



Suivi environnemental Rapport Annuel 2013 Eaux Souterraines



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES.....	3
LISTE DES ANNEXES	4
SIGLES ET ABREVIATIONS	4
INTRODUCTION.....	1
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.....	4
1.1.3 Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM).....	6
1.1.4 Suivi de l'impact des activités de l'usine	7
1.2. Protocoles de mesure	9
1.2.1 Campagnes de mesures physico-chimiques.....	9
1.2.2 Mesures des paramètres physico-chimiques in situ.....	10
1.2.3 Analyse des hydrocarbures	10
1.2.4 Analyse des paramètres physico-chimiques en solution.....	10
1.2.5 Analyse des métaux	11
2. PRESENTATION DES RESULTATS.....	12
2.1. Rappel des valeurs réglementaires	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.....	13
2.1.4 Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines	13
2.2. Bilan des campagnes de mesure.....	13
2.2.1 Données disponibles pour le Port.....	13
2.2.2 Données disponibles pour le parc à résidus de la Kué Ouest.....	14
2.2.3 Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minerai	16
2.2.4 Données disponibles pour l'Usine	17
2.3. Résultats	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 Kué Ouest	20
2.3.3 Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines.....	36
2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines.....	50
3. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION.....	57
3.1. Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines	57
3.2. Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines	57

3.3. Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines	57
3.4. Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines	58
4. BILAN DES NON-CONFORMITES	59
CONCLUSION	60

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	11
Tableau 6 : Méthodes d'analyse pour les métaux	12
Tableau 7 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°891-2007/PS	12
Tableau 8 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°1466-2008/PS	13
Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port	14
Tableau 10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi semestriel	15
Tableau 11 : Données disponibles sur les trois piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi mensuelle	16
Tableau 12 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM	16
Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine	17
Tableau 15 : Comparaison des mesures de conductivité manuelles et in situ	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation des piézomètres du port	3
Figure 2 : Carte de localisation des piézomètres du parc à résidus	4
Figure 3 : Carte de localisation des piézomètres de l'Unité de Préparation du Minéral	7
Figure 4 : Carte de localisation des piézomètres de l'usine	9
Figure 5 : Résultats du suivi du Port par graphiques – pH	18
Figure 6 : Résultats du suivi du Port par graphiques – DCO	18
Figure 7 : Résultats du suivi du Port par graphiques – Conductivité	18
Figure 8 : Résultats du suivi du Port par graphiques – HT	19
Figure 9 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe A) – pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, et manganèse	20
Figure 10 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe B) – pH, conductivité, sulfates et manganèse	24
Figure 11 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe C) – pH, conductivité, et manganèse	26
Figure 12 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe D) – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse	29
Figure 13 : Résultats du suivi piézométrique mensuel de la Kwe Ouest – conductivité, sulfate, magnésium, calcium et manganèse	31

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Tableaux d'exploitation statistique des analyses.....	66
ANNEXE II : Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Piézomètres des groupes A, B, C et D.....	71
ANNEXE III : Résultats du suivi des eaux souterraines de l'Usine : Tableaux d'exploitation statistique des analyses	77
ANNEXE IV : Résultats du suivi des eaux souterraines de l'UPM : Tableaux d'exploitation statistique des analyses	79

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 Minerais

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
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.

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 qu'au total 3 piézomètres sont installés pour le suivi des eaux souterraines.

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

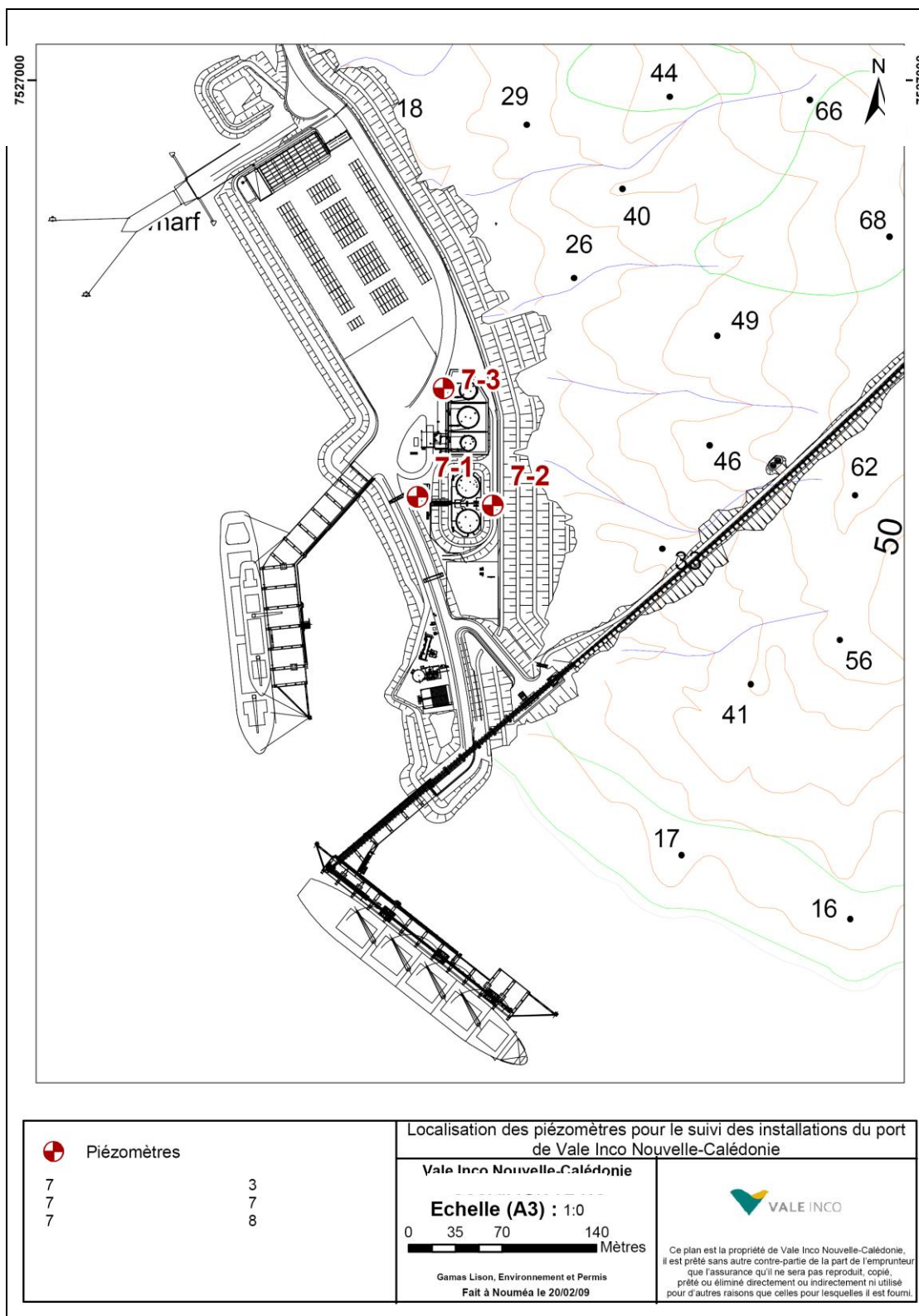
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
7-1	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491884,5	205436,3
7-2	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491828,35	205442,3
7-3	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491847,2	205522,5

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



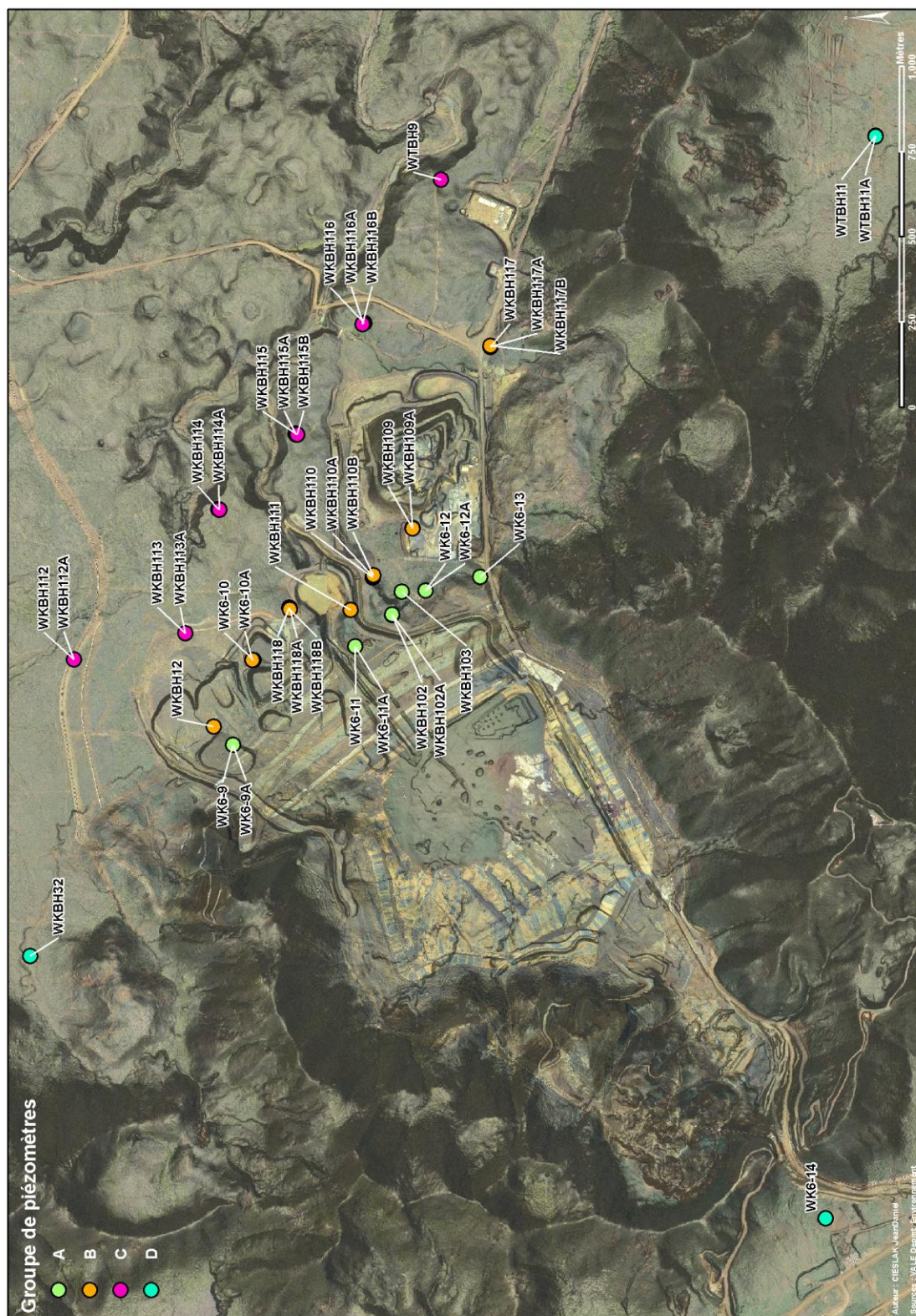
1.1.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines

Le suivi des eaux souterraines du bassin versant de la Kwé Ouest est effectué sur 41 piézomètres. Ils 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	Groupe B Suivi de la qualité de l'eau souterraine dans la zone tampon	Arrêté n°1466-2008/PS	495243,9	211142,6
WK 6-10	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495439,8	211029,0
WK 6-10a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495439,8	211026,0
WKBH 109	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495827,0	210559,7
WKBH 109a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495824,0	210558,7
WKBH 110	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495681,2	210676,7
WKBH 110a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495684,2	210675,7
WKBH 110b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495687,2	210674,7
WKBH 111	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495585,7	210742,0
WKBH 117	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496356,5	210330,3
WKBH 117a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496357,5	210330,3
WKBH 117b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496360,5	210331,4
WKBH 118	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495593,5	210921,1
WKBH 118a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495590,5	210920,1
WKBH 118b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495588,5	210919,0
WKBH 112	KO	Groupe C Suivi de la qualité de l'eau souterraine près de la rivière Kwé Ouest	Arrêté n°1466-2008/PS	496699,6	210601,6
WKBH 112a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496704,6	210596,6
WKBH 113	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495539,3	211227,6
WKBH 113a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495540,4	211219,7
WKBH 114	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495881,0	211130,0
WKBH 114a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	495879,1	211127,0
WKBH 115	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496102,6	210903,6
WKBH 115a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496100,6	210900,5
WKBH 115b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496099,6	210898,5
WKBH 116	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496427,0	210701,8
WKBH 116a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496424,9	210704,8
WKBH 116b	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496423,9	210706,8
WTBH 9	KO	Groupe D Suivi de la qualité de l'eau souterraine dans les vallées adjacentes	Arrêté n°1466-2008/PS	496847,6	210476,6
WTBH 11	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496974,2	209199,7
WTBH 11a	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496976,2	209199,7
WKBH 32	KO		Arrêté n°1466-2008/PS	496571,5	211681,9
WK 6-14	Rivière Kadji		Arrêté n°1466-2008/PS	493803,5	209346,8

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



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

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

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

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

Le piézomètre 4-z1 a été installé pour suivre l'installation de dépôt d'hydrocarbure côté Kwé Nord.

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

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

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

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



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-	494404	206981

			2008/PS		
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	ICP02		
Interne	Fe	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	K	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Mg	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Mn	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Na	mg/L	1	ICP02		
Interne	Ni	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	P	mg/L	0.1	ICP02		
Interne	Pb	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	S	mg/L	1	ICP02		
Interne	Si	mg/L	1	ICP02		
Interne	Sn	mg/L	0.01	ICP02		
Interne	Zn	mg/L	0.1	ICP02		

2. PRESENTATION DES RESULTATS

2.1. Rappel des valeurs réglementaires

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

L'arrêté n°891-2007/PS du 13 juillet 2007 relatif aux installations portuaires impose le respect des seuils indiqués dans le tableau 7 pour la composition des eaux souterraines.

Tableau 7 : Valeurs réglementaires 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 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

Au mois de mai 2013, une panne survenue sur notre matériel de pompage n'a pas permis la réalisation de la deuxième et troisième campagne trimestrielle d'échantillonnage des eaux du port, de l'usine et de l'usine de Préparation du Minerai.

2.2.1 Données disponibles pour le Port

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		Année 2013				Bilan 2013	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Août	Novembre	Nombre d'analyses attendues	Nombre d'analyses réalisées
Trimestrielle	pH	3	0	0	3	12	6
Trimestrielle	Conductivité	3	0	0	3	12	6
Trimestrielle	DCO	3	0	0	3	12	6
Trimestrielle	HT	3	0	0	3	12	6
Nombre total d'analyses réalisées						24	
% analyses réalisées						50	

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

Le suivi des piézomètres de la Kwé Ouest est effectué en majorité à fréquence semestrielle. La première campagne de suivi semestriel des eaux souterraines est réalisée au mois d'avril et la seconde campagne au mois de novembre.

Lors de ces deux campagnes, les piézomètres suivants n'ont pu être échantillonnés :

- **WK6-11A, WK6-13**(groupe A) : le piézomètre WK6-11A est détérioré et le WK6-13 n'est pas accessible.
- **WKBH110A, WK6-10, WKBH109** (groupe B) : ces piézomètres ont été détériorés ou comblés par des sédiments.
- **WKBH112A, WKBH115** (groupe C) : piézomètres comblés par des sédiments.
- **WKBH115A** (groupe C) : piézomètre obstrué par un tube Waterra.

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 souterraines car non représentative.
- Le **HCO₃⁻** est obtenu par calcul à partir des mesures de TA et TAC.

Les taux de données disponibles sont présentés dans le tableau 10.

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

Pour trois piézomètres définis (WKBH102, WKBH110 et WKBH113), un suivi est réalisé à fréquence mensuelle pour quelques paramètres et la conductivité est mesurée en continu.

Le suivi de juin n'a pu être réalisé en raison de la panne survenue sur notre équipement de pompage.

	Groupe A				Groupe B				Groupe C				Groupe D			
	Attendu	Réalisé	%		Attendu	Réalisé	%		Attendu	Réalisé	%		Attendu	Réalisé	%	
pH	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
cond	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Al	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
As	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Ca	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Cl	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Co	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Cr	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Cu	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Fe	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
HCO3-	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
K	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Mg	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Na	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Ni	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
NO2	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
NO3	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Pb	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
PO4	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
SiO2	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
SO4	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Zn	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
Mn	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
F	20	16	80		28	22	78		26	22	85		8	8	100	
MES	20	0	0		28	0	0		26	22	85		8	0	0	
% d'analyses réalisées (hors MES)			80		% d'analyses réalisées (hors MES)			78	% d'analyses réalisées (hors MES)			85	% d'analyses réalisées (hors MES)			100

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

WKBH113, WKBH102, WKBH110		Année 2013												Bilan 2013	
Fréquence	Analyses	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Conductivité	Total semestre												26280	24733
Mensuelle	Sulfates	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	36	30
Mensuelle	Magnésium	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	36	30
Mensuelle	Calcium	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	36	30
Mensuelle	Manganèse	3	3	3	0	3	0	0	3	3	3	3	3	36	30
% de mesures continues de cond réalisées														94	
Nombre total d'analyses réalisées														120	
% analyses réalisées														83	

Les prélèvements de juin et juillet n'ont pu être réalisé en raison de la panne survenue sur le matériel de pompage.

Les périodes de lacunes dans les données continues sont à noter aux piézomètres :

- WKBH102 : du 31/01 au 03/03/2013
- WKBH110 : du 28/08 au 02/10/2014

Ces lacunes sont le résultat de dysfonctionnement des sondes de mesures.

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 12.

Tableau 12 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM

4-z1, 4-z2, 4-z4, 4-z5		Année 2013				Bilan premier semestre 2013	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisés
Trimestrielle	pH	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Conductivité	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	DCO	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Sulfates	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Chrome VI	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Calcium	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Potassium	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Sodium	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	TA	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	TAC	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	Chlorures	4	0	0	4	16	8
Trimestrielle	HT	4	4	0	4	16	8
Nombre total d'analyses réalisées						96	
% analyses réalisées						50	

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 13.

Tableau 13 : 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		Année 2013				Bilan 2013	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Conductivité	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	DCO	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Sulfates	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Chrome VI	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Calcium	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Potassium	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Sodium	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	TA	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	TAC	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	Chlorures	15	0	0	16	64	31
Trimestrielle	HT	14	0	0	15	64	29
Nombre total d'analyses réalisées						370	
% analyses réalisées						48	

En février, les conditions particulières de sécurité dans la zone 245 (aval du bassin d'eau du procédé) n'ont pas permis l'échantillonnage au niveau du piézomètre 6-13.

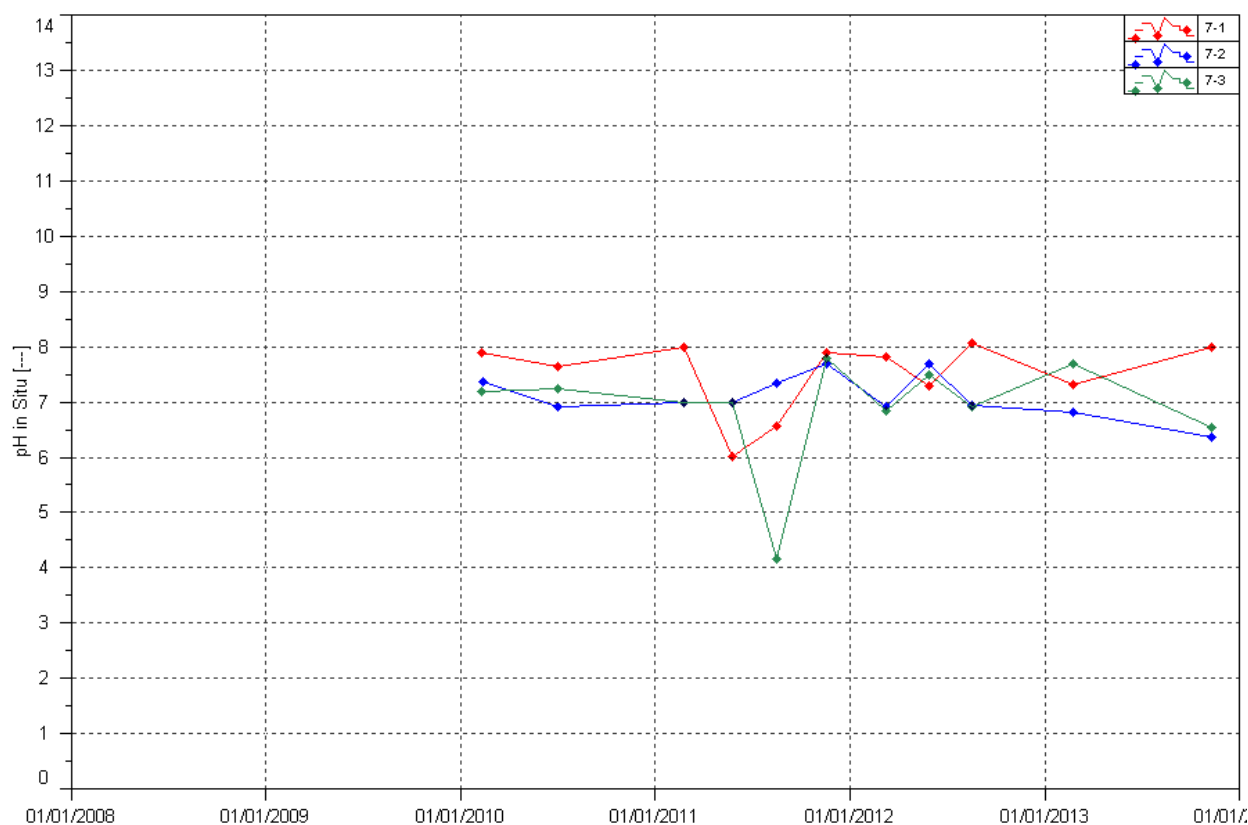
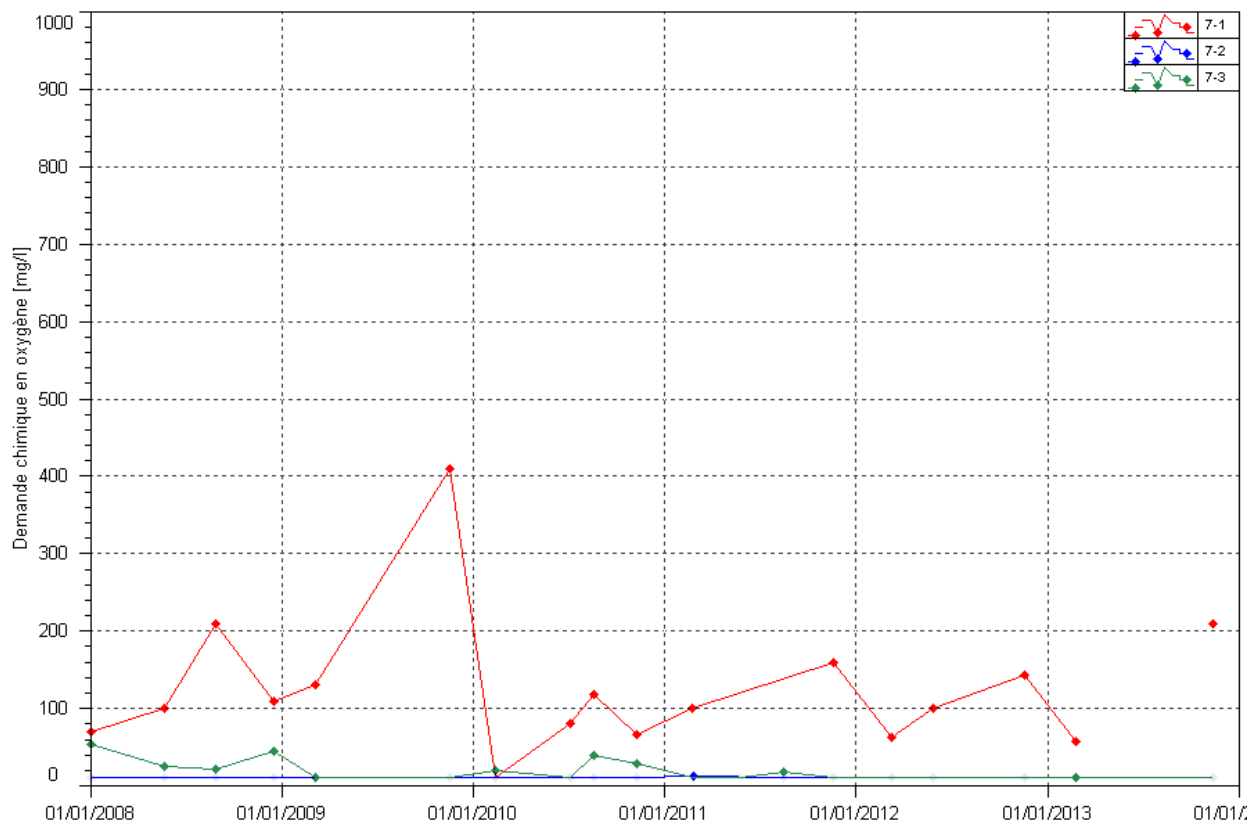
L'échantillonnage au bailer pour l'analyse des HT n'a pu se faire au piézomètre 6-13A en 2013 à cause d'une déformation du tube PVC.

A cause d'une conductivité supérieure à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2013, la détermination des ions chlorures au piézomètre WK6-14A ne s'est pas faite avec la méthode ICS01. Une titration par potentiométrie (TIT10) a dû être réalisée sur l'échantillon. Les limites de détection entre ces deux méthodes ne sont pas identiques : ICS01 (0,1 mg/l) et TIT10 (0,01 g/l).

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. Au cours de l'année 2013, aucune valeur de pH, conductivité, DCO, et hydrocarbures totaux ne dépassent les seuils réglementaires.

Figure 5 : Résultats du suivi du Port par graphiques – pH

Figure 6 : Résultats du suivi du Port par graphiques – DCO

Figure 7 : Résultats du suivi du Port par graphiques – Conductivité

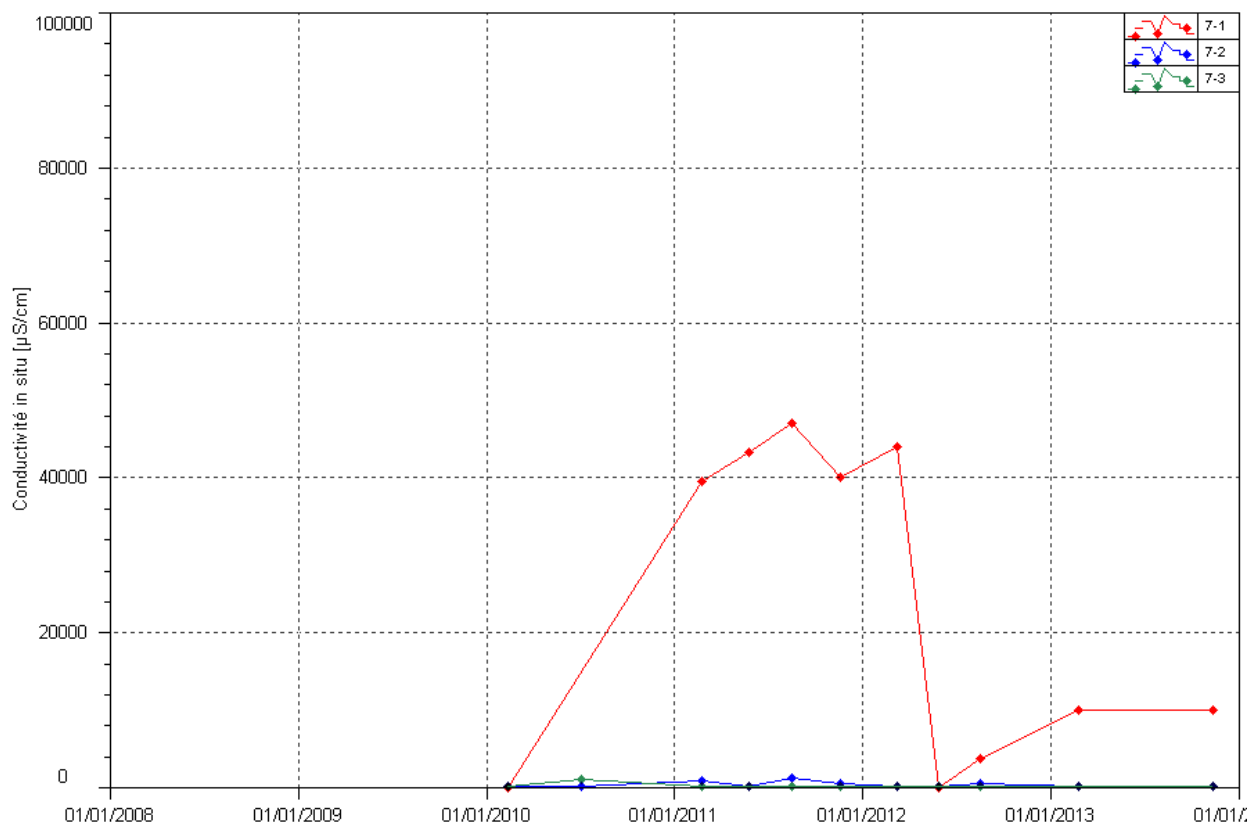
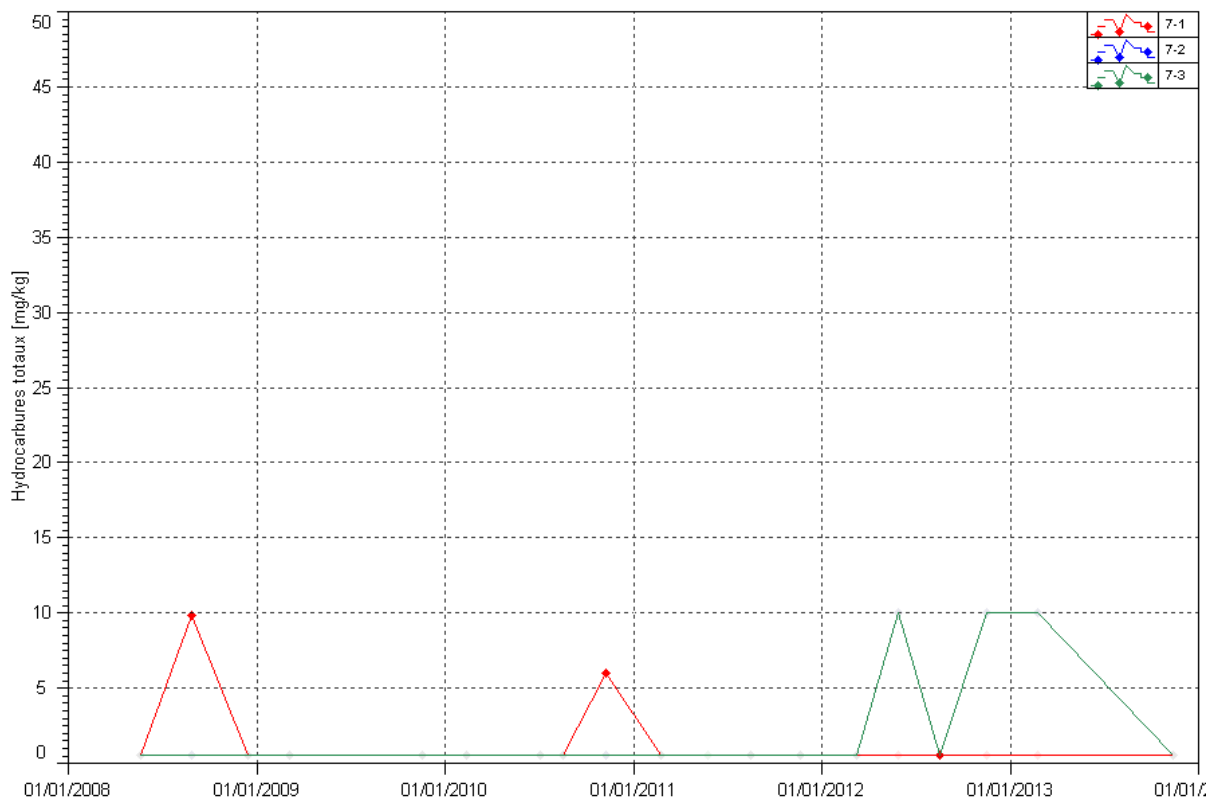


Figure 8 : Résultats du suivi du Port par graphiques – HT



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

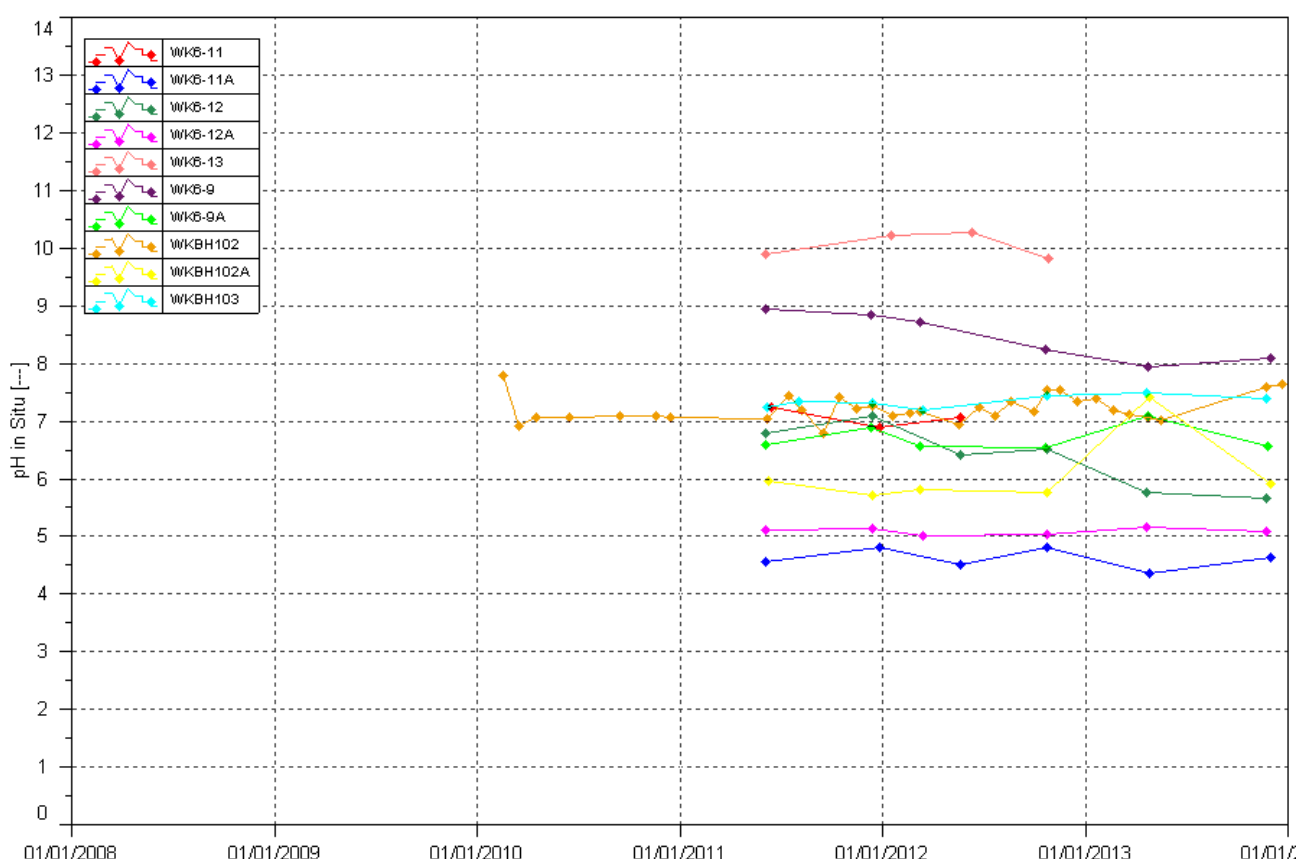
L'annexe I présente les statistiques effectuées sur les résultats de l'année 2013 en comparaison avec les années précédentes. L'annexe II présente les résultats sous forme graphique pour l'ensemble des paramètres exploitables, soit 80% des résultats supérieurs à limite de détection du laboratoire.

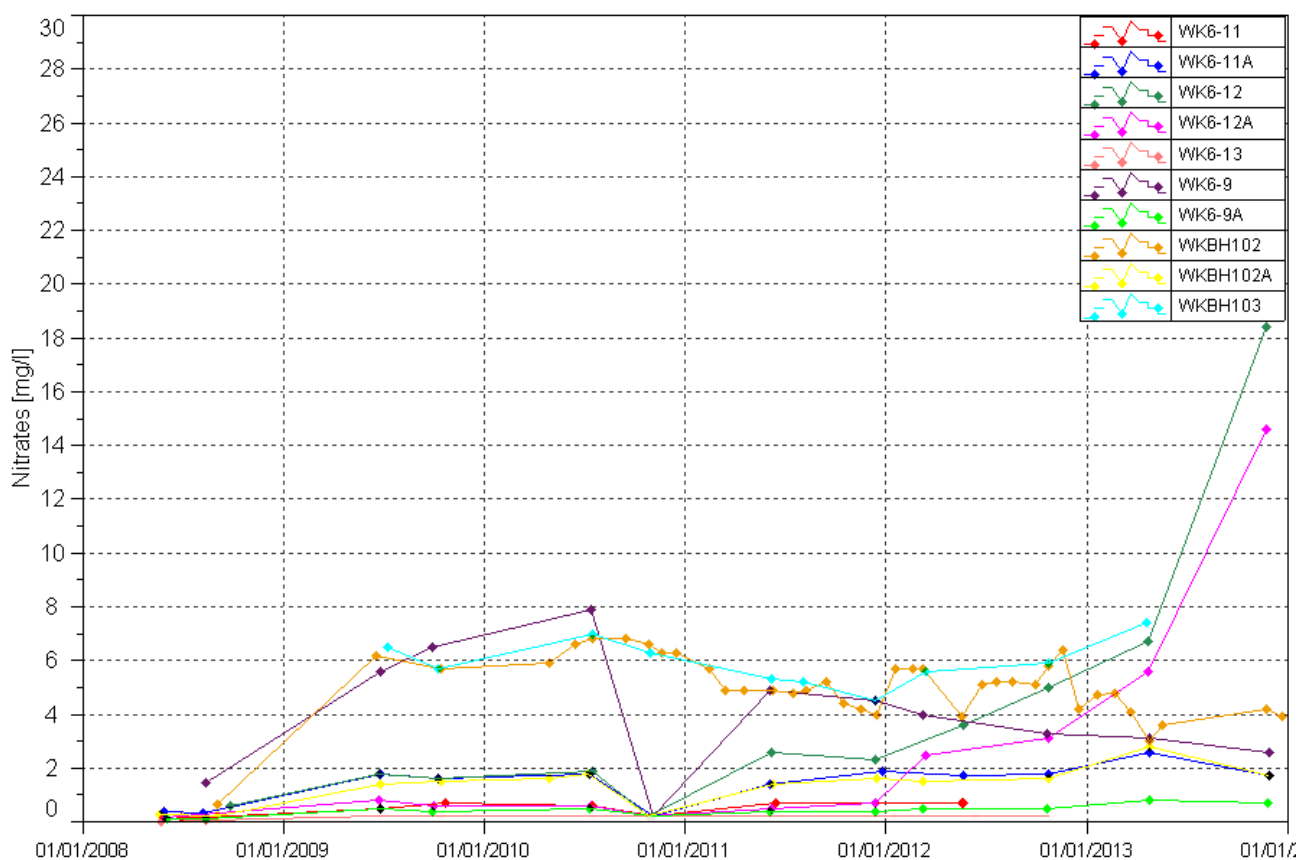
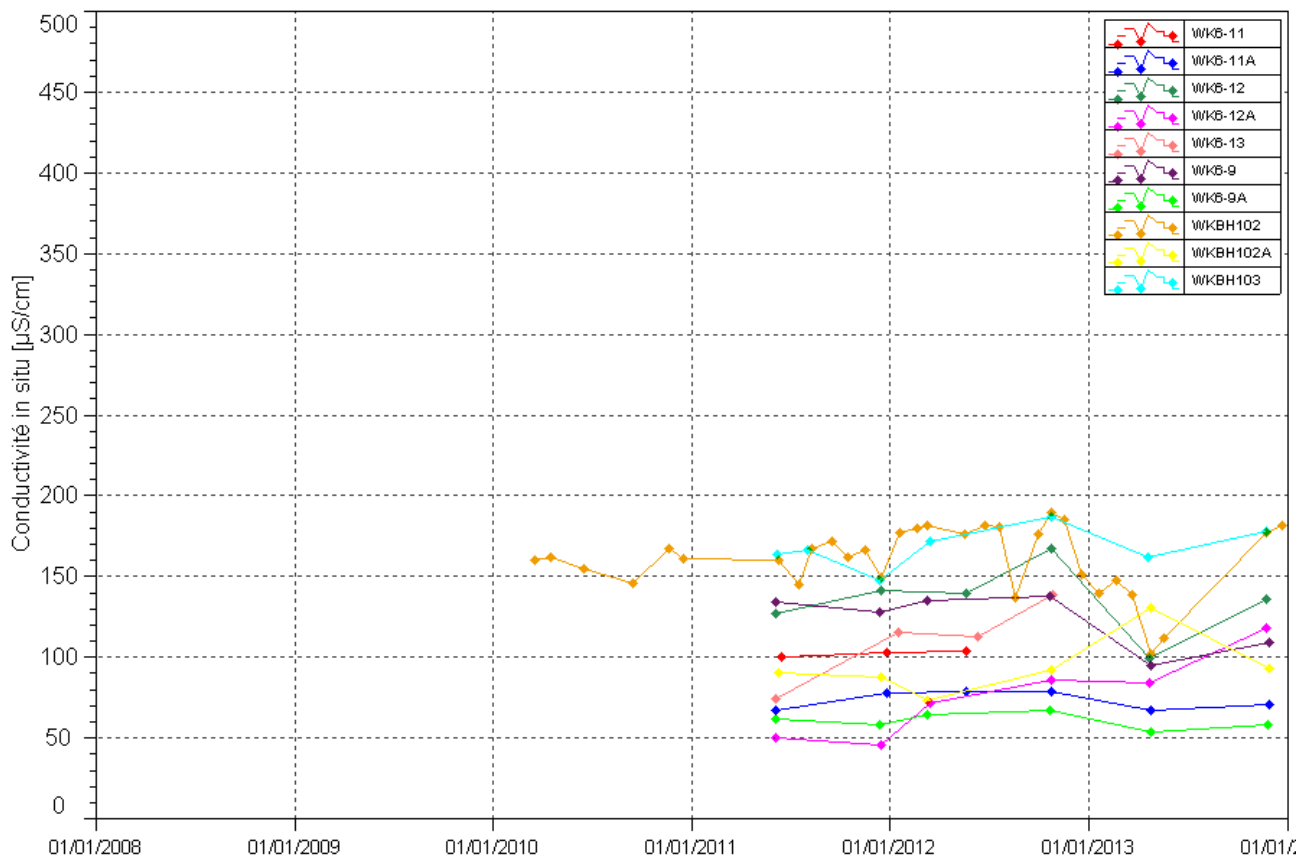
Les principales observations sont résumées ci-dessous ainsi que les figures correspondantes.

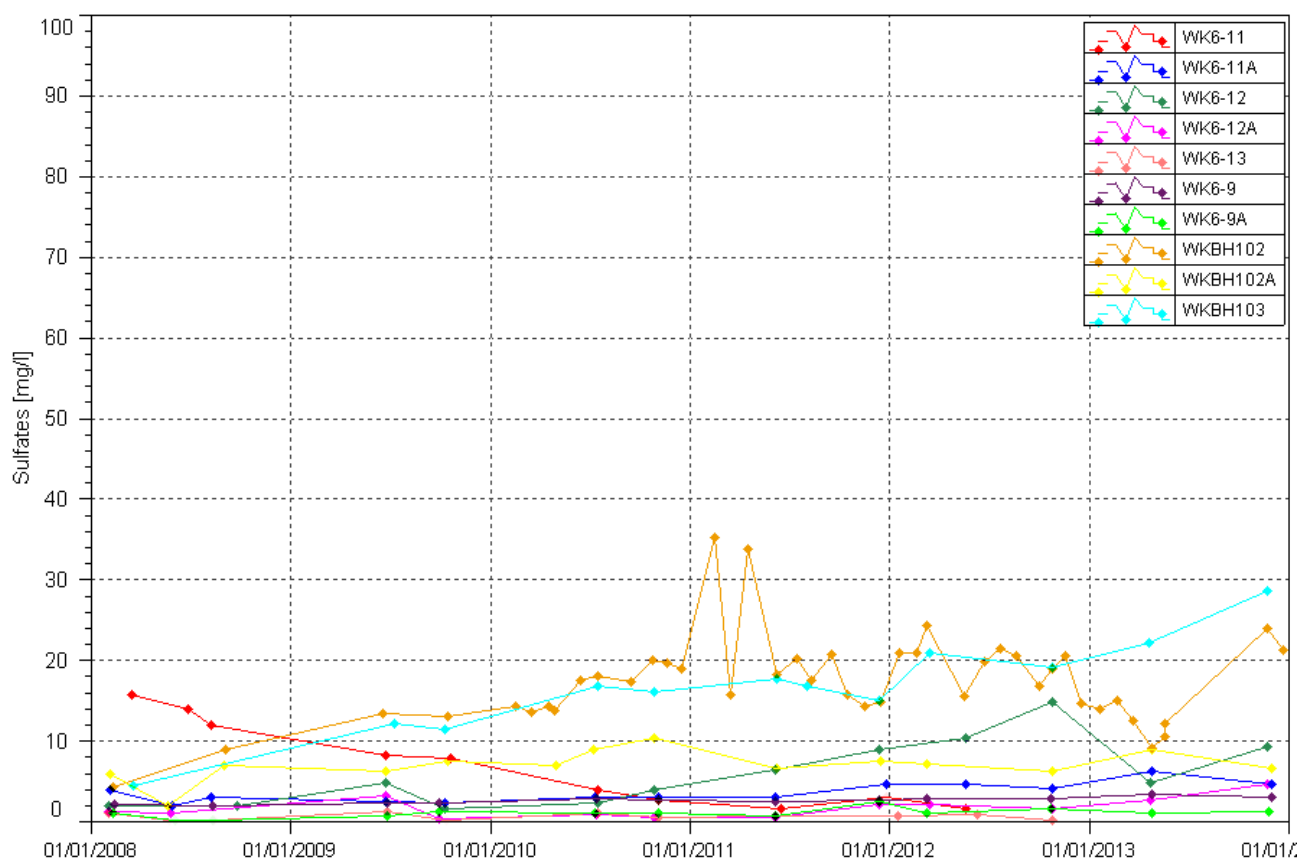
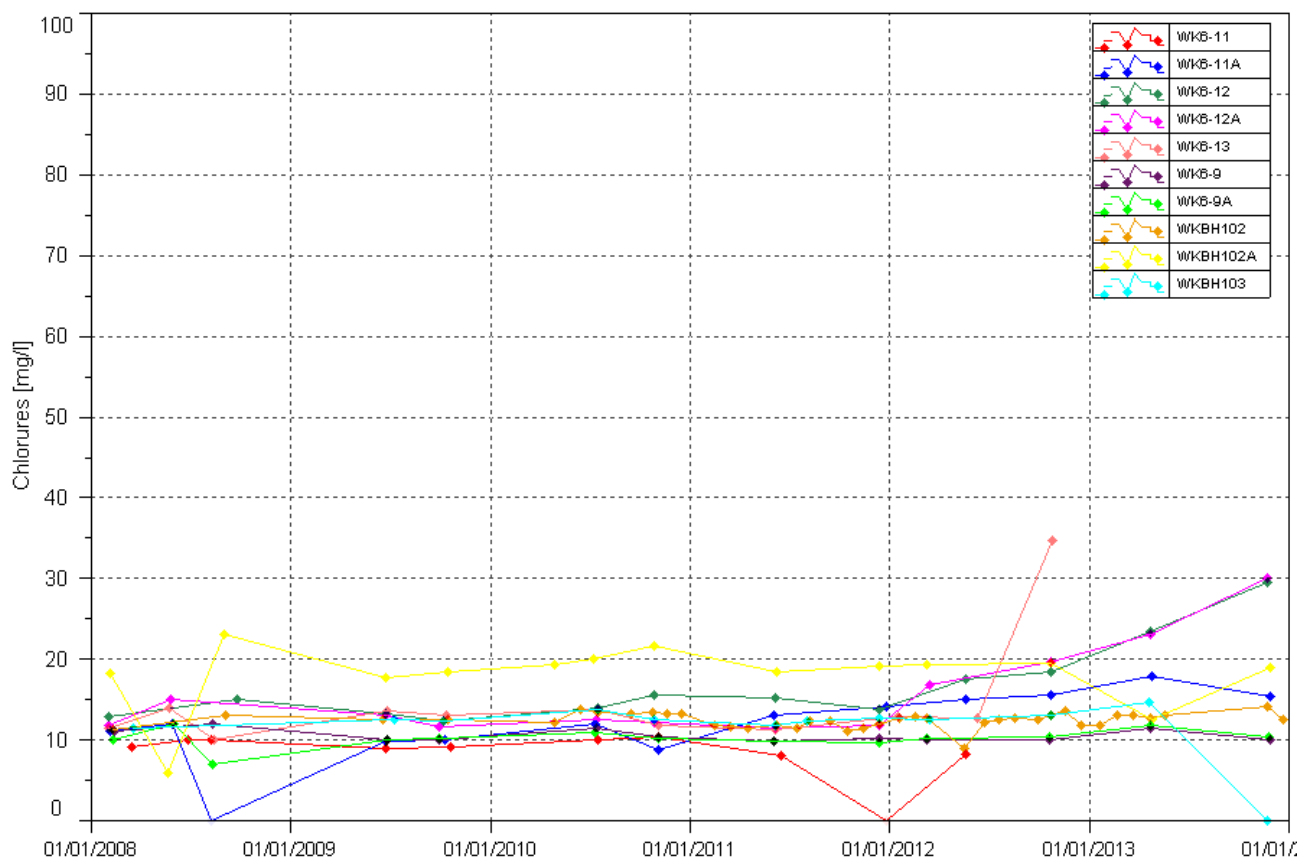
Groupe A :

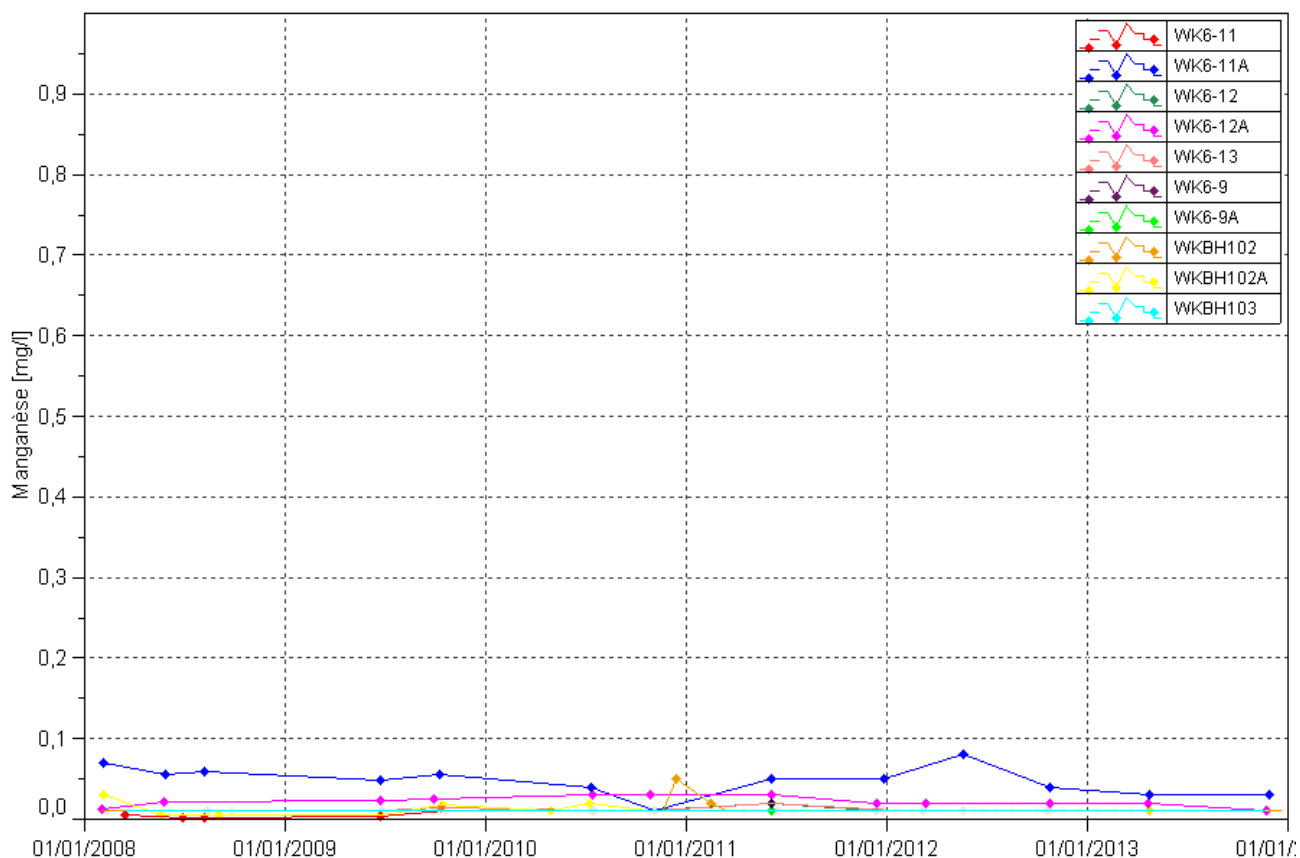
- **pH** : compris en 4.3 et 8.1.
- **conductivité** : entre 53.7 et 326 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Nitrates** : le contrôle du mois de novembre montre des concentrations élevées en nitrates aux piézomètres WK6-12 et WK6-12A.
- **Sulfates** : la concentration maximale de 28.7 mg/L est mesurée au piézomètre WKBH103. Depuis 2008, on note légère tendance à l'augmentation au piézomètre WKBH103
- **Chlorures** : on constate une tendance légère à l'augmentation au niveau des piézomètres WK6-12 et WK6-12A.
- **Manganèse** : seulement détecté au piézomètre WK6-11, WK6-12A, WKBH102 et WKBH102A. Les concentrations sont faibles.

Figure 9 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe A) – pH, conductivité, nitrates, sulfates, chlorures, et manganèse



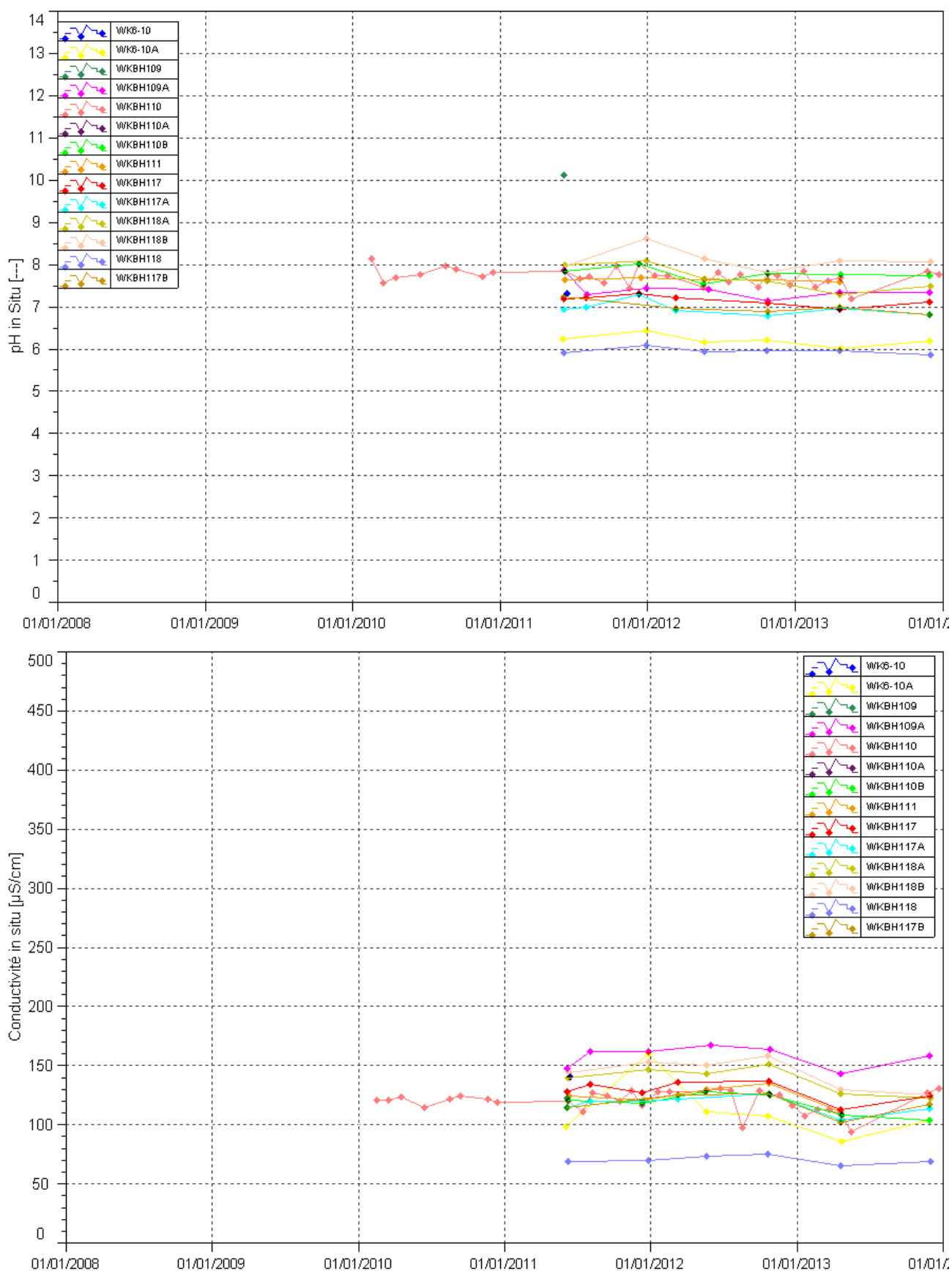


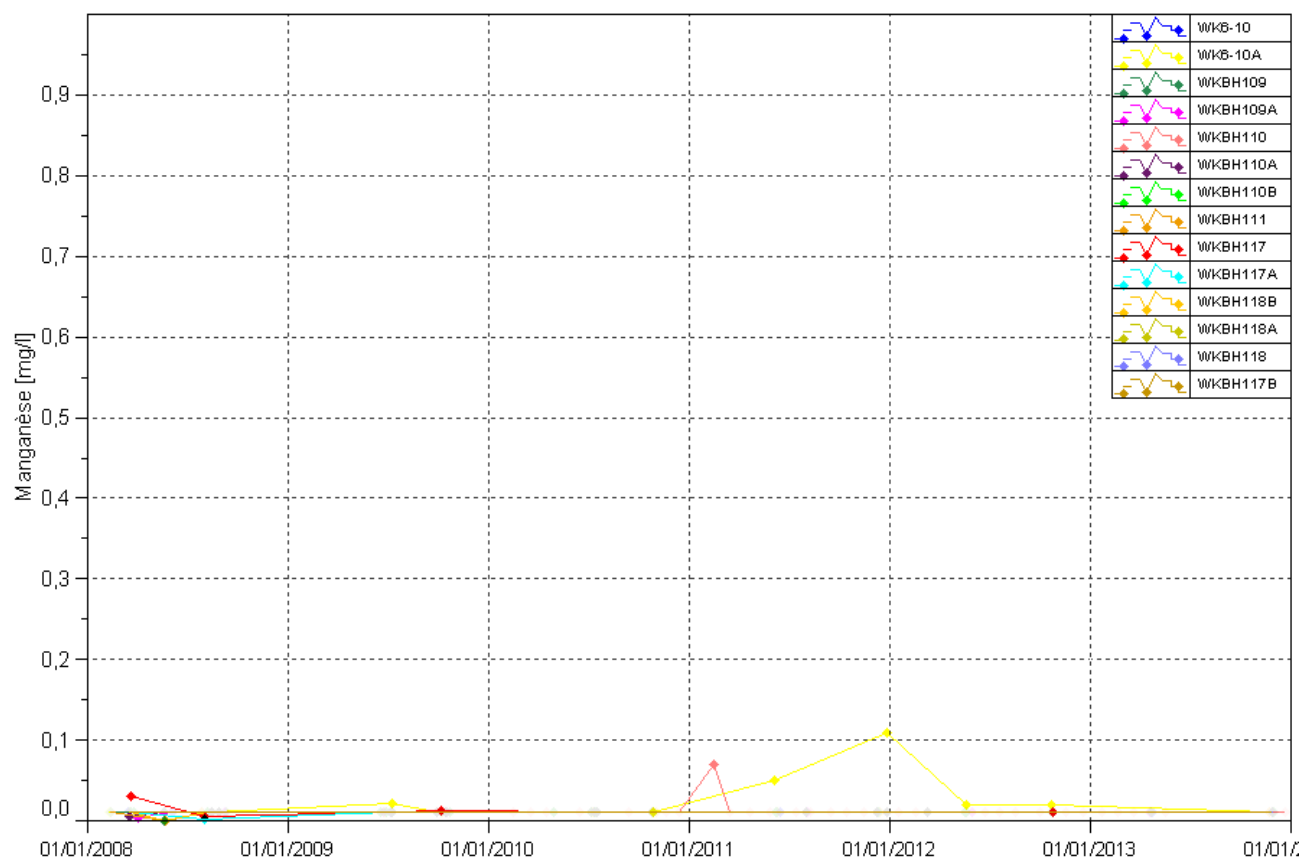
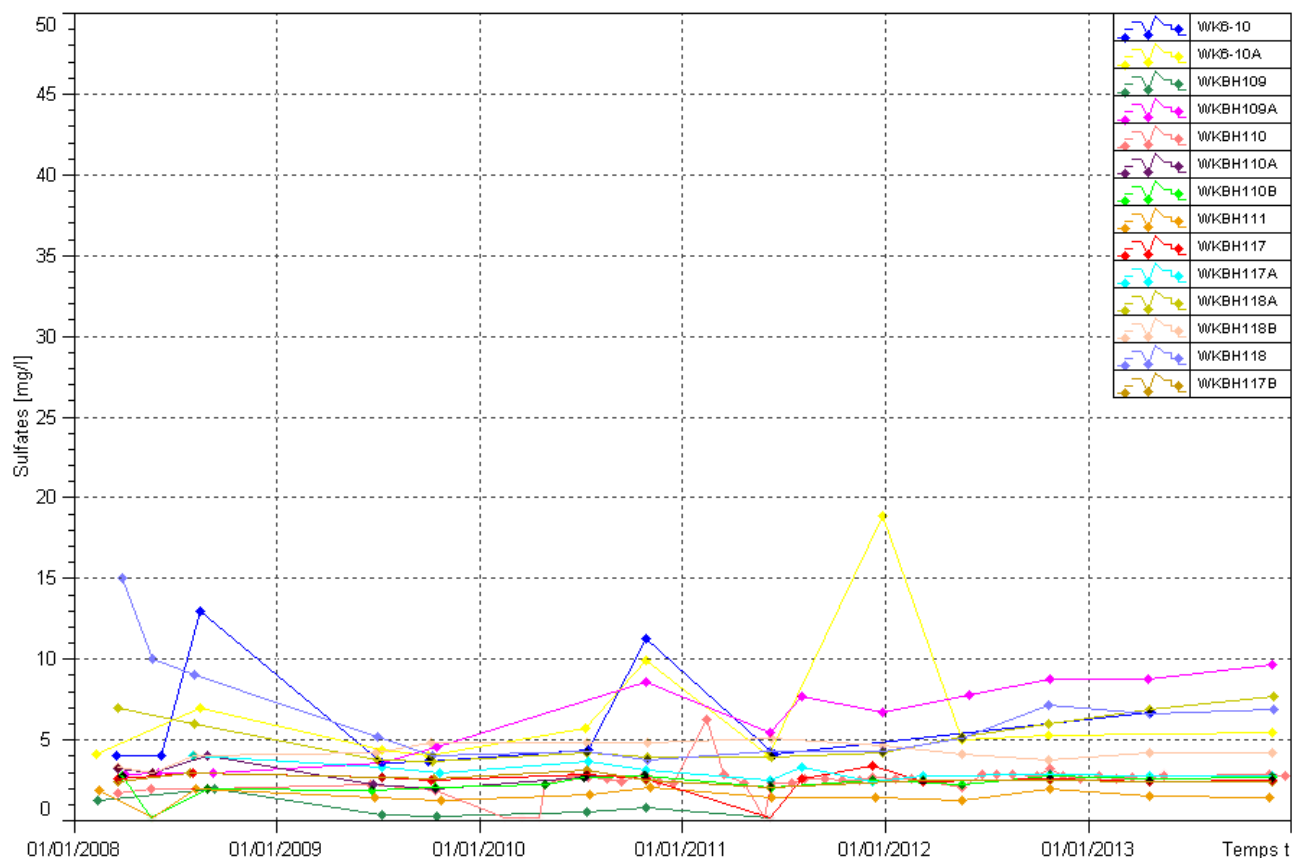




Groupe B :

- **pH** : compris entre 5.8 et 8.
- **Conductivité** : entre 65 et 215 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Sulfates** : Les résultats de 2013 révèlent une légère augmentation des concentrations au piézomètre WKBH109A. Les concentrations sont comprises entre 1.4 et 9.7 mg/L.
- **Manganèse** : En 2013, le manganèse est détecté ponctuellement et faiblement au piézomètre WKBH110.

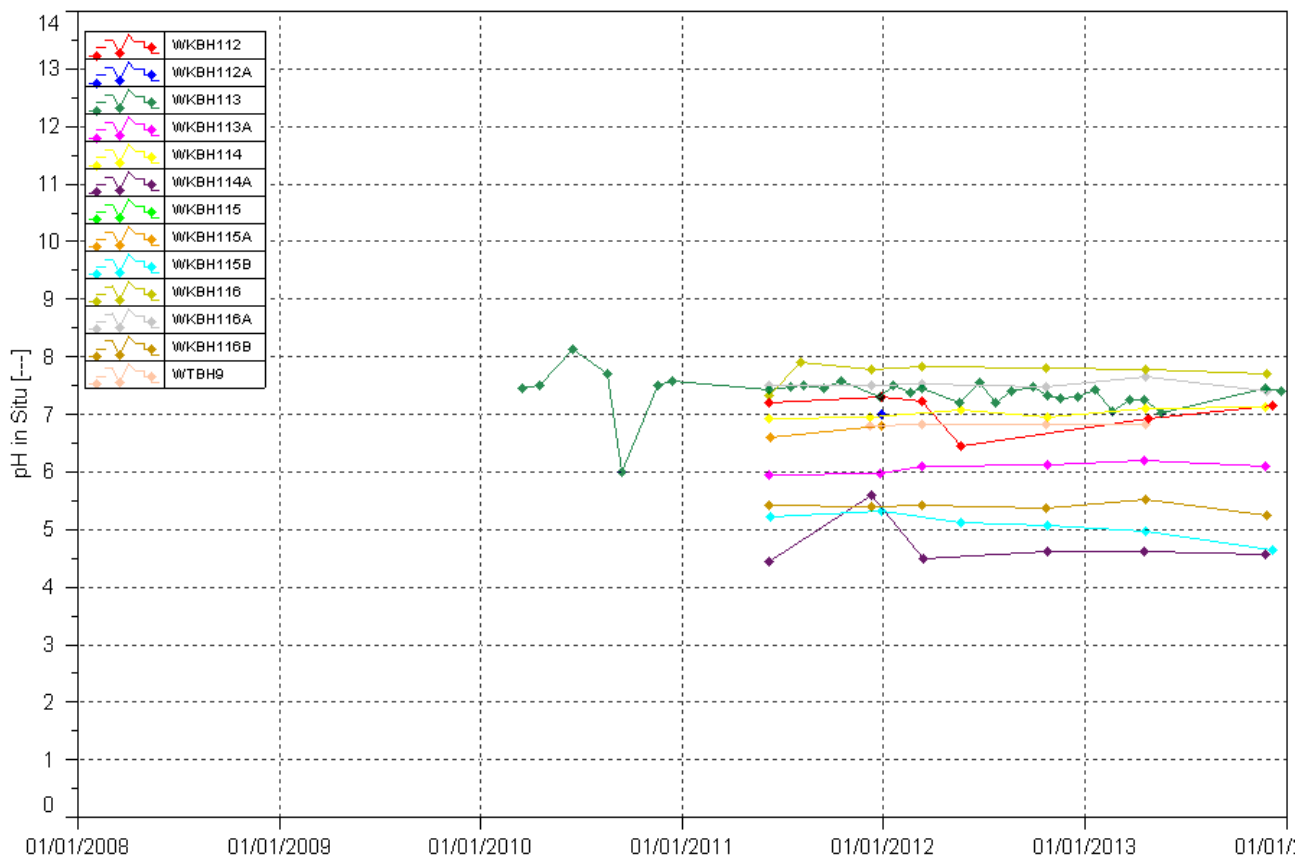
Figure 10 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe B) – pH, conductivité, sulfates et manganèse


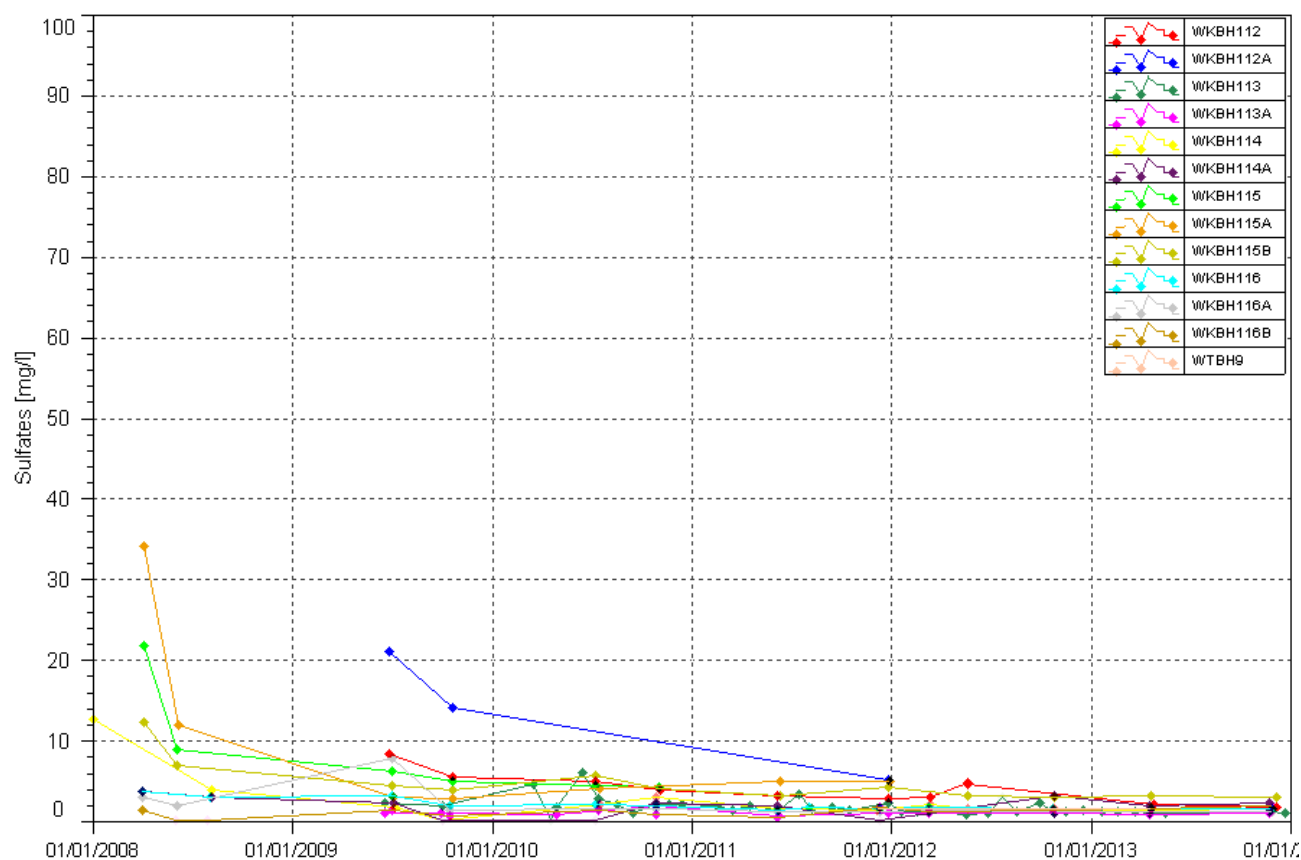
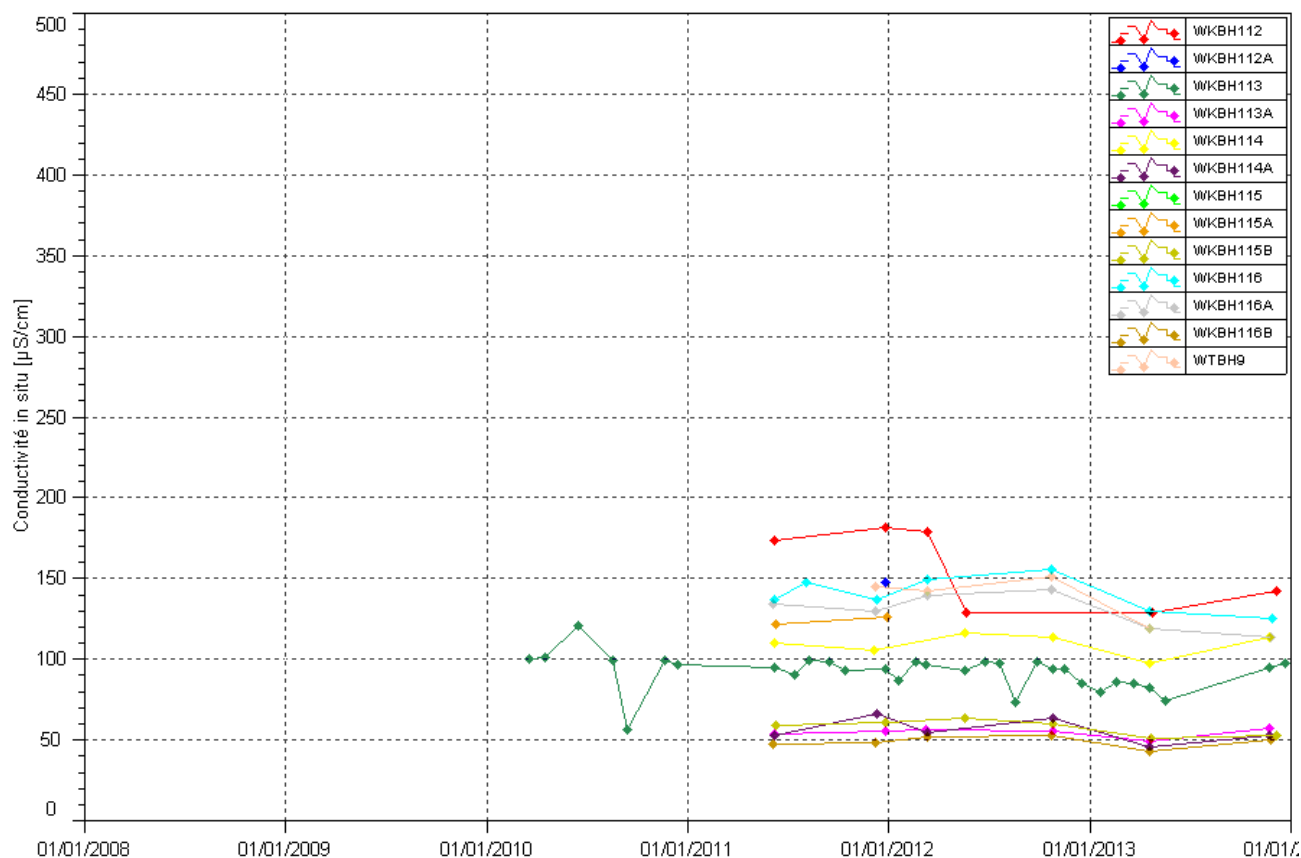


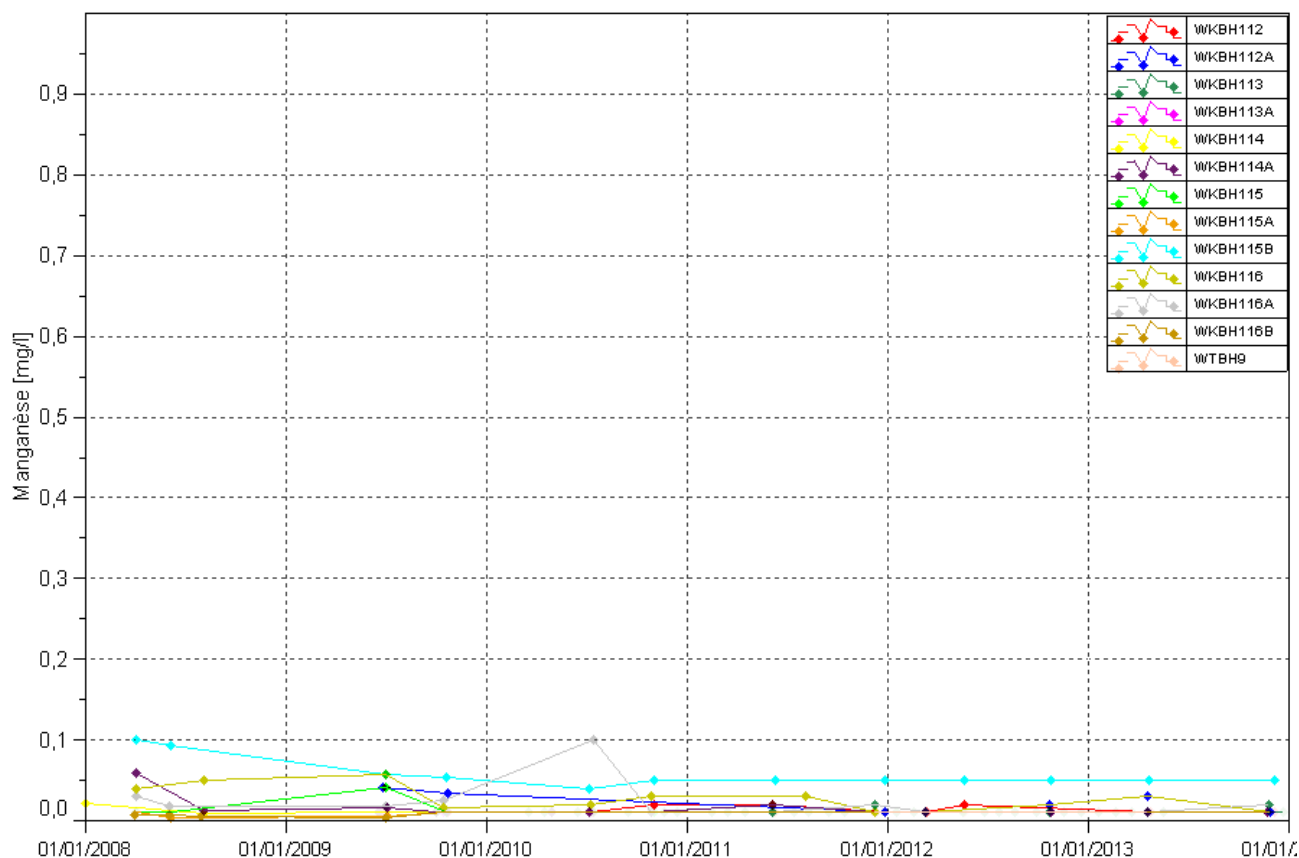
Groupe C :

- **pH** : compris entre 4.5 et 8.2.
- **Conductivité** : comprise entre 42.7 et 164 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Manganèse**: depuis 2011, le bruit de fond en manganèses est stable sur l'ensemble des stations. Les concentrations sont proches de 0,05 mg/L à la station WKBH115B..

Figure 11 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe C) – pH, conductivité, sulfates et manganèse



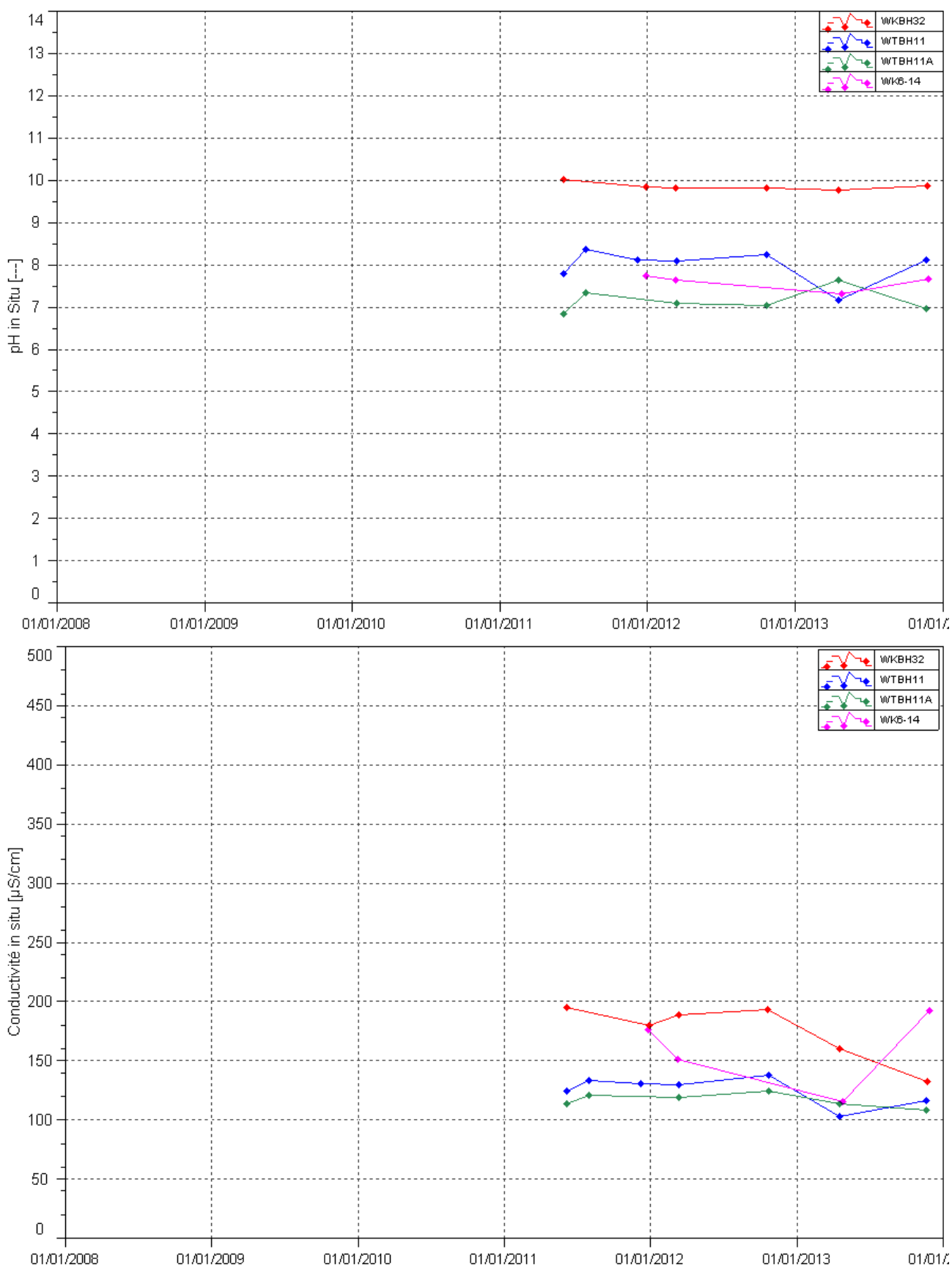


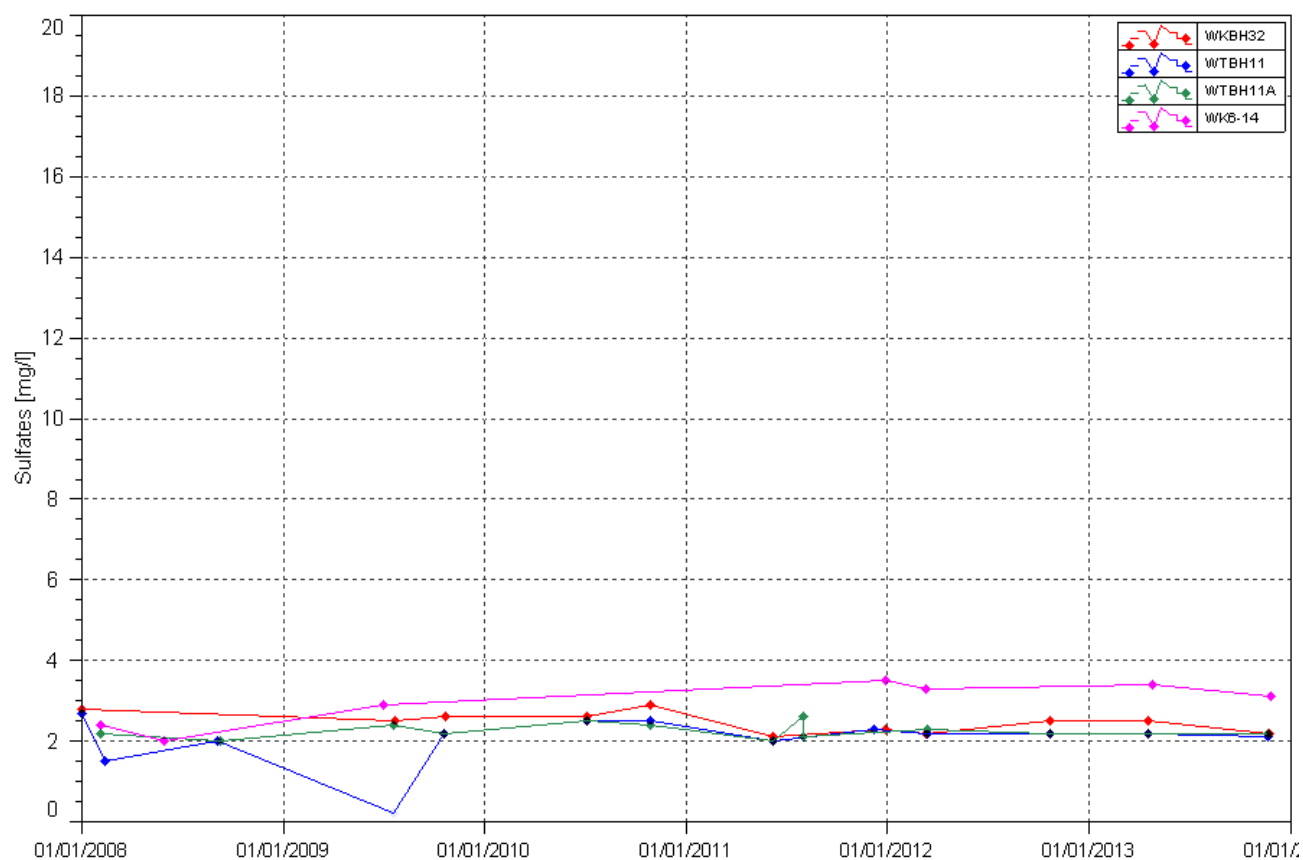
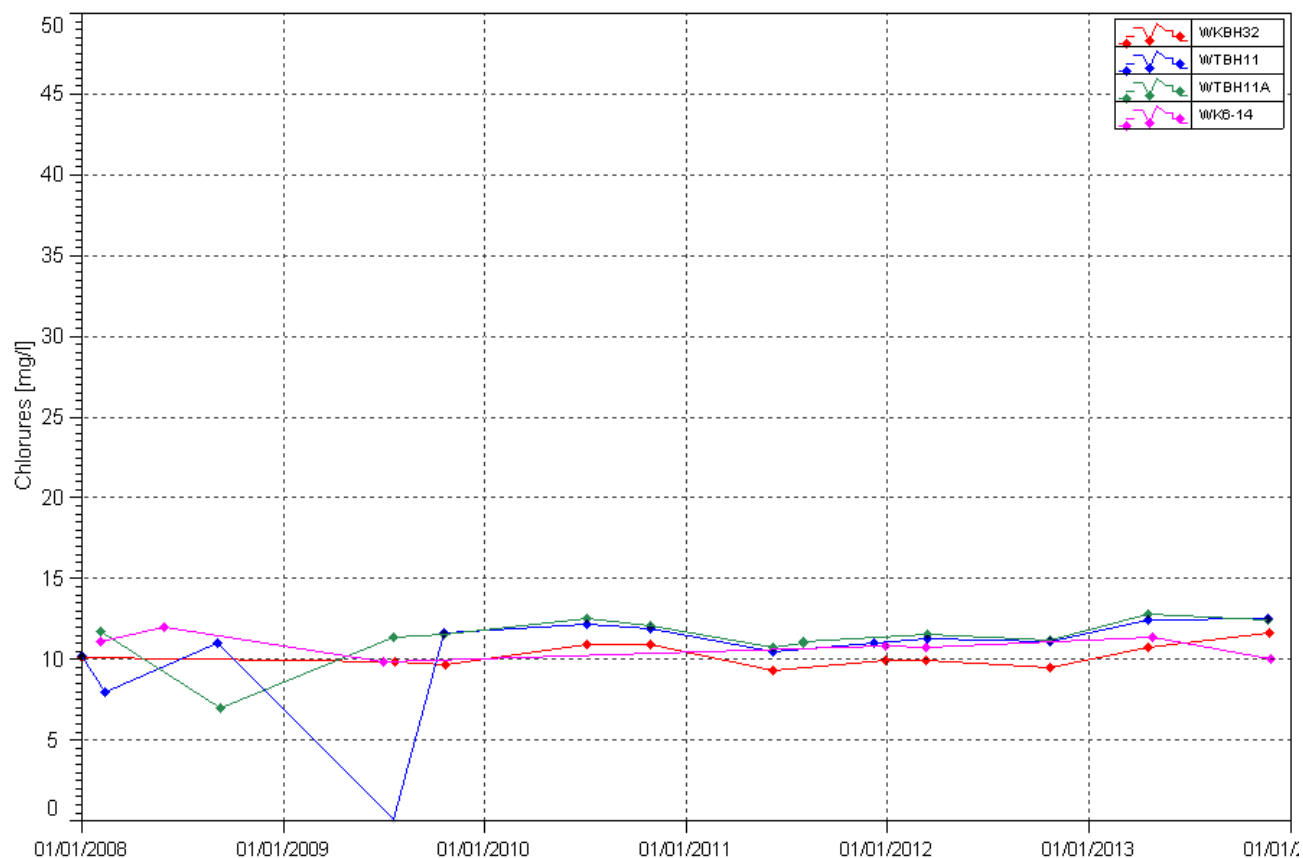


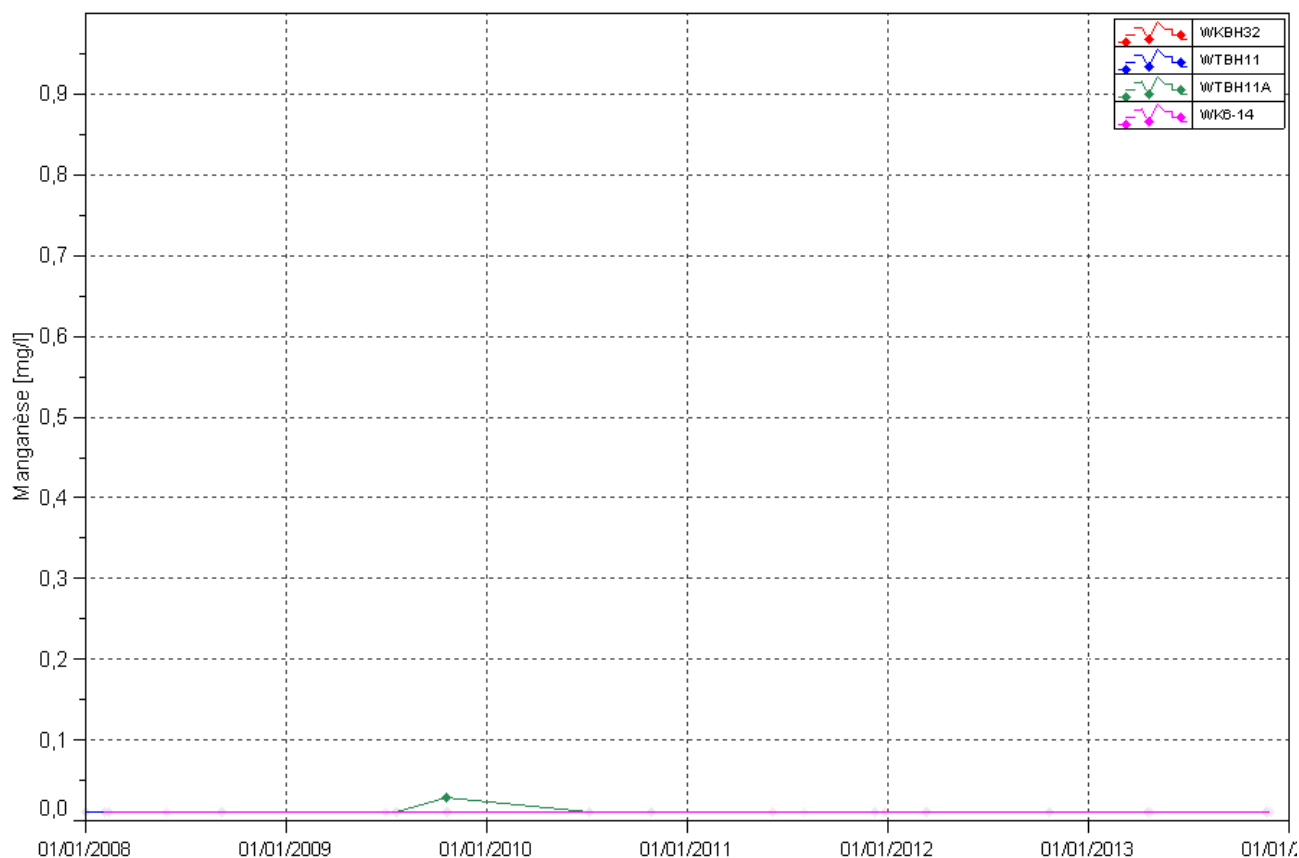
Groupe D :

- **pH** : compris entre 6.9 et 9.8.
- **Conductivité** : comprise entre 103 et 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Chlorures** : les résultats de 2013 aux piézomètres WKBH32, WTBH11 et WTBH11A sont légèrement supérieures aux concentrations mesurées les années précédentes.
- **Sulfates** : les résultats démontrent une stabilité des concentrations pour l'ensemble des piézomètres.
- **Manganèse** : le manganèse n'est toujours pas détecté.

Figure 12 : Résultats du suivi de la Kwe Ouest (groupe D) – pH, conductivité, chlorure, sulfate et manganèse







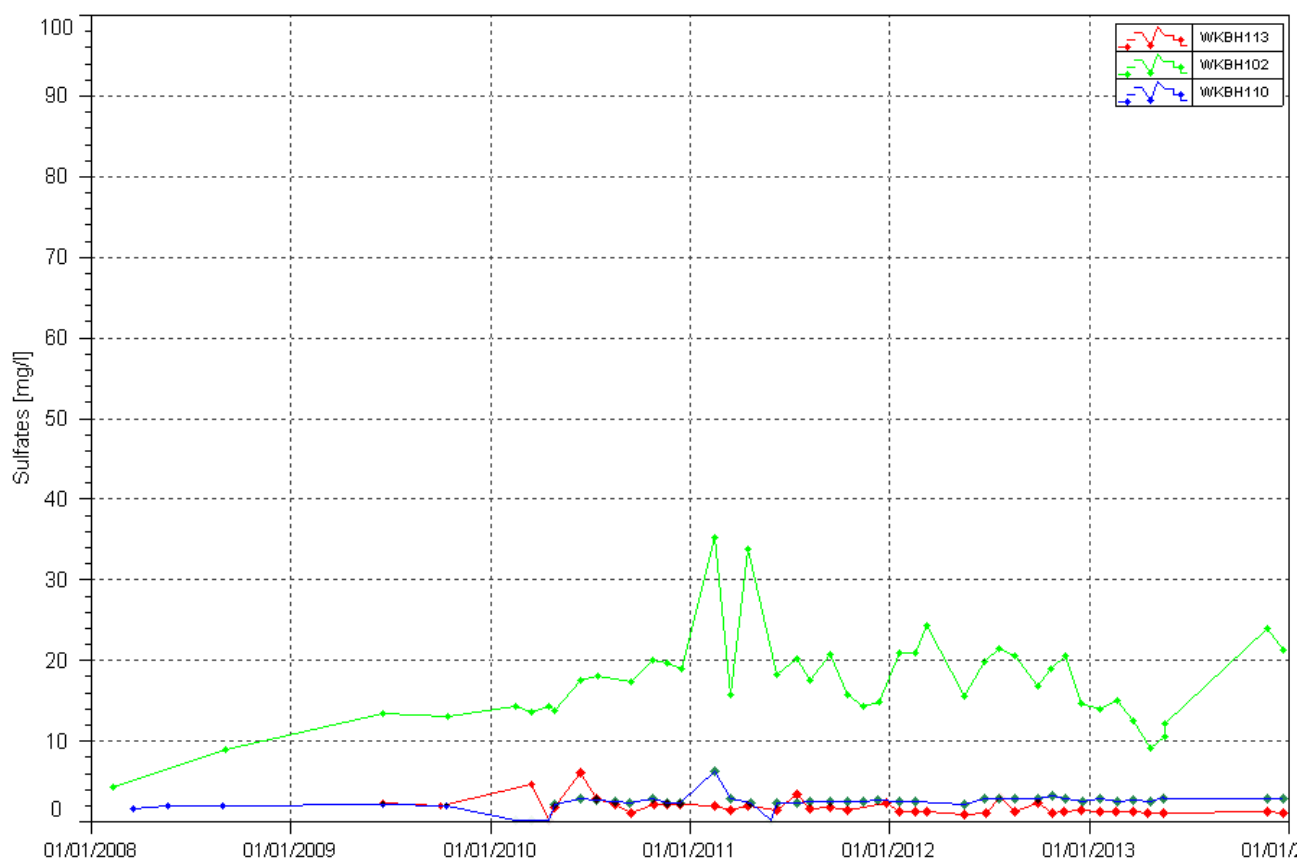
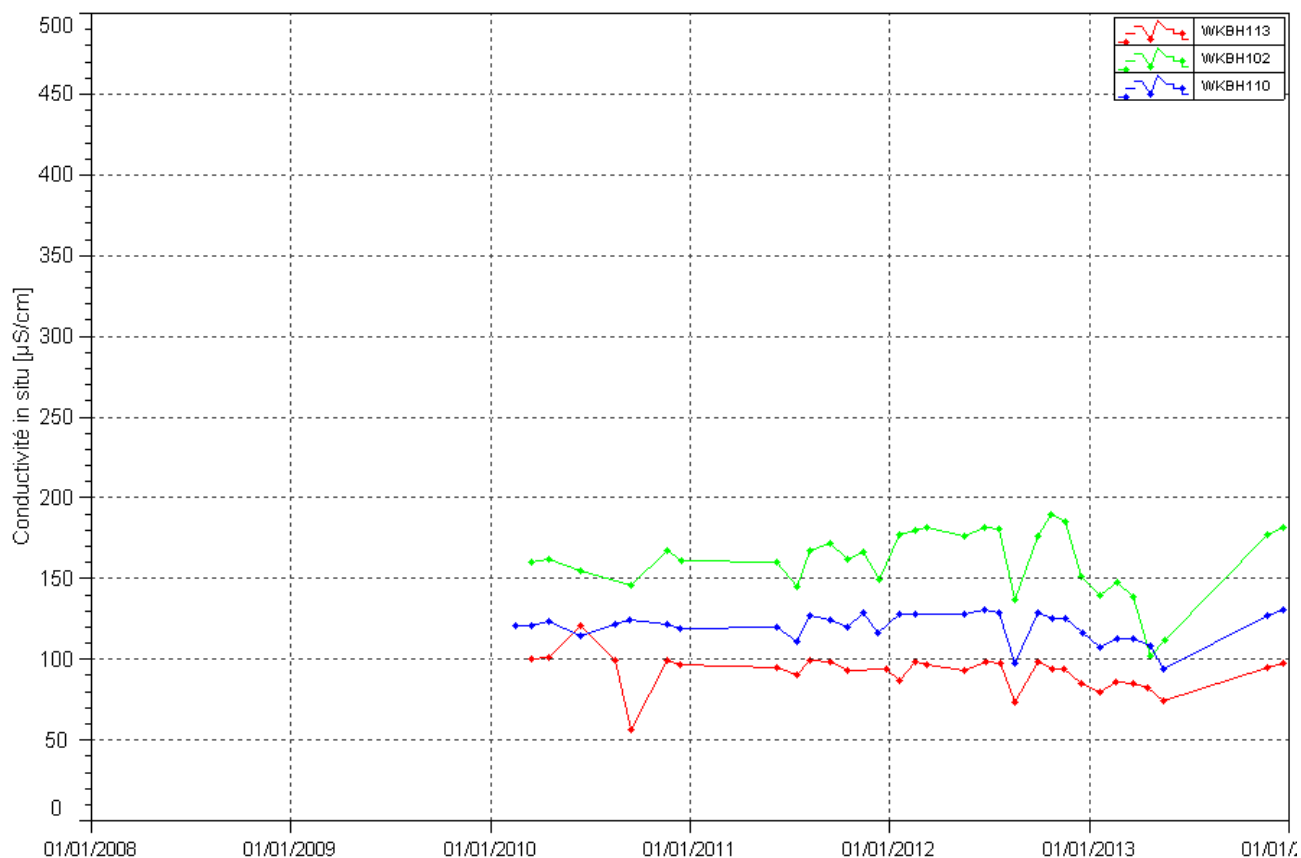
Mesures mensuelles : WKBH113, WKBH102, WKBH110

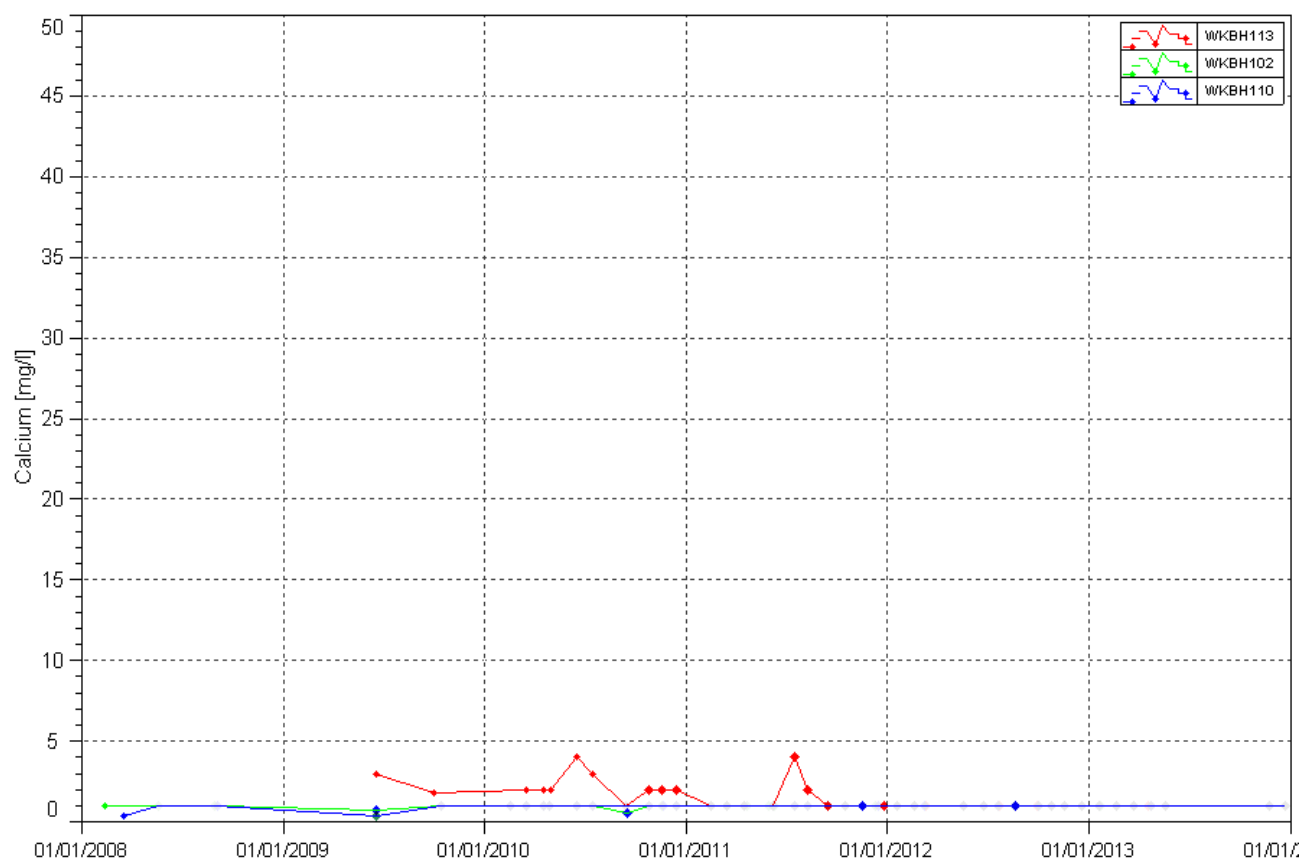
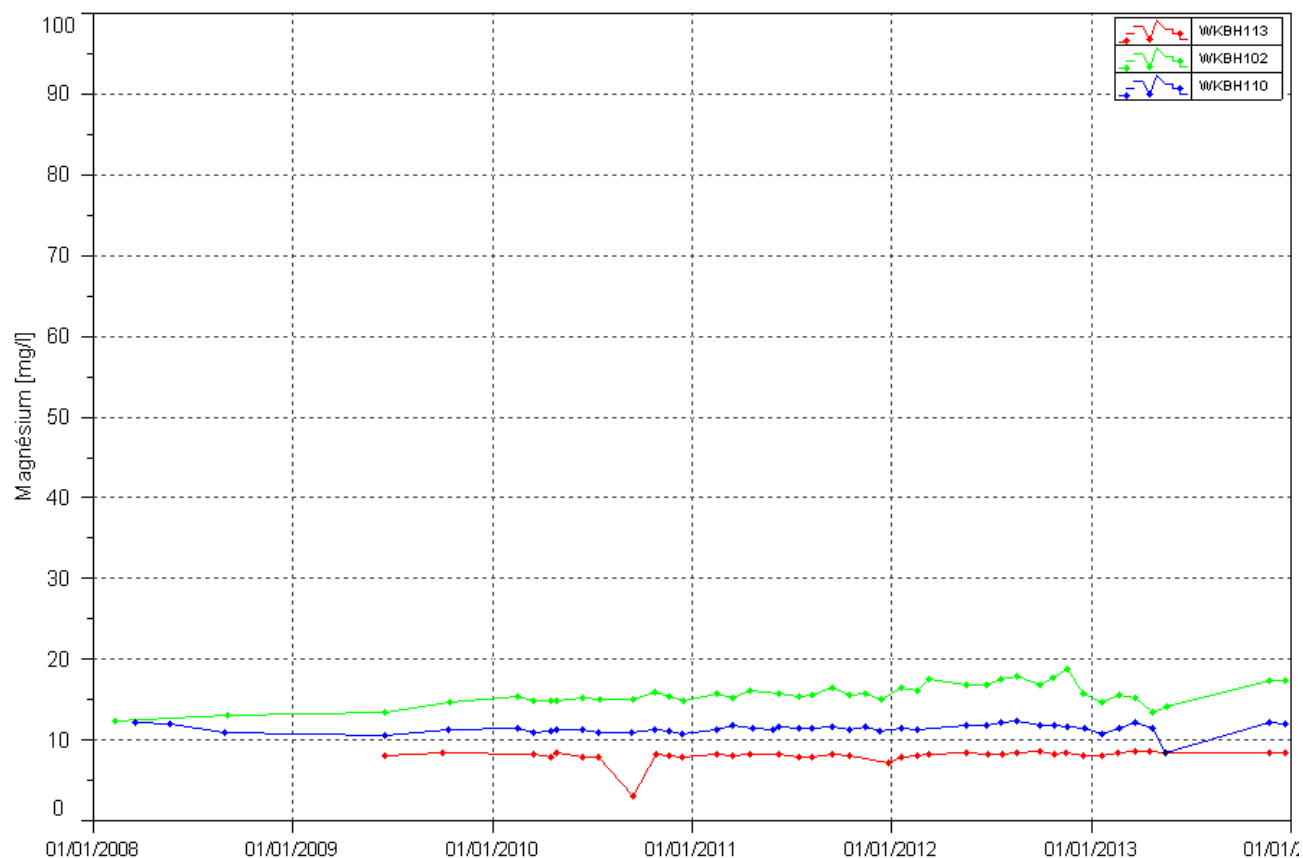
Conformément à l'arrêté ICPE, la qualité des eaux souterraines est suivie mensuellement et en continu pour la conductivité au niveau des forages suivant :

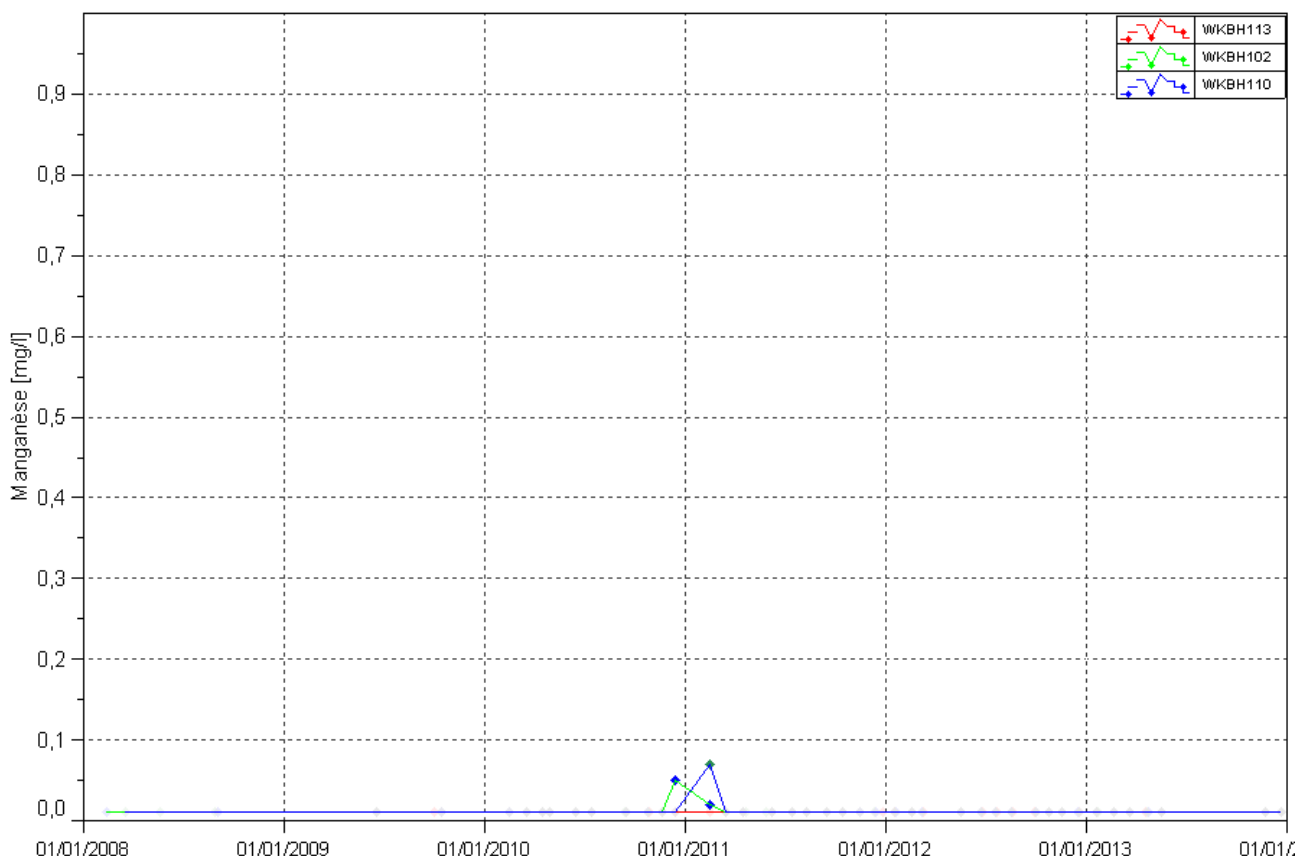
- WKBH102 qui se situe au pied de la berme, dans la zone d'influence prévisible du stockage des résidus (groupe A),
- WKBH110 qui se situe dans la zone tampon (groupe B), à proximité de la source WK20,
- WKBH113 qui se situe hors zone d'influence (groupe C), en bordure nord du bassin versant.

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

Figure 13 : Résultats du suivi piézométrique mensuel de la Kwe Ouest – conductivité, sulfate, magnésium, calcium et manganèse







Comme mentionné précédemment, les prélèvements de juin et juillet n'ont pas été réalisés suite à la panne survenue sur notre matériel de pompage.

Dans l'attente de la mise à disposition du nouvel équipement en commande, les prélèvements d'août à octobre inclus ont été réalisés manuellement. Or les résultats d'analyse de ces prélèvements montrent des variations de concentrations qui ne sont pas représentatives de la qualité physico-chimique des eaux souterraines. En effet, la condition de purge de trois fois le volume d'eau présent dans le piézomètre avant le prélèvement de l'échantillon n'a pu être appliquée. L'échantillon est prélevé au bout de 25L d'eau purgé.

A partir de novembre, les résultats montrent des concentrations identiques aux années précédentes.

Mesures de conductivité en continu : WKBH113, WKBH102, WKBH110

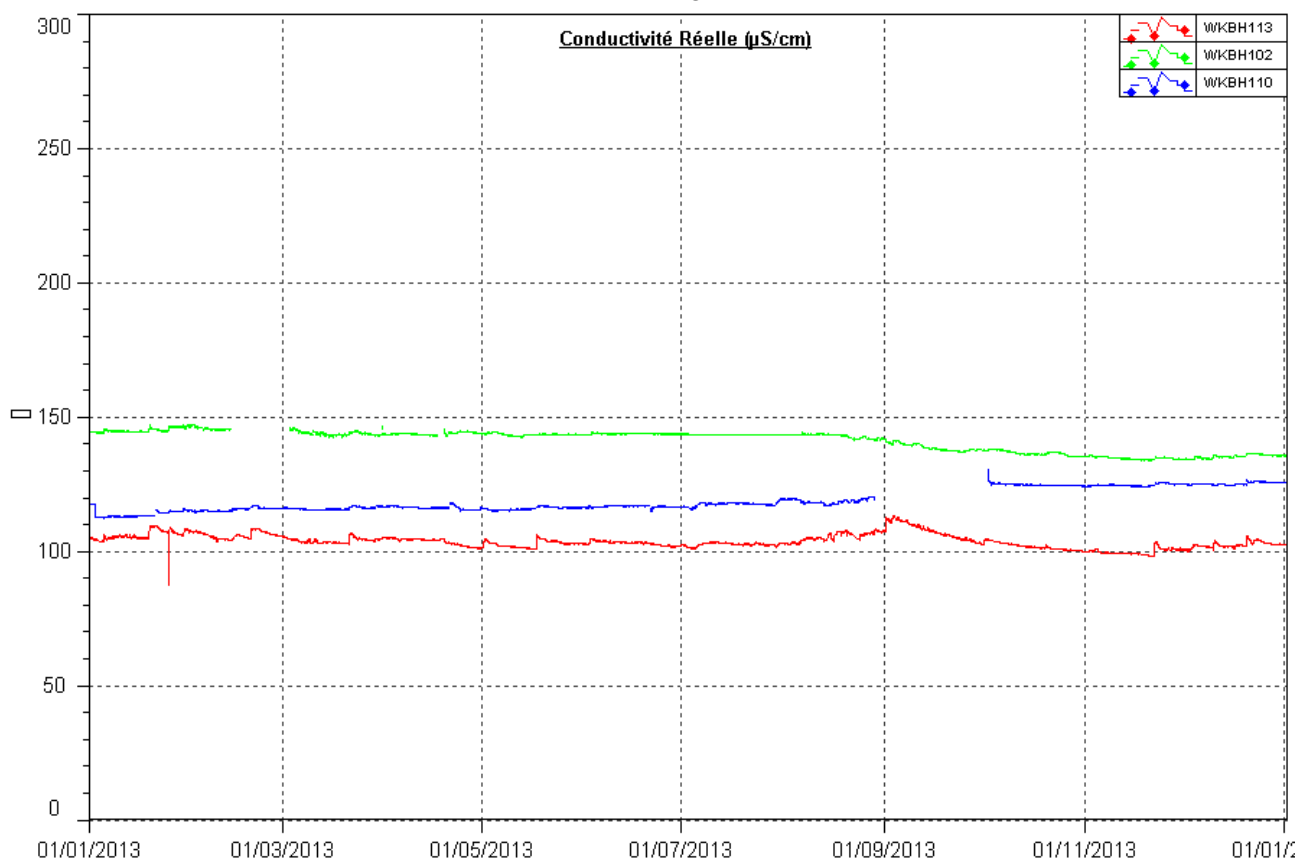
Ces piézomètres sont équipés depuis le 17 juin 2009 de sondes de type Aqua Troll 200 qui enregistre les variations de conductivité et de température.

Deux périodes de lacunes sont observées dans les enregistrements :

- Au WKBH102 du 13/02 au 03/03/2013 : une erreur de programmation est à l'origine de cette lacune,
- Au WKBH110 du 28/08 au 02/10/2013 : à cause de dysfonctionnements répétitifs, la sonde de mesure a dû être changée à deux reprises au niveau de ce piézomètre.

Comme représenté en figure 14, les enregistrements de conductivité des ouvrages WKBH102, WKBH110 et WKBH113 sont stables sur la période d'observation.

Figure 14 : Suivi des mesures en continu : WKBH102, WKBH110, WKBH113



D'après le tableau 15 ci-dessous, les résultats enregistrés aux piézomètres WKBH102 et WKBH110 sont comparables aux mesures réalisées en laboratoire. En revanche, les mesures au niveau du piézomètre WKBH113 présentent des écarts plus importants. Une dérive de la sonde est sûrement à l'origine de ce décalage. Une calibration de la sonde sera programmée prochainement afin de corriger cette dérive.

Tableau 15 : Comparaison des mesures de conductivité manuelles et in situ

Ouvrages	Moyenne des mesures réalisées en laboratoire pour la période (µS/cm)	Mesure moyenne de la sonde pour la période (µS/cm)
WKBH102	1428	140.8
WKBH110	113.2	118.4
WKBH113	85.5	103.5

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 :

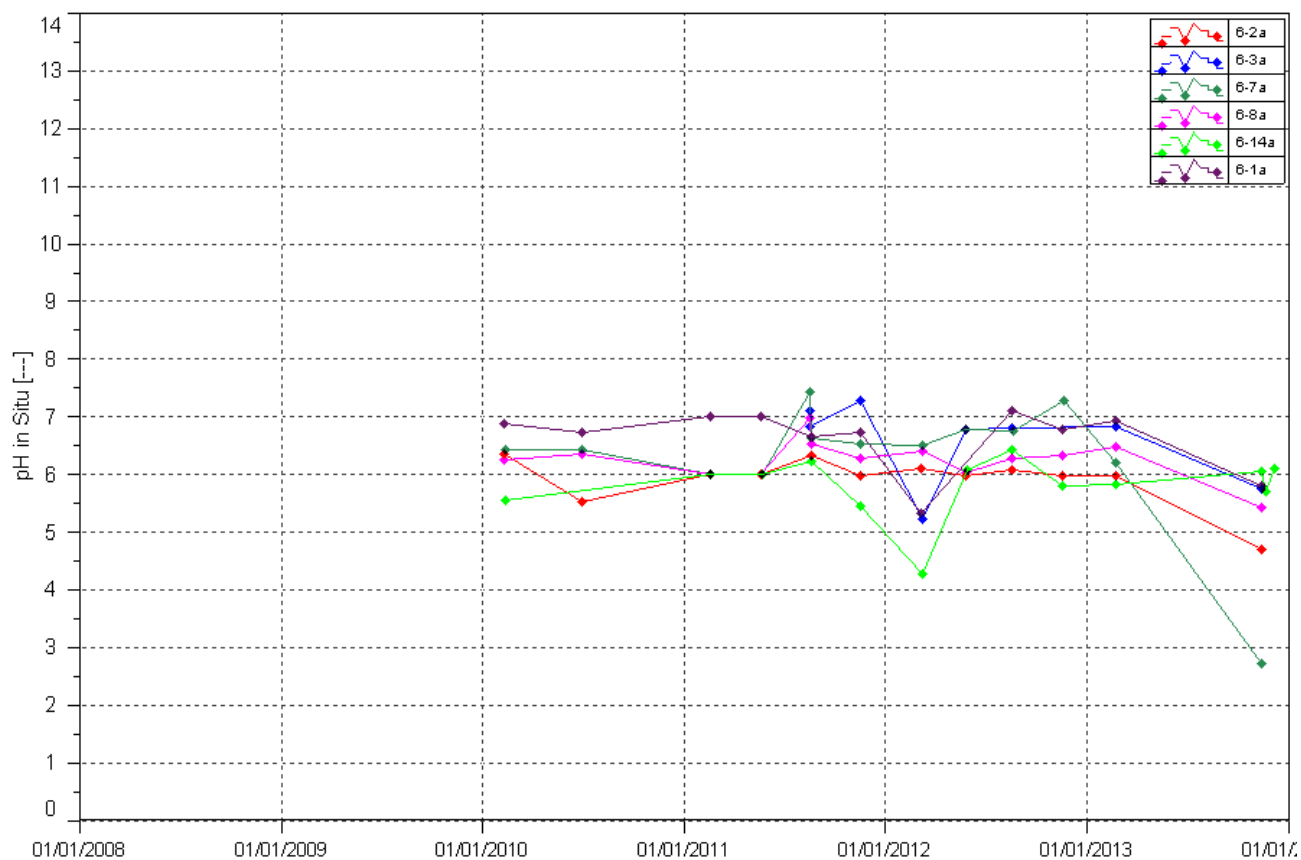
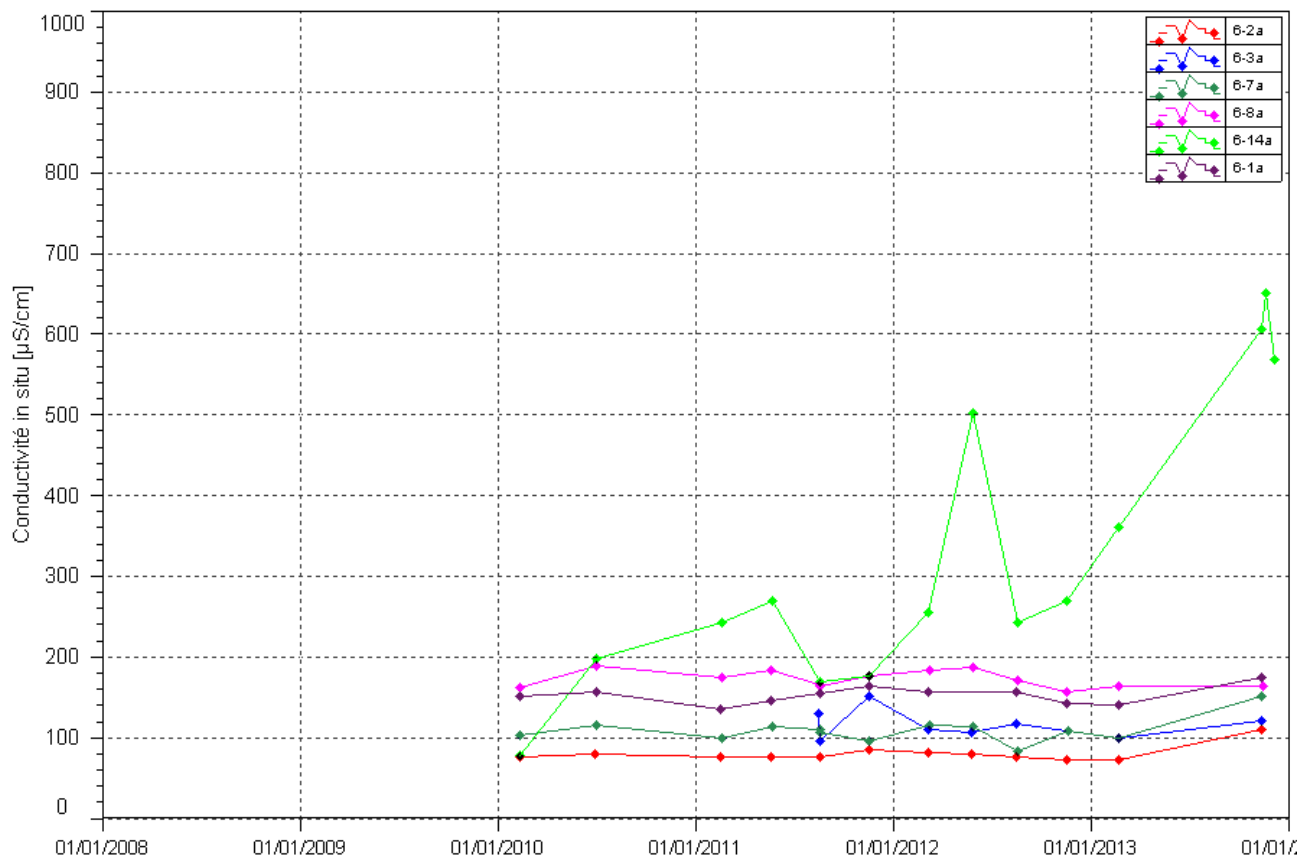
- Piézomètres courts : suivi de la nappe contenue dans la latérite,
- Piézomètres longs : suivi de la nappe contenue dans la saprolite.

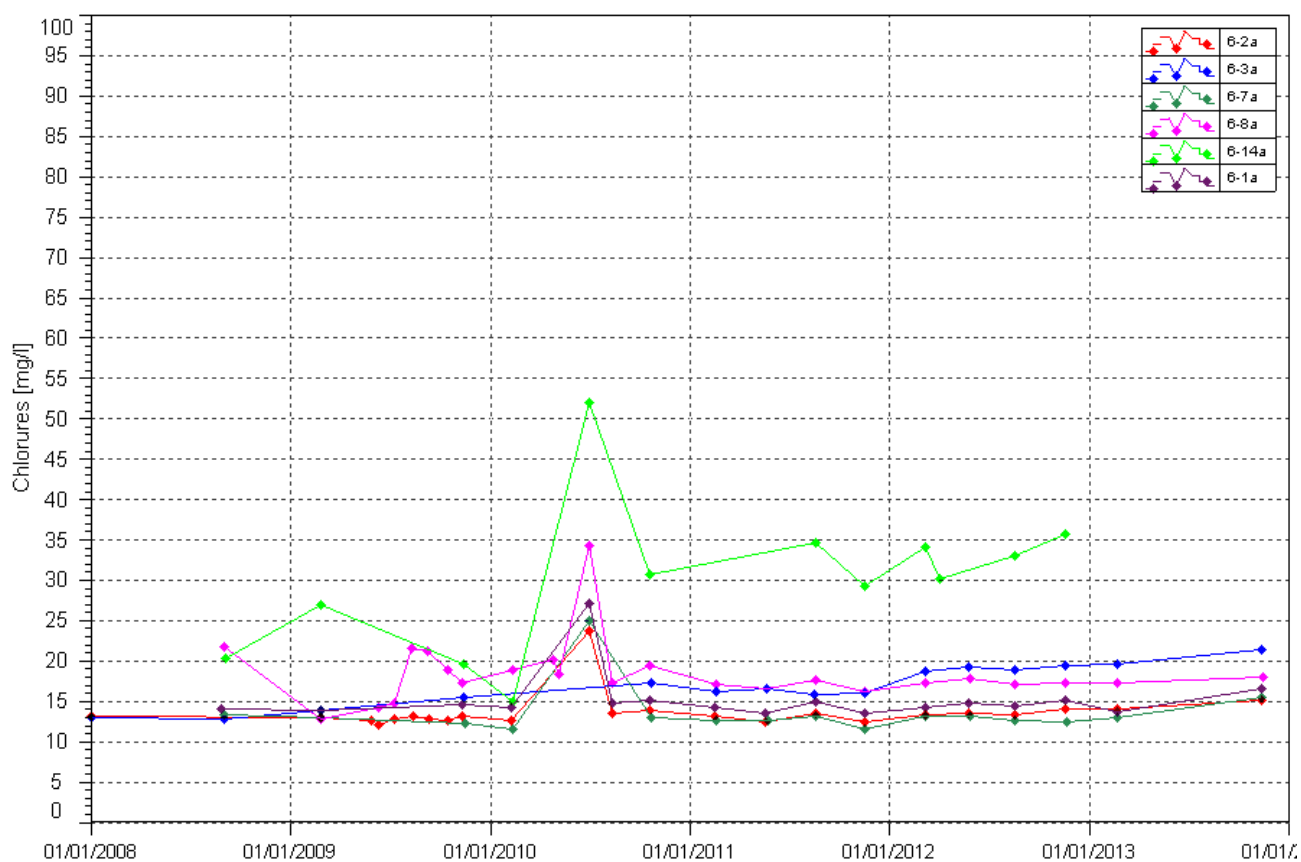
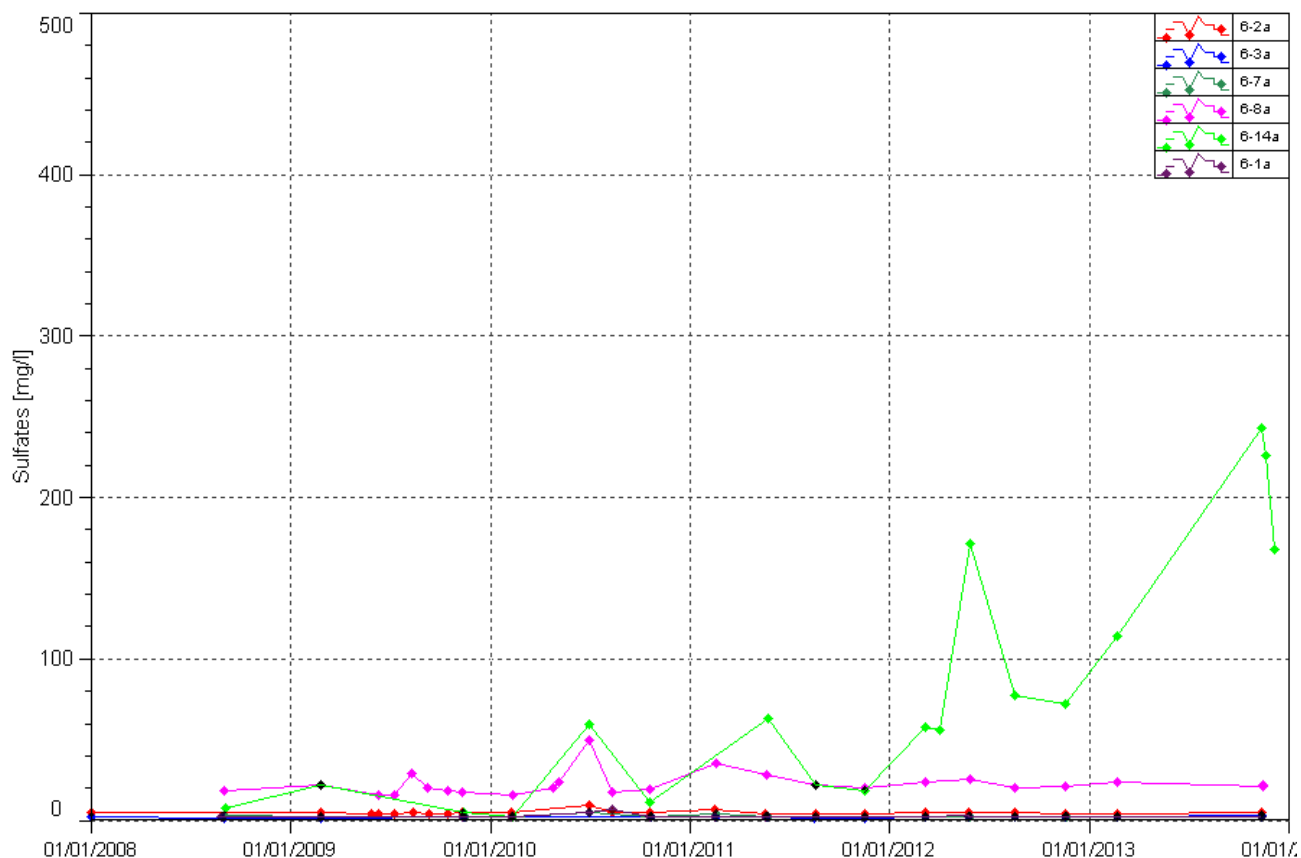
En annexe III, l'exploitation statistique des résultats de 2013 est comparée aux années précédentes.

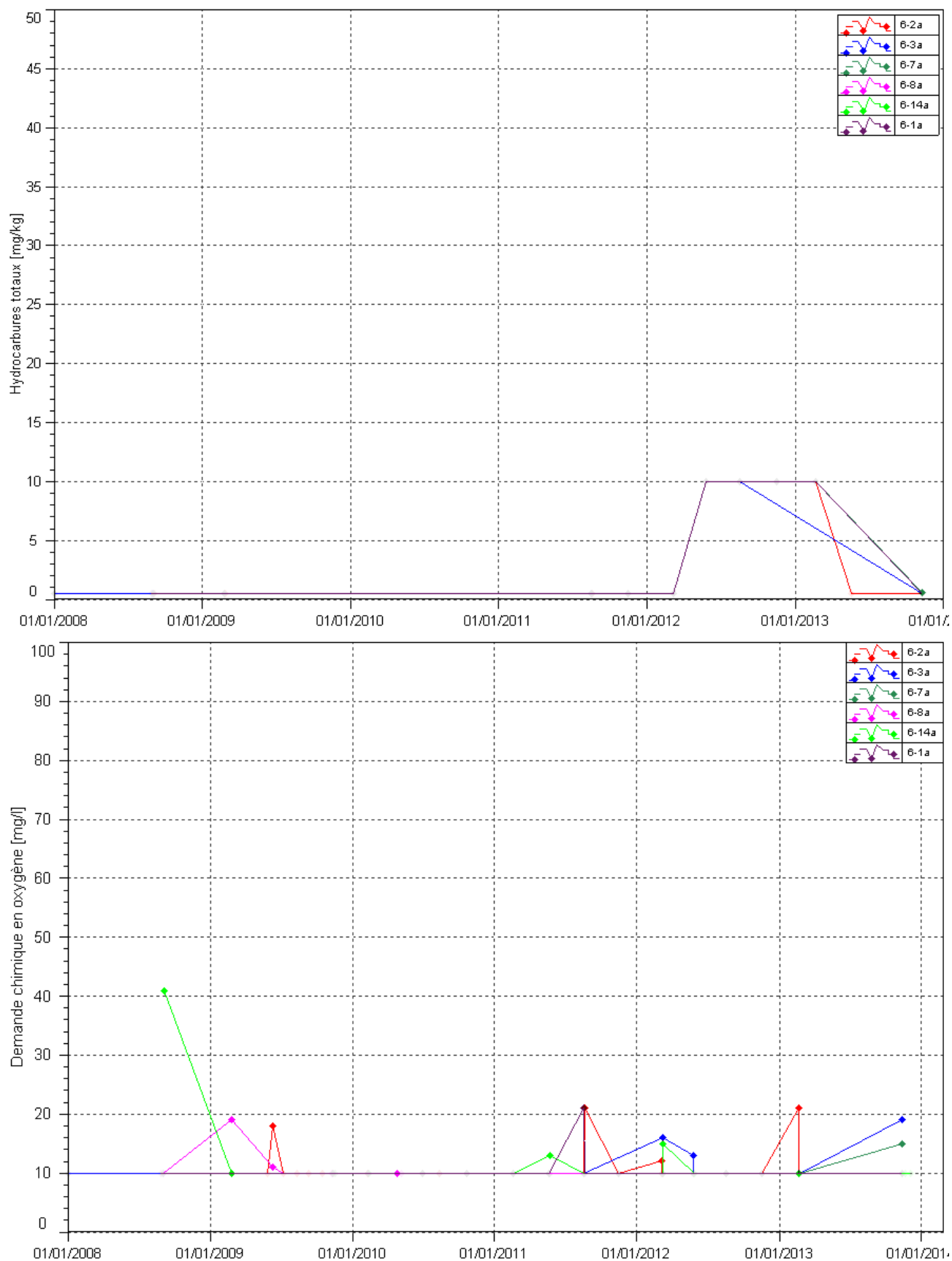
Piézomètres courts :

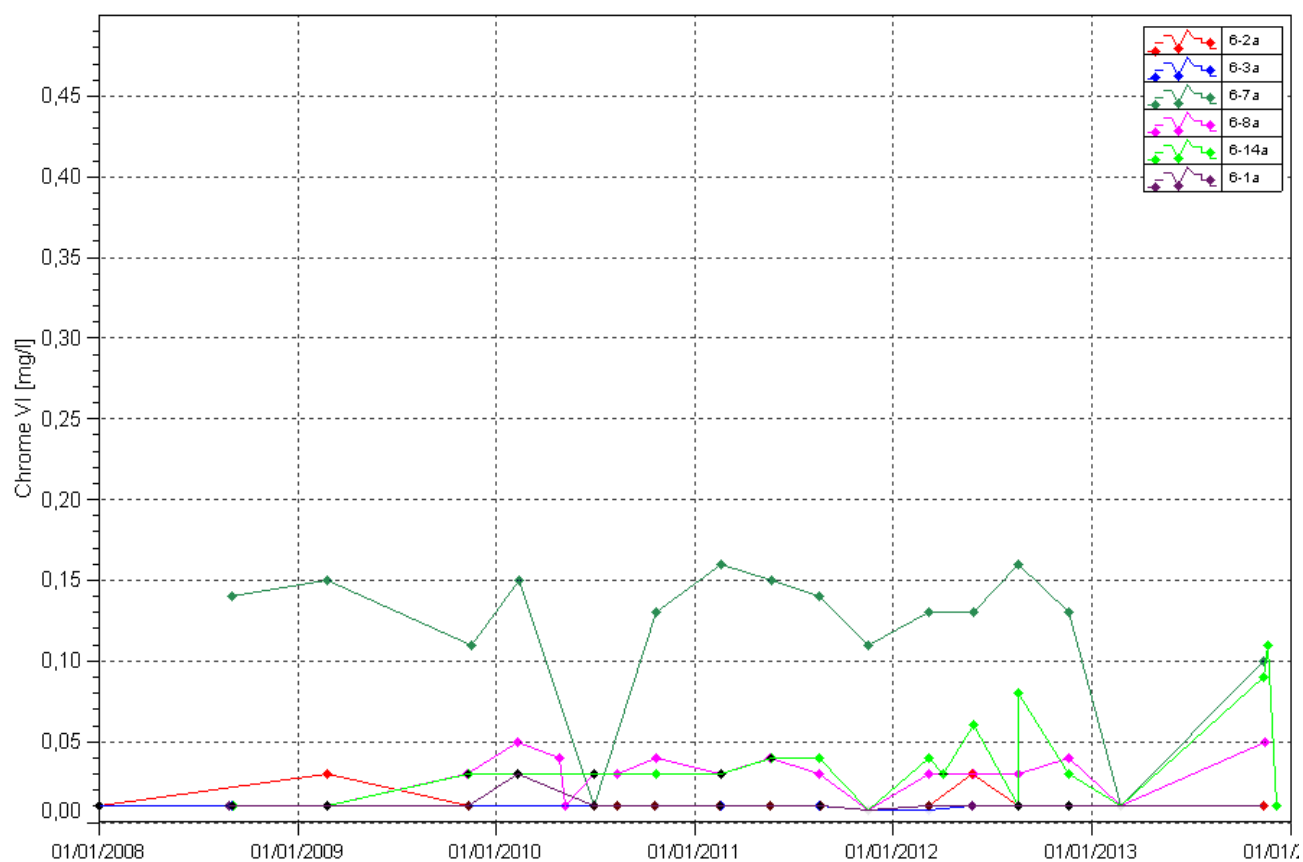
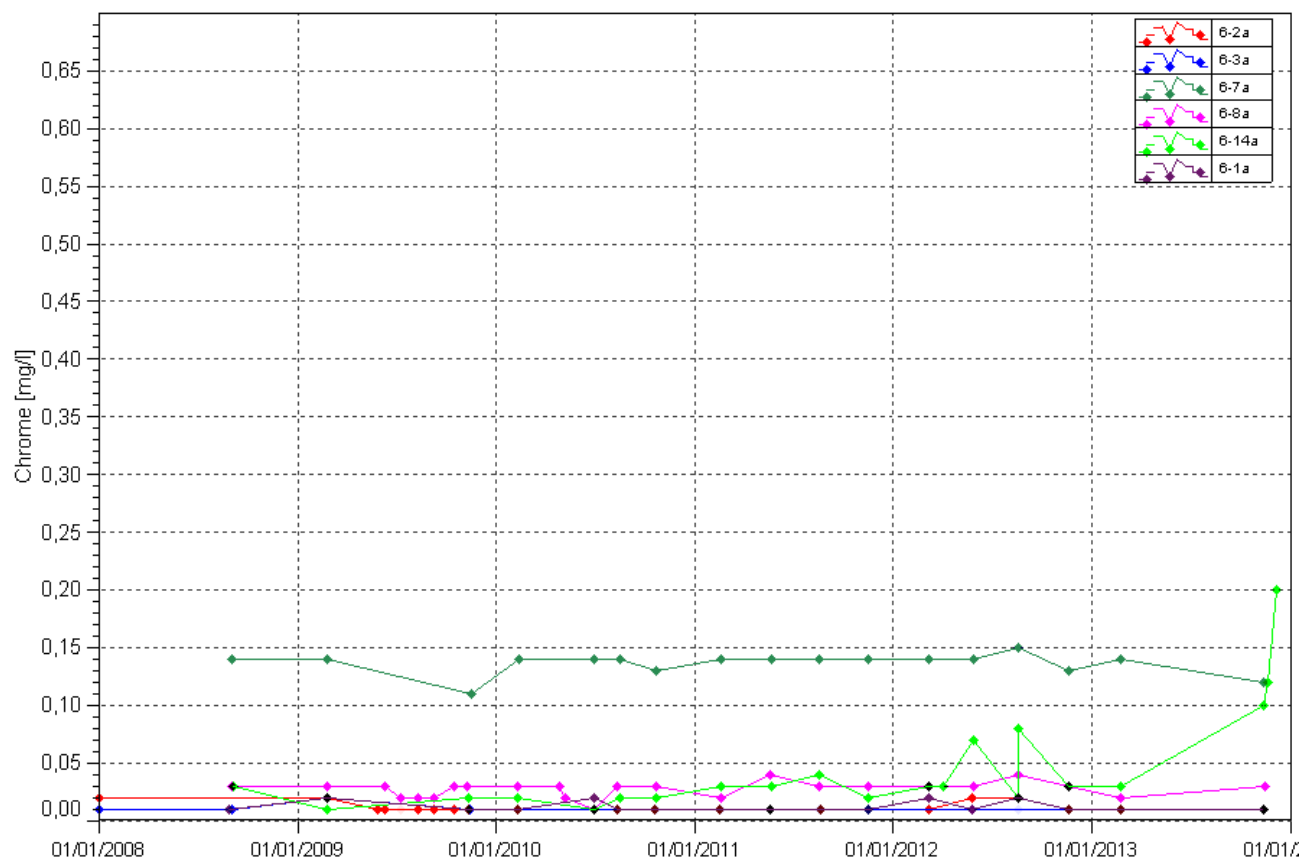
- **pH** : compris entre 2.7 et 6.9. Cette valeur minimale est mesurée au piézomètre 6-7A lors du contrôle de décembre. A cette station, les mesures de pH de 2013 révèlent une diminution du pH.
- **Conductivité** : compris entre 71.9 et 651 $\mu\text{S/cm}$. La valeur maximale est observée au piézomètre WK6-14A le 12 novembre et est supérieure au maximum relevé au cours des années précédentes. On note donc une tendance à l'augmentation de la conductivité en 2013. Les valeurs de conductivité relevées au niveau des autres stations montrent une stabilité dans les résultats.
- **Chlorures et sulfates** : pour rappel, la détermination des ions chlorures au piézomètre WK6-14A est réalisée par une méthode de titration par potentiométrie en 2013. Cette méthode n'a pas les mêmes ordres de grandeur de limite de détection que la méthode ICS01, couramment utilisée. En 2013, les concentrations en chlorures obtenues sont équivalentes à 0.04 g/l, donc comparables à 2012 pour ce piézomètre.
Un maximum de 243 mg/l en sulfates est mesuré à 6-14A le 12 novembre 2013. Après cette date, les concentrations en sulfates au niveau de cette station diminuent.
Les résultats du second semestre confirment une stabilisation des concentrations pour ces deux paramètres depuis janvier 2011 dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau des autres stations.
- **DCO et hydrocarbures** : les hydrocarbures sont détectés faiblement soit 0.6 mg/l le 10 novembre au piézomètre 6-7A. Cette station est située en amont du site industriel, en dehors de toute activité humaine et industrielle. Une contamination lors de l'échantillonnage au bailer est probablement à l'origine de cette mesure. Pour rappel, la détermination des hydrocarbures est réalisée suivant deux méthodes d'analyse en fonction du résultat de la demande chimique en oxygène. C'est deux méthodes ont des limites de détection différentes.
- **Chrome et chrome VI** : les concentrations en chrome montrent une tendance à l'augmentation à la station 6-14A en 2013. La teneur maximale en chrome y est mesurée le 4 décembre 2013, soit 0.2 mg/l. On peut noter aussi des concentrations en chrome VI plus élevées que les années précédentes au piézomètre WK6-14A. Les teneurs pour ces deux paramètres sont comparables aux années précédentes dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau des autres stations.
- **Calcium** : le dernier contrôle de 2013 au piézomètre WK6-14A ne semble pas confirmer la tendance à l'augmentation observée au premier semestre.
- **Sodium, potassium et TAC** : Les résultats observés en 2013 montrent une stabilité des concentrations en sodium dans les horizons latéritiques.

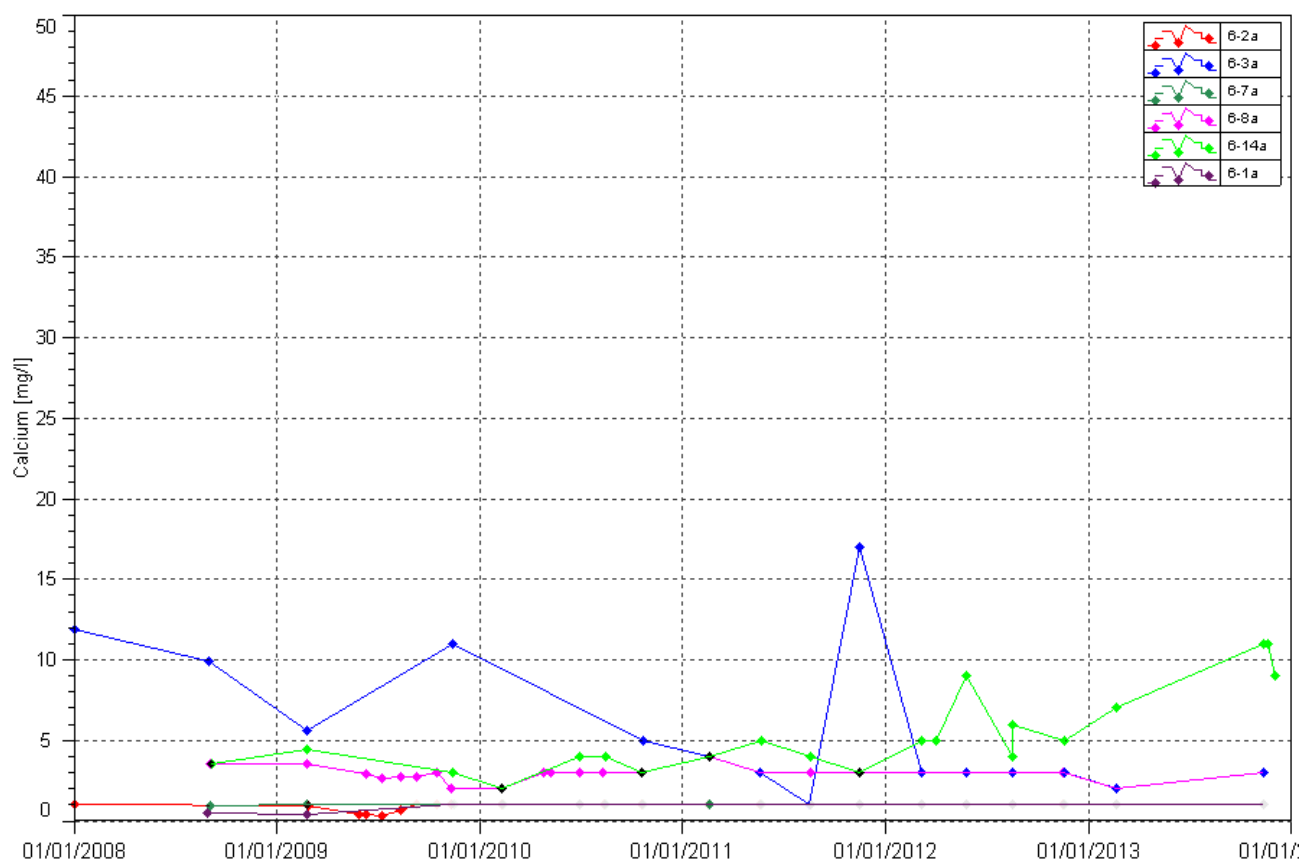
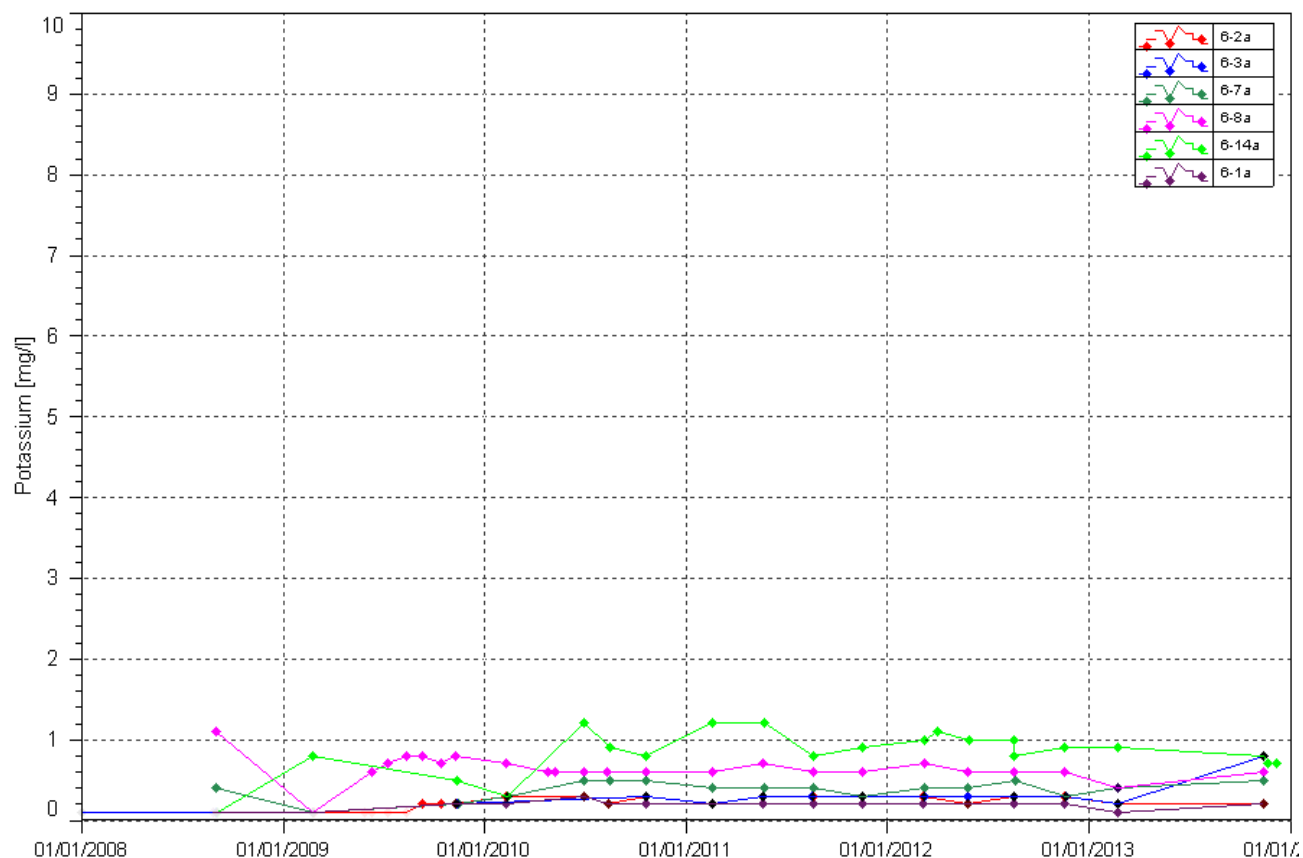
Figure 15 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons latéritiques sur le secteur de l'Usine– conductivité, pH, sulfate, chlorure, HT, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

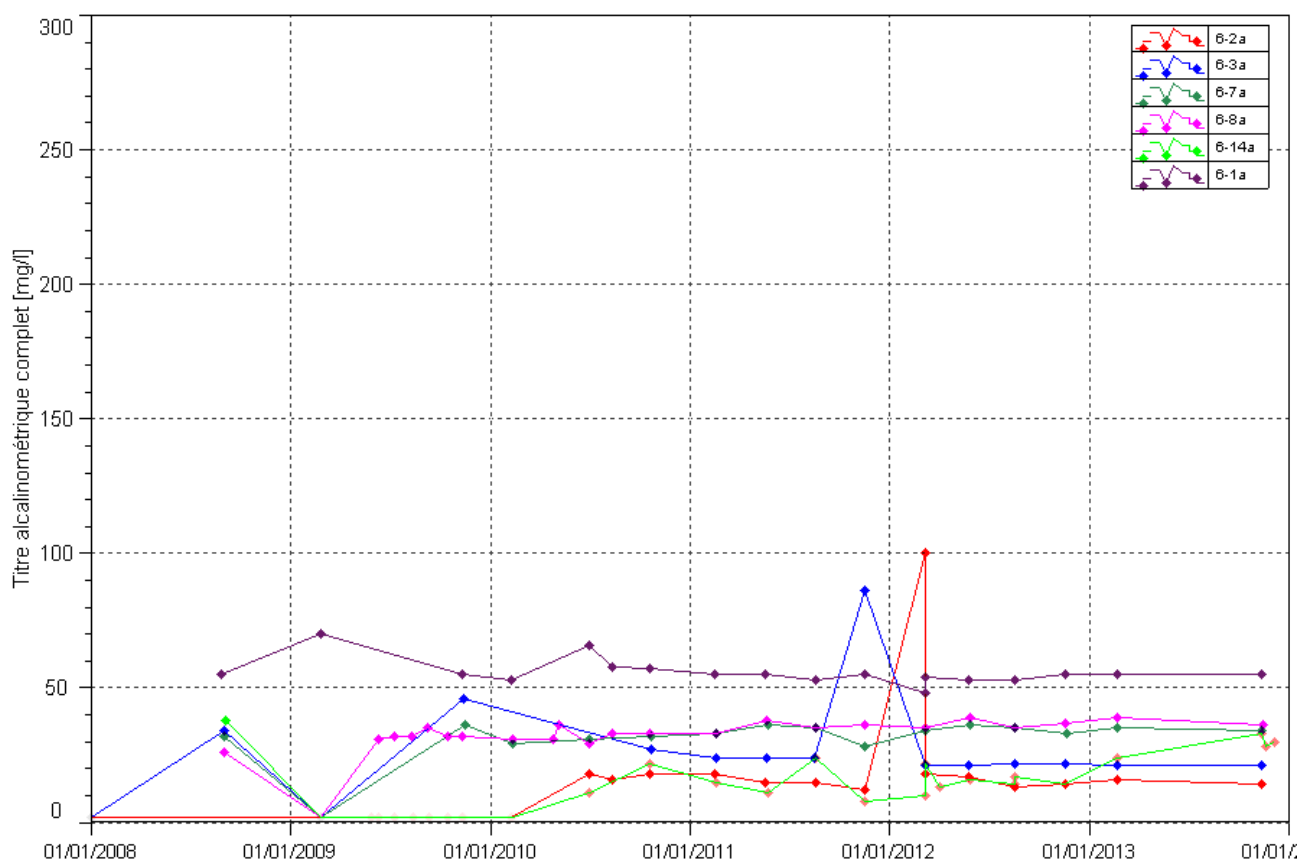
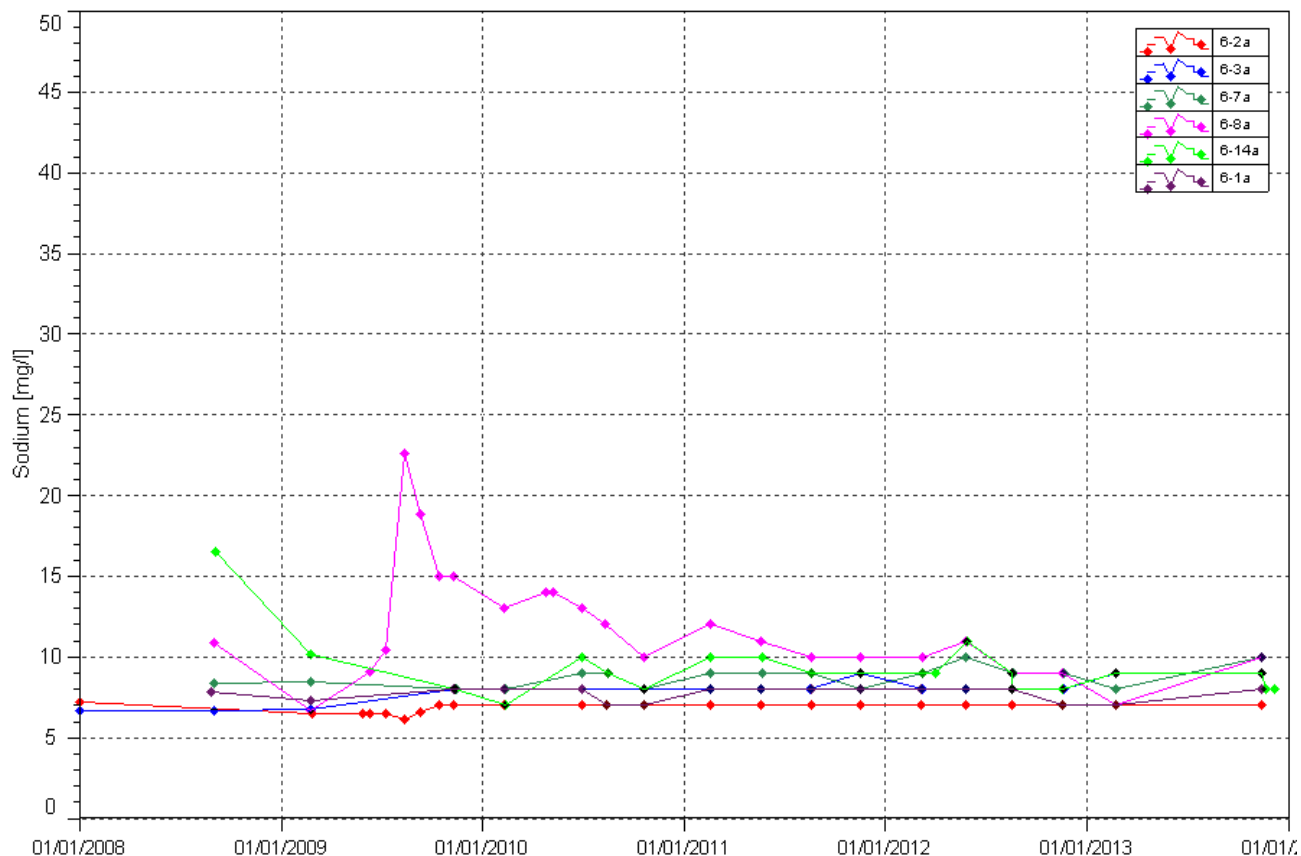








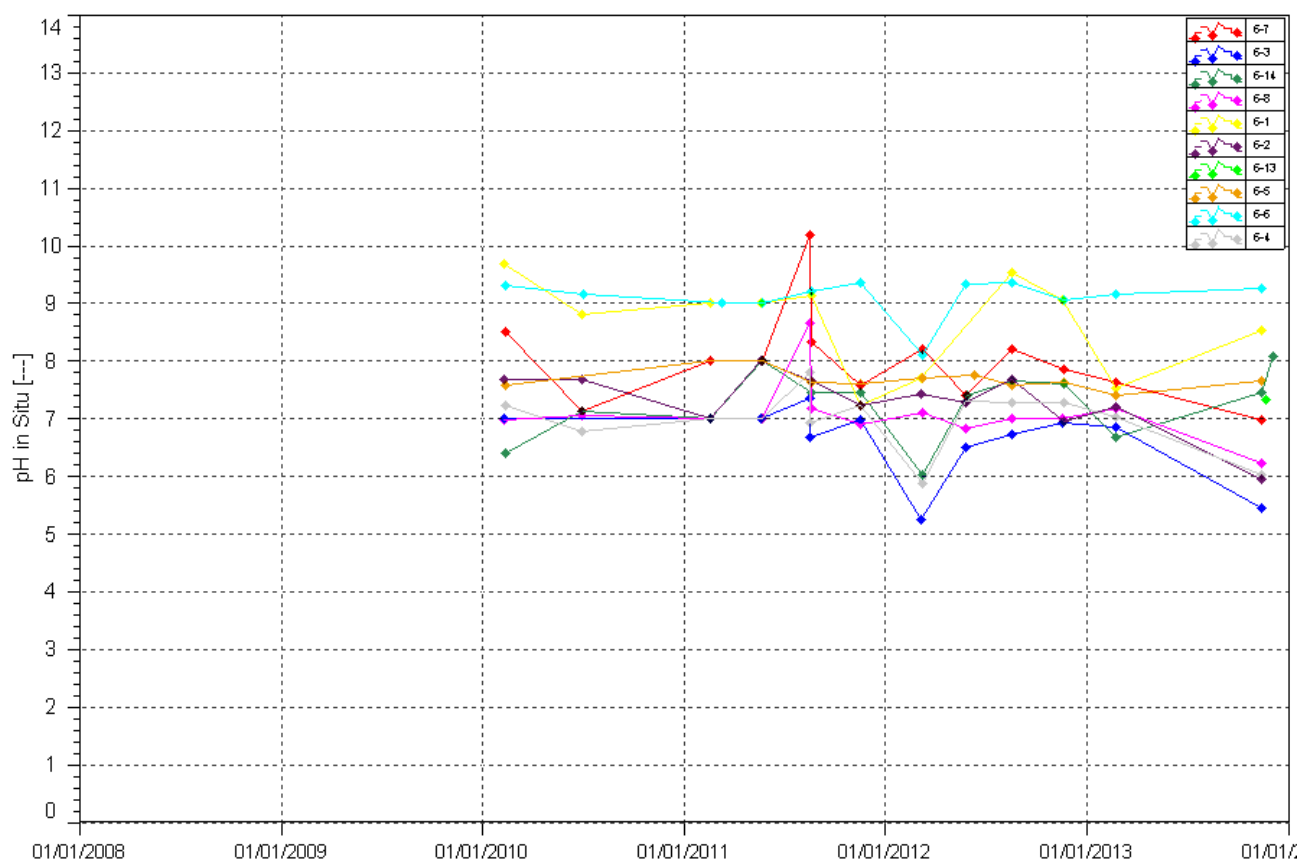
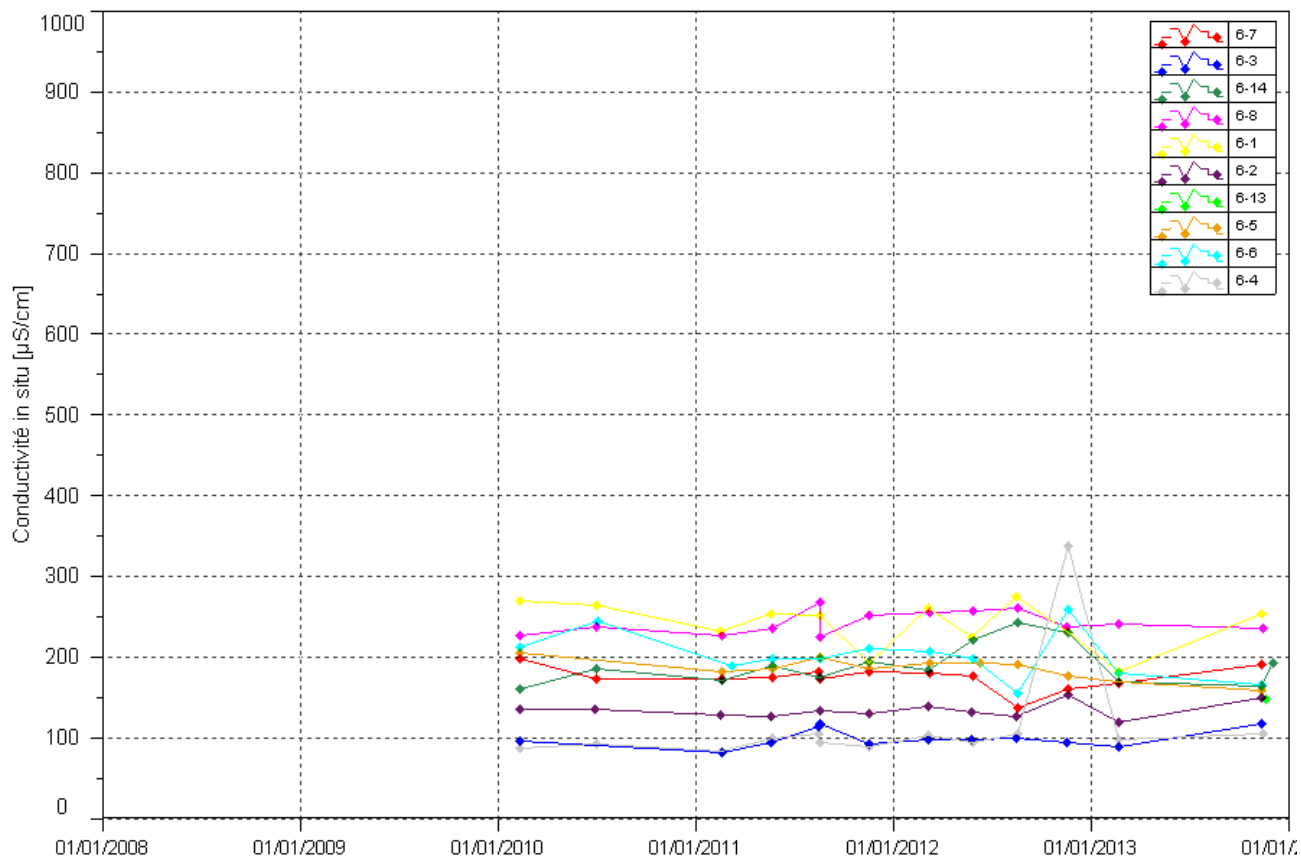


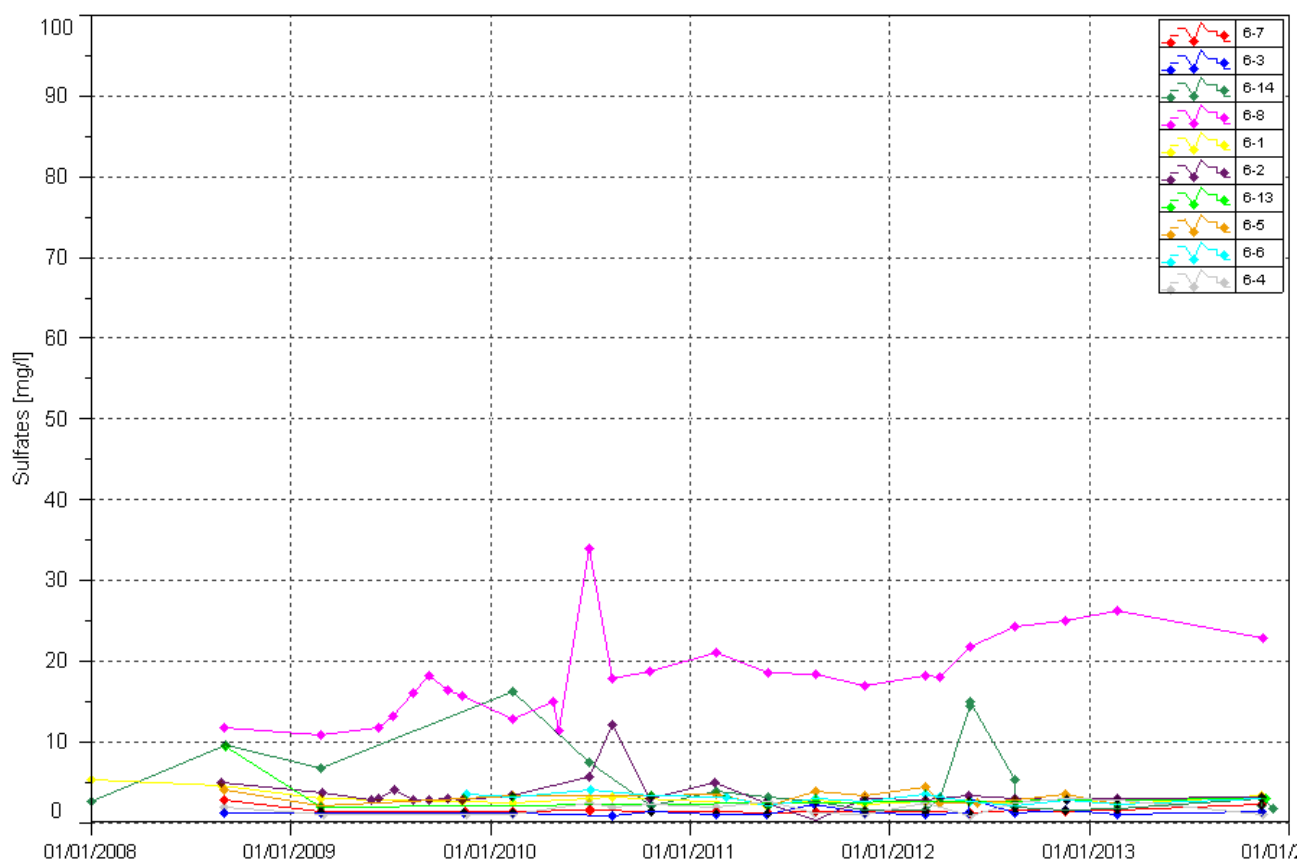
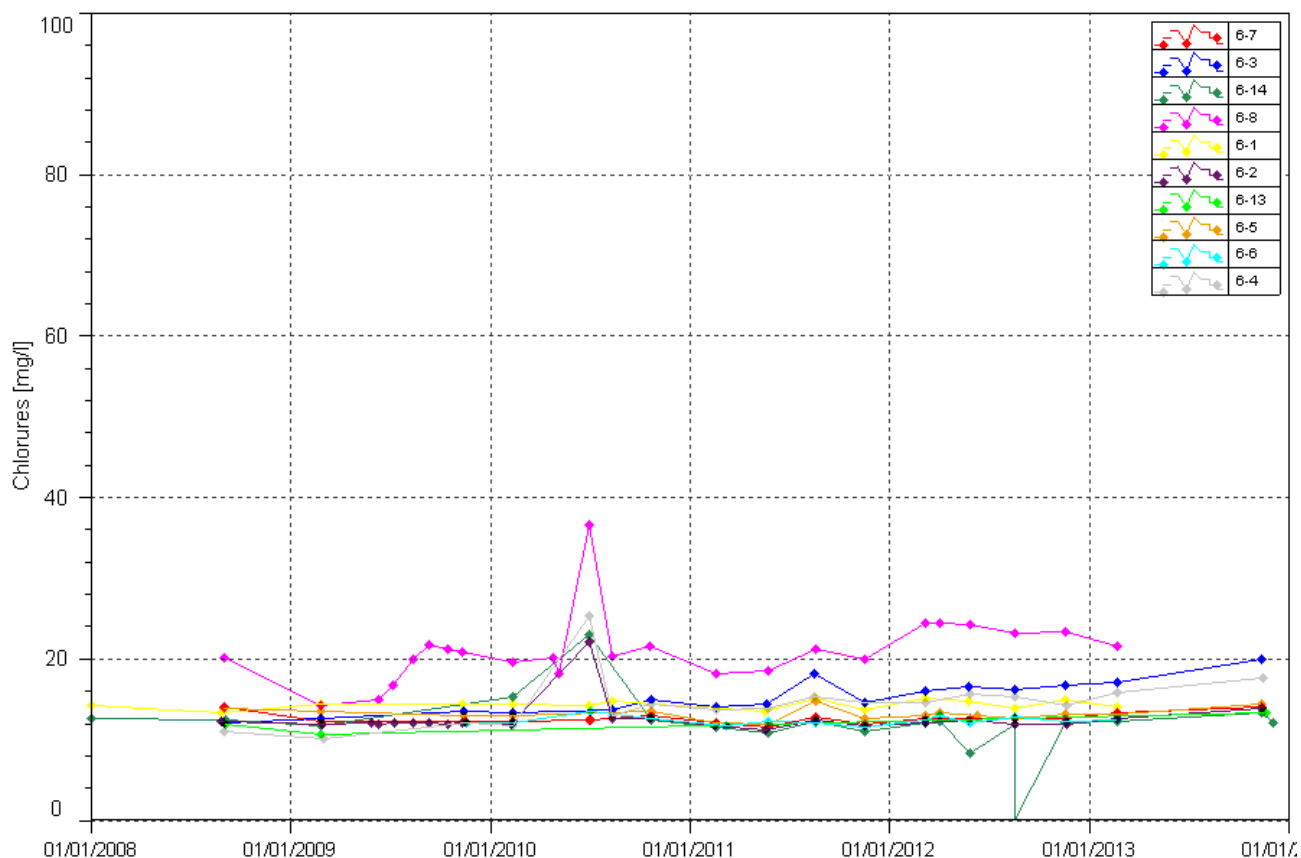


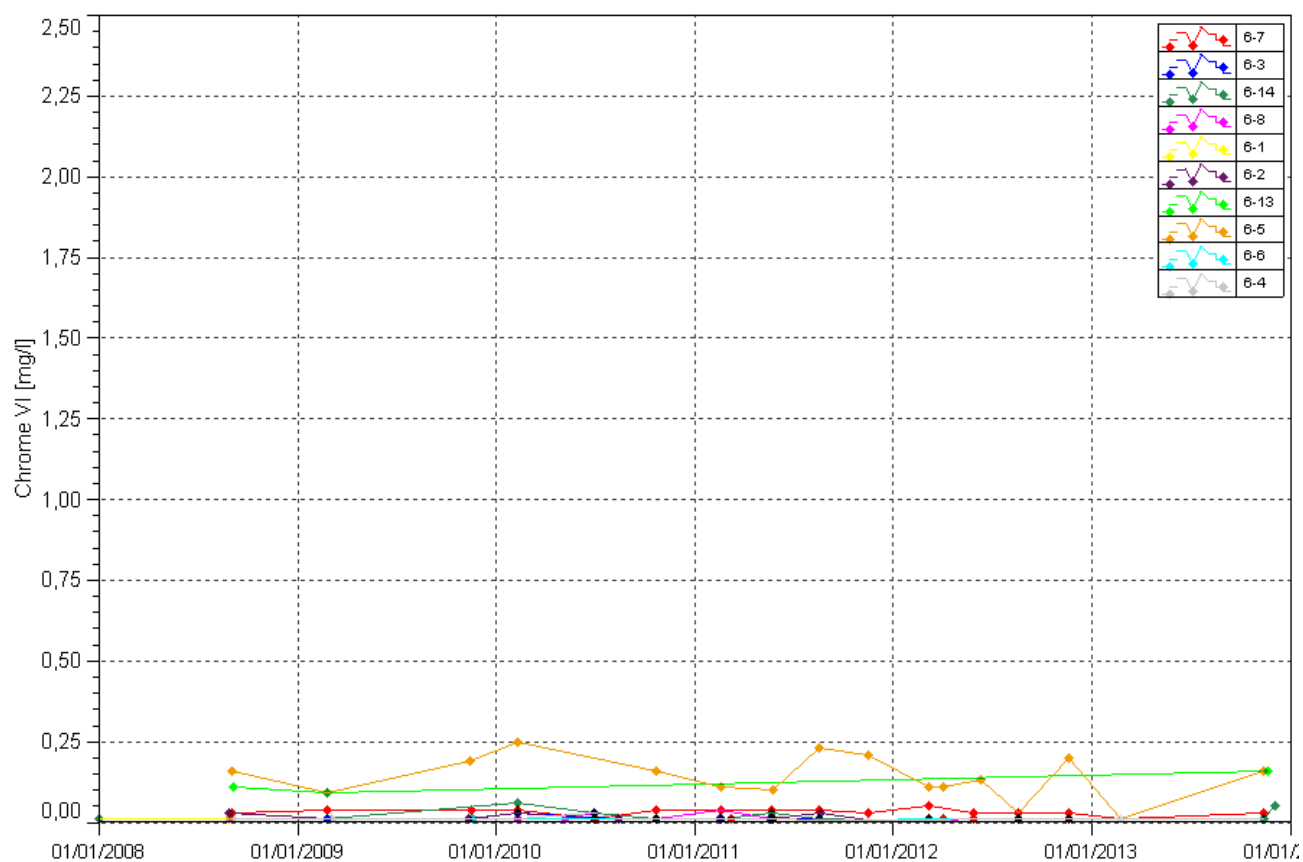
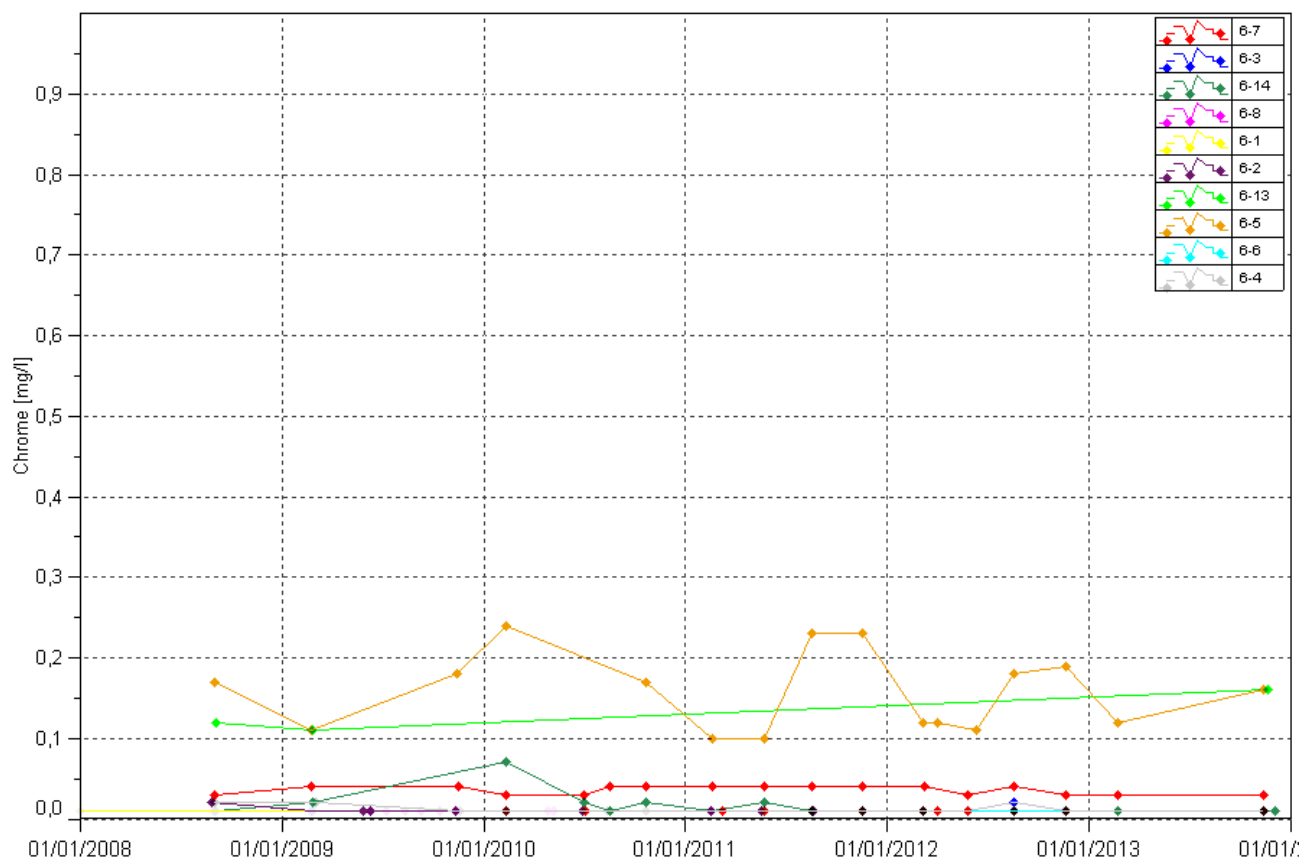
Piézomètres longs

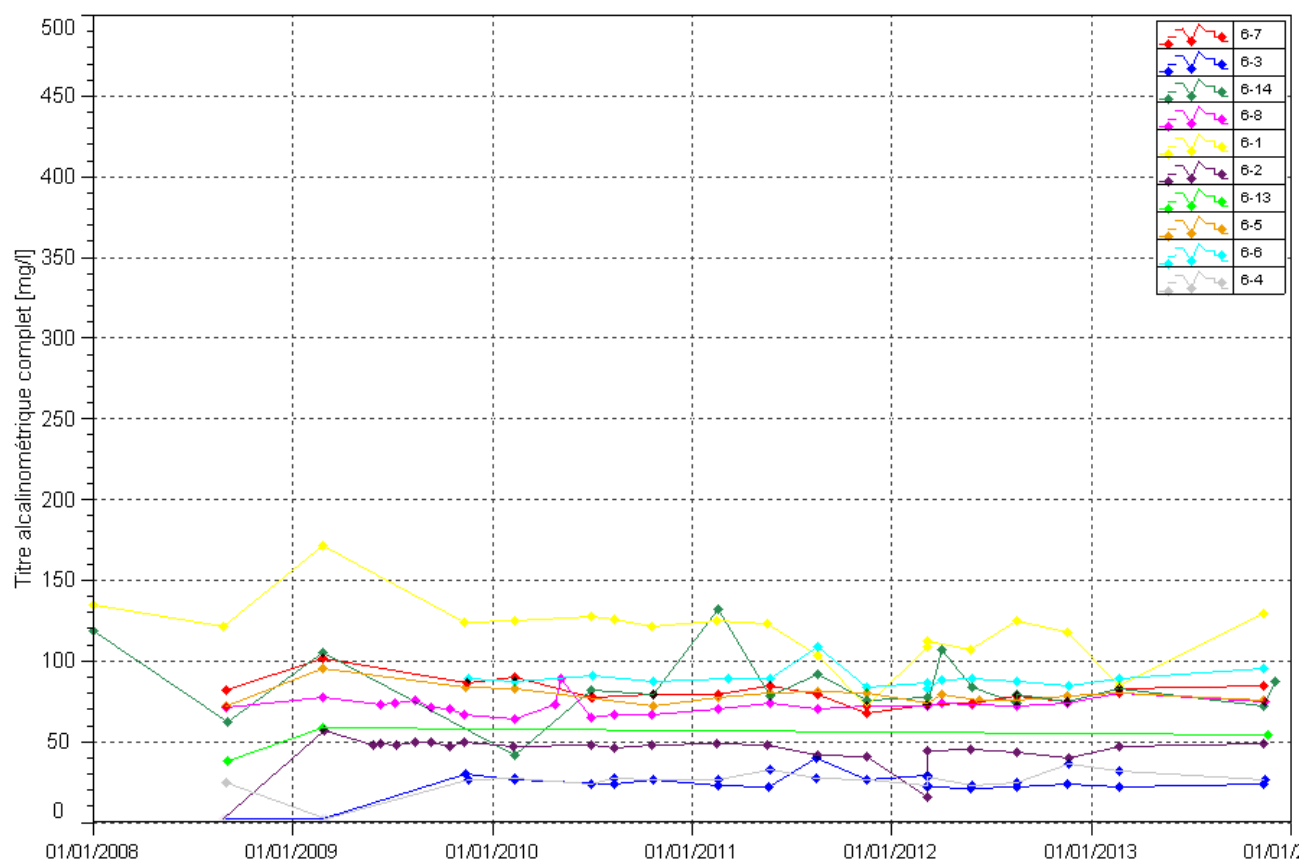
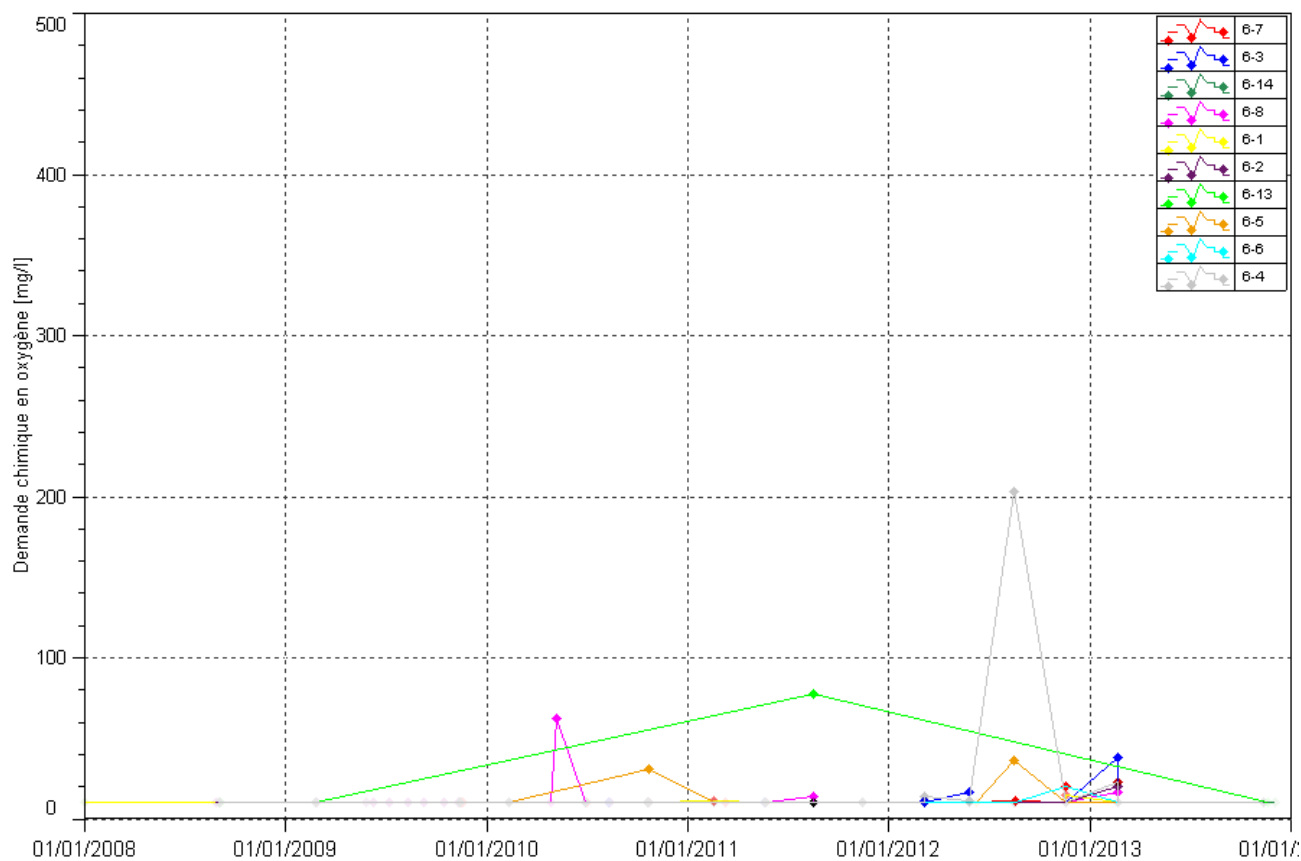
- **pH** : compris entre 5.4 et 9.2
- **Conductivité** : compris entre 88.9 et 254 $\mu\text{S/cm}$. La valeur élevée de conductivité est observée au piézomètre 6-1.
- **Chlorures et sulfates** : comme mentionné précédemment, la détermination des chlorures aux stations 6-1, 6-8 et 6-6 s'est effectuée par la méthode de titration par potentiométrie. Les concentrations obtenues au niveau de 3 stations restent du même ordre que les années précédentes. Les teneurs en sulfates les plus élevées sont toujours mesurées au piézomètre 6-8 mais les valeurs restent comparables aux années précédentes.
- **DCO et hydrocarbures** : les hydrocarbures sont détectés dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques au niveau des piézomètres 6-4, 6-3 et 6-7. Comme notifié pour le piézomètre 6-7A, la détection des hydrocarbures au piézomètre 6-7 est probablement le résultat d'une contamination dans la chaîne d'échantillonnage car cette station est située hors zone d'activité anthropique.
- **Chrome et chrome VI** : depuis 2008, les teneurs en chrome au piézomètre 6-5 sont variables et les résultats de 2013 restent du même ordre que les années précédentes. Dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques, les concentrations en chrome sont stables depuis 2008.
- **Sodium** : la tendance à l'augmentation amorcée en 2012 n'est pas poursuivie en 2013. En effet, le contrôle de décembre indique une concentration comparable aux années précédentes.
- **Calcium, Potassium et TAC** : les teneurs mesurées en 2013 pour ces trois éléments sont du même ordre que les années précédentes. Aucune évolution particulière n'est à constater.

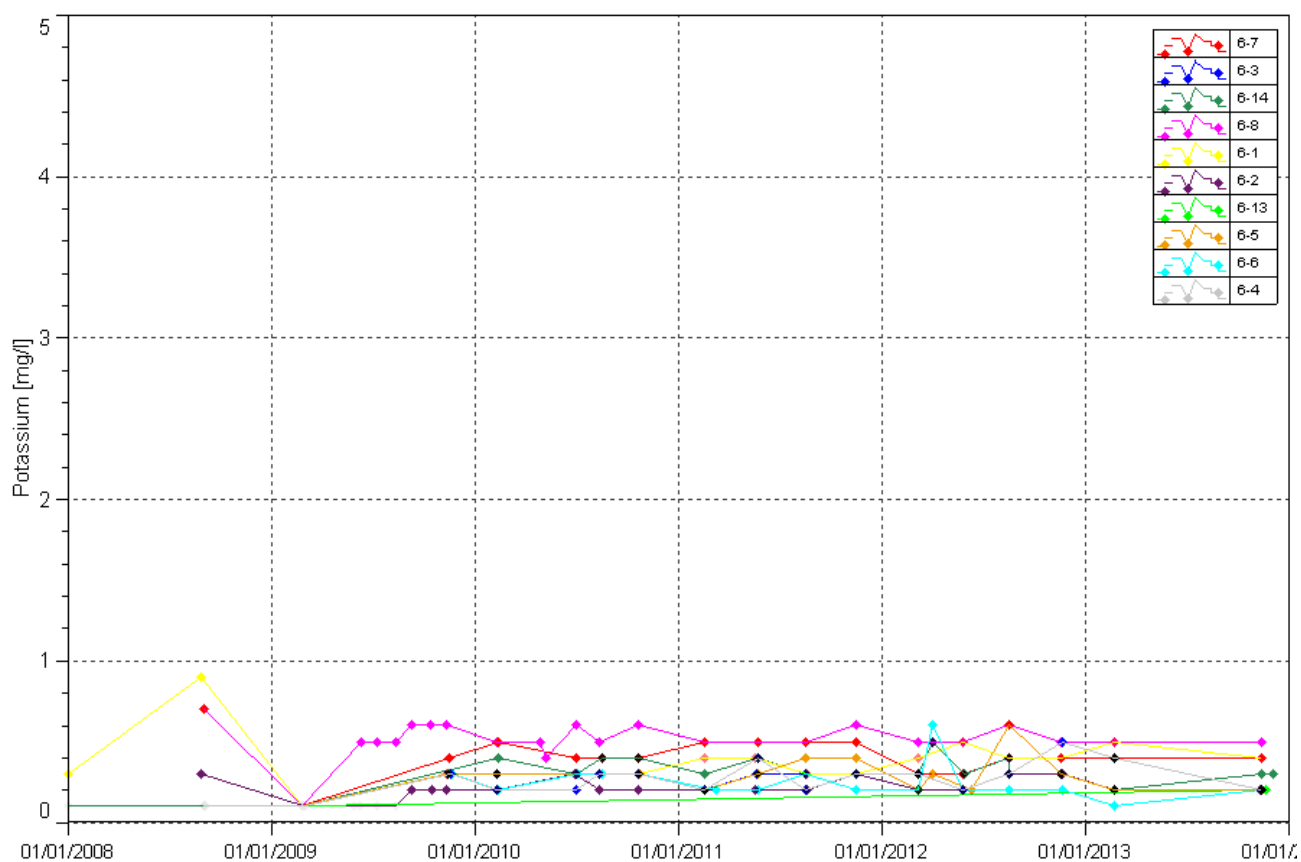
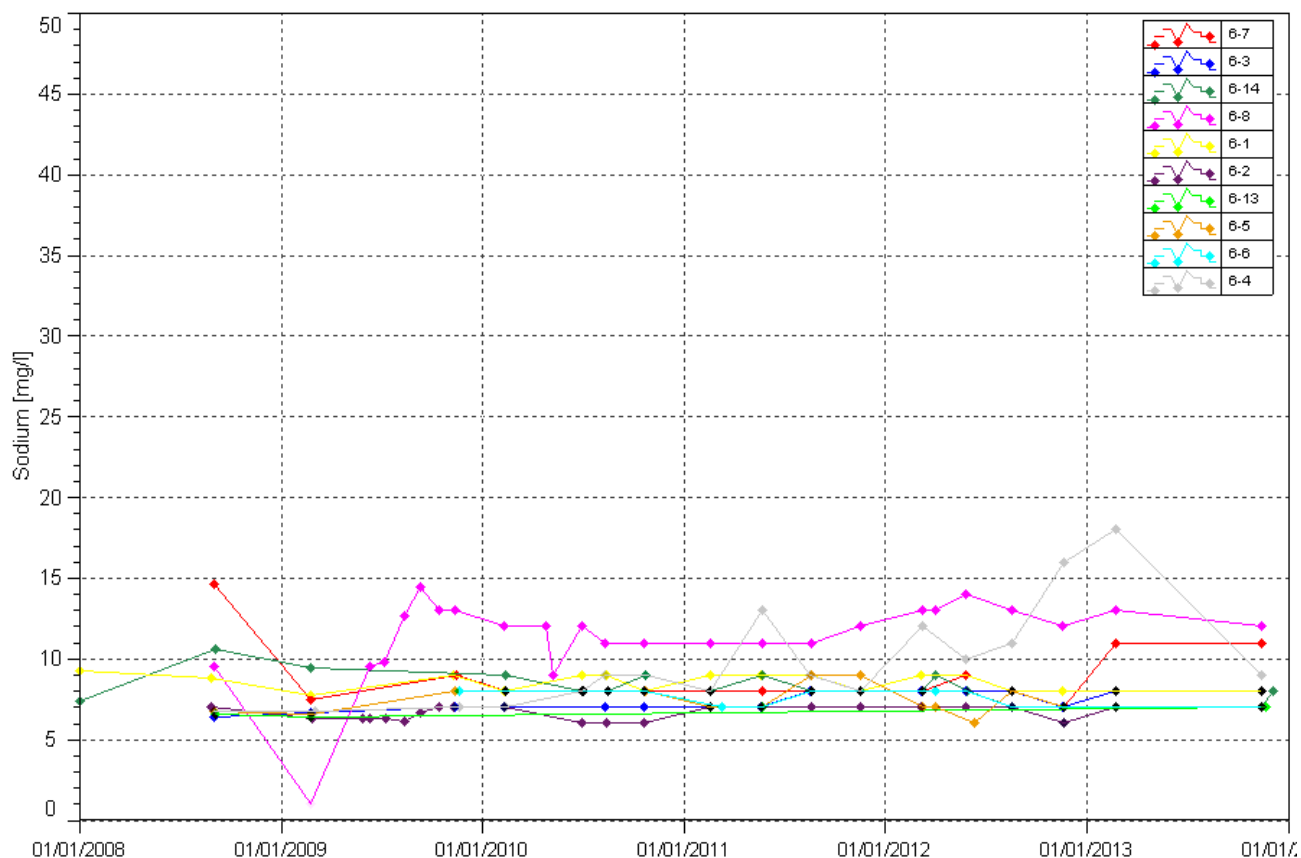
Figure 16 : Résultats du suivi piézométrique dans les horizons saprolitiques sur le secteur de l'Usine—conductivité, pH, sulfate, chlorure, HT, DCO, chrome, chrome VI, calcium, sodium, potassium et TAC.

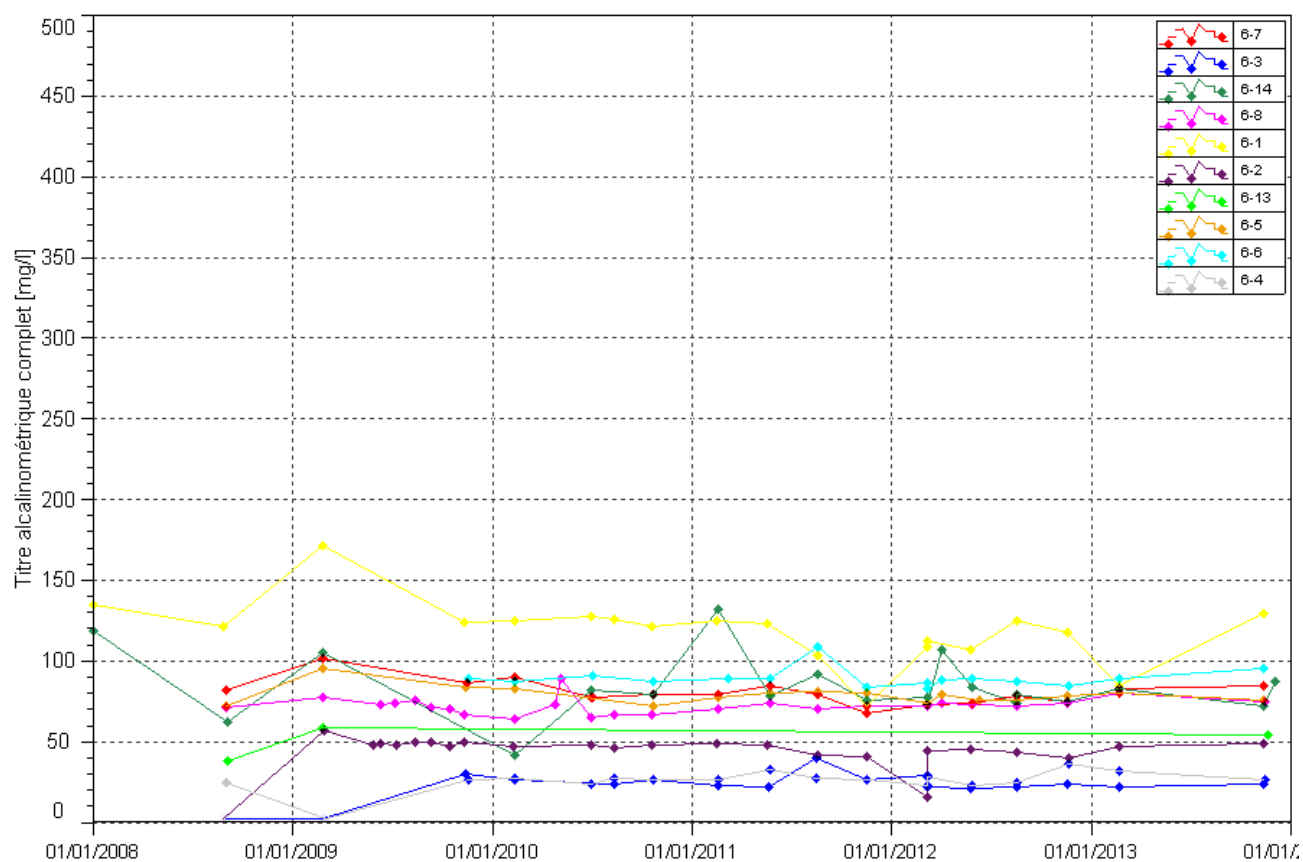
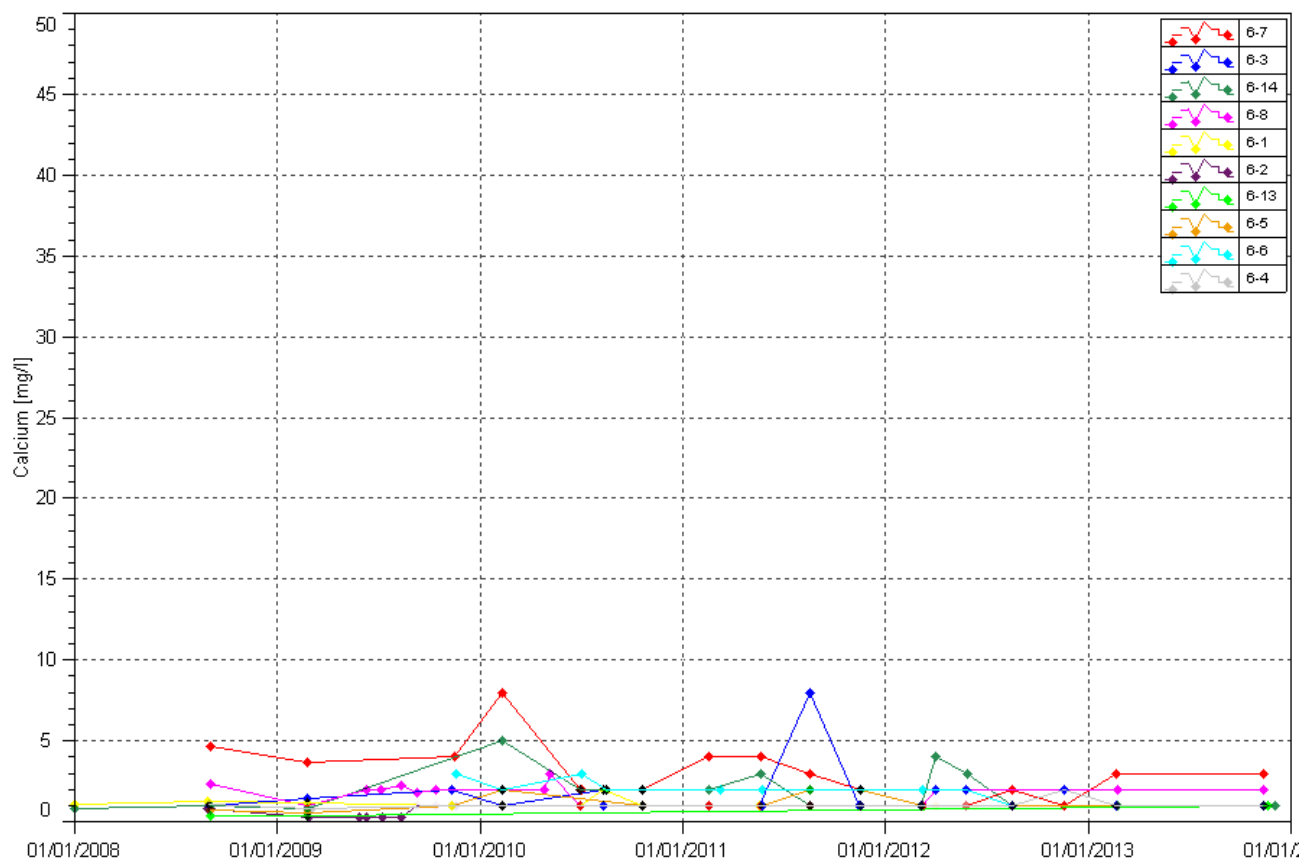










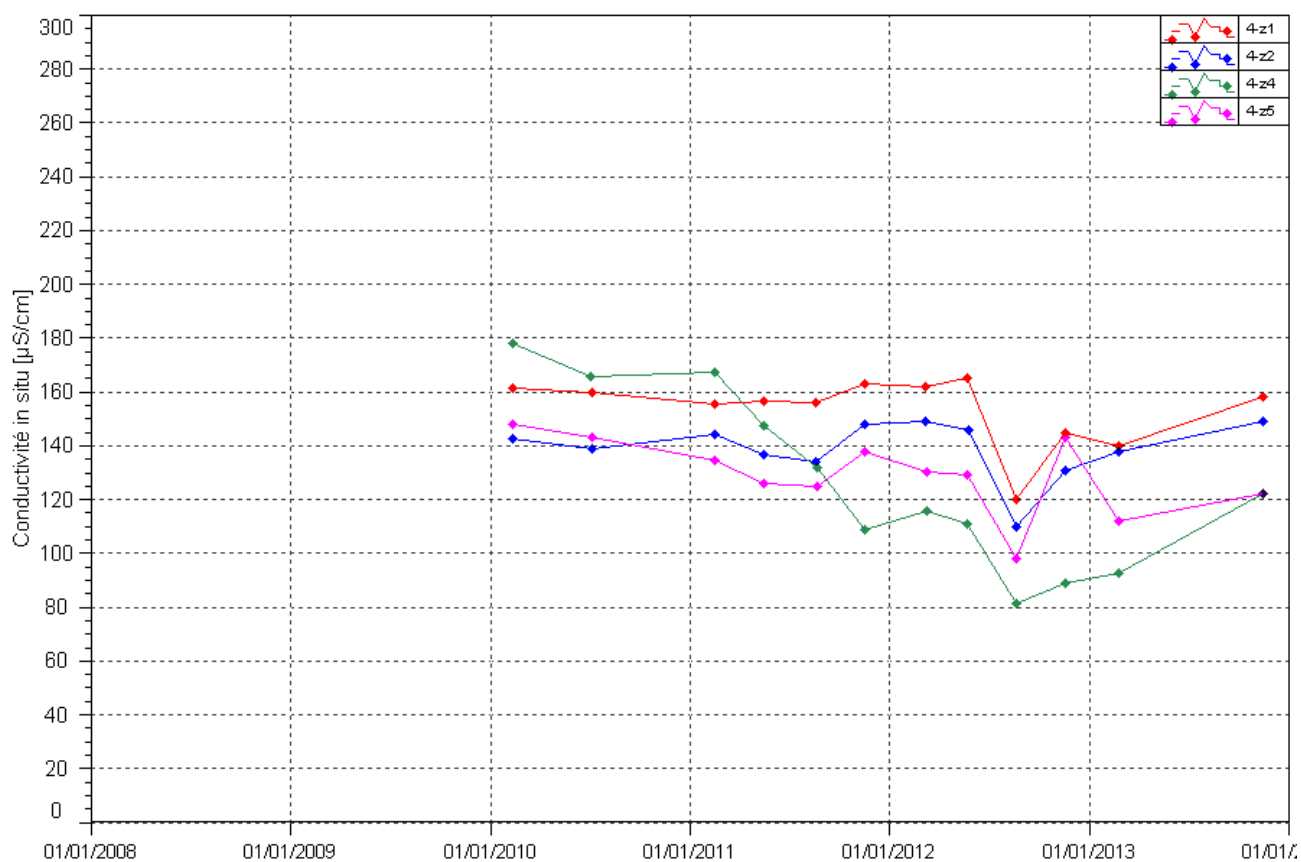
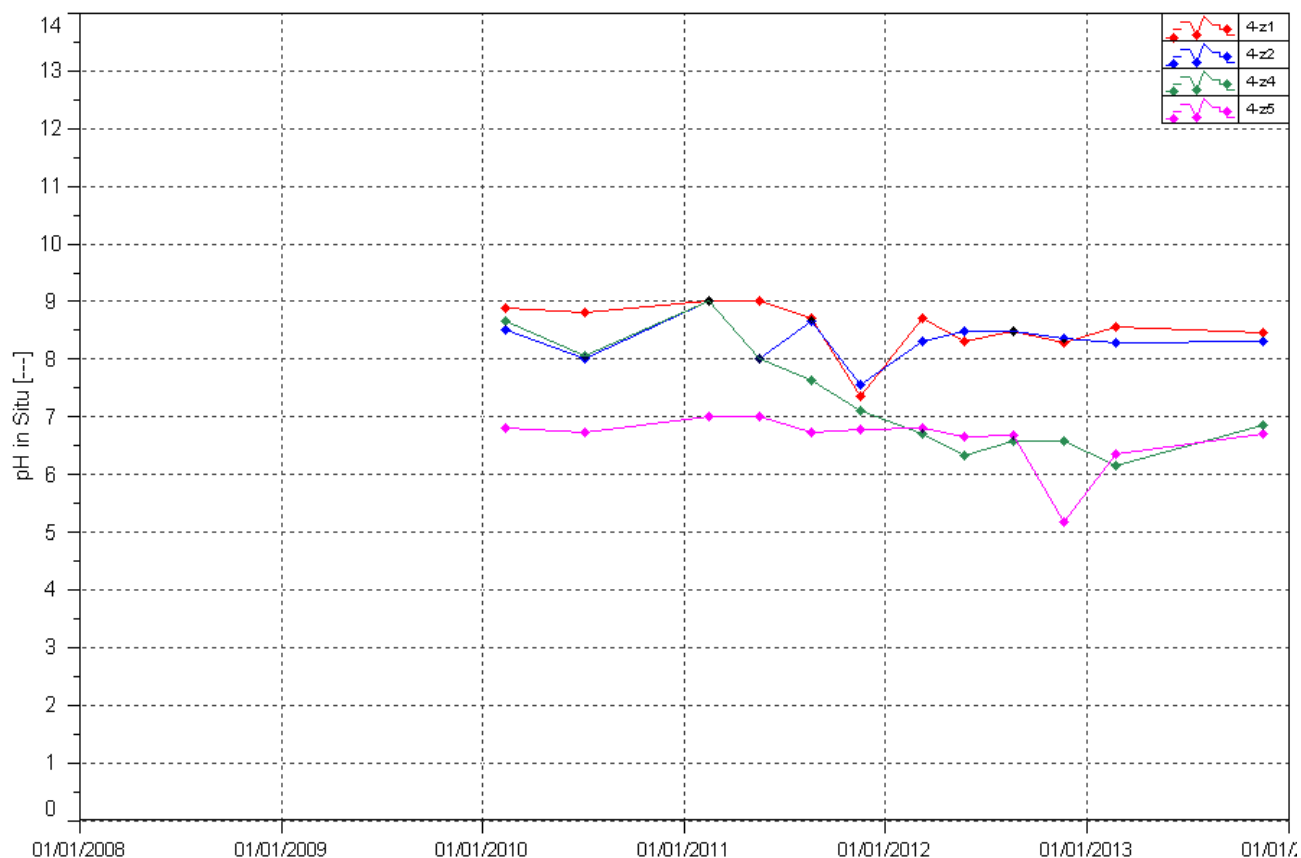


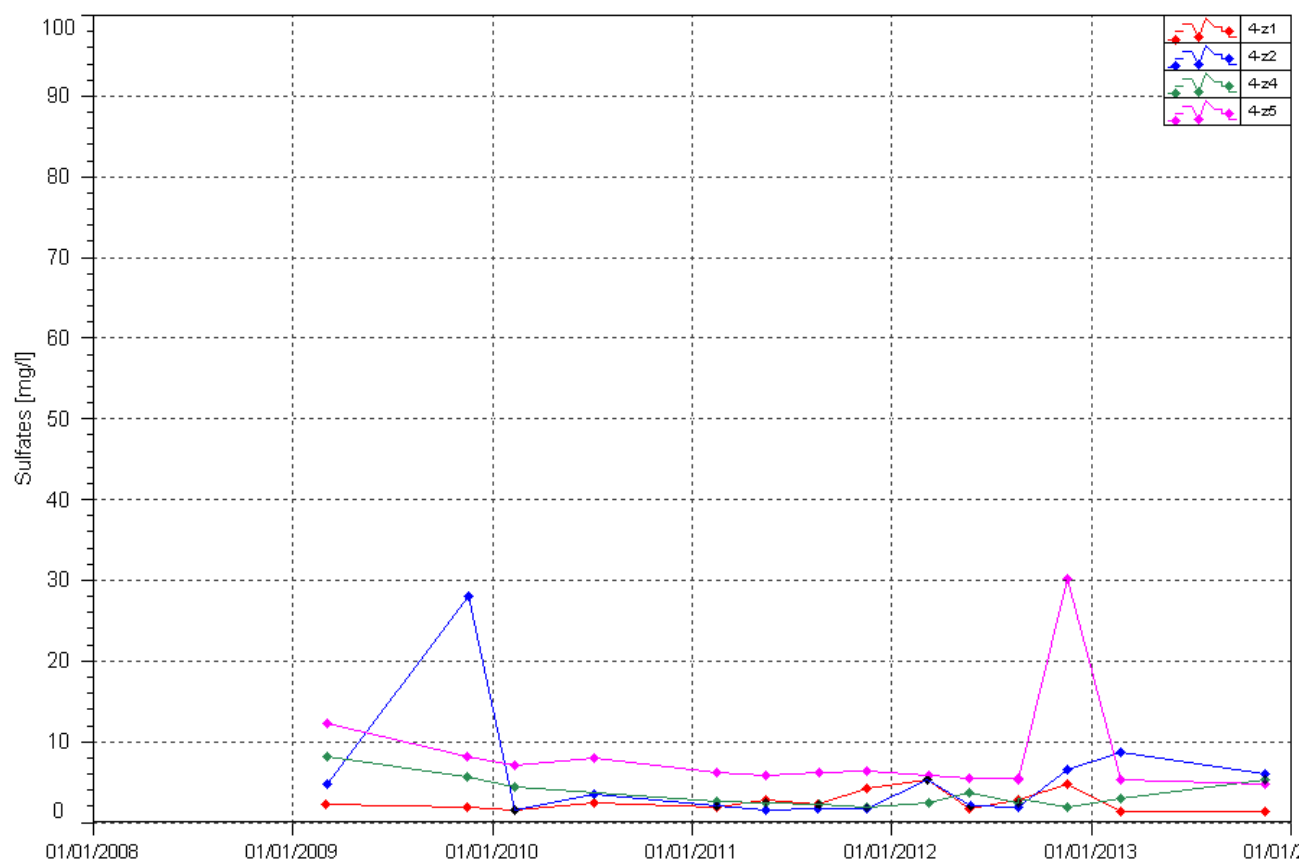
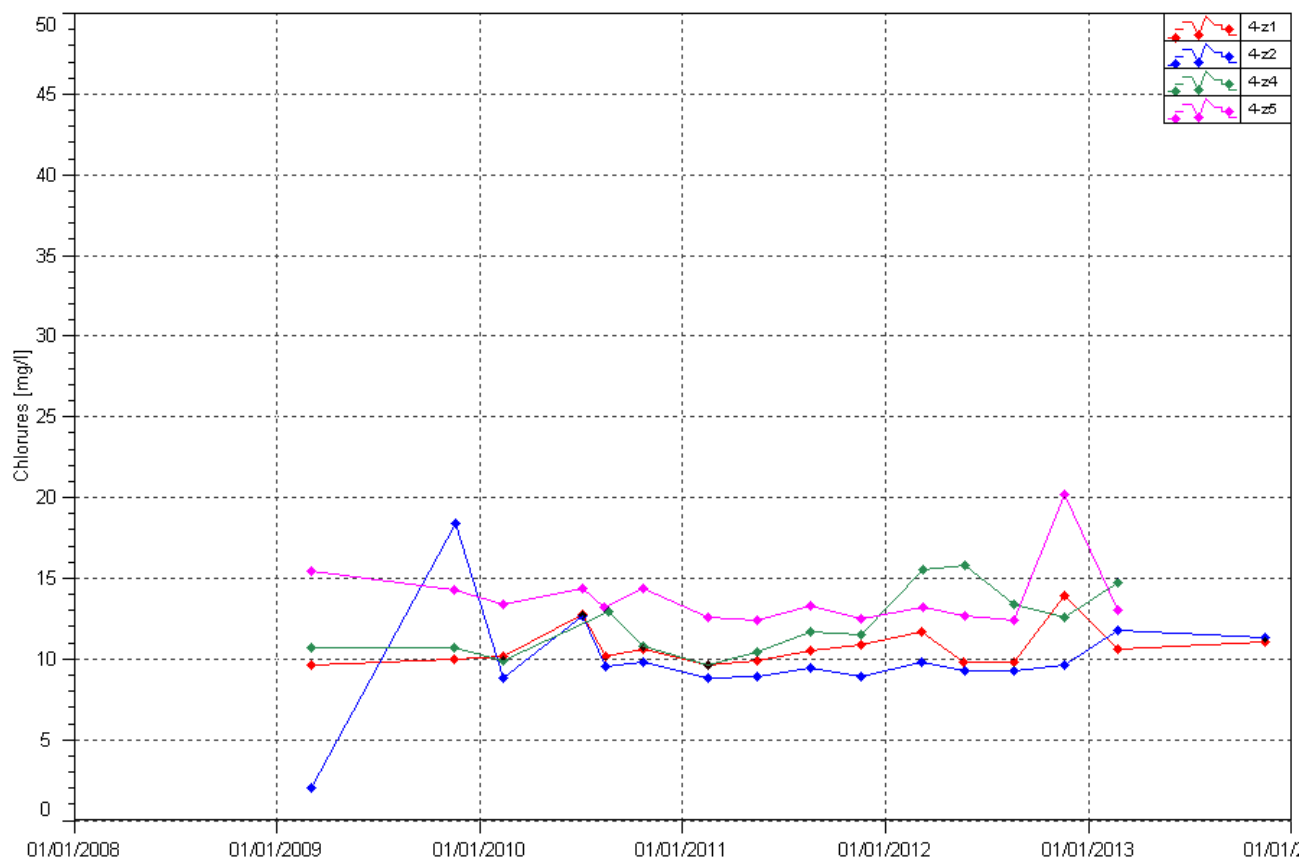
2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines

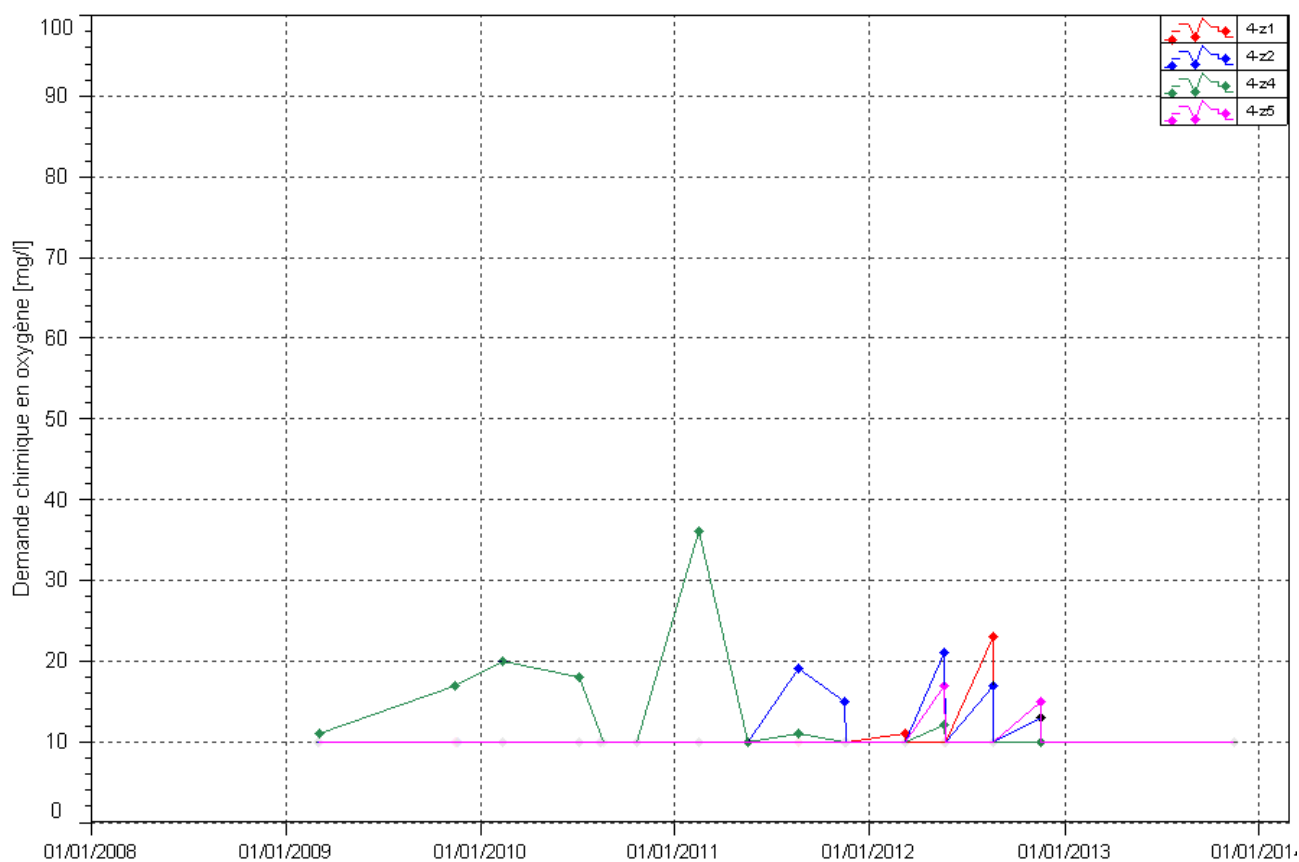
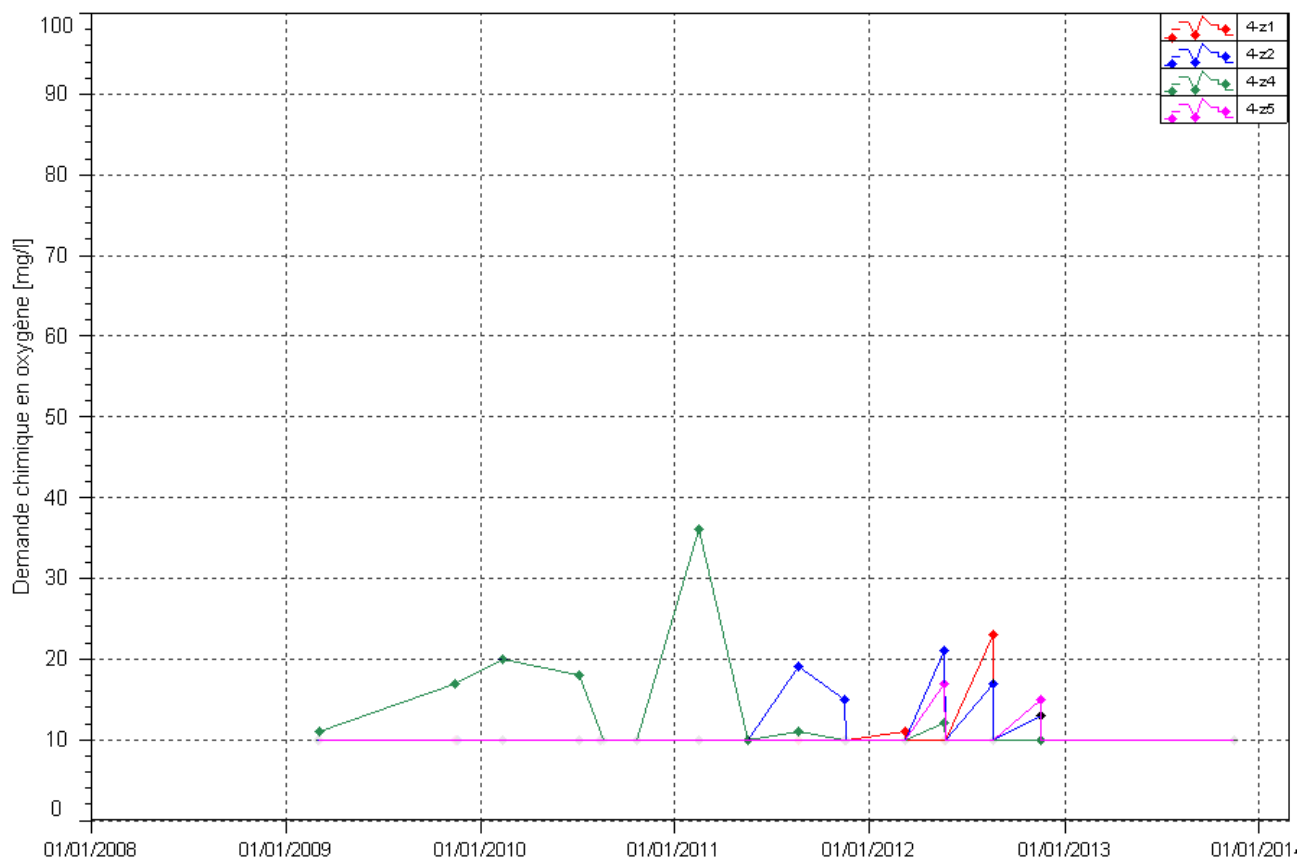
En annexe IV, l'exploitation statistique des résultats de 2013 est comparée aux années précédentes pour les eaux souterraines du secteur de l'Usine de Préparation du Minerai (UPM).

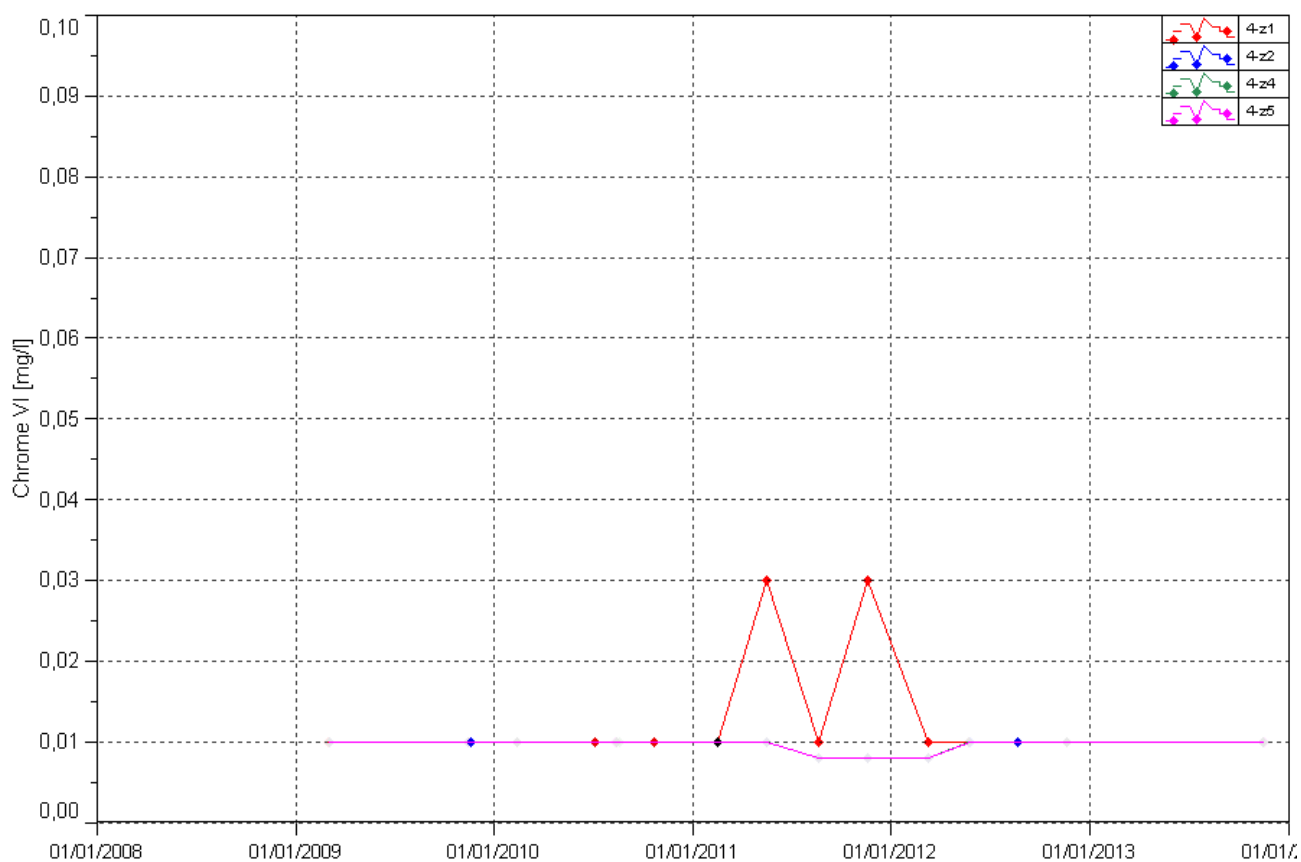
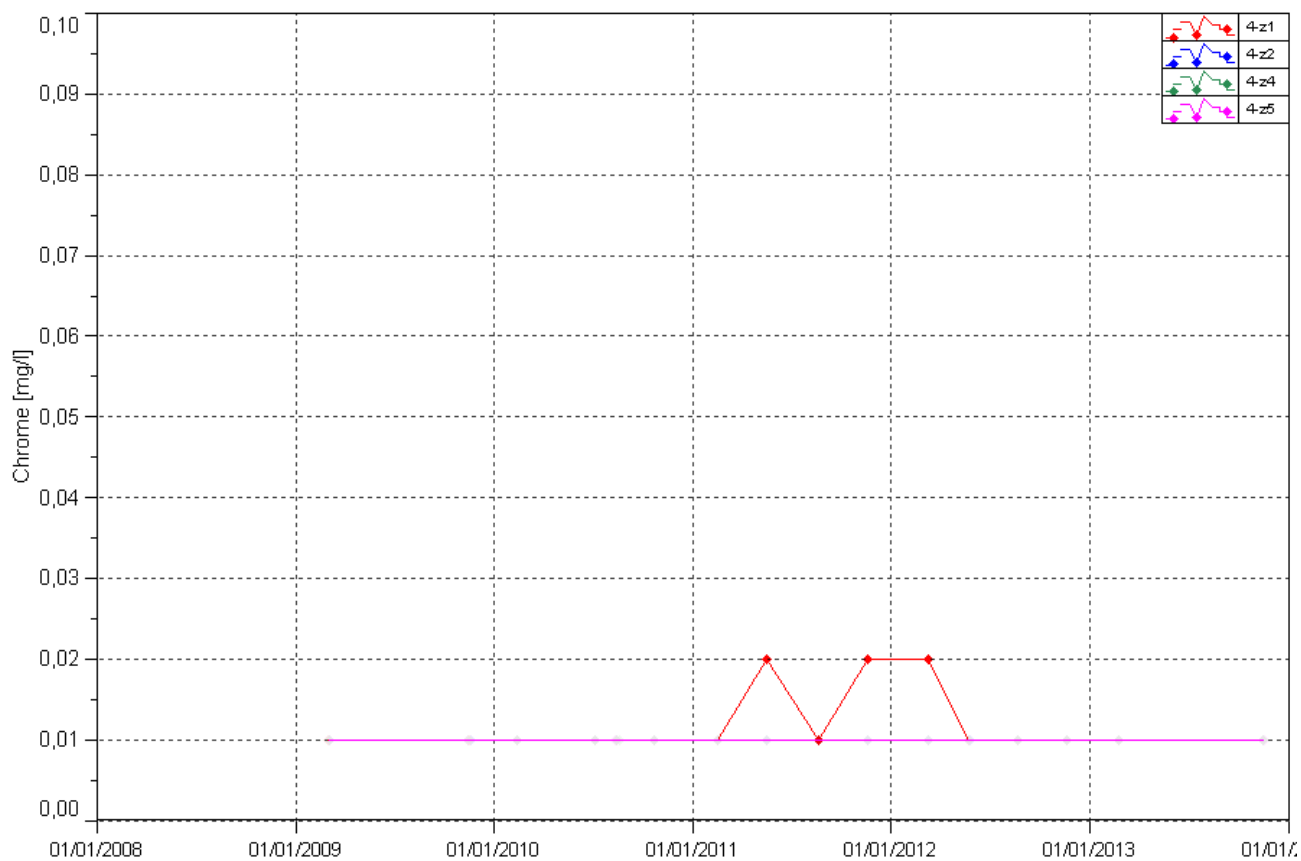
Les figures suivantes présentent les résultats du suivi des eaux souterraines sur le site de l'UPM.

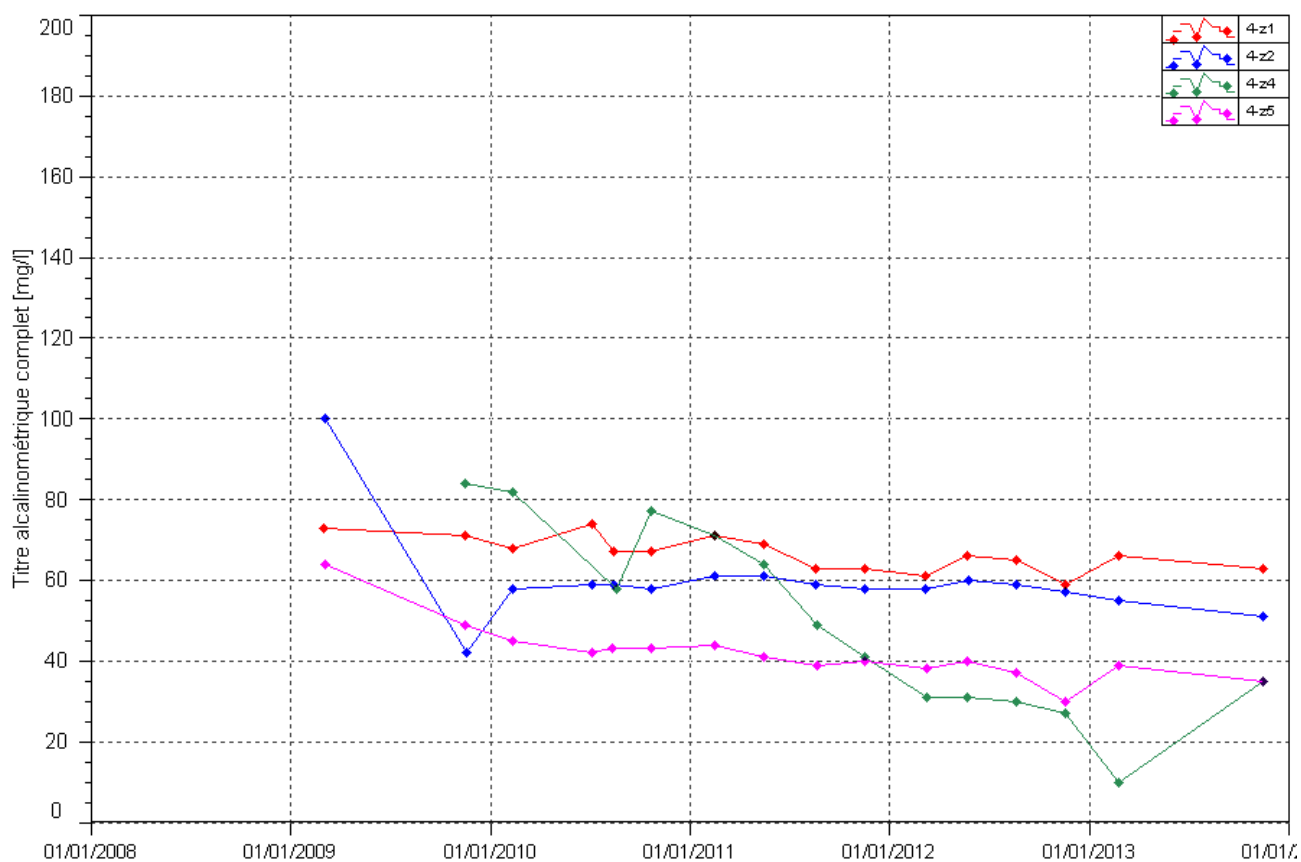
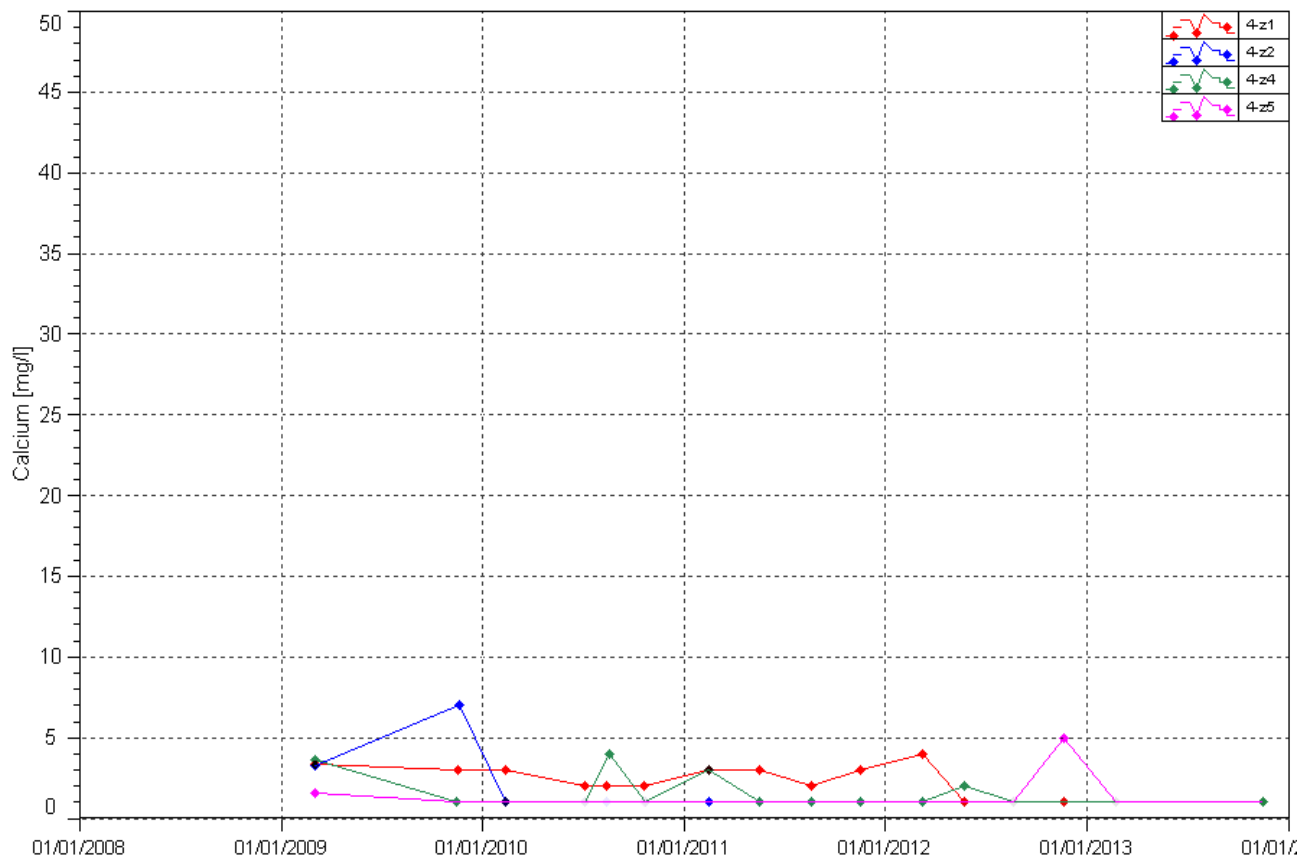
- **pH** : compris entre 6.1 et 8.5.
- **conductivité** : compris entre 92.4 et 158 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Chlorures et sulfates** : les concentrations en chlorures du mois de novembre aux piézomètres 4-z4 et 4-z5 sont obtenues à partir de la méthode de titration par potentiométrie (TIT10). Les teneurs mesurées sont équivalentes à 0.01 g/L, donc elles restent du même ordre que les années précédentes.
- **DCO et Hydrocarbures** : aucune trace d'hydrocarbures n'est détectée dans les eaux souterraines 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.

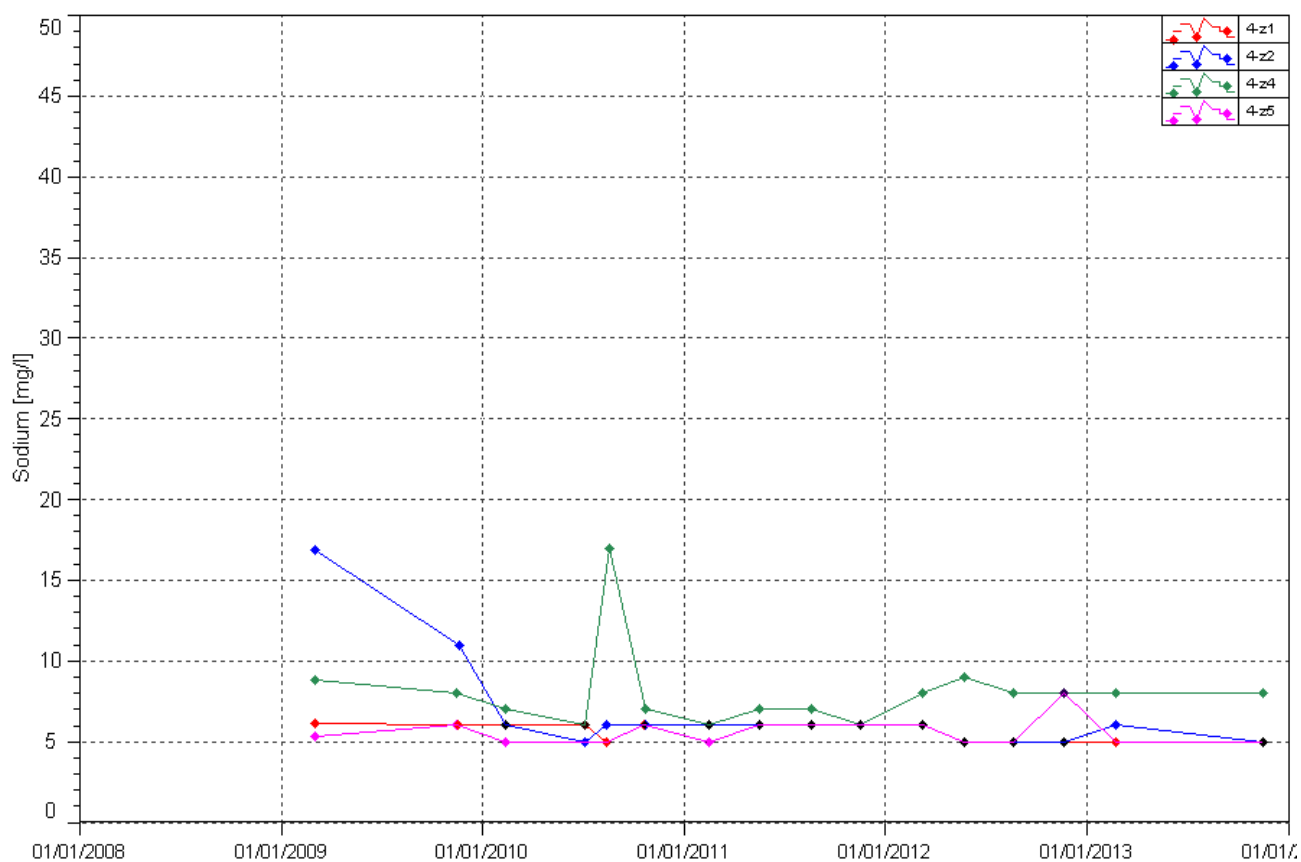
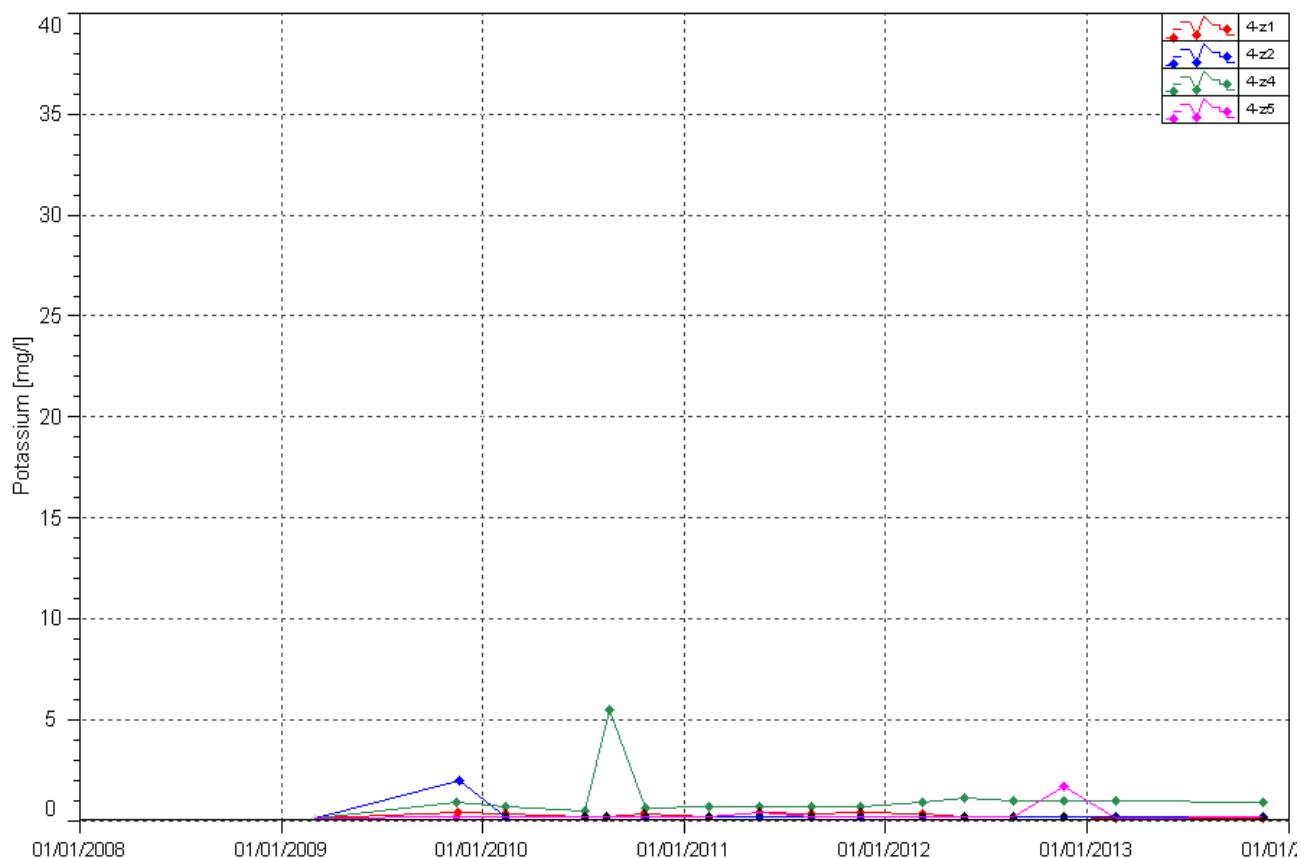












3. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION

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

Les résultats du suivi de 2013 n'indiquent pas d'évolution particulière.

Comme les années précédentes, les valeurs élevées en DCO et conductivité au piézomètre 7-1 sont dus aux apports d'eau de mer et ne sont donc pas indicatrices d'une modification de la qualité des eaux induite par les activités du port.

Les résultats du suivi des eaux souterraines n'indiquent pas de contamination par les hydrocarbures.

Les activités portuaires et plus particulièrement les stockages de fioul lourd et de gasoil n'ont pas eu d'impact sur les eaux souterraines.

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

Les résultats des suivis réalisés aux piézomètres WKBH102, WKBH110 et WKBH113 en 2013 ne révèlent aucune évolution particulière. Les teneurs mesurées restent du même ordre que les années précédentes, à l'exception de la période d'août à octobre où le pompage s'est fait manuellement en raison d'une panne survenue sur le matériel de pompage.

La composition des eaux est en accord avec la nature des terrains traversés (massif de périodite : silicate de magnésium et fer).

Les résultats de suivi des eaux souterraines au pied de la berme (groupe A) révèlent une tendance à l'augmentation des concentrations en nitrates et chlorures au niveau des piézomètres WK6-12 et WK6-12A et en sulfates au niveau du piézomètre WKBH103. A titre indicatif, ces concentrations relevées sont bien inférieures aux seuils mentionnés dans la norme de potabilité des eaux, soit 150 mg/L pour les sulfates, 200 mg/L pour les chlorures et 50 mg/L pour les nitrates. Ces tendances restent toutefois à surveiller lors du prochain bilan semestriel.

Les résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines dans zone tampon, 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 Kue 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 réglementaires pour les eaux de surface de la Kwé sont régulièrement mesurées depuis 2008.

Les concentrations en sulfates montrent encore une légère tendance à l'augmentation sur certains points de suivi. Les maximum enregistrés sont de 30 mg/L dans le groupe A et 10 mg/L dans le groupe B

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

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

Comme reporté dans les précédents bilans, on relève des variations plus importantes dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14A. En effet, on mesure des valeurs maximales en novembre 2013 en conductivité et sulfates soit 651 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 243 mg/l. Ce piézomètre est situé entre le secteur auxiliaire et la raffinerie (270).

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats de 2013 montrent des concentrations comparables aux années précédentes.

Les résultats des paramètres analysés montrent une qualité satisfaisante des eaux souterraines au niveau de l'usine.

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, tel que le trafic et le lavage des engins lourd, la station de distribution de carburant et d'autres activités associées à des huiles et hydrocarbures n'ont pas eu d'impact sur les eaux souterraines.

4. BILAN DES NON-CONFORMITES

Description des non-conformités et analyse des causes :

- Suivi 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.
- Suivi des impacts des activités de l'usine sur les eaux souterraines : **aucune non-conformité** n'est à reporter.
- Mesures correctives immédiates : **aucune mesure corrective immédiate** n'a été engagée.
- Plan d'action des mesures correctives : **aucun plan d'action des mesures correctives** n'a été mis en place.
- Suivi des actions correctives : **sans objet**.

CONCLUSION

Le suivi des stations selon les paramètres et les fréquences réglementaire n'a pu être réalisé en quasi-totalité. Les suivis non effectués sont majoritairement dus à la dégradation des installations de suivi et à l'indisponibilité de nos équipements.

L'analyse des résultats du suivi des eaux souterraines n'a pas révélé de valeurs supérieures aux seuils réglementaires ayant pour origine les activités des installations de Vale Nouvelle-Calédonie. Aucune non-conformité n'est à reporter pour le suivi des eaux souterraines en 2013.

Toutefois, on note des tendances à l'augmentation en 2013 au niveau de plusieurs piézomètres. Ces tendances seront à surveiller lors du prochain bilan semestriel :

- Sur le secteur de l'usine : augmentation de la conductivité et des concentrations en sulfates dans les eaux souterraines des horizons latéritiques au niveau du piézomètre 6-14a. Cette station est située entre le secteur auxiliaire et la raffinerie (270).

- Sur le secteur de la Kwe Ouest : depuis 2012, on observe une augmentation des concentrations en nitrates et chlorures dans les eaux souterraines au pied de la berme, au niveau des piézomètres WK6-12 et WK6-12A. Les concentrations mesurées restent inférieures aux limites de potabilités des eaux.

ANNEXE I

Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest

Tableau d'exploitation statistique des analyses

Groupe A			2010								2011								2012								2013							
Paramètre	Unité	LD	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart- type	Mediane	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart- type	Mediane	Total Analys	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart- type	Mediane	Total Analys	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart- type	Mediane
pH	-	-	20	0	100	7.05	4.5	9.7	1.3	7.2	29	0	100	7.0	4.7	10.21	1.26	7	29	0	100	7.08	4.5	10.26	1.43	7.1	24	0	100	6.7	4.36	8.1	1.07	7.1
cond	µS/cm	-	9	0	100	119.2	49.8	174	47.2	106	29	0	100	124.8	45.3	173	41.55	141	29	0	100	135.32	64.8	190	44.05	139	24	0	100	128.0	53.7	326	56.62	124.5
Al	mg/l	0.1	22	20	9	0.018	<LD	0.2	0.06	0	28	27	4		<LD	0.2			29	27	7	0.02	<LD	0.4	0.08	0	35	35	0					
As	mg/l	0.05	22	22	0						16	16	0						29	29	0						35	35	0					
Ca	mg/l	0.1	22	15	32	0.5	<LD	2	0.8	0	28	23	18	0.3	<LD	3	0.71	0	29	19	34	0.52	<LD	2	0.78	0	35	27	23	0.3	<LD	2	0.51	0.0
Cl	mg/l	0.1	22	0	100	13.2	8.8	22	3	12.4	28	1	96	11.8	<LD	19.2	3.3	11.9	29	0	100	14.23	8.2	34.7	5.02	12.8	32	0	100	14.7	10.1	30.1	5.14	12.55
Co	mg/l	0.01	22	22	0						28	28	0						29	29	0						35	35	0					
Cr	mg/l	0.01	22	7	68	0.029	<LD	0.14	0.05	0.01	28	6	79	0.02	<LD	0.15	0.04	0	29	10	66	0.02	<LD	0.15	0.04	0	35	6	83	0.015	<LD	0.11	0.02	0.01
Cu	mg/l	0.01	22	22	0						28	25	11	0.003	<LD	0.04	0.01	0	29	28	3		<LD	0.01			35	35	0					
Fe	mg/l	0.1	22	19	14	0.03	<LD	0.5	0.11	0	28	26	7	0.03	<LD	0.5	0.11	0	29	27	7	0.01	<LD	0.2	0.04	0	35	35	0					
K	mg/l	0.1	22	0	100	0.4	0.1	0.8	0.2	0.35	28	0	100	0.4	0.2	1.1	0.22	0.3	29	0	100	0.32	0.2	0.8	0.14	0.3	35	0	100	0.3	0.1	0.5	0.09	0.2
Mg	mg/l	0.1	22	0	100	8.3	1	15.9	5.5	8.9	28	0	100	10.07	0.6	16.4	5.89	11.4	29	0	100	10.96	0.5	18.8	6.59	12.8	35	0	100	13.2	3	23	5.22	14.6
Mn	mg/l	0.01	22	17	23	0.006	<LD	0.04	0.01	0	28	20	29	0.008	<LD	0.05	0.01	0	29	25	14	0.006	<LD	0.08	0.02	0	35	29	17	0.0	<LD	0.03	0.01	0.0
Na	mg/l	0.5	22	0	100	6.6	5	13	2	6	28	0	100	6.6	4	15	2.41	6	29	0	100	6.72	4	18	2.96	6	35	0	100	6.1	5	8	0.80	6
Ni	mg/l	0.01	22	9	59	0.02	<LD	0.09	0.03	0.015	28	6	79	0.03	<LD	0.1	0.03	0	29	9	69	0.02	<LD	0.11	0.03	0	35	8	77	0.0	<LD	0.12	0.03	0.02
NO2	mg/l	0.01	10	10	0														12	12	0						6	6	0					
NO3	mg/l	0.1	22	9	59	2.241	<LD	7.9	2.9	0.6	27	1	96	3.19	<LD	5.7	1.96	4.2	29	3	90	3.42	<LD	6.4	2.15	3.9	32	0	100	4.175	0.7	18.4	3.59	3.15
Pb	mg/l	0.1	22	22	0						28	28	0						29	29	0						35	35	0					
PO4	mg/l	0.2	22	22	0						28	28	0						28	27	4		<LD	0.3			35	35	0					
S	mg/l	1	22	11	50	32.6	<LD	682	145.1	0.5	28	9	68	2.9	<LD	6	2.48	3	29	9	69	3.34	<LD	8	2.81	3	35	3	91	3.8	<LD	10	2.54	3
Si	mg/l	0.4	22	6	73	4.7	<LD	10	3.4	7	28	6	79	5.2	<LD	9	3.07	7	29	6	79	5.03	<LD	8	2.92	7	35	6	83	6.3	<LD	9	3.35	8
SiO2	mg/l	1	16	3	81	11.3	<LD	20.4	6.8	14.5	24	6	75	10.3	<LD	18.7	6.83	14.5	29	6	79	10.69	<LD	16.6	6.28	14.5	35	6	83	13.5	<LD	19.6	7.10	17.2
SO4	mg/l	0.2	22	0	100	6.4	0.6	20.1	6.5	3.05	28	1	96	11.0	<LD	35.2	9.67	8.3	29	0	100	10.96	0.2	24.3	8.61	10.3	35	0	100	11.9	1.1	28.7	7.51	9.9
TA as CaCO3	mg/l	25	22	20	9	0.8	<LD	11	2.6	0	25	21	16	1.2	<LD	12	3.18	0	29	26	10	0.93	<LD	13	3.23	0	35	34	3		<LD	2		
Zn	mg/l	0.1	22	22	0						28	27	4	0	<LD	0.1	0.02	0	29	29	0						35	35	0					
Azote total	mg/l																										33	4	88	0.9	<LD	3.2	0.66	0.8
Eh	mV																										35	0	100	235.8	145.0	376.0	49.25	245
O ² Dissous	mg/l																										21	0	100	7.4	5.8	8.9	1.00	7.4

Groupe B			2010								2011								2012								2013							
Paramètre	Unité	LD	Total Analys	Nb Analy s < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Ma x	Ecart -type	Mediane	Total Analys	Nb Analy s < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Ma x	Ecart -type	Mediane	Total Analyse s	Nb Analyse s < LD	% Valeurs Exploitable s	Moy	Min	Ma x	Ecart -type	Mediane	Total Analyse s	Nb Analyse s < LD	% Valeurs Exploitable s	Moy	Min	Ma x	Ecart -type	Mediane
pH	-	-	28	0	100	7.53	5.9	9.7	0.88	7.6	36	0	100	7.43	6.08	9.3	0.73	7.6	31	0	100	7.32	5.94	8.14	0.59	7.6	32	0	100	7.3	5.85	8.09	0.60	7.34
cond	µS/cm	-	11	0	100	136.03	75.3	173	24.05	139	36	0	100	128.27	69.4	166	21.23	126.5	30	0	100	127.52	73.2	167	21.05	128	32	0	100	117.9	65	215	29.23	113
Al	mg/l	0.1	30	30							30	30	0						30	30	0						43	43	0					
As	mg/l	0.05	30	30							18	18	0						30	30	0						43	43	0					
Ca	mg/l	0.1	30	21	30	0.87	<LD	6	1.72	0	30	26	13	0.33	<LD	6	1.15	0	30	26	13	0.47	<LD	6	1.43	0	43	39	9	0.2	<LD	4	0.81	0
Cl	mg/l	0.1	30	0	100	11.45	9.6	13.6	1.11	11.3	35	1	97	10.69	<LD	15.1	2.34	10.2	30	0	100	10.91	7.4	13.7	1.3	10.7	42	1	98	11.3	<LD	16.6	2.18	11.35
Co	mg/l	0.01	30	30							30	29	3		<LD	0.01			30	30	0						43	43	0					
Cr	mg/l	0.01	30	5	83	0.04	<LD	0.33	0.08	0.01	30	2	93	0.02	<LD	0.26	0.05	0	30	1	97	0.02	0.01	0.07	0.01	0.01	43	1	98	0.0	<LD	0.07	0.02	0.01
Cu	mg/l	0.01	30	30							30	30	0						30	30	0						43	43	0					
Fe	mg/l	0.1	30	28	7	0.01	<LD	0.1			30	27	10	0.02	<LD	0.3	0.07	0	30	30	0						43	42	2		<LD	0.1		
K	mg/l	0.1	30	1	97	0.26	<LD	0.6	0.12	0.2	30	0	100	0.33	0.2	1.2	0.23	0.2	30	0	100	0.33	0.2	1	0.21	0.2	43	0	100	0.3	0.1	1	0.17	0.2
Mg	mg/l	0.1	30	0	100	10.81	3.9	15.4	2.74	11.3	30	0	100	11.46	3.9	15	2.44	11.7	30	0	100	11.58	4.4	16.2	2.57	12	43	0	100	12.2	4.6	20.2	2.75	12
Mn	mg/l	0.01	30	29	3		<LD	0.01			30	27	10	0.008	<LD	0.11	0.02	0	30	27	10	0.002	<LD	0.02	0.01	0	43	42	2		<LD	0.02		
Na	mg/l	0.5	30	0	100	6.1	6	7	0.31	6	30	0	100	6.03	5	7	0.32	6	30	0	100	5.9	5	6	0.31	6	43	0	100	5.8	5	8	0.65	6
Ni	mg/l	0.01	30	18	40	0.01	<LD	0.03			30	14	53	0.01	<LD	0.08	0.02	0	30	9	70	0.01	<LD	0.05	0.01	0.01	43	14	67	0.01	<LD	0.05	0.01	0.01
NO2	mg/l	0.01	12	12															16	16	0						13	13	0					
NO3	mg/l	0.1	30	5	83	1.6	<LD	4.5	1.34	1.45	35	4	89	1.85	<LD	4	1.11	2.4	30	2	93	1.78	<LD	3.3	1.01	2.1	42	3	93	1.8	<LD	3.7	0.84	2
Pb	mg/l	0.1	30	29	3		<LD	0.01			30	30	0						30	30	0						43	43	0					
PO4	mg/l	0.2	30	30							35	34	3	0.07	<LD	2.4	0.41	0	30	30	0						43	43	0					
S	mg/l	1	30	19	37	0.47	<LD	2	0.68	0	30	15	50	0.93	<LD	6	1.31	0.5	30	15	50	0.83	<LD	3	0.99	0.5	43	25	42	0.7	<LD	4	1.05	0
Si	mg/l	0.4	30	2	93	6.3	<LD	10	2.64	7	30	0	100	7.07	2	11	2.15	7	30	0	100	7	2	11	2.08	7	43	0	100	7.4	2	11	1.88	7
SiO2	mg/l	1	18	0	100	14.4	1.5	22.1	5.52	15.6	25	0	100	15.1	3.3	22.6	4.92	16	30	0	100	15.04	3.4	22.8	4.41	15.8	43	0	100	15.8	3.5	23.5	3.99	16
SO4	mg/l	0.2	30	0	100	3.75	0.5	11.3	2.41	2.9	35	3	91	3.6	<LD	18.9	3.19	2.6	30	0	100	3.66	1.3	8.8	1.84	2.9	43	1	98	3.5	<LD	9.7	2.06	2.7
TA as CaCO3	mg/l	25	30	27	10	0.77	<LD	12	2.7	0	30	29	3		<LD	12			30	30	0						43	43	0					
Zn	mg/l	0.1	30	29	3		<LD	0.2			30	28	7	0.01	<LD	0.3	0.06	0	30	28	7	0.01	<LD	0.1	0.03	0	43	43	0					
Azote total	mg/l	0.5																									41	13	68	0.4	<LD	0.9	0.30	0.5
Eh	mV																										43	0	100	230.0	131	290	41.00	233
O ² Dissous	mg/l																										30	0	100	7.1	3.08	8.78	1.49	7.72

Groupe C			2010								2011								2012								2013							
Paramètre	Unité	LD	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitabl	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitabl	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitables	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitables	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	22	0	100	6.8	4.5	8.6	1.17	7.1	32	0	100	6.8	4.7	7.9	0.82	7	29	0	100	6.7	4.5	7.82	1	7.2	28	0	100	6.7	4.56	8.28	1.05	7.055
cond	µS/cm	-	11	0	100	110.3	50.3	183	48.68	116	32	0	100	109.0	48.5	184	38.94	99	29	0	100	99.7	51.8	179	36.32	96.6	28	0	100	94.3	42.7	164	36.28	92
Al	mg/l	0.1	24	23	4		<LD	0.3			30	30	0						29	26	10	0.02	<LD	0.4	0.08	0	39	38	3		<LD	0.2		
As	mg/l	0.05	24	24							17	17	0						29	29	0						39	39	0					
Ca	mg/l	0.1	24	13	46	1.5	<LD	6	1.96	0	30	19	37	0.97	<LD	9	1.87	0	29	22	24	0.5	<LD	3	0.91	0	39	20	49	1.9	<LD	10	2.81	0
Cl	mg/l	0.1	24	2	92	9.9	<LD	14.6	3.24	10.6	30	0	100	9.7	8.4	12	0.96	9.5	28	0	100	9.8	6.4	11.6	1.05	9.9	39	1	97	10.8	<LD	21.1	3.13	10.2
Co	mg/l	0.01	24	23	4		<LD	0.02			30	29	3		<LD	0.01			29	28	3		<LD	0.01			39	36	8	0.001	<LD	0.02	0.00	0
Cr	mg/l	0.01	24	7	71	0.06	<LD	0.63	0.15	0.01	30	8	73	0.09	<LD	0.5	0.12	0	29	8	72	0.03	<LD	0.1	0.03	0	39	8	79	0.1	<LD	0.16	0.05	0.04
Cu	mg/l	0.01	24	24							30	29	3		<LD	0.04			29	28	3		<LD	0.01			39	38	3		<LD	0.03		
Fe	mg/l	0.1	24	16	33	0.06	<LD	0.5	0.11	0	30	25	17	0.05	<LD	0.8	0.15	0	29	24	17	0.03	<LD	0.5	0.1	0	39	37	5	0.01	<LD	0.1	0.02	0
K	mg/l	0.1	24	0	100	0.3	0.1	1.1	0.21	0.2	30	0	100	0.2	0.1	0.5	0.1	0.2	29	0	100	0.2	0.1	0.4	0.08	0.2	39	1	97	0.2	<LD	0.6	0.09	0.2
Mg	mg/l	0.1	24	0	100	11.3	0.8	68.2	13.46	9.6	30	0	100	8.4	0.7	18.7	4.96	8.3	29	0	100	8.5	0.9	19.2	5.04	8.3	39	0	100	8.6	1.1	19.8	4.87	8.4
Mn	mg/l	0.01	24	17	29		<LD	0.1			30	20	33	0.008	<LD	0.05	0.01	0	29	20	31	0.007	<LD	0.05	0.01	0	39	31	21	0.005	<LD	0.05	0.01	0
Na	mg/l	0.5	24	0	100	6.46	4	29	4.85	5.5	30	0	100	5.6	5	7	0.62	6	29	0	100	5.2	4	7	0.68	5	39	0	100	5.2	4	7	0.60	5
Ni	mg/l	0.01	24	6	75	0.05	<LD	0.19	0.06	0.02	30	3	90	0.05	<LD	0.2	0.06	0	29	3	90	0.04	<LD	0.18	0.05	0	39	8	79	0.04	<LD	0.19	0.05	0.02
NO2	mg/l	0.01	10	10															17	17	0						12	12	0					
NO3	mg/l	0.1	24	12	50	0.5	<LD	2.2	0.72	0.1	30	6	80	0.76	<LD	2.3	0.73	0.4	28	0	100	0.74	0.2	1.9	0.58	0.4	39	7	82	0.6	<LD	3.6	0.74	0.3
Pb	mg/l	0.1	24	24							30	30	0						29	29	0						39	38	3		<LD	0.01		
PO4	mg/l	0.2	24	24							31	31	0						29	29	0						39	39	0					
S	mg/l	1	24	16	33	0.5	<LD	3	0.78	0	30	23	23	0.3	<LD	2	0.6	0	29	24	17	0.2	<LD	2	0.58	0	39	36	8	0.1	<LD	1	0.27	0
Si	mg/l	0.4	24	6	75	9.5	<LD	61	12.35	7.5	30	6	80	7.3	<LD	18	5.02	7	29	6	79	6.9	<LD	17	4.79	7	39	6	85	7.1	<LD	18	4.80	7
SiO2	mg/l	1	13	3	77	15.0	<LD	37.7	12.39	15.5	26	6	77	15.6	<LD	37.5	11.45	15.8	29	4	86	14.8	<LD	36.6	10.08	15.3	39	5	87	15.2	<LD	38.3	10.15	14.8
SO4	mg/l	0.2	24	1	96	2.6	<LD	5.7	1.44	2.1	31	1	97	2.14	<LD	5.2	1.3	1.7	29	1	97	1.7	<LD	4.9	0.96	1.5	39	0	100	1.7	0.9	5	0.72	1.6
TA as CaCO3	mg/l	25	24	24							27	27	0						29	29	0						37	37	0					
Zn	mg/l	0.1	24	24							30	29	3		<LD	0.2			29	27	7	0.02	<LD	0.4	0.08	0	39	39	0					
Azote total	mg/l	0.5																									37	22	41	0.2	<LD	2.4	0.48	0
Eh	mV																										39	0	100	222.8	60	294	52.59	228
O ² Dissous	mg/l																										24	0	100	6.4	2.03	8.98	1.86	6.65

Groupe D			2010								2011								2012								2013							
Paramètre	Unité	LD	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	6	0	100	8.27	7	9.7	1.13	7.95	8	0	100	8.15	6.7	9.9	1.19	7.9	7	0	100	8.25	7.04	9.83	1.17	8.1	6	0	100	8.3	6.96	9.87	1.28	7.89
cond	µS/cm	-	3	0	100	155.33	124	206	44.29	136	8	0	100	150.38	121	206	32.16	133.5	7	0	100	149.14	119	193	30.41	138	6	0	100	122.2	103	160	20.98	115
Al	mg/l	0.1	6	6	0						6	6	0						7	7	0						6	6	0					
As	mg/l	0.05	6	6	0						5	5	0						7	7	0						6	6	0					
Ca	mg/l	0.1	6	6	0						6	6	0						7	6	14		<LD	1			6	5	17		<LD	1		
Cl	mg/l	0.1	6	0	100	11.75	10.9	12.5	0.69	12	8	0	100	10.54	9.3	11.1	0.63	10.8	7	0	100	10.74	9.5	11.5	0.76	11.1	6	0	100	12.1	10.7	12.8	0.78	12.4
Co	mg/l	0.01	6	6	0						6	6	0						6	6	0						6	6	0					
Cr	mg/l	0.01	6	2	67	0.01	<LD	0.02	0.01	0.01	6	2	67	0.02	<LD	0.06	0.02	0	7	2	71	0.02	<LD	0.06	0.02	0	6	2	67	0.013	<LD	0.02	0.01	0.02
Cu	mg/l	0.01	6	6	0						6	6	0						7	5	29	0.01	<LD	0.05	0.02	0	6	6	0					
Fe	mg/l	0.1	6	5	17		<LD	0.1			6	6	0						7	6	14		<LD	0.3			6	6	0					
K	mg/l	0.1	6	0	100	0.27	0.2	0.5	0.12	0.2	6	0	100	0.43	0.2	1	0.31	0.3	7	0	100	0.31	0.2	0.5	0.15	0.2	6	0	100	0.5	0.2	1.3	0.45	0.2
Mg	mg/l	0.1	6	0	100	15	10.5	23	5.52	12.4	6	0	100	15.48	11	22.2	4.56	14.3	7	0	100	14.96	10.8	21.2	4.29	12.8	6	0	100	14.55	10.8	21.6	4.42	12.75
Mn	mg/l	0.01	6	6	0						6	6	0						7	7	0						6	6	0					
Na	mg/l	0.5	6	0	100	6.67	6	7	0.52	7	6	0	100	7	6	8	0.63	7	7	0	100	6.43	6	7	0.53	6	6	0	100	6.2	6	7	0.41	6
Ni	mg/l	0.01	6	5	17		<LD	0.01			6	4	33	0.01	<LD	0.03	0.01	0	7	5	29	0.01	<LD	0.03	0.01	0	6	4	33	0.003	<LD	0.01	0.01	0
NO2	mg/l	0.01	3	3	0														6	6	0						4	4	0					
NO3	mg/l	0.1	6	6	0						8	6	25	0.29	<LD	1.8	0.64	0	7	5	29	0.24	<LD	1.5	0.56	0	6	4	33	0.10	<LD	0.4	0.17	0
Pb	mg/l	0.1	6	6	0						6	6	0						7	7	0						6	6	0					
PO4	mg/l	0.2	6	6	0						8	8	0						7	7	0						6	6	0					
S	mg/l	1	6	6	0						6	5	17	0.17	<LD	1	0.41	0	7	4	43	0.43	<LD	1	0.53	0	6	6	0					
Si	mg/l	0.4	6	2	67	5.33	<LD	8	4.13	8	6	2	67	5.33	<LD	8	4.13	8	7	2	71	5.71	<LD	8	3.9	8	6	1	83	5.5	<LD	8	3.89	8
SiO2	mg/l	1	3	0	100	12.03	1.8	17.9	8.89	16.4	6	1	83	11.67	<LD	18	8.38	16.6	7	0	100	12.33	1.1	17	7.6	16.6	6	0	100	12	1.4	17.5	7.69	16.5
SO4	mg/l	0.2	6	0	100	2.57	2.4	2.9	0.18	2.5	8	0	100	2.36	2	3.5	0.5	2.2	7	0	100	2.41	2.2	3.3	0.41	2.2	6	0	100	2.2	2.1	2.5	0.14	2.2
TA as CaCO3	mg/l	25	6	4	33	6.83	<LD	23	10.7	0	3	2	33	9	<LD	27	15.59	0	7	6	14		<LD	18			6	5	17		<LD	24		
Zn	mg/l	0.1	6	6	0						6	5	17	0.03	<LD	0.2	0.08	0	7	5	29	0.06	<LD	0.3	0.11	0	6	6	0					
Azote total	mg/l	0.5																									6	4	33	0.07	<LD	0.3	0.12	0
Eh	mV																										6	0	100	180.8	138	214	29.54	181.5
O ⁺ Dissous	mg/l																										6	0	100	7.7	4.1	9.39	1.91	8.33

ANNEXE II

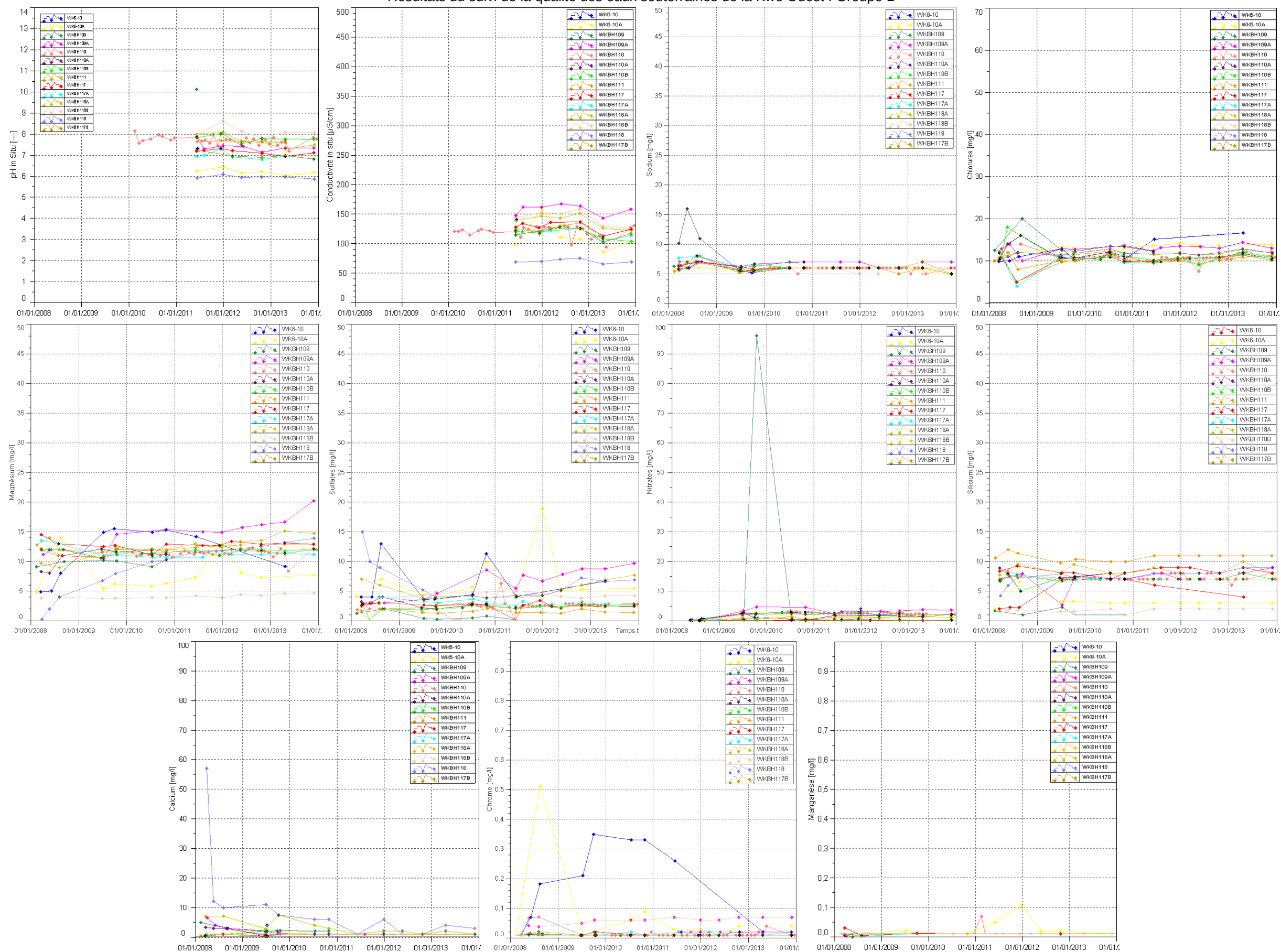
Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest :

Piézomètres des groupes A, B, C et D

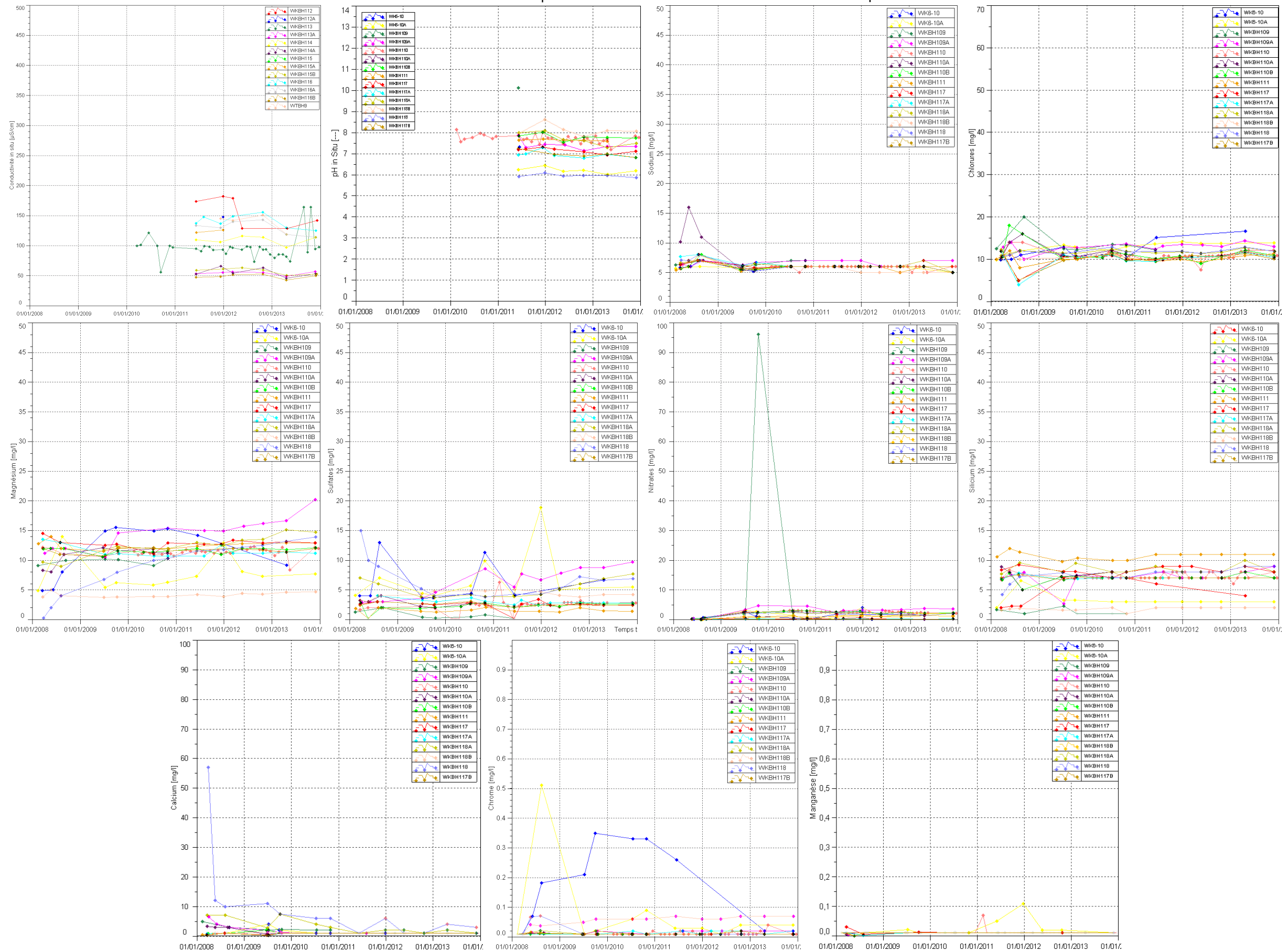
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



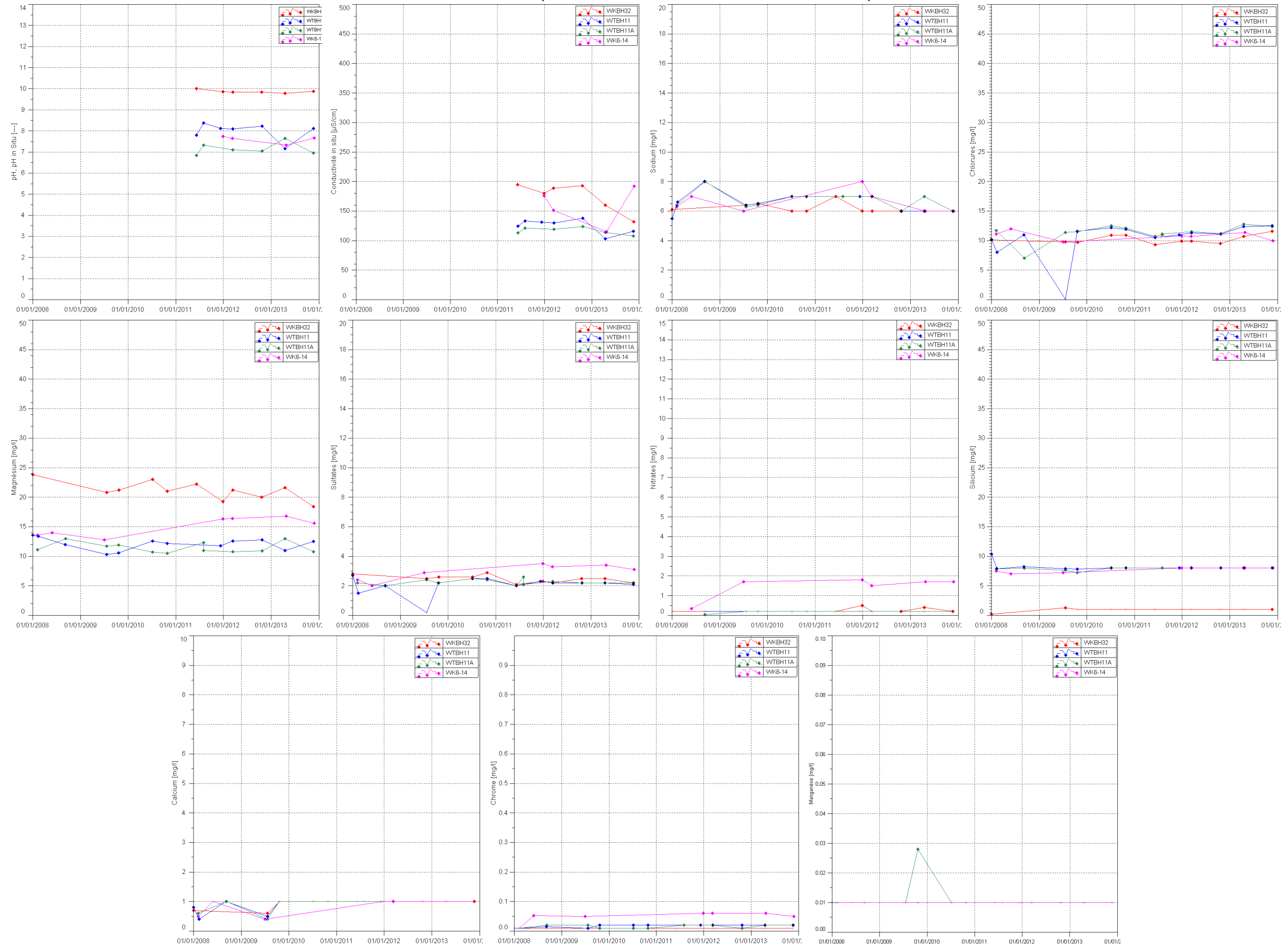
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe B



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



ANNEXE III

Résultats du suivi des eaux souterraines de l'Usine

Tableau d'exploitation statistique des analyses

Piezomètres courts: 6-1A, 6-2A, 6-3A, 6-7A, 6-8A, 6-14A			2011								2012								2013							
Analyte	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse< LD	% Valeur Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeur Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	24	0	100	6.5	5.5	7.3	0.42	6.5	22	0	100	6.2	4.28	7.29	0.68	6.31	14	0	100	5.8	2.72	6.94	1.04	5.91
cond	µS/cm	-	24	0	100	148.2	76.6	281.0	55.34	152.5	22	0	100	158.5	72.8	502	96.05	130	14	0	100	248.8	71.9	651	206.88	158
Ca	mg/l	0.1	24	12	50	2.3	<LD	17.0	3.63	0.5	25	12	52	2.1	<LD	9	2.44	3	14	6	57	3.43	<LD	11	4.24	2
Cl	mg/l		22	0	100	16.1	11.5	34.7	5.49	14.6	23	0	100	17.95	12.4	35.7	6.86	15.2	10	0	100	16.4	13	21.4	2.70	16
Cr	mg/l	0.01	24	3	88	0.04	<LD	0.1	0.05	0	25	4	84	0.04	<LD	0.15	0.05	0.02	14	1	93	0.06	<LD	0.2	0.06	0.025
CrVI	mg/l	0.01	24	6	75	0.04	<LD	0.2	0.05	0	25	3	88	0.04	<LD	0.16	0.05	0.03	14	8	43	0.03	<LD	0.11	0.04	0
Cu	mg/l	0.03 et 0.01	24	24	0						25	25	0						14	14	0					
DCO	mg/l	10	23	21	9	1.5	<LD	21	5.04	0	29	26	10	1.41	<LD	16	4.27	0	19	15	21	3.4	<LD	21	7.09	0
HT	mg/kg	0.5	19	19	0						29	29	0						12	11	8		<LD	0.6		
K	mg/l	0.3	24	0	100	0.5	0.2	1.2	0.30	0.3	25	0	100	0.48	0.2	1	0.28	0.3	14	0	100	0.5	0.1	0.9	0.27	0.45
Na	mg/l	0.5	24	0	100	8.7	7	12	1.30	8.5	25	0	100	8.48	7	11	1.16	8	14	0	100	8.3	7	10	1.07	8
SO4	mg/l	0.2	23	0	100	11.1	1.2	62.9	15.24	3.8	24	0	100	21.43	1.8	171	39.03	3.35	14	0	100	58.5	1.9	243	89.70	4.4
TA as CaCO3	mg/l	25 et 2	24	24	0						23	12	48	11.25	<LD	24.8	12.02	0	14	14	0					
TAC as CaCO3	mg/l	25 et 2	24	0	100	32	8	86	18.40	30.5	25	13	48	14.64	<LD	54	18.03	0	14	0	100	31.5	14	55	12.53	31.5
Zn	mg/l	0.1	24	24	0						25	25	0						14	14	0					

Piézomètres longs: 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8, 6-13, 6-14			2011								2012								2013							
Analyte	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeur Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	33	0	100	7.7	6.7	9.4	0.80	7.6	35	0	100	7.5	5.25	9.55	0.95	7.44	20	0	100	7.3	5.45	9.27	1.0	7.27
cond	µS/cm	-	33	0	100	177.1	88.5	268.0	54.61	188	36	0	100	185.5	93.7	337	62.92	186.5	20	0	100	164.8	88.9	254	45.4	166.5
Ca	mg/l	0.1	36	11	69	1.4	<LD	8.0	1.59	1	36	13	64	0.9	<LD	3	0.84	1	20	8	60	0.9	0	3	1.0	1
Cl	mg/l		35	0	100	13.7	10.9	21.2	2.63	12.6	36	1	97	14.2	<LD	24.4	4.42	12.95	17	0	100	14.8	12.1	21.6	2.8	13.8
Cr	mg/l	0.01	36	17	53	0.03	<LD	0.2	0.06	0	36	19	47	0.02	<LD	0.19	0.05	0	20	10	50	0.03	<LD	0.16	0.1	0.005
CrVI	mg/l	0.01	36	13	64	0.03	<LD	0.2	0.05	0	34	17	50	0.02	<LD	0.2	0.04	0.005	20	15	25	0.02	<LD	0.16	0.0	0
Cu	mg/l	0.03 et 0.01	36	33	8	0.0	<LD	0.0	0.01	0	36	36	0						20	20	0					
DCO	mg/l	10	36	32	11	3.03	<LD	78.0	13.18	0	39	36	8	1.0	<LD	17	3.53	0	29	24	17	4.2	<LD	38	9.8	0
HT	mg/kg	0.5	36	36	0						43	41	5	0.4	<LD	15	2.29	0	20	17	15	0.3	<LD	3.3	0.8	0
K	mg/l	0.3	36	0	100	0.3	0.2	0.6	0.12	0.3	27	0	100	0.3	0.2	0.6	0.13	0.3	20	0	100	0.3	0.1	0.5	0.1	0.2
Na	mg/l	0.5	36	0	100	8.4	7	13	1.50	8	36	0	100	8.7	6	16	2.41	8	20	0	100	8.9	7	18	2.9	8
SO4	mg/l	0.2	35	1	97	4.1	<LD	21.1	5.45	2.5	36	0	100	4.9	0.8	24.9	6.7	2.6	20	0	100	4.4	0.9	26.2	6.9	2.2
TA as CaCO3	mg/l	25 et 2	36	28	22	2.4	<LD	17	4.91	0	36	14	61	12.6	<LD	29	11.59	14.7	20	18	10	1.2	<LD	14	3.8	0
TAC as CaCO3	mg/l	25 et 2	36	0	100	69.2	22	132	30.02	75	36	14	61	34.0	<LD	112	37.44	21.5	20	0	100	68.7	22	129	27.9	78
Zn	mg/l	0.1	36	35	3		<LD	0.3			36	35	3		<LD	0.3			20	20	0					

ANNEXE IV

Résultats du suivi des eaux souterraines de l'UPM

Tableau d'exploitation statistique des analyses

Piézomètres: 4Z-1, 4Z-2, 4Z-4, 4Z-5			2011								2012								2013							
Paramètres	Unité	LD	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
<i>pH</i>	-	-	16	0	100	7.8	6.5	8.7	0.8	7.9	12	0	100	7.4	5.17	8.7	1.1	7.54	8	0	100	7.5	6.16	8.56	1.0	7.6
<i>cond</i>	<i>µS/cm</i>	-	16	0	100	146.3	109	172	16.9	148	12	0	100	134.7	89.1	165	21.8	137	8	0	100	129.2	92.4	158	21.3	130
<i>Ca</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.1</i>	16	7	56	1.1	<LD	3	1.3	1.0	12	6	50	1.2	<LD	5	1.7	0.5	8	7	13		<LD	1		
<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>		16	0	100	10.7	8.8	13.3	1.5	10.5	8	0	100	12.2	9.3	15.8	2.5	12.2	6	0	100	12.1	10.6	14.7	1.5	11.6
<i>Cr</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.01</i>	16	13	19	0.003	<LD	0.02	0.01	0.0	12	11	8		<LD	0.02			8	8	0					
<i>CrVI</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.01</i>	16	11	31	0.006	<LD	0.03	0.01	0.0	12	11	8		<LD	0.01			8	8	0					
<i>DCO</i>	<i>mg/l</i>	<i>10</i>	15	11	27	5.1	<LD	36.0	10.3	0.0	16	8	50	7	<LD	21	7.6	5	16	13	19	2.4	<LD	19	5.6	0
<i>HT</i>	<i>mg/kg</i>	<i>0.5</i>	13	13	0						11	11	0						14	13	7		<LD	0.5		
<i>K</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.3 et 0.1</i>	16	0	100	0.4	0.2	0.7	0.2	0.3	12	0	100	0.5	0.2	1.7	0.5	0.2	8	0	100	0.4	0.1	1	0.4	0.2
<i>Na</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.5</i>	16	0	100	6.1	5	7	0.4	6.0	12	0	100	6.3	5	9	1.5	6	8	0	100	5.9	5	8	1.4	5
<i>S</i>	<i>mg/l</i>	<i>1</i>	16	10	38	0.8	<LD	2	1	0.0	12	5	7	1.5	<LD	9	2.5	1	8	3	63	1.4	<LD	3	1.2	2
<i>SO4</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.2</i>	16	0	100	3.3	1.50	6.4	1.9	2.4	12	0	100	6.3	1.7	30.1	7.7	5	8	0	100	4.4	1.3	8.6	2.5	4.95
<i>TA as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	<i>25 et 2</i>	16	13	19	0.5	<LD	3	1.1	0.0	12	11	1		<LD	2			8	8	0					
<i>TAC as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	<i>25 et 2</i>	16	0	100	55.9	39	71	11.6	60	12	0	100	46.5	27	66	14.8	48.5	8	0	100	44.3	10	66	18.4	45