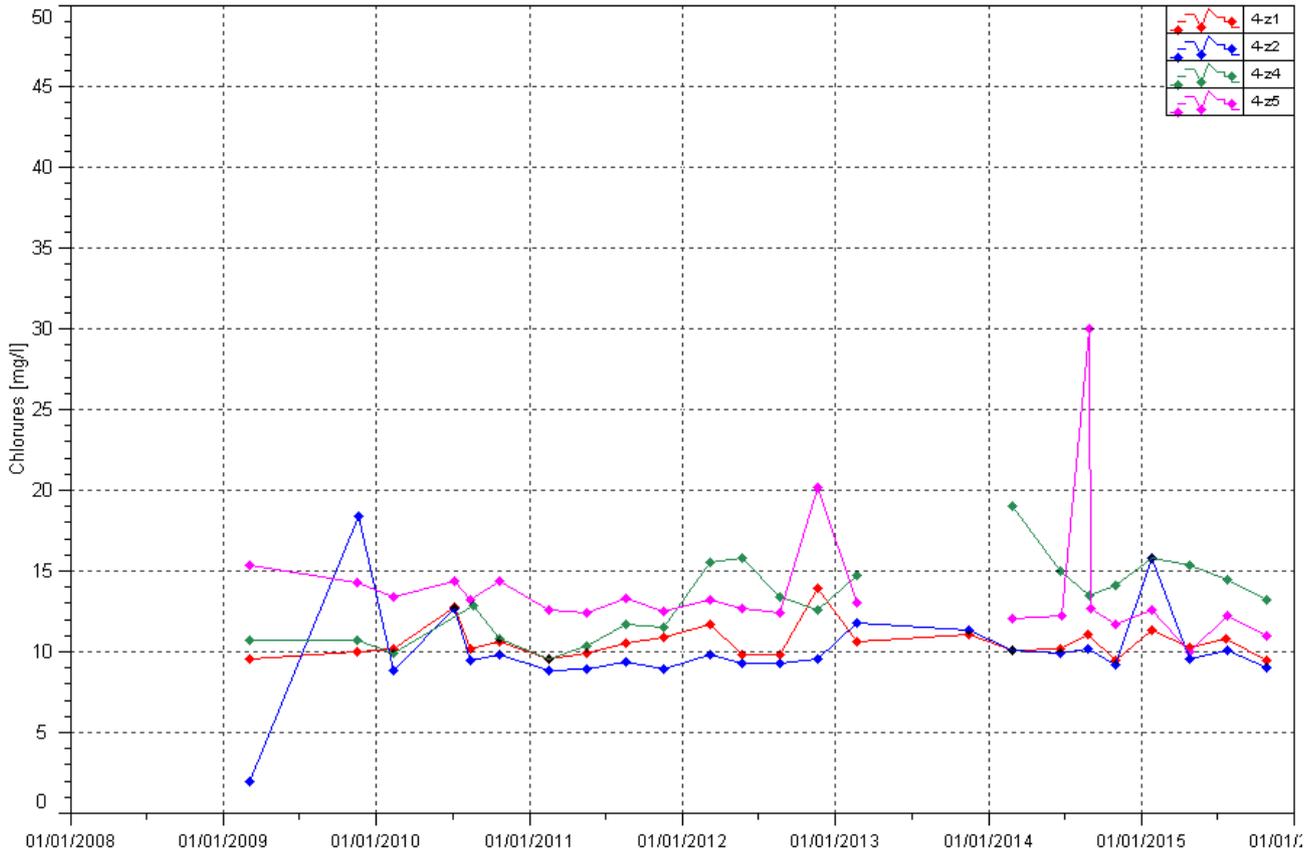
DCO et Hydrocarbures : Aucune trace d'hydrocarbure n'est détectée dans la nappe des horizons saprolitiques sur le site de l'UPM.

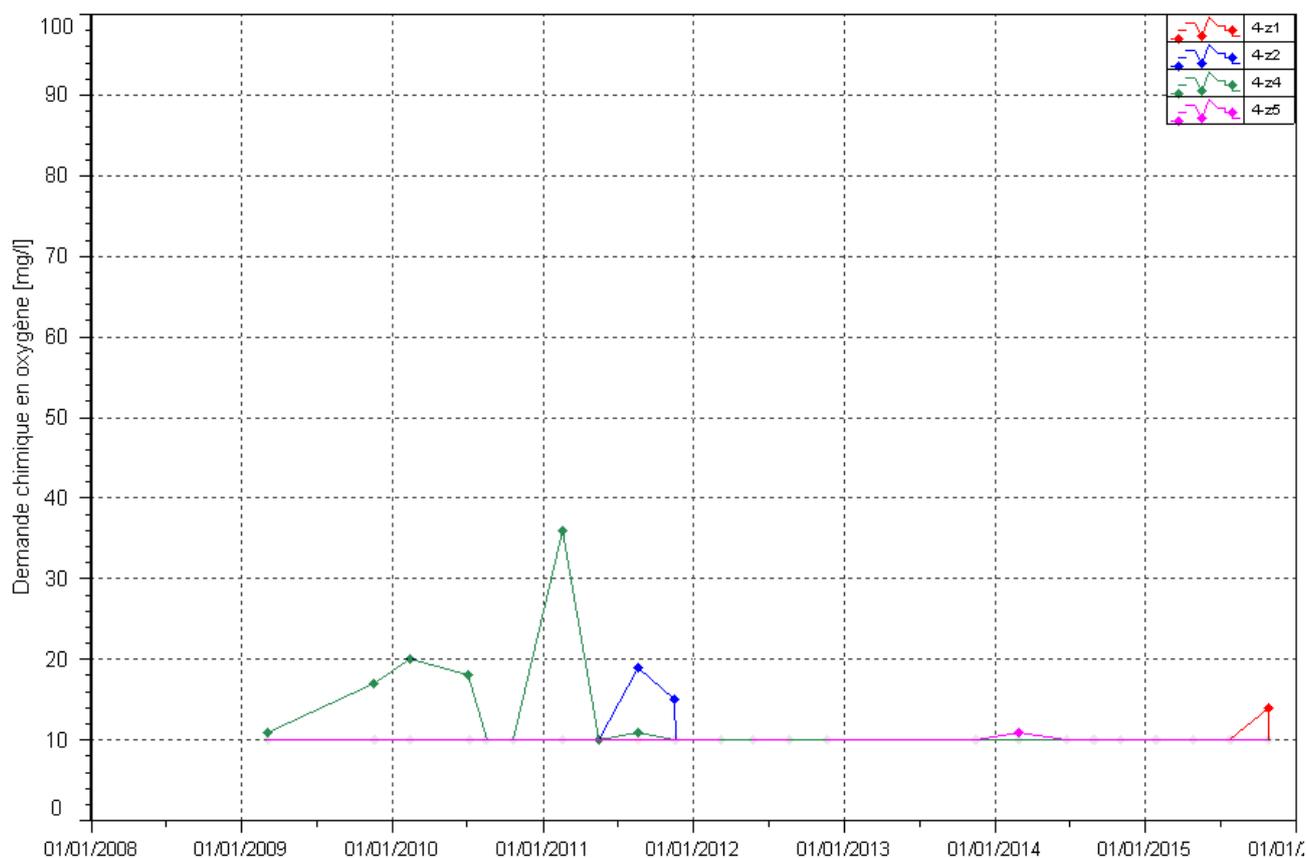
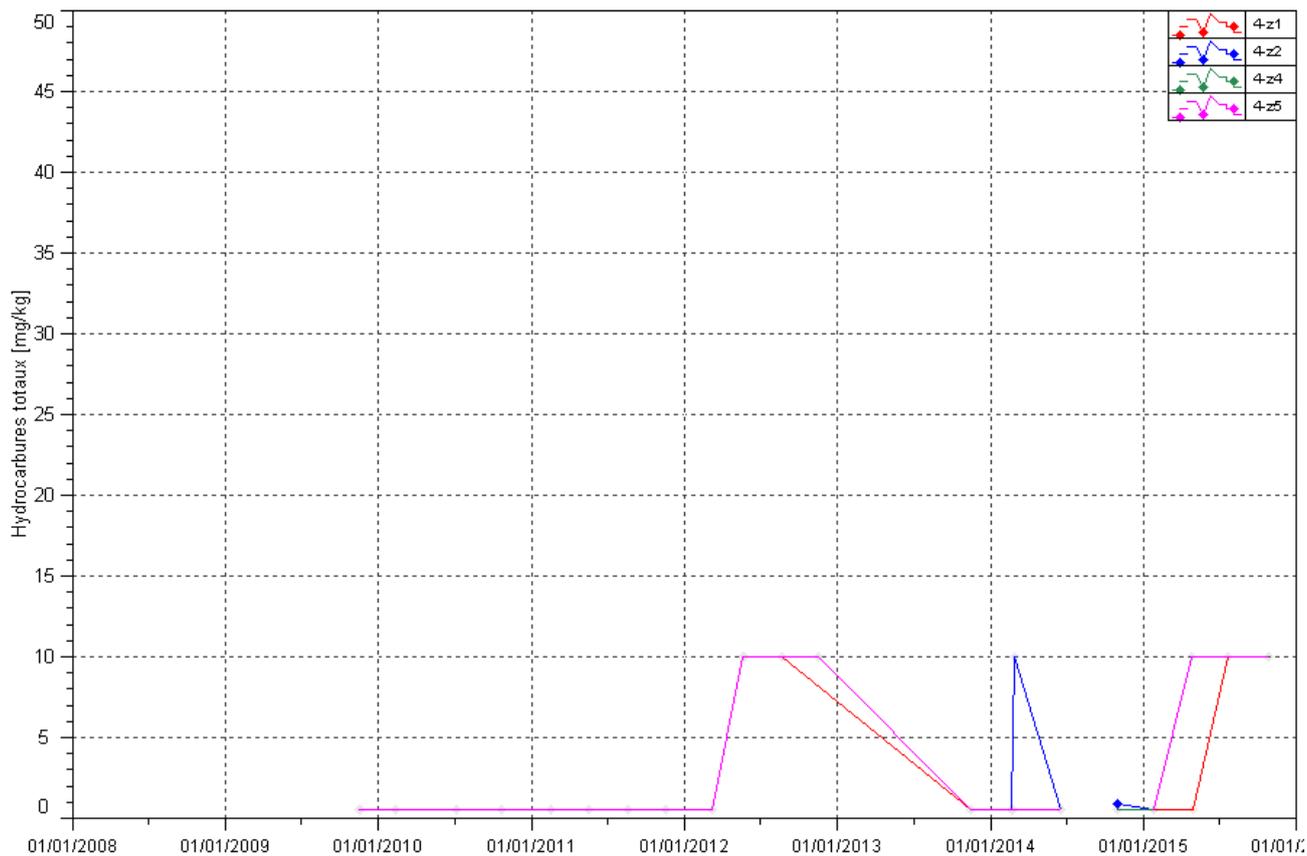
Chrome et Chrome VI : le chrome VI n'est pas détecté dans les eaux souterraines de l'UPM.

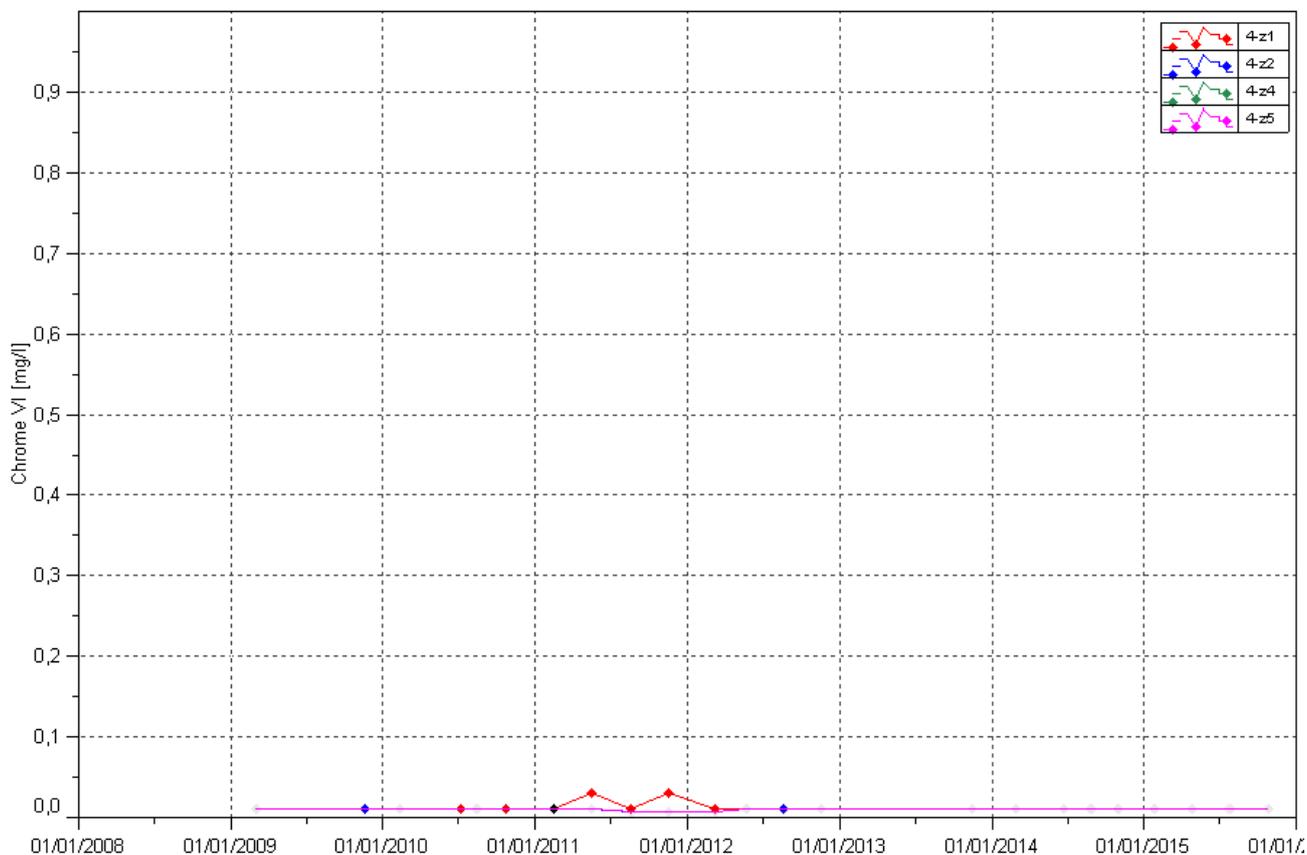
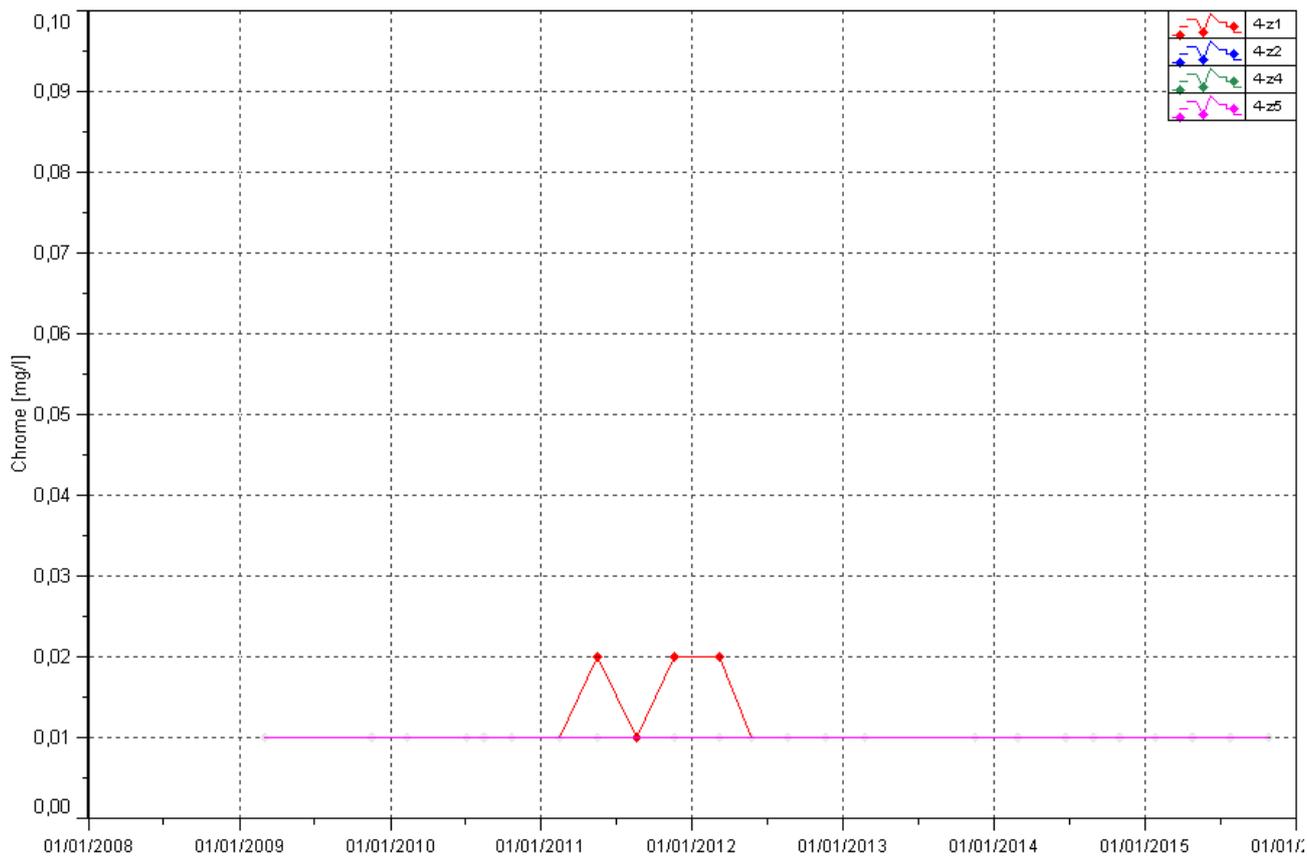
Calcium, TAC, Potassium et Sodium : Aucune évolution particulière n'est observée.

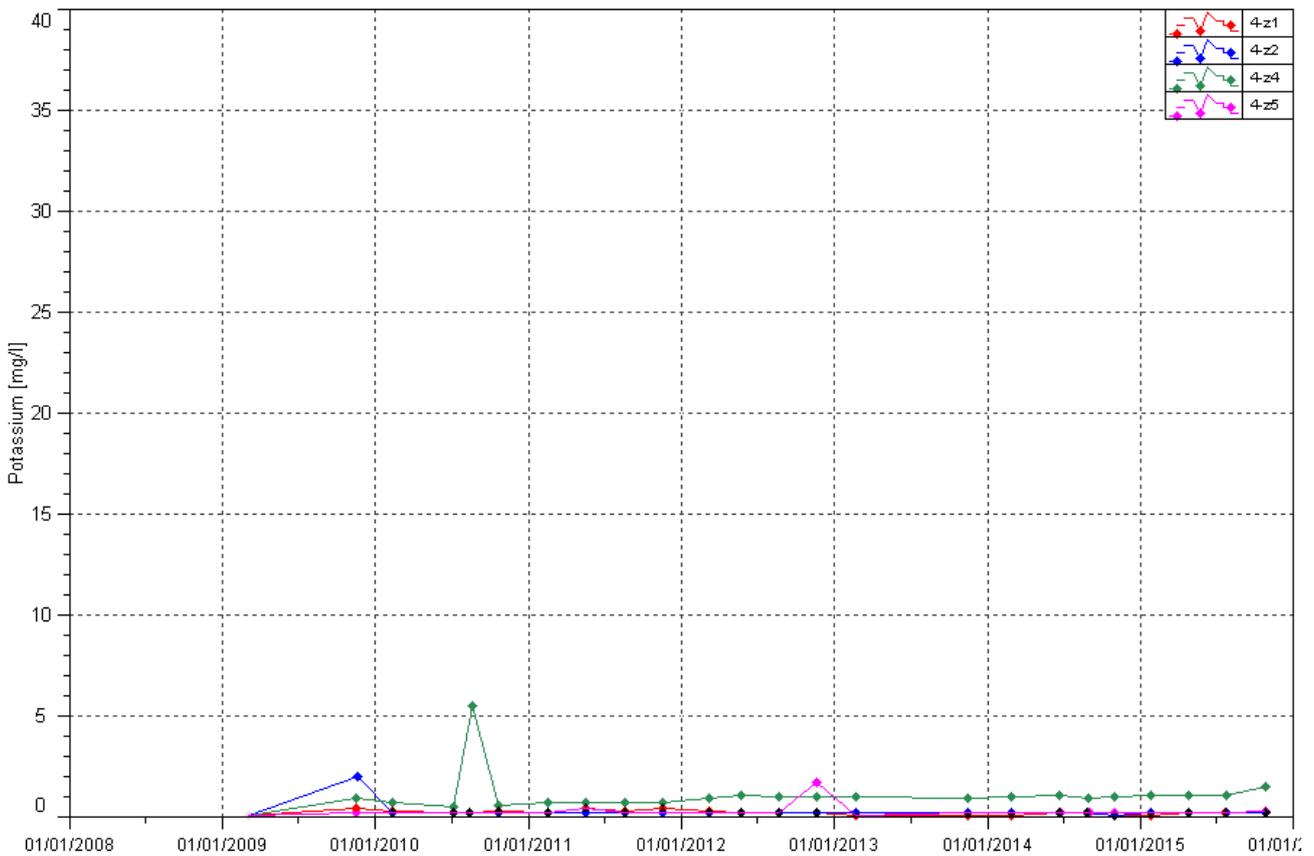
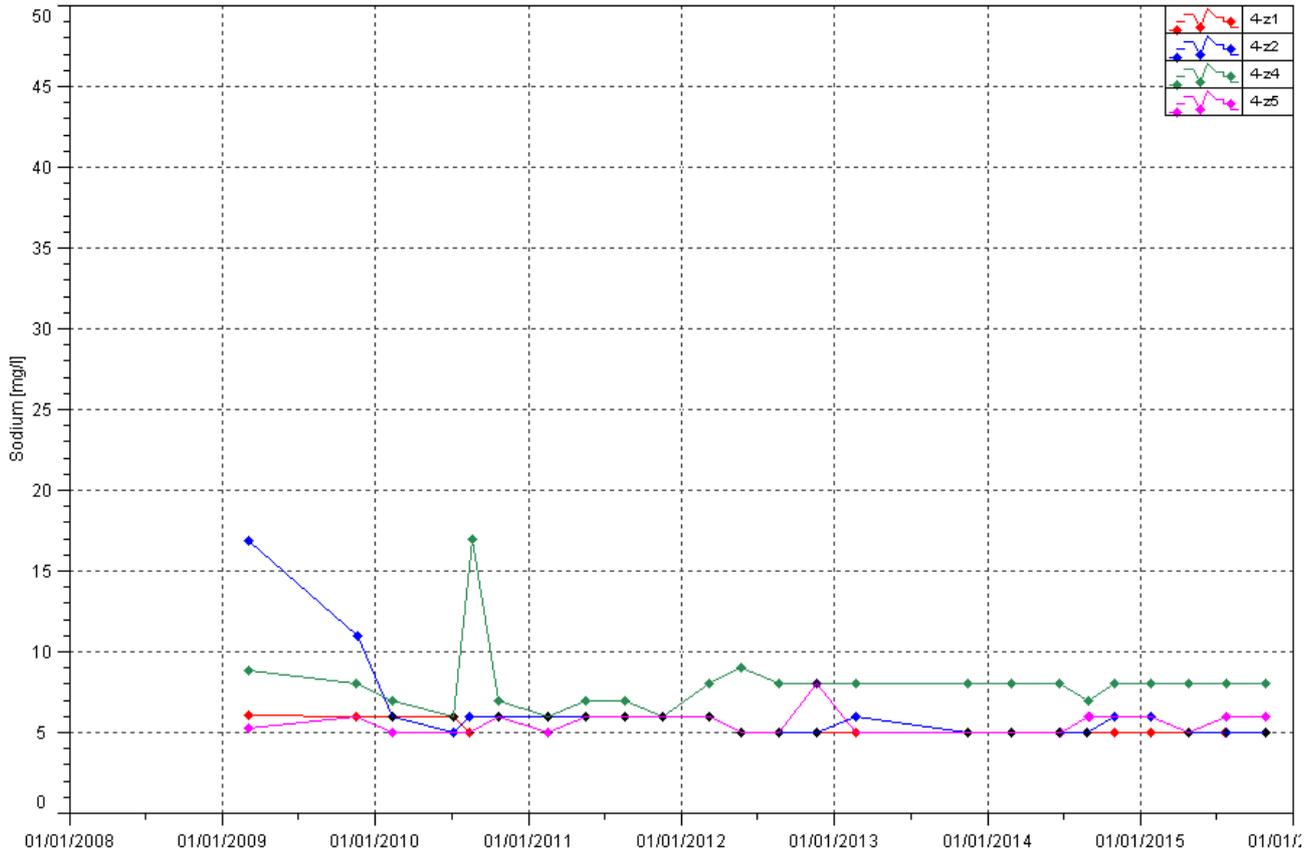
Figure 21 : Résultats du suivi piézométrique sur le secteur de l'Unité de préparation du minerai- conductivité, pH, sulfate, chlorure, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

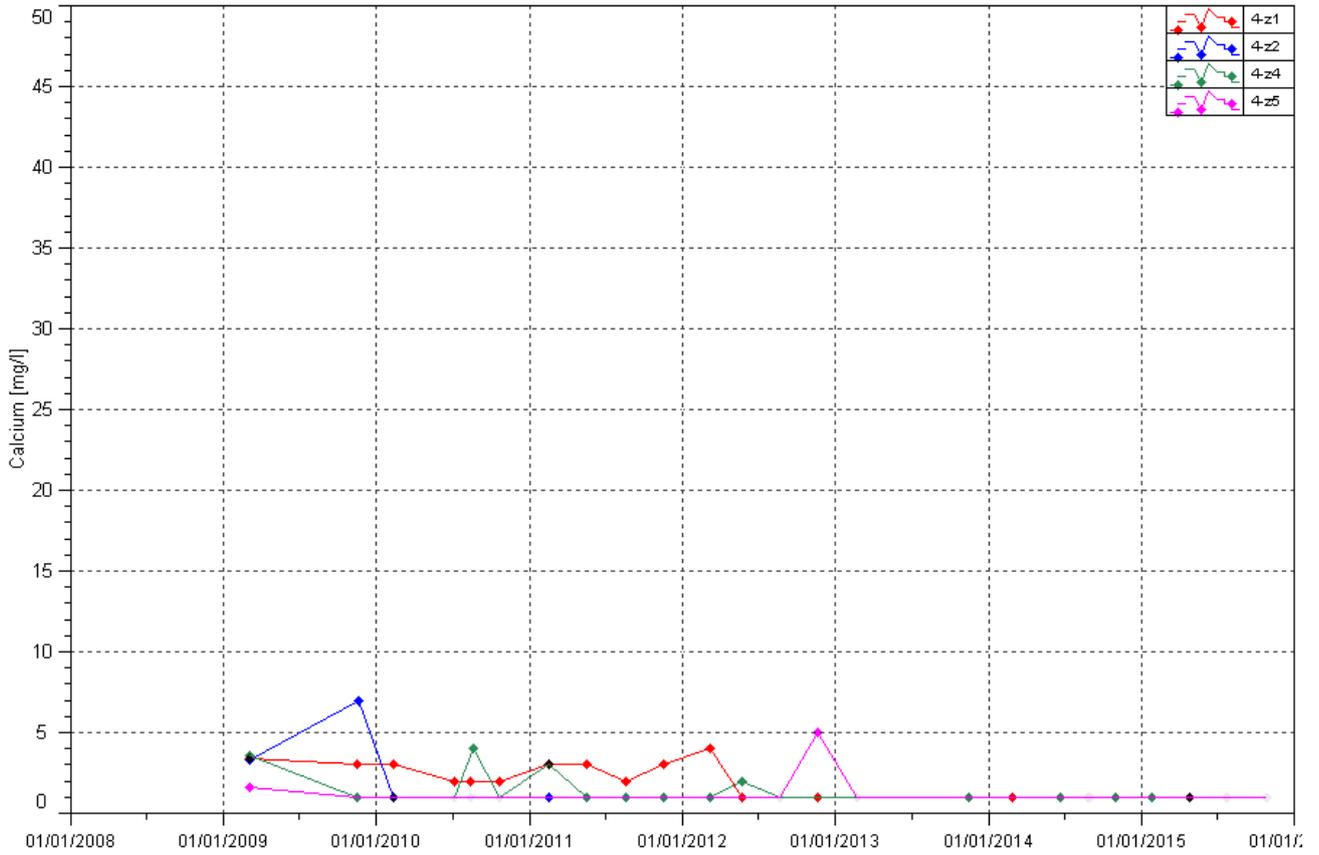












3 ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS

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. Les valeurs élevées en DCO et de conductivité au piézomètre 7-1 sont les résultats d'une intrusion naturelle de l'eau de mer dans la nappe d'eau souterraine. Seule les concentrations d'octobre sont faibles, donc une intrusion plus faible de l'eau de mer liée à une marée basse à coefficient important.

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

3.2.1.1 Eaux souterraines

Les résultats du 2nd semestre 2015 montrent des évolutions importantes pour certains piézomètres indicatrices d'une perturbation du milieu souterrain.

Les contrôles du 2nd semestre effectués sur les eaux souterraines au pied de la berme (Groupe A) affirment des tendances observées depuis 2013.

- De fortes hausses de la conductivité, des concentrations en sulfates et magnésium sont constatées aux piézomètres WKBH102 et WKBH103.
- Aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A, les résultats de 2015 confirment l'accroissement des teneurs en sulfates et magnésium.

A titre indicatif, ces concentrations sont comparées aux seuils mentionnés dans la norme de potabilité des eaux, soit 150 mg/L pour les sulfates et 1000 μ S/cm pour la conductivité.

Le max mesuré en sulfates pour ce groupe est de 172 mg/l au piézomètre WKBH103. Les résultats en sulfates pour ce piézomètre indiquent depuis octobre 2015 des concentrations supérieures au seuil de potabilité. Pour les autres piézomètres, les concentrations mesurées restent inférieures au seuil de potabilité des eaux.

La conductivité maximale enregistrée pour ce groupe est de 502 μ S/cm, et est inférieure à la limite de la norme de potabilité des eaux.

Les résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines dans la zone tampon (Groupe B) confirment la tendance à l'augmentation de la conductivité et des sulfates au piézomètre WKBH110.

La conductivité max pour ce groupe est de 232 μ S/cm et la teneur max en sulfates est de 33,5 mg/l. Ces maximales sont bien inférieures aux limites de potabilité des eaux.

Enfin ce suivi des eaux souterraines près de la rivière Kwé Ouest et dans les vallées adjacentes ne montrent aucune tendance particulière.

Comme les années précédentes, le **manganèse** est faiblement détecté dans les eaux souterraines de la zone d'alerte, de la zone tampon et près de la rivière Kwé Ouest. Les concentrations sont largement inférieures au seuil réglementaire de 1 mg/L mentionné dans l'arrêté. Signalons tout de même que des concentrations de 0,05 mg/L, correspondant à la limite réglementaire pour les eaux de surface de la Kwé sont régulièrement mesurées depuis 2008.

L'ensemble des 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 résultats du 2nd semestre 2015 confirment l'augmentation progressive depuis 2013 des paramètres conductivité, sulfates et magnésium.

A la source WK20, les tendances à la hausse sont aussi confirmées par les résultats de ce semestre pour les paramètres conductivité, sulfate et magnésium. Ces évolutions restent moins marquées à WK20 par rapport à la source WK17.

Pour rappel et à titre indicatif, les résultats du suivi de la conductivité, sulfates et manganèse sont comparés aux limites ICPE applicables aux piézomètres du groupe B. Ses seuils correspondent aux valeurs guides A3, inspirées de l'arrêté métropolitain relatif aux eaux brutes et eaux destinées la consommation humaine du 11 janvier 2007 soit :

- 1000 μ S/cm pour la conductivité,
- 1 mg/l pour le manganèse,
- 150 mg/L pour les sulfates.

En 2015, les mesures de conductivité sont inférieures à la limite de potabilité des eaux et le manganèse n'est jamais détecté au niveau des sources en aval de la KWRSF.

Depuis le 19 août 2015, les concentrations en sulfates de la source WK17 sont supérieures à 150 mg/l, équivalent à la limite réglementaire applicable au piézomètre du groupe B situés en aval de la berme de la Kwe Ouest.

A la source WK20, la concentration maximale est de 95.8 mg/l en 2015.

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

Des variations sont toujours plus marquées dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14A. En revanche, les résultats de 2015 pour ce piézomètre ont montré un retour aux normales mesurées depuis 2010 ou encore une stabilisation des paramètres pH, conductivité, sulfates, et chlorures.

Les valeurs du 2nd semestre attestent d'un retour à la normale dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14A

Pour rappel, des investigations ont permis de démontrer que ce piézomètre, situé entre le secteur auxiliaire et la raffinerie (270), subissait une contamination par les eaux du bassin incendie de l'Usine et probablement de la conduite de pompage du système de drainage sous géomembrane. Cette fuite occasionnelle était dirigée vers un point bas, provoquant la présence permanente d'eau stagnante et favorisant ainsi l'infiltration dans la nappe d'eau superficielle. Ce point bas a été comblé en juillet afin de faire en sorte que les rejets potentiels soient maintenus en surface et récupérés dans le réseau du TCS.

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats de 2015 ne montrent pas d'évolution particulière. Hormis au piézomètre 6-14, où des concentrations élevées en sulfates et chlorures sont relevées lors du dernier contrôle de 2015. Cette évolution sera à suivre lors du prochain bilan semestriel.

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.

Les activités, telles que le roulage et le lavage des engins lourd, la station de distribution de carburant ou autres, n'ont pas eu d'impact sur les eaux souterraines.

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.

Suivi des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines : **aucune non-conformité** n'est à reporter. Cependant on constate une hausse importante de la conductivité, des concentrations en sulfates, magnésium dans les eaux souterraines de la zone d'alerte au pied de la berme et au niveau des sources WK17 et WK20. La dégradation de la qualité de l'eau s'accroît fortement même si aucune non-conformité n'est à reporter. A titre indicatif, le seuil de concentration en sulfates mentionné dans la norme de potabilité des eaux, soit 150 mg/l, a été dépassé au piézomètre WKBH103 et à la source WK17 lors du 2nd semestre 2015.

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

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

Conclusion

Le suivi des stations selon les paramètres et les fréquences réglementaires ont pu être réalisés en quasi-totalité. Les taux de disponibilité des résultats ont augmentés par rapport à l'année 2014, en particulier grâce à la campagne de remplacement des piézomètres endommagés sur le secteur de la Kwé Ouest débutée en fin 2014.

Les résultats du suivi des eaux souterraines en aval du parc à résidus de la Kwé ouest montrent que l'augmentation des concentrations en sulfates et en magnésium s'est accélérée à partir du 2nd semestre 2015.

L'analyse des résultats du suivi des eaux souterraines n'a révélé aucune non-conformité dans le secteur du port, de l'usine et de l'UPM. La qualité des eaux souterraines est de nouveau comparable à ce qui est mesuré habituellement pour les stations où des tendances ont été observées lors des derniers bilans semestriels.

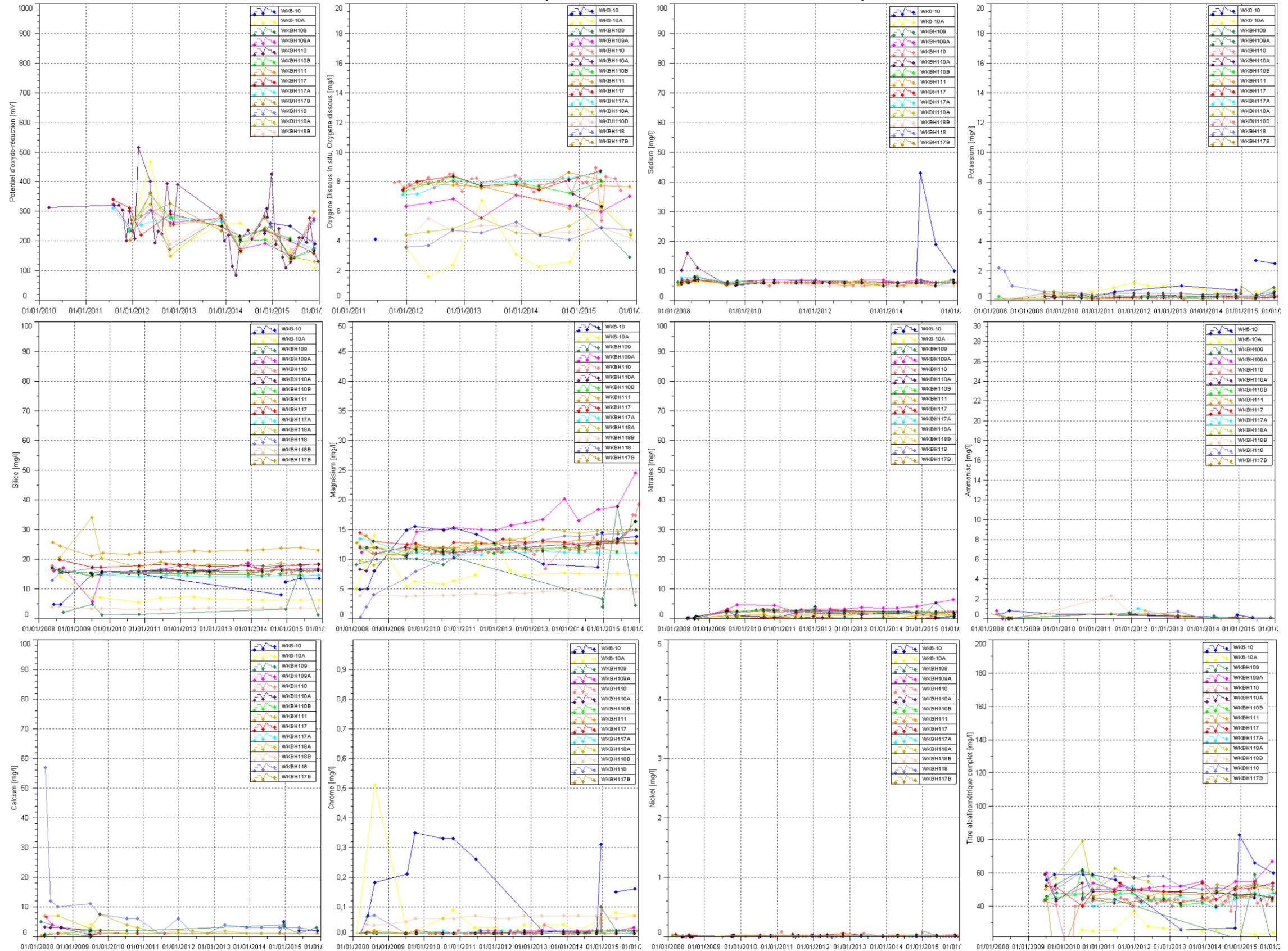
ANNEXE I : SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA KWE OUEST

Piézomètres des groupes A, B, C et D

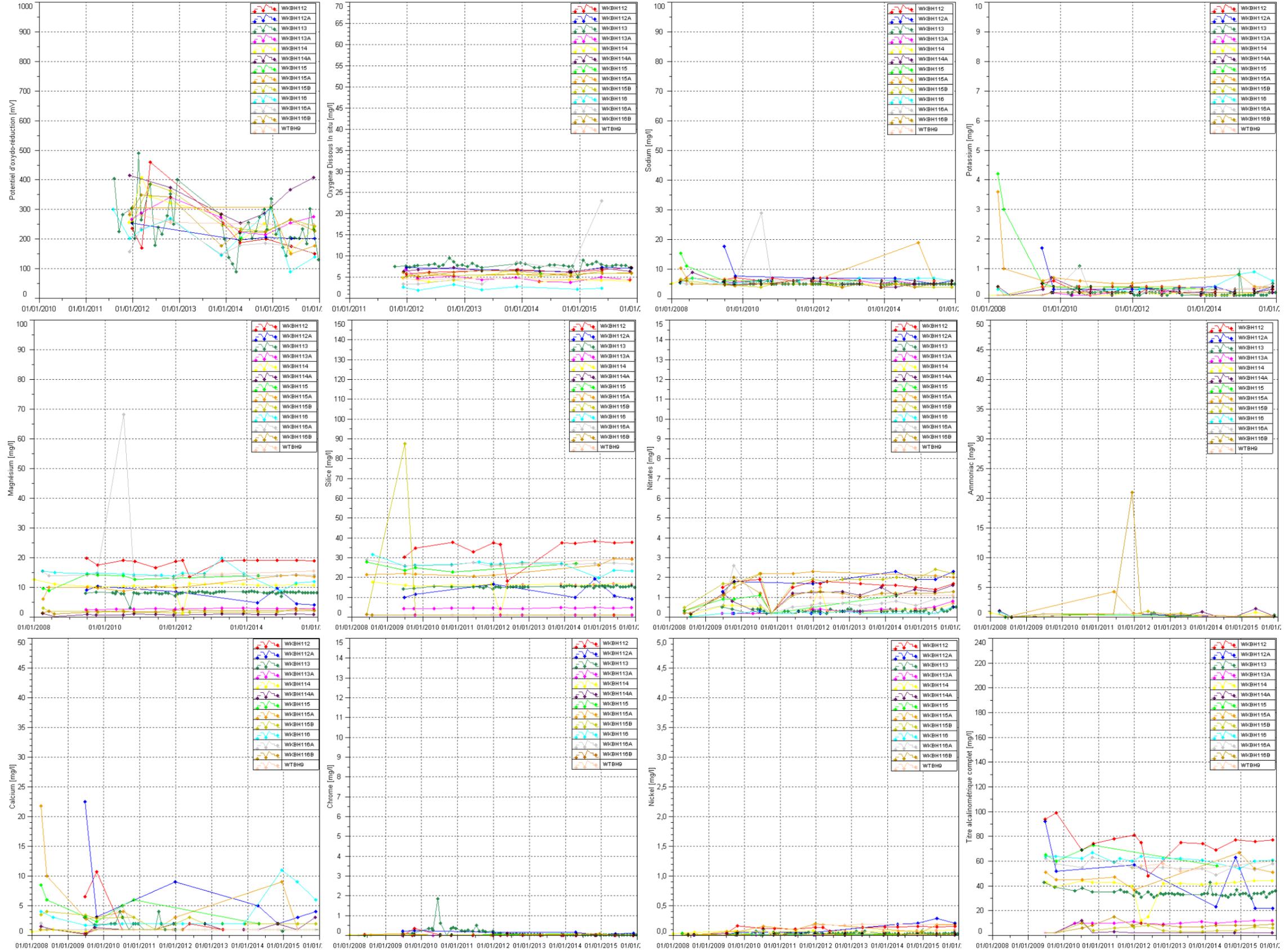
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



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

