



Suivi environnemental Rapport Annuel 2012 Eaux Souterraines



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES.....	3
LISTE DES ANNEXES	3
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.....	9
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.....	22
2.3.4 Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines.....	24
3. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION.....	24
3.1. Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines	24
3.2. Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines	24

3.3. Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines	25
3.4. Suivi de l'impact des activités de l'UPM sur les eaux souterraines	26
4. BILAN DES NON-CONFORMITES	26
CONCLUSION	27

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 semestrielle	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 14 : Comparaison des mesures de conductivité manuelles et in situ	21
Tableau 15 : Statistiques des analyses d'eau souterraines sur le site de l'Usine	23

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

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest	28
ANNEXE II : Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Piézomètres des groupes A, B, C et D	33
ANNEXE III : Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113	38
ANNEXE IV : Suivi des mesures en continu : WKBH102, WKBH110, WKBH113	40

ANNEXE V : Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine	42
ANNEXE VI : Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'UPM.....	45
ANNEXE VII : Résultats du suivi des eaux souterraines de l'UPM	47

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
DBO ₅	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
FeII	Fer II
HT	Hydrocarbures Totaux
K	Potassium
Li	Lithium
MES	Matières en suspension
Mg	Magnésium

Mn	Manganèse
Mo	Molybdène
Na	Sodium
NB	Nota Bene
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.

Ce document présente les données et analyses collectées sur le site du projet de Vale Nouvelle-Calédonie dans le cadre du suivi effectué sur les eaux souterraines de ses différents bassins versant.

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

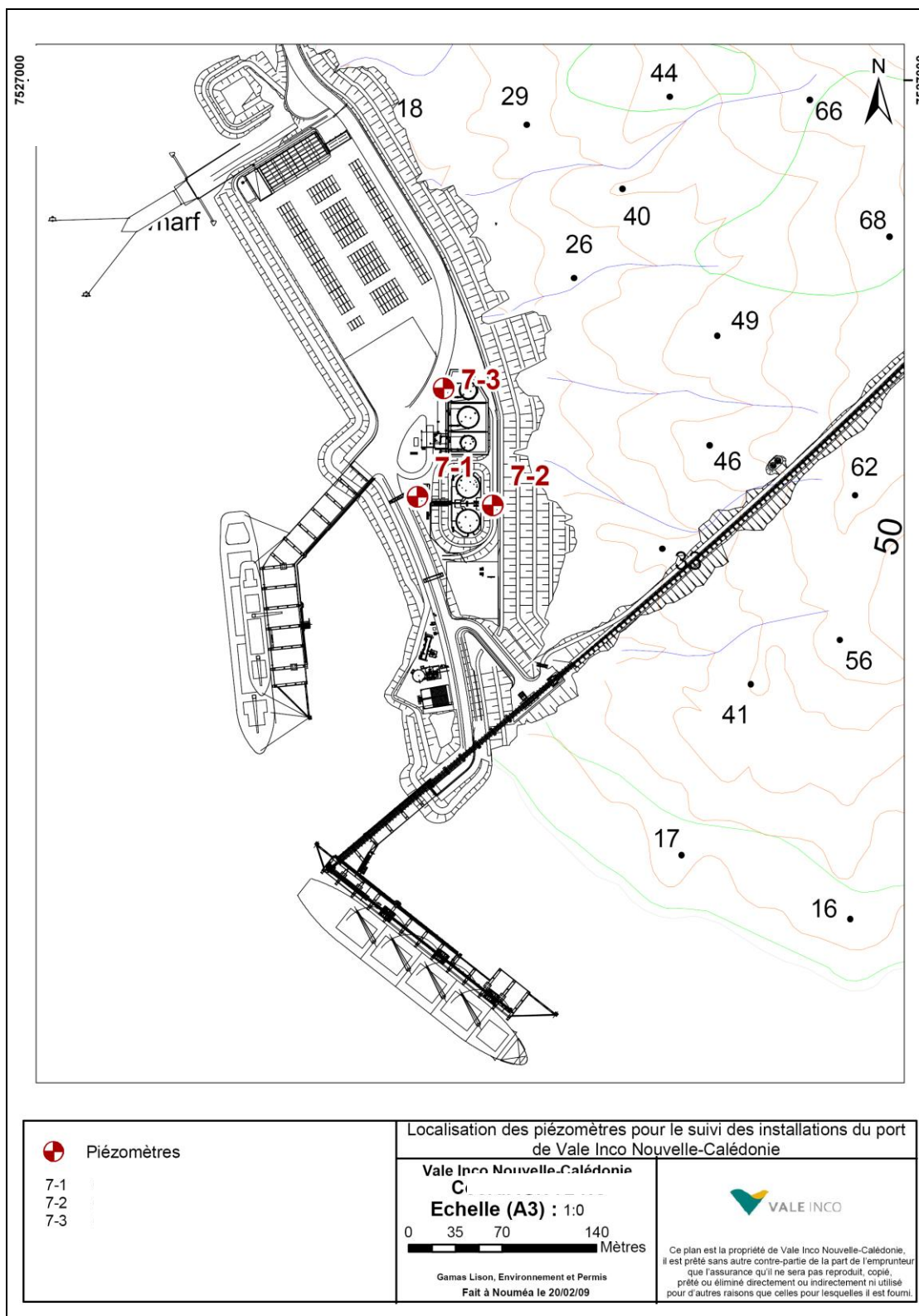
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
7-1	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491884,5	205436,3
7-2	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491828,35	205442,3
7-3	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491847,2	205522,5

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



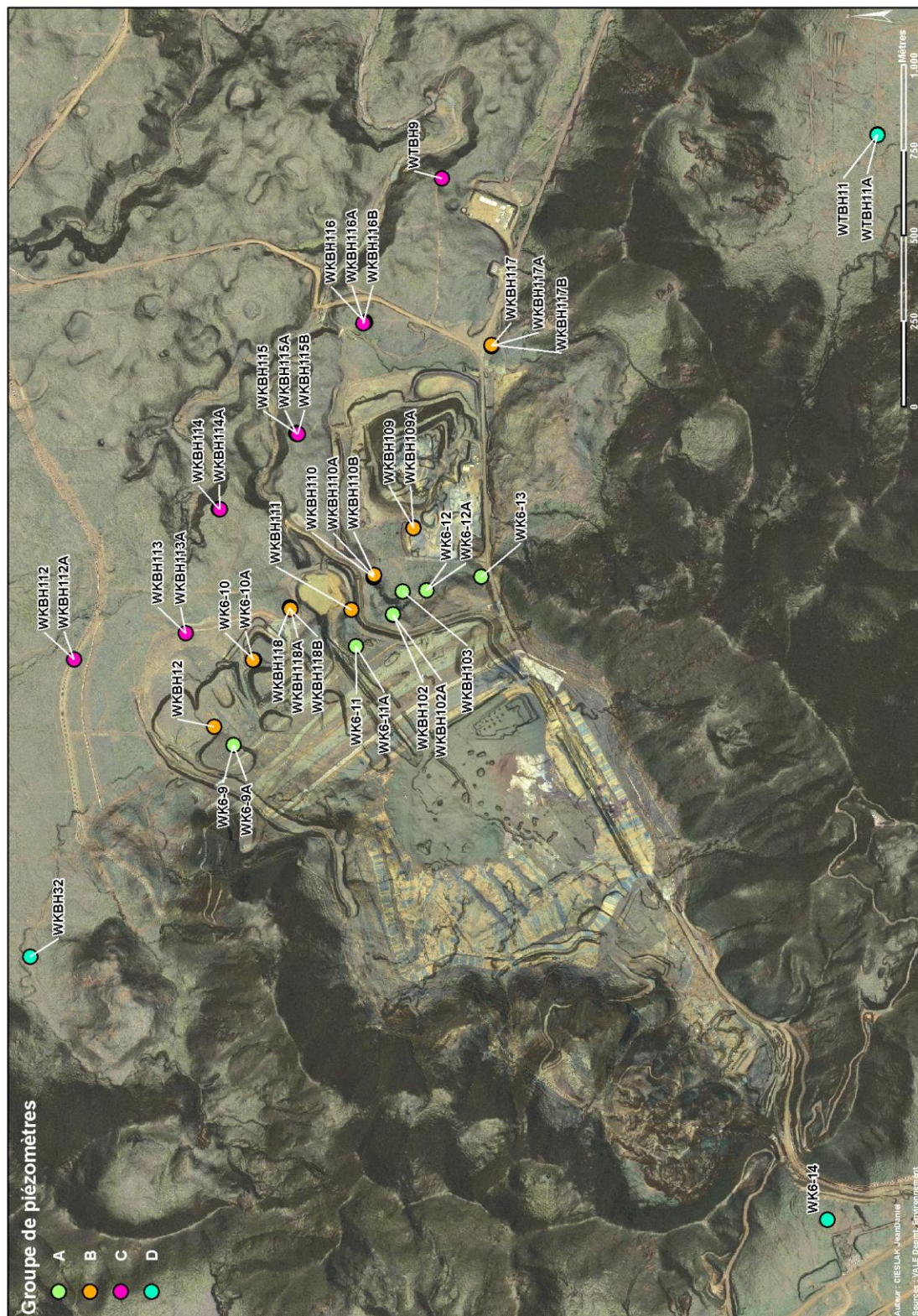
1.1.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines

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.

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 115c	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 sur les échantillons sont effectuées par le laboratoire interne de Vale Nouvelle-Calédonie accrédité ISO 17025 depuis le 2 octobre 2008.

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.

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	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 μ S/cm
Sulfates	150 mg/L
Manganèse	1 mg/L

Ces valeurs doivent être respectées en tout temps et à 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

2.2.1 Données disponibles pour le Port

En 2012, quatre campagnes de suivi ont été effectuées. En raison d'une erreur du laboratoire interne, l'analyse de la DCO en août n'a pas été réalisée. Enfin, les mesures in-situ de pH et conductivité n'ont pas été effectuées lors de la campagne de novembre suite à une omission de l'équipe de suivi environnement.

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		Campagne				2012	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	3	3	3	0	12	9
Trimestrielle	Conductivité	3	3	3	0	12	9
Trimestrielle	DCO	3	3	0	3	12	9
Trimestrielle	HT	3	3	3	3	12	9
Nombre total d'analyses réalisées						36	
% analyses réalisées						75	

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 de mai et la seconde au mois de novembre.

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

- **WK6-11A** (groupe A) : ce piézomètre est détérioré.
- **WKBH12** (groupe B) : ce piézomètre a été détruit lors des travaux de terrassement en 2008.
- **WKBH110A, WK6-10, WKBH109** (groupe B) : ces piézomètres ont été détériorés ou comblés par des sédiments.
- **WKBH112, WKBH112A, WKBH115** (groupe C) : piézomètres comblés par des sédiments.
- **WKBH115A** (groupe C) : piézomètre obstrué par un tube Waterra.

Certains paramètres sont manquants :

- **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

	Groupe A			Groupe B			Groupe C			Groupe D				
	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	Sec	%	
pH	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
cond	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Al	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
As	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Ca	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Cl	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Co	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Cr	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Cu	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Fe	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
HCO3-	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
K	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Mg	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Na	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Ni	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
NO2	20	19	95	28	22	0	26	19	73	8	7	1	100	
NO3	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Pb	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
PO4	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
SiO2	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
SO4	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Zn	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
Mn	20	19	95	28	22	79	26	19	73	8	7	1	100	
F	20	19	95	28	22	0	26	19	73	8	7	1	100	
MES	20	0	0	28	0	0	26	0	0	8	0	1	0	
% d'analyses réalisées (hors MES)			95	% d'analyses réalisées (hors MES)			72	% d'analyses réalisées (hors MES)			73	% d'analyses réalisées (hors MES)		100

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

Une partie du suivi de mars et la totalité du suivi d'avril n'ont pu être réalisés en raison d'une panne survenue sur notre équipement de pompage en mars.

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

WKBH113, WKBH102, WKBH110		Campagne												Bilan suivi 2012	
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	25265
Mensuelle	Sulfates	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
Mensuelle	Magnésium	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
Mensuelle	Calcium	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
Mensuelle	Manganèse	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
% de mesures continues de cond réalisées														96	
Nombre total d'analyses réalisées														128	
% analyses réalisées														89	

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 12.

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

4-z1, 4-z2, 4-z4, 4-z5		Campagne				Bilan suivi 2012	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	novembre	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						100	
% 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 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		Campagne				Bilan suivi 2012	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Octobre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Conductivité	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	DCO	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Sulfates	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Chrome VI	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Calcium	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Potassium	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Sodium	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	TA	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	TAC	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	Chlorures	15	15	15	15	64	60
Trimestrielle	HT	15	15	15	15	64	60
Nombre total d'analyses réalisées						720	
% analyses réalisées						94	

Les conditions particulières de sécurité dans la zone 245 (aval du bassin d'eau du procédé) ne permettent pas l'échantillonnage au niveau du piézomètre 6-13.

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 2012, aucune valeur de pH, conductivité, DCO, et hydrocarbures totaux ne dépassent les seuils réglementaires.

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

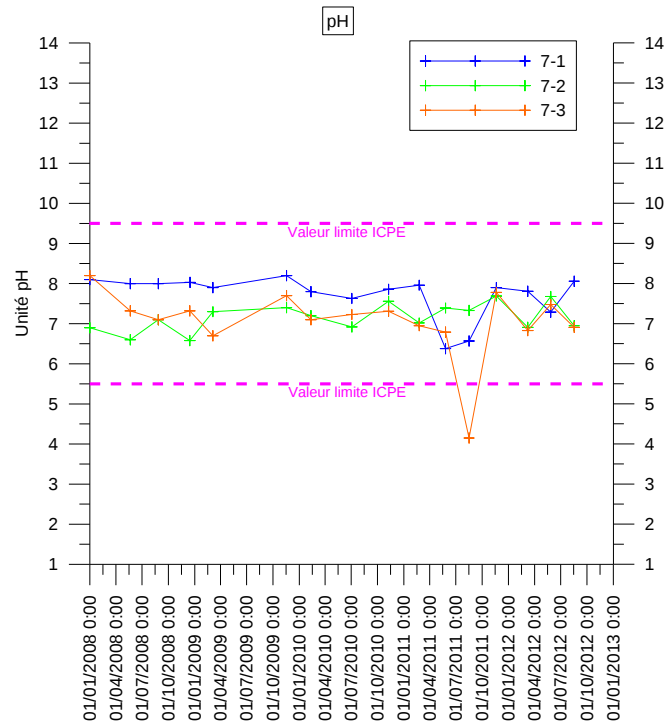


Figure 6 : Résultats du suivi du Port par graphiques - DCO

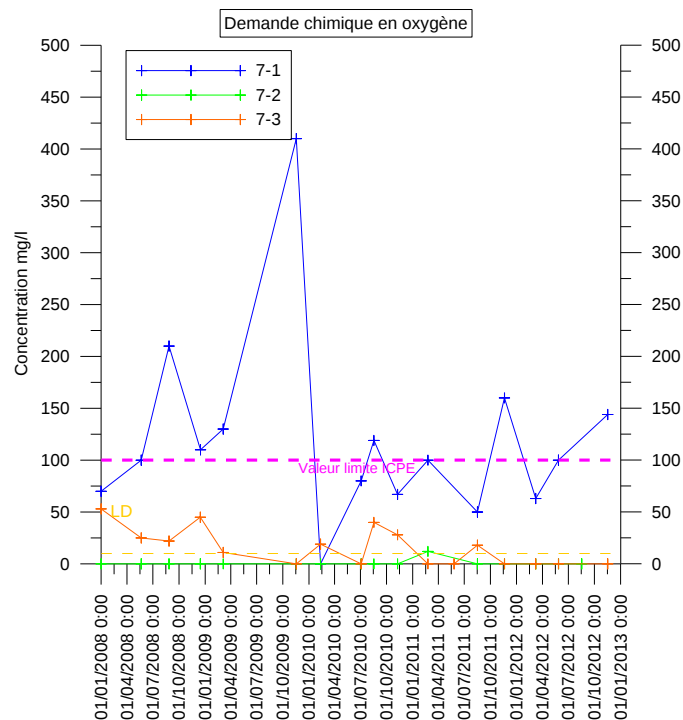


Figure 7 : Résultats du suivi du Port par graphiques – Conductivité

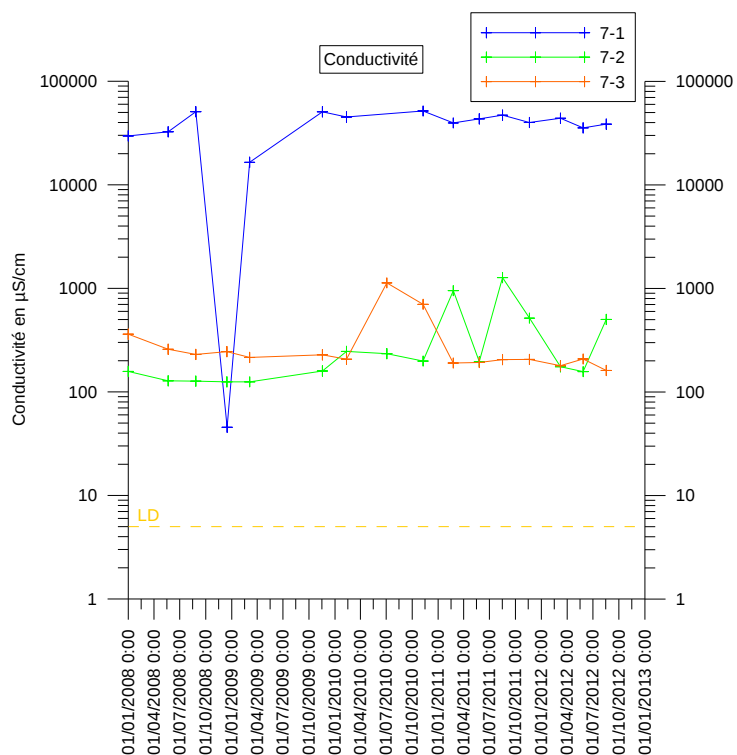
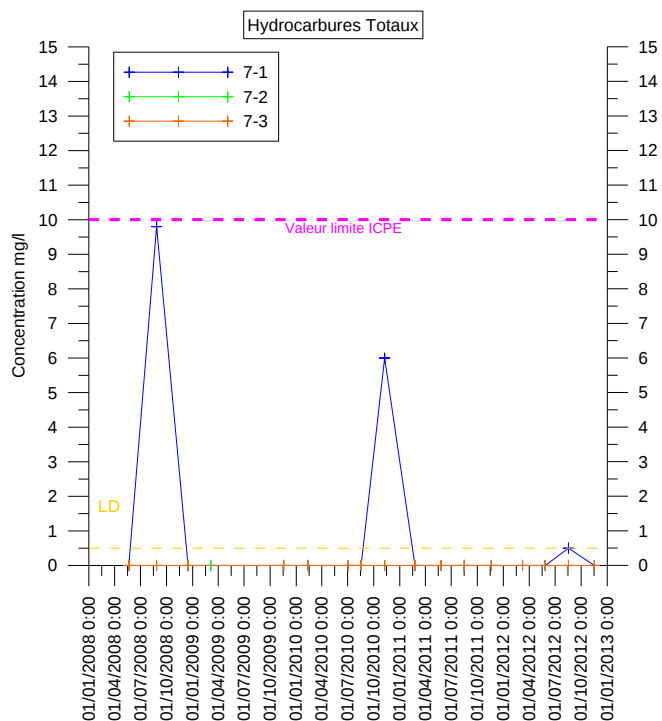


Figure 8 : Résultats du suivi du Port par graphiques – HT



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 2012. L'annexe II présente les résultats sous forme graphique.

Groupe A :

- **pH** : compris entre 4.5 et 10.2. Les valeurs hautes en pH sont mesurées au piézomètre WK6-13 et les faibles pH sont observés au piézomètre WK6-11A comme les années précédentes.
- **Conductivité** : comprise entre 64.8 et 190 $\mu\text{S/cm}$. On constate une très légère tendance à l'augmentation au niveau de trois piézomètres : WKBH102, WKBH103 et WK6-12.
- **Sodium** : même constatation que les années précédentes, les concentrations sont plus importantes et variables au niveau de WK6-13.
- **Chlorures** : une forte concentration est mesurée lors du contrôle du mois de novembre au piézomètre WK6-13. Une tendance à l'augmentation est observée en 2012 au piézomètre WK6-12 et WK6-12A.
- **Magnésium** : les concentrations aux piézomètres WKBH102, WKBH103 et WK6-12A semblent révéler une légère tendance à l'augmentation.
- **Sulfates** : Les concentrations restent variables et plus élevées au niveau du piézomètre WKBH102 et WKBH103. Les variations de concentrations à la station WKBH102 ne montrent aucune tendance nette alors que les résultats de la station WKBH103 montrent une tendance à la hausse des concentrations en sulfates. Les résultats de 2012 au piézomètre WK6-12 confirment la tendance à l'augmentation des concentrations en sulfates depuis juillet 2010 mais les concentrations restent faibles.
- **Nitrates** : on note une augmentation des concentrations aux stations WK6-12 et WK6-12A
- **Chrome** : on note une stabilité des concentrations au niveau de l'ensemble des stations excepté au piézomètre WK6-11 où l'on observe depuis 2008 une diminution des concentrations en chrome.
- **Manganèse** : en 2012, le manganèse est faiblement détecté aux piézomètres WK6-11, WK6-11A et WK6-12A.

Groupe B :

- **pH** : compris entre 5.9 et 8.1.
- **Conductivité** : entre 73.2 et 167 $\mu\text{S/cm}$.
- **Chrome** : les résultats sont du même ordre qu'en 2011.
- **Sulfates** : les résultats observés aux piézomètres WKBH109A, WKBH118 et WKBH118A en 2012 semblent démontrer une légère tendance à l'augmentation. Les concentrations pour les autres stations sont stables.
- **Chrome** : aucune évolution des concentrations depuis juillet 2011. Les concentrations sont stables et faibles.
- **Manganèse** : seulement détecté au piézomètre WK6-10A et WKBH117. Les concentrations mesurées sont faibles.

Groupe C :

- **pH** : compris entre 4.5 et 7.8.
- **Conductivité** : comprise entre 51.8 et 179 $\mu\text{S/cm}$. On note une diminution de la conductivité au piézomètre WKBH112 et WKBH113.
- **Manganèse** : le maximum de 0.05 mg/l est mesuré à la station WKBH115B.
- **Chrome** : la tendance à la diminution au piézomètre WKBH113 amorcée depuis 2010, est confirmée par les résultats de 2012.

Groupe D :

- **pH** : compris entre 7 et 9.8.
- **Conductivité** : comprise entre 119 et 193 $\mu\text{S/cm}$.
- **Chlorures, sulfates**: les résultats démontrent une stabilité des concentrations pour l'ensemble des piézomètres.
- **Chrome** : les résultats en chrome sont stables depuis 2008.
- **Manganèse** : le manganèse n'est toujours pas détecté en 2012.

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 graphiques en annexe III représentent données acquises depuis janvier 2008 pour les piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113.

Aucune évolution particulière n'est constatée en 2012 pour la majorité des paramètres hormis aux stations :

- WKBH102 où l'on observe une légère augmentation de la conductivité et du magnésium,
- WKBH113 où l'on note une diminution des concentrations en chrome par rapport au suivi réalisé entre 2010 et 2011.

On note aussi une diminution ponctuelle des résultats sur les trois piézomètres pour les paramètres suivants :

- Chlorures, le 17 mai
- Conductivité, le 17 août.

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.

Comme représenté graphiquement en annexe IV, les enregistrements de conductivité des ouvrages WKBH102, WKBH110 et WKBH113 sont stables sur la période d'observation

D'après le tableau 14 ci-dessous, les résultats enregistrés aux piézomètres WKBH110 et WKBH113 sont comparables aux mesures réalisées en laboratoire excepté au piézomètre WKBH102. Ce décalage est probablement lié à une dérive de la sonde de mesure. Une maintenance sur l'équipement et une calibration de la sonde devra être effectuée afin d'améliorer nos enregistrements.

Tableau 14 : Comparaison des mesures de conductivité manuelles et in situ

Ouvrages	Moyenne des mesures réalisées en laboratoire pour la période ($\mu\text{S/cm}$)	Mesure moyenne de la sonde pour la période ($\mu\text{S/cm}$)
WKBH102	170	143.5
WKBH110	120.2	120.9
WKBH113	90.4	105.4

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 en Annexe V 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.

Les tableaux 15 ci-dessous présentent les statistiques réalisées à partir des résultats obtenus depuis janvier 2011.

Piézomètres courts

- **Conductivité** : Après le pic de conductivité enregistrée le 27 mai au niveau de la station 6-14A, les valeurs sont de nouveaux comparables à 2011. Les valeurs de conductivité relevées au niveau des autres stations montrent une stabilité dans les résultats.
- **Chlorures et sulfates** : On note toujours des concentrations plus élevées pour ces deux paramètres au piézomètre 6-14A que sur les autres stations. Les teneurs en chlorures en 2012 sont supérieures à 2011. Un maximum de 171 mg/l en sulfates est mesuré à 6-14A le 27 mai. 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** : aucune trace d'hydrocarbures n'est relevée dans les eaux souterraines des horizons latéritiques.
- **Chrome et chrome VI** : comme les années précédentes, la concentration en chrome dans la nappe latéritique est plus élevée à la station 6-7A. On note aussi une variabilité des concentrations pour ces deux paramètres à la station 6-14A en 2012 sans tendance particulière.
- **Calcium** : on enregistre une légère tendance à l'augmentation en calcium sur le piézomètre 6-14A.

Piézomètres longs

- **pH** : les valeurs de pH sont stables depuis mai 2010 dans la nappe des horizons saprolitiques. On note toutefois une baisse ponctuelle du pH aux stations 6-14, 6-4, 6-3 en mars 2012.
- **Conductivité** : les valeurs restent comparables aux années précédentes.
- **Chlorures et sulfates** : les concentrations les plus élevées sont toujours mesurées au piézomètre 6-8. Les concentrations en chlorures en 2012 au niveau de cette station sont plus élevées par rapport à 2011. La tendance à l'augmentation en sulfates amorcée fin 2011 est poursuivie en 2012.
- **Sodium** : on constate une légère tendance à l'augmentation dans les eaux souterraines au niveau du piézomètre 6-4.
- **DCO et hydrocarbures** : une forte valeur de DCO soit 203 mg/L est relevée le 16 août au piézomètre 6-4. On détecte aussi en faible quantité des hydrocarbures à cette même date pour ce piézomètre, soit 0.7 mg/L.

- **Chrome et chrome VI**: les teneurs en chrome les plus élevées dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques du secteur de l'usine sont enregistrées au piézomètre 6-5. Depuis 2008, les résultats en chrome de ce piézomètre montrent des variations de concentration importantes, sans tendance particulière.

Tableau 15 : Statistiques des analyses d'eau souterraines sur le site de l'Usine

Piezomètres courts: 6-1A, 6-2A, 6-3A, 3-7A, 6-8A, 6-14A										
Paramètres	Unité	LD	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	22	0	100	6.23	4.28	7.29	0.68	6.31
cond	µS/cm	-	22	0	100	158.48	72.8	502	96.05	130
Ca	mg/l	0.1	25	12	52	2.12	<LD	9	2.44	3
Cl	mg/l	0.1	23	0	100	17.95	12.4	35.7	6.86	15.2
Cr	mg/l	0.01	25	4	84	0.04	<LD	0.15	0.05	0.02
CrVI	mg/l	0.01	25	3	88	0.04	<LD	0.16	0.05	0.03
Cu	mg/l	0.03	25	25	0					
DCO	mg/l	10	29	26	10	1.41	<LD	16	4.27	0
HT	mg/kg	0.5	29	29	0					
K	mg/l	0.3	25	0	100	0.48	0.2	1	0.28	0.3
Na	mg/l	0.5	25	0	100	8.48	7	11	1.16	8
SO4	mg/l	0.2	24	0	100	21.43	1.8	171	39.03	3.35
TA as CaCO3	mg/l	2	23	12	48	11.25	<LD	24.8	12.02	0
TAC as CaCO3	mg/l	2	25	13	48	14.64	<LD	54	18.03	0
Zn	mg/l	0.1	25	25	0					

Piezomètres longs: 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8, 6-13, 6-14										
Station/Paramètres	Unité	LD	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	35	0	100	7.53	5.25	9.55	0.95	7.44
cond	µS/cm	-	36	0	100	185.46	93.7	337	62.92	186.5
Ca	mg/l	0.1	36	13	64	0.92	<LD	3	0.84	1
Cl	mg/l	0.1	36	1	97	14.20	<LD	24.4	4.42	12.95
Cr	mg/l	0.01	36	19	47	0.02	<LD	0.19	0.05	0
CrVI	mg/l	0.01	34	17	50	0.02	<LD	0.2	0.04	0.005
Cu	mg/l	0.03	36	36	0					
DCO	mg/l	10	39	36	8	0.97	<LD	17	3.53	0
HT	mg/kg	0.5	43	41	5	0.37	<LD	15	2.29	0
K	mg/l	0.3	27	0	100	0.33	0.2	0.6	0.13	0.3
Na	mg/l	0.5	36	0	100	8.67	6	16	2.41	8
SO4	mg/l	0.2	36	0	100	4.90	0.8	24.9	6.70	2.6
TA as CaCO3	mg/l	2	36	14	61	12.62	<LD	29	11.59	14.7
TAC as CaCO3	mg/l	2	36	14	61	34.03	<LD	112	37.44	21.5
Zn	mg/l	0.1	36	35	3	0.01	<LD	0.3	0.05	0

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

L'annexe VI présente les résultats du suivi des eaux souterraines sur le site de l'UPM sous forme graphique. L'annexe VII présente les statistiques effectuées sur les résultats obtenus en 2012.

- **pH** : Les valeurs obtenues en 2012 à la station 4-z1 et 4-z5 montrent une diminution des valeurs de pH.
- **conductivité** : globalement, on note une diminution des valeurs de conductivité pour l'ensemble des piézomètres depuis 2009.
- **Chlorures** : la tendance à l'augmentation au piézomètre 4-z1 n'est pas confirmée par les résultats du second semestre. Cependant, ceux-ci révèlent une légère augmentation aux stations 4-z4 et 4-z5 au mois de novembre. Cette tendance sera à vérifier lors du prochain bilan de suivi.
- **TAC** : les résultats obtenus en 2012 confirment la tendance à la baisse des valeurs du TAC au piézomètre 4-z1 et 4-z5 depuis 2009.
- **Sulfates** : la dernière mesure au piézomètre 4-z5 démontre une valeur sept fois supérieure aux valeurs habituellement enregistrées. Les prochains résultats au niveau de cette station, nous permettront de déterminer s'il s'agit d'une réelle tendance à l'augmentation ou d'une concentration ponctuelle.
- **Hydrocarbures** : aucune trace d'hydrocarbures n'est détectée dans les eaux souterraines sur le site de l'UPM.
- **Chrome VI** : en 2012, le chrome VI est seulement détecté aux stations 4-z2 et 4-z4. Les concentrations mesurées restent faibles.

3. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION

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

Aucune évolution particulière n'est constatée au niveau des eaux souterraines du Port. Les valeurs élevées en DCO et conductivité sont influencées par une intrusion d'eau de mer et ne sont donc pas indicatrices d'une modification de la qualité des eaux induite par les activités du port. Même si des traces d'hydrocarbures ont été détectées ponctuellement le 17 août au piézomètre 7.1, les activités portuaires et plus particulièrement les stockages de fioul lourd et de gasoil n'ont pas eu d'impact visible sur les eaux souterraines.

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

Suite à ce bilan annuel, on observe globalement une stabilité des concentrations dans les eaux souterraines de la Kwé Ouest.

Les principales variations ont été observées dans la zone d'alerte au pied de la berme : Tout d'abord, le maximum en **sulfates** (24.3 mg/l) est mesuré dans les eaux souterraines au pied de la berme comme les années précédentes. Toutefois, ce bilan annuel met en évidence une tendance à l'augmentation au niveau du piézomètre WK6-12 depuis juillet 2010. Les valeurs mesurées à cette

station sont largement inférieures au seuil mentionné dans la norme de potabilité des eaux, soit 150 mg/l. Mais cette évolution sera à surveiller au cours des prochains bilans de suivi.

De plus, une forte concentration en **chlorures**, soit 34.7 mg/l est mesuré lors du dernier contrôle, au mois de novembre, au niveau de la station WK6-13. La tendance à l'augmentation pour ce paramètre au niveau de ce piézomètre sera aussi à confirmer au cours du prochain bilan de suivi.

Depuis 2008, le **manganèse** est faiblement détecté dans les eaux souterraines de la zone d'alerte, 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. La teneur maximale enregistrée en 2012 est de 0.08 mg/l à la station WK6-11A, situé dans la zone d'alerte, au pied de la berme.

La **conductivité** moyenne des eaux des forages WKBH113, WKBH102, WKBH110 est de 126.8 μ S/cm. Ces eaux de forages sont de type bicarbonaté magnésien à tendance sulfaté. Cette conductivité est caractéristique de l'aquifère profond saprolitique. Le pH de ces eaux est neutre.

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

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

En 2012, aucune évolution particulière n'est à constater dans les eaux souterraines des horizons latéritiques pour l'ensemble des paramètres suivis.

Tel que reporté au bilan semestriel, les résultats du contrôle du mois de mai ont montré une augmentation importante des concentrations en **sulfates, calcium, chrome** (dont le chrome VI) et de la **conductivité** au niveau du piézomètre 6-14A, situé entre le secteur auxiliaire et la raffinerie (270). Plusieurs scénarios ont été envisagés pour expliquer ces fortes valeurs notamment une contamination résiduelle de surface ou souterraine suite à l'incident du 1^{er} mai 2012 où une fuite d'environ 2 à 5 m³ d'eau de procédé à l'extérieur du bassin 470 avait été observée. Les résultats du second semestre ont révélé le caractère ponctuel de cette augmentation.

Une attention particulière sera apportée aux résultats des prochains prélèvements sur le piézomètre 6-14A.

Dans la nappe profonde, située dans les horizons saprolitiques, les résultats de **conductivité** ont montré une valeur haute lors du dernier contrôle de novembre au piézomètre 6-4 et une augmentation progressive des **sulfates** au niveau du piézomètre 6-8. Une attention particulière sera apportée aux résultats des prochains prélèvements de ces stations.

Enfin les **hydrocarbures** sont détectés faiblement, soit 0.7 mg/l le 17 août au piézomètre 6-4. Cette station est située en aval de la station de transit des déchets et des cuves d'hydrocarbures. La forte **DCO** relevée lors du contrôle du mois d'août est le reflet d'une contamination mineure de la nappe en hydrocarbure. En effet, les résultats pour ces deux paramètres, sont inférieurs aux limites de détection au mois de novembre.

Globalement, l'évolution des différents paramètres mesurés dans les colonnes d'eau souterraine de l'usine est comparable 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

De manière générale, une diminution des valeurs est observée dans les eaux souterraines de l'UPM pour les paramètres suivants : **pH, conductivité, et TAC**. Cette diminution est plus accentuée aux stations 4-z1 et 4-z5.

Une forte concentration en **sulfates** est mesurée au mois de novembre au piézomètre 4-z5. L'évolution de ce paramètre sera particulièrement suivie lors des prochains prélèvements. Cette station est située en aval de l'aire de lavage des véhicules lourds. Les concentrations restent largement inférieures au seuil limite de potabilité des eaux, de 150 mg/L.

Les hydrocarbures ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'UPM.

Les activités, tel que le trafic et le lavage des engins lourds, 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 a été 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.

Le suivi des eaux souterraines de 2012 a principalement mis en évidence une stabilité dans les résultats par rapport au suivi réalisé en 2011. Une vigilance sera apportée au niveau de certaines stations lors du prochain suivi afin de suivre l'évolution de la qualité physico-chimique au niveau de ces piézomètres.

Dans les piézomètres situés au pied de la berme de la Kwe ouest, une très légère tendance à l'augmentation est constatée pour les paramètres suivants :

- Conductivité, aux piézomètres WKBH102, WKBH103, WK6-12
- Chlorures, aux stations WK6-12 et WK6-12A
- Magnésium, aux stations WKBH102, WKBH103 et WK6-12A

Dans les eaux souterraines de l'usine, les résultats en conductivité, sulfates, calcium, et chrome au piézomètre 6-14A ont révélé des pics de concentrations au mois de mai.

Les résultats obtenus après cette date ont montré le caractère ponctuel de cette contamination.

On détecte ponctuellement et en faible quantité la présence d'hydrocarbures au piézomètre 6-4, situé en aval de la station de transit des déchets et des cuves d'hydrocarbures. Les activités liées à ces infrastructures sont probablement à l'origine de cette contamination mineure des eaux souterraines.

Globalement aucune non-conformité et aucune tendance préoccupante n'est à reporter pour le suivi des eaux souterraines en 2012.

ANNEXE I

Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest

Groupe A			2010								2011								2012							
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	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	20	0	100	7.045	4.5	9.7	1.3	7.2	29	0	100	6.99	4.7	10.21	1.26	7.0	29	0	100	7.08	4.5	10.26	1.43	7.1
cond	µS/cm	-	9	0	100	119.233	49.8	174	47.2	106	29	0	100	124.79	45.3	173	41.55	141.0	29	0	100	135.32	64.8	190	44.05	139.0
Al	mg/l	0.1	22	20	9	0.018	<LD	0.2	0.06	0	28	27	4	0.01	<LD	0.2	0.04	0.0	29	27	7	0.02	<LD	0.4	0.08	0.0
As	mg/l	0.05	22	22	0						16	16	0						29	29	0					
Ca	mg/l	0.1	22	15	32	0.500	<LD	2	0.80	0	28	23	18	0.29	<LD	3	0.71	0.0	29	19	34	0.52	<LD	2	0.78	0.0
Cl	mg/l	0.1	22	0	100	13.200	8.8	22	3	12.4	28	1	96	11.81	<LD	19.2	3.30	11.9	29	0	100	14.23	8.2	34.7	5.02	12.8
Co	mg/l	0.03	22	22	0						28	28	0						29	29	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	0.0	29	10	66	0.02	<LD	0.15	0.04	0.0
Cu	mg/l	0.03	22	22	0						28	25	11	0.003	<LD	0.04	0.01	0.0	29	28	3		<LD	0.01		
Fe	mg/l	0.2	22	19	14	0.032	<LD	0.5	0.11	0	28	26	7	0.03	<LD	0.5	0.11	0.0	29	27	7	0.01	<LD	0.2	0.04	0.0
K	mg/l	0.3	22	0	100	0.386	0.1	0.8	0.2	0.35	28	0	100	0.36	0.2	1.1	0.22	0.3	29	0	100	0.32	0.2	0.8	0.14	0.3
Mg	mg/l	0.1	22	0	100	8.273	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
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	0.0	29	25	14	0.006	<LD	0.08	0.02	0.0
Na	mg/l	0.5	22	0	100	6.591	5	13	2.0	6	28	0	100	6.61	4	15	2.41	6.0	29	0	100	6.72	4	18	2.96	6.0
Ni	mg/l	0.01	22	9	59	0.020	<LD	0.09	0.03	0.015	28	6	79	0.03	<LD	0.1	0.03	0.0	29	9	69	0.02	<LD	0.11	0.03	0.0
NO2	mg/l	0.01	10	10	0														12	12	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
Pb	mg/l	0.1	22	22	0						28	28	0						29	29	0					
PO4	mg/l	0.2	22	22	0						28	28	0						28	27	4		<LD	0.3		
S	mg/l	1	22	11	50	32.636	<LD	682	145.1	0.5	28	9	68	2.86	<LD	6	2.48	3.0	29	9	69	3.34	<LD	8	2.81	3.0
Si	mg/l	0.4	22	6	73	4.682	<LD	10	3.4	7	28	6	79	5.18	<LD	9	3.07	7.0	29	6	79	5.03	<LD	8	2.92	7.0
SiO2	mg/l	1	16	3	81	11.313	<LD	20.4	6.8	14.5	24	6	75	10.26	<LD	18.7	6.83	14.5	29	6	79	10.69	<LD	16.6	6.28	14.5
SO4	mg/l	0.2	22	0	100	6.414	0.6	20.1	6.5	3.05	28	1	96	10.96	<LD	35.2	9.67	8.3	29	0	100	10.96	0.2	24.3	8.61	10.3
TA as CaCO3	mg/l	25	22	20	9	0.773	<LD	11	2.6	0	25	21	16	1.20	<LD	12	3.18	0.0	29	26	10	0.93	<LD	13	3.23	0.0
Zn	mg/l	0.1	22	22	0						28	27	4	0.00	<LD	0.1	0.02	0.0	29	29	0					

Groupe B			2010								2011								2012							
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	Moyenne	Min	Max	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
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	128.0
Al	mg/l	0.1	30	30							30	30	0						30	30	0					
As	mg/l	0.05	30	30							18	18	0						30	30	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	0.0	30	26	13	0.47	<LD	6	1.43	0.0
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	1.30	10.7
Co	mg/l	0.03	30	30							30	29	3		<LD	0.01			30	30	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	0.0	30	1	97	0.02	0.01	0.07	0.01	0.01
Cu	mg/l	0.03	30	30							30	30	0						30	30	0					
Fe	mg/l	0.2	30	28	7	0.01	<LD	0.1			30	27	10	0.02	<LD	0.3	0.07	0.0	30	30	0					
K	mg/l	0.3	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
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	12.0
Mn	mg/l	0.01	30	29	3		<LD	0.01			30	27	10	0.008	<LD	0.11	0.02	0.0	30	27	10	0.002	<LD	0.02	0.01	0.0
Na	mg/l	0.5	30	0	100	6.10	6	7	0.31	6	30	0	100	6.03	5	7	0.32	6.0	30	0	100	5.90	5	6	0.31	6.0
Ni	mg/l	0.01	30	18	40	0.01	<LD	0.03			30	14	53	0.01	<LD	0.08	0.02	0.0	30	9	70	0.01	<LD	0.05	0.01	0.01
NO2	mg/l	0.01	12	12															16	16	0					
NO3	mg/l	0.1	30	5	83	1.59	<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
Pb	mg/l	0.1	30	29	3		<LD	0.01			30	30	0						30	30	0					
PO4	mg/l	0.2	30	30							35	34	3	0.07	<LD	2.4	0.41	0.0	30	30	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
Si	mg/l	0.4	30	2	93	6.33	<LD	10	2.64	7	30	0	100	7.07	2	11	2.15	7.0	30	0	100	7.00	2	11	2.08	7.0
SiO2	mg/l	1	18	0	100	14.40	1.5	22.1	5.52	15.6	25	0	100	15.10	3.3	22.6	4.92	16.0	30	0	100	15.04	3.4	22.8	4.41	15.8
SO4	mg/l	0.2	30	0	100	3.75	0.5	11.3	2.41	2.9	35	3	91	3.60	<LD	18.9	3.19	2.6	30	0	100	3.66	1.3	8.8	1.84	2.9
TA as CaCO3	mg/l	25	30	27	10	0.77	<LD	12	2.70	0	30	29	3		<LD	12			30	30	0					
Zn	mg/l	0.1	30	29	3		<LD	0.2			30	28	7	0.01	<LD	0.3	0.06	0.0	30	28	7	0.01	<LD	0.1	0.03	0.0

Groupe C			2010								2011								2012							
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	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	22	0	100	6.78	4.5	8.6	1.17	7.1	32	0	100	6.81	4.7	7.9	0.82	7.0	29	0	100	6.74	4.5	7.82	1.00	7.2
cond	µS/cm	-	11	0	100	110.26	50.3	183	48.68	116	32	0	100	108.96	48.5	184	38.94	99.0	29	0	100	99.73	51.8	179	36.32	96.6
Al	mg/l	0.1	24	23	4		<LD	0.3			30	30	0						29	26	10	0.02	<LD	0.4	0.08	0.0
As	mg/l	0.05	24	24							17	17	0						29	29	0					
Ca	mg/l	0.1	24	13	46	1.54	<LD	6	1.96	0	30	19	37	0.97	<LD	9	1.87	0.0	29	22	24	0.48	<LD	3	0.91	0.0
Cl	mg/l	0.1	24	2	92	9.94	<LD	14.6	3.24	10.6	30	0	100	9.70	8.4	12	0.96	9.5	28	0	100	9.75	6.4	11.6	1.05	9.9
Co	mg/l	0.03	24	23	4		<LD	0.02			30	29	3		<LD	0.01			29	28	3		<LD	0.01		
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	0.0	29	8	72	0.03	<LD	0.1	0.03	0.0
Cu	mg/l	0.03	24	24							30	29	3		<LD	0.04			29	28	3		<LD	0.01		
Fe	mg/l	0.2	24	16	33	0.06	<LD	0.5	0.11	0	30	25	17	0.05	<LD	0.8	0.15	0.0	29	24	17	0.03	<LD	0.5	0.10	0.0
K	mg/l	0.3	24	0	100	0.28	0.1	1.1	0.21	0.2	30	0	100	0.24	0.1	0.5	0.10	0.2	29	0	100	0.21	0.1	0.4	0.08	0.2
Mg	mg/l	0.1	24	0	100	11.30	0.8	68.2	13.46	9.6	30	0	100	8.43	0.7	18.7	4.96	8.3	29	0	100	8.54	0.9	19.2	5.04	8.3
Mn	mg/l	0.01	24	17	29		<LD	0.1			30	20	33	0.008	<LD	0.05	0.01	0.0	29	20	31	0.007	<LD	0.05	0.01	0.0
Na	mg/l	0.5	24	0	100	6.46	4	29	4.85	5.5	30	0	100	5.60	5	7	0.62	6.0	29	0	100	5.21	4	7	0.68	5.0
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	0.0	29	3	90	0.04	<LD	0.18	0.05	0.0
NO2	mg/l	0.01	10	10															17	17	0					
NO3	mg/l	0.1	24	12	50	0.50	<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
Pb	mg/l	0.1	24	24							30	30	0						29	29	0					
PO4	mg/l	0.2	24	24							31	31	0						29	29	0					
S	mg/l	1	24	16	33	0.46	<LD	3	0.78	0	30	23	23	0.30	<LD	2	0.60	0.0	29	24	17	0.24	<LD	2	0.58	0.0
Si	mg/l	0.4	24	6	75	9.46	<LD	61	12.35	7.5	30	6	80	7.30	<LD	18	5.02	7.0	29	6	79	6.86	<LD	17	4.79	7.0
SiO2	mg/l	1	13	3	77	14.97	<LD	37.7	12.39	15.5	26	6	77	15.60	<LD	37.5	11.45	15.8	29	4	86	14.76	<LD	36.6	10.08	15.3
SO4	mg/l	0.2	24	1	96	2.60	<LD	5.7	1.44	2.1	31	1	97	2.14	<LD	5.2	1.30	1.7	29	1	97	1.74	<LD	4.9	0.96	1.5
TA as CaCO3	mg/l	25	24	24							27	27	0						29	29	0					
Zn	mg/l	0.1	24	24							30	29	3		<LD	0.2			29	27	7	0.02	<LD	0.4	0.08	0.0

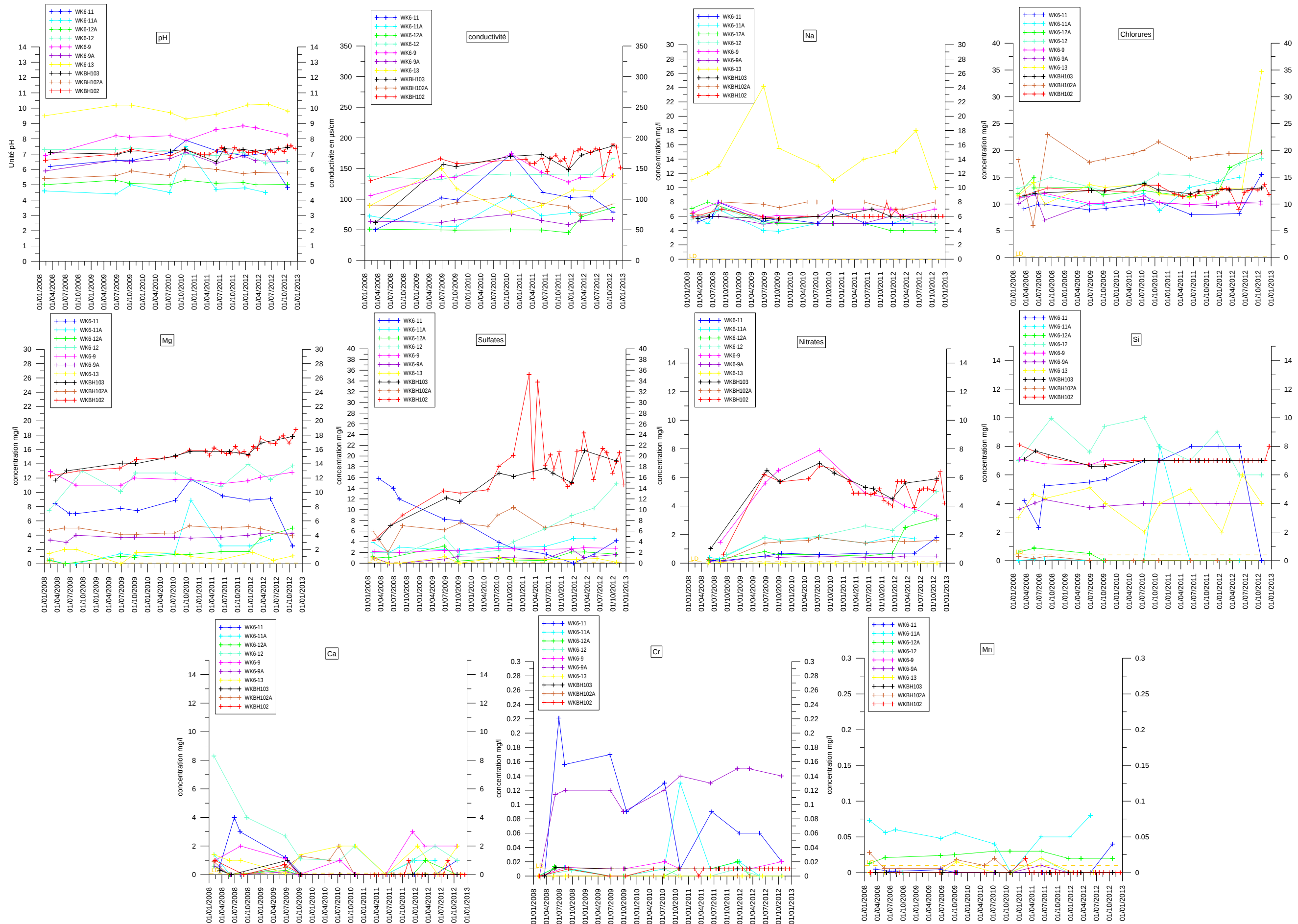
Groupe D			2010								2011								2012							
Paramètre	Unité	LD	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	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
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	138.0
Al	mg/l	0.1	6	6							6	6	0						7	7	0					
As	mg/l	0.05	6	6							5	5	0						7	7	0					
Ca	mg/l	0.1	6	6							6	6	0						7	6	14		<LD	1.0		
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
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	0.0	7	2	71	0.02	<LD	0.06	0.02	0.0
Cu	mg/l	0.03	6	6							6	6	0						7	5	29	0.01	<LD	0.05	0.02	0.0
Fe	mg/l	0.2	6	5	17		<LD	0.1			6	6	0						7	6	14		<LD	0.3		
K	mg/l	0.3	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
Mg	mg/l	0.1	6	0	100	15.00	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
Mn	mg/l	0.01	6	6							6	6	0						7	7	0					
Na	mg/l	0.5	6	0	100	6.67	6	7	0.52	7	6	0	100	7.00	6	8	0.63	7.0	7	0	100	6.43	6	7	0.53	6.0
Ni	mg/l	0.01	6	5	17		<LD	0.01			6	4	33	0.01	<LD	0.03	0.01	0.0	7	5	29	0.01	<LD	0.03	0.01	0.0
NO2	mg/l	0.01	3	3															6	6	0					
NO3	mg/l	0.1	6	6							8	6	25	0.29	<LD	1.8	0.64	0.0	7	5	29	0.24	<LD	1.5	0.56	0.0
Pb	mg/l	0.1	6	6							6	6	0						7	7	0					
PO4	mg/l	0.2	6	6							8	8	0						7	7	0					
S	mg/l	1	6	6							6	5	17	0.17	<LD	1	0.41	0.0	7	4	43	0.43	<LD	1	0.53	0.0
Si	mg/l	0.4	6	2	67	5.33	<LD	8	4.13	8	6	2	67	5.33	<LD	8	4.13	8.0	7	2	71	5.71	<LD	8	3.90	8.0
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	7.60	16.6
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	0.50	2.2	7	0	100	2.41	2.2	3.3	0.41	2.2
TA as CaCO3	mg/l	25	6	4	33	6.83	<LD	23	10.70	0	3	2	33	9.00	<LD	27	15.59	0.0	7	6	14		<LD	18		
Zn	mg/l	0.1	6	6							6	5	17	0.03	<LD	0.2	0.08	0.0	7	5	29	0.06	<LD	0.3	0.11	0.0

ANNEXE II

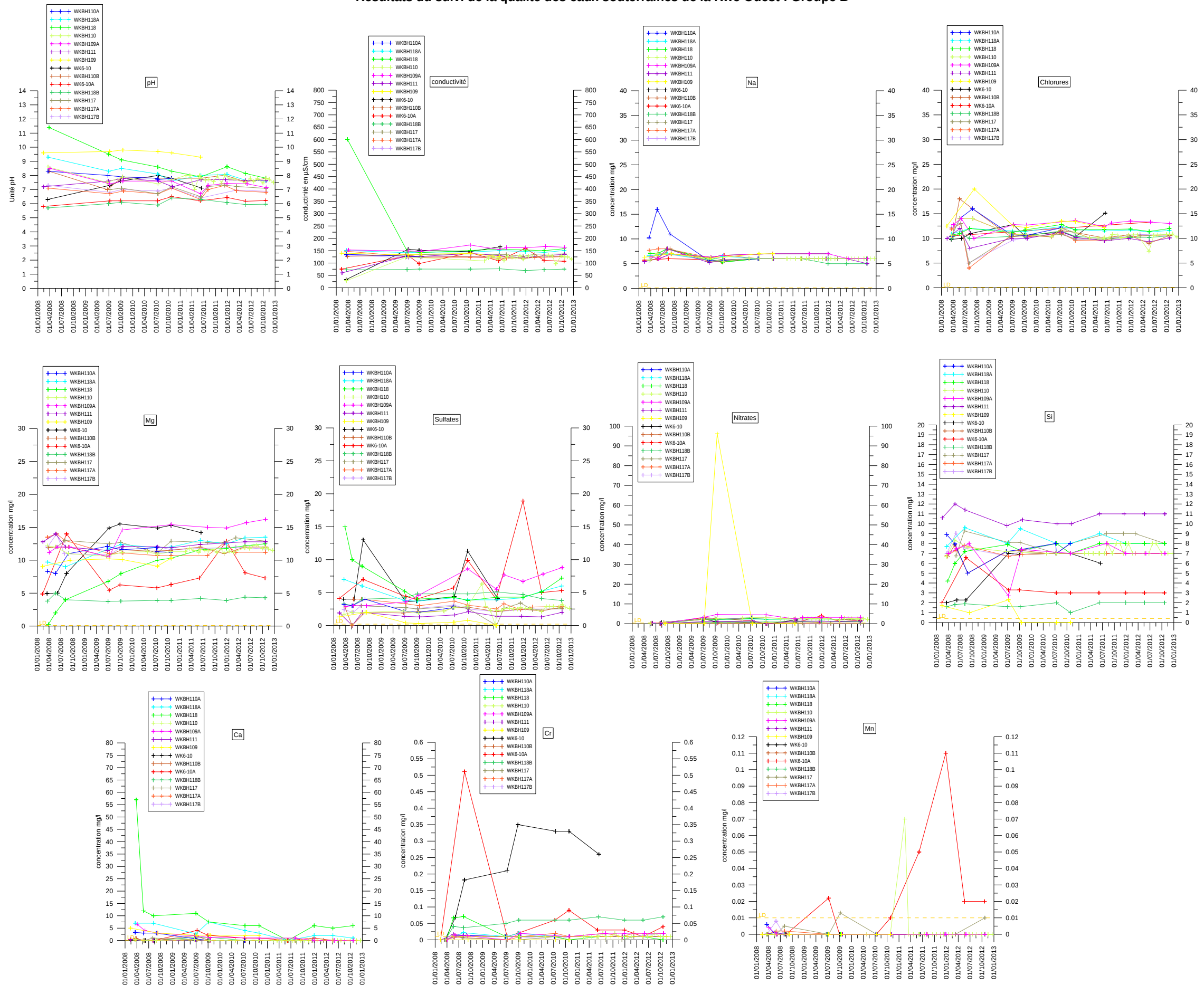
Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest :

Piézomètres des groupes A, B, C et D

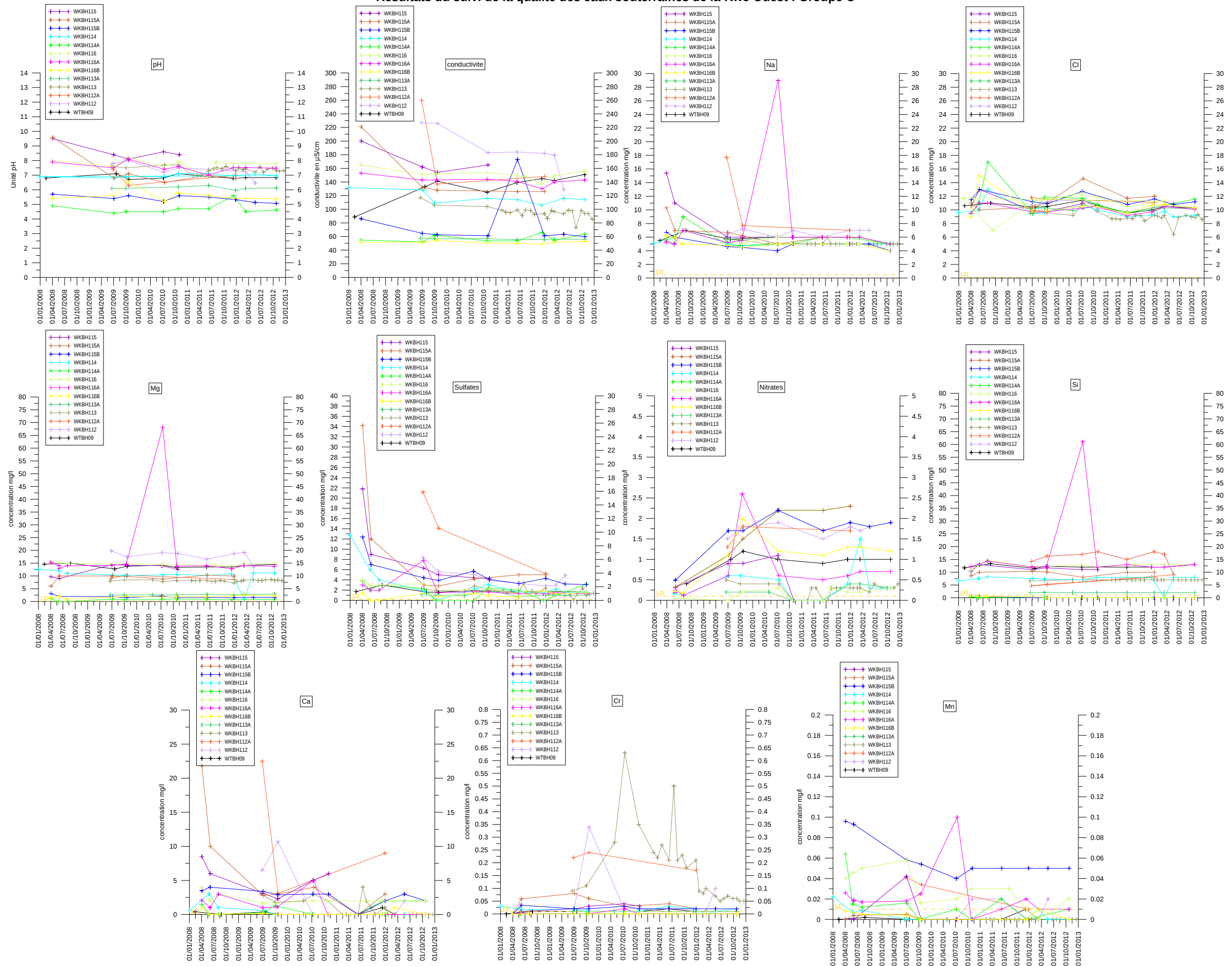
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



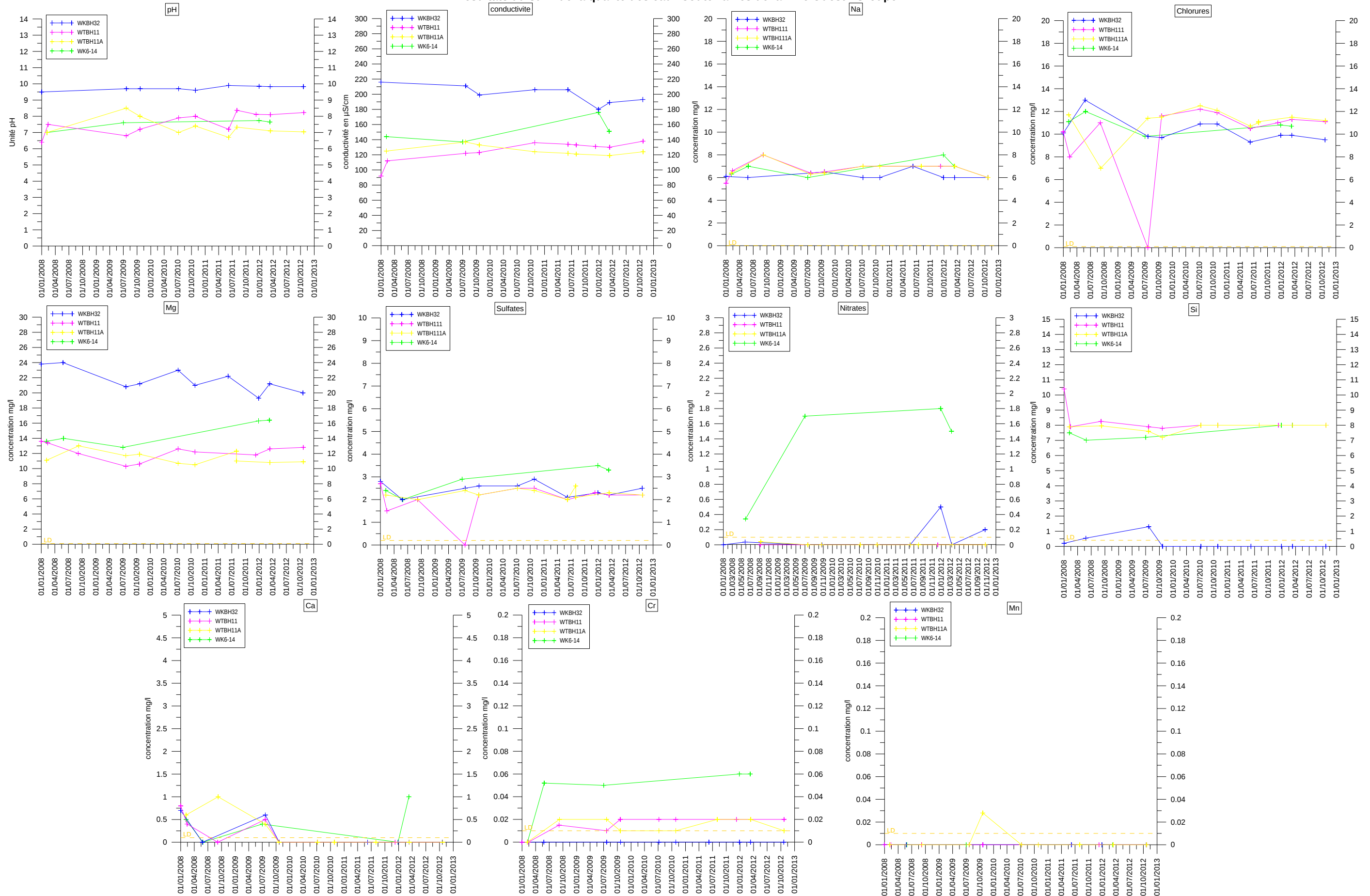
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe B



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



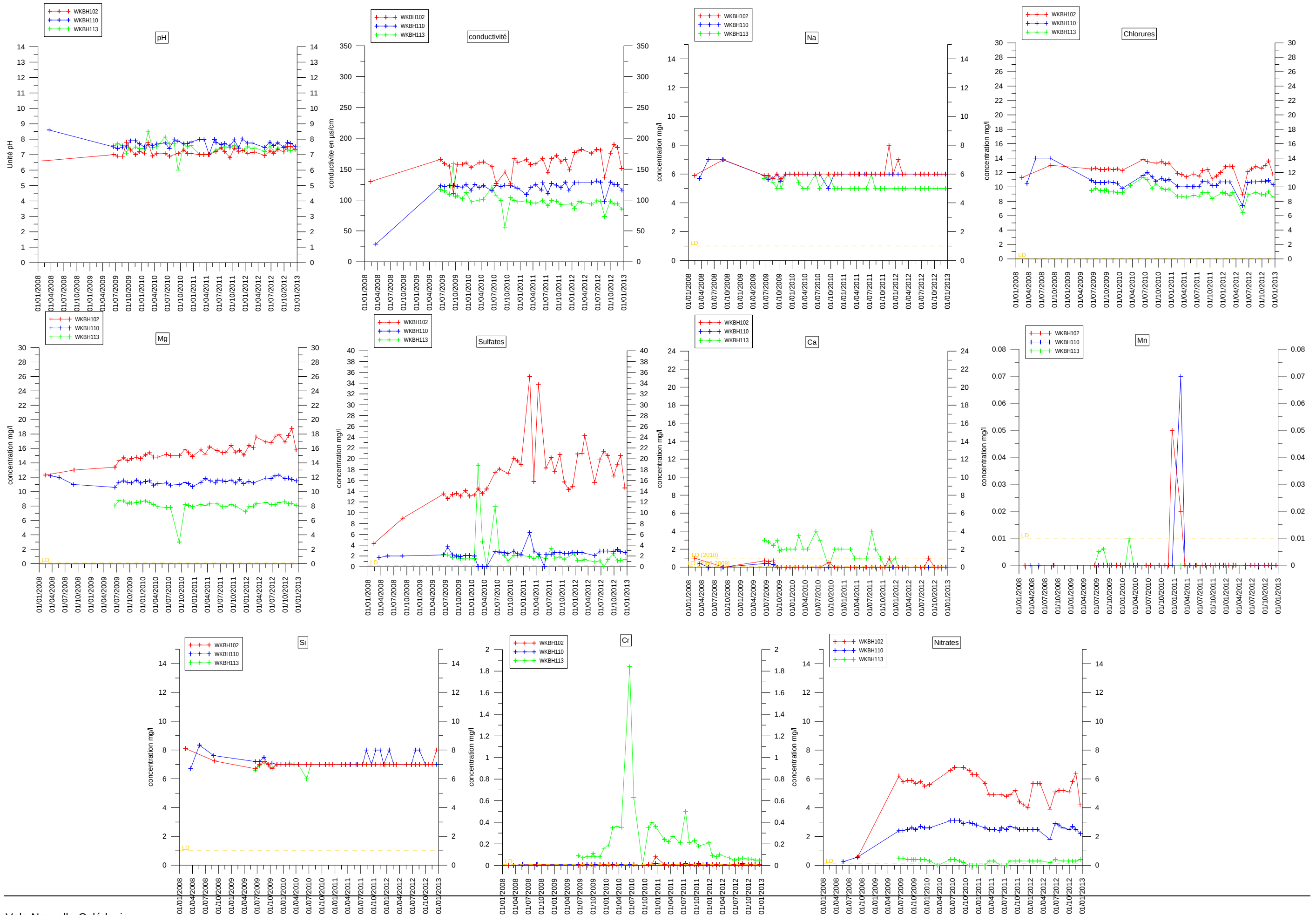
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwe Ouest : Groupe D



ANNEXE III

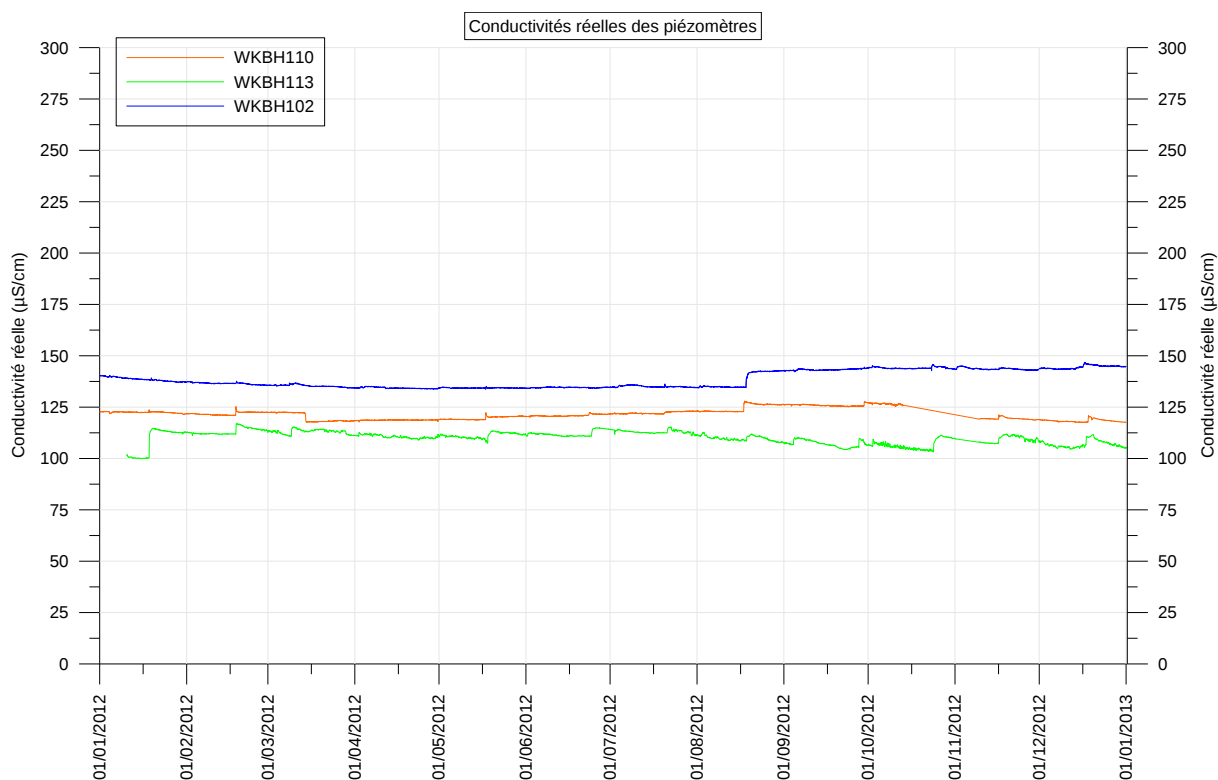
Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest :

Piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113



ANNEXE IV

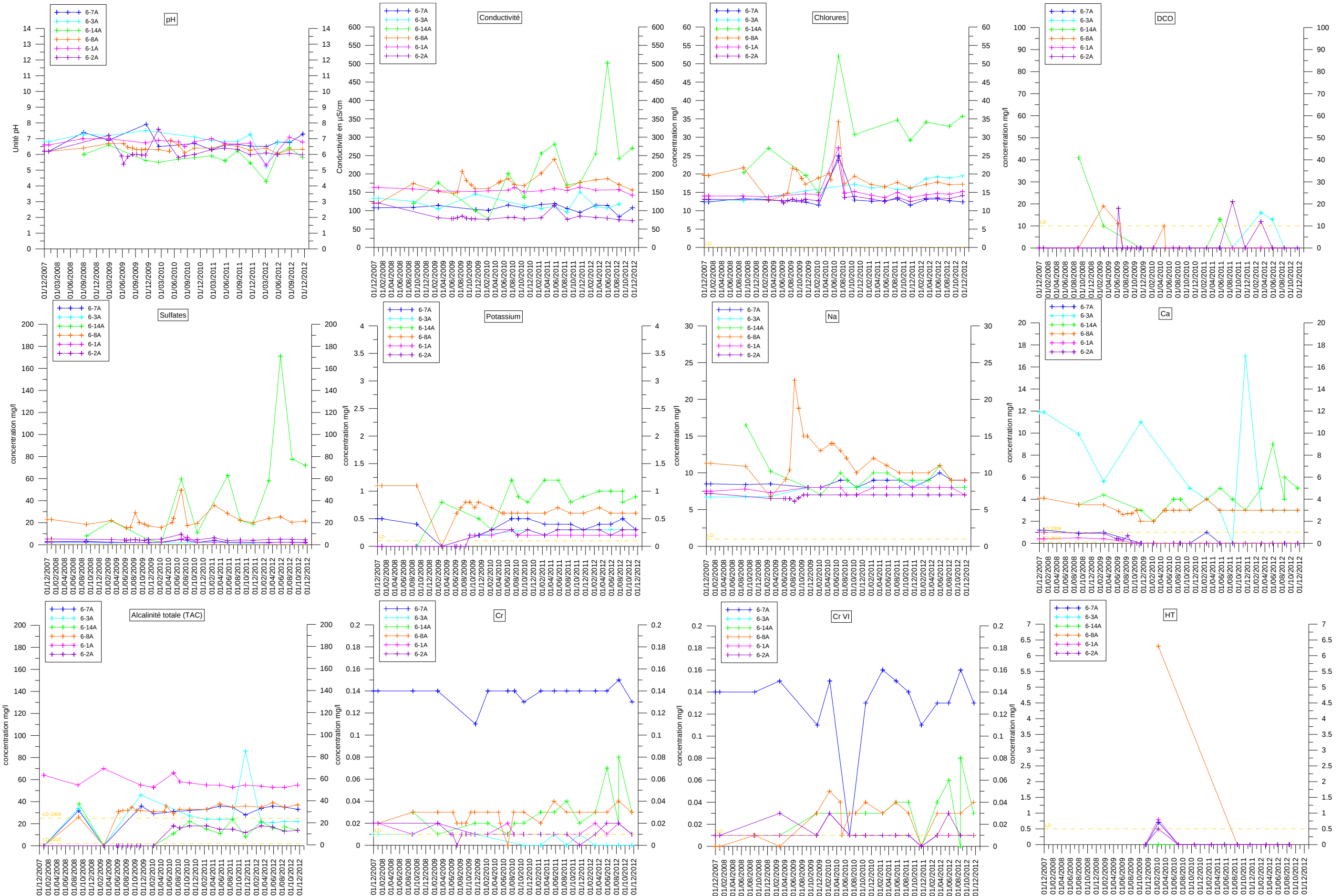
Suivi des mesures en continu : WKBH102, WKBH110, WKBH113



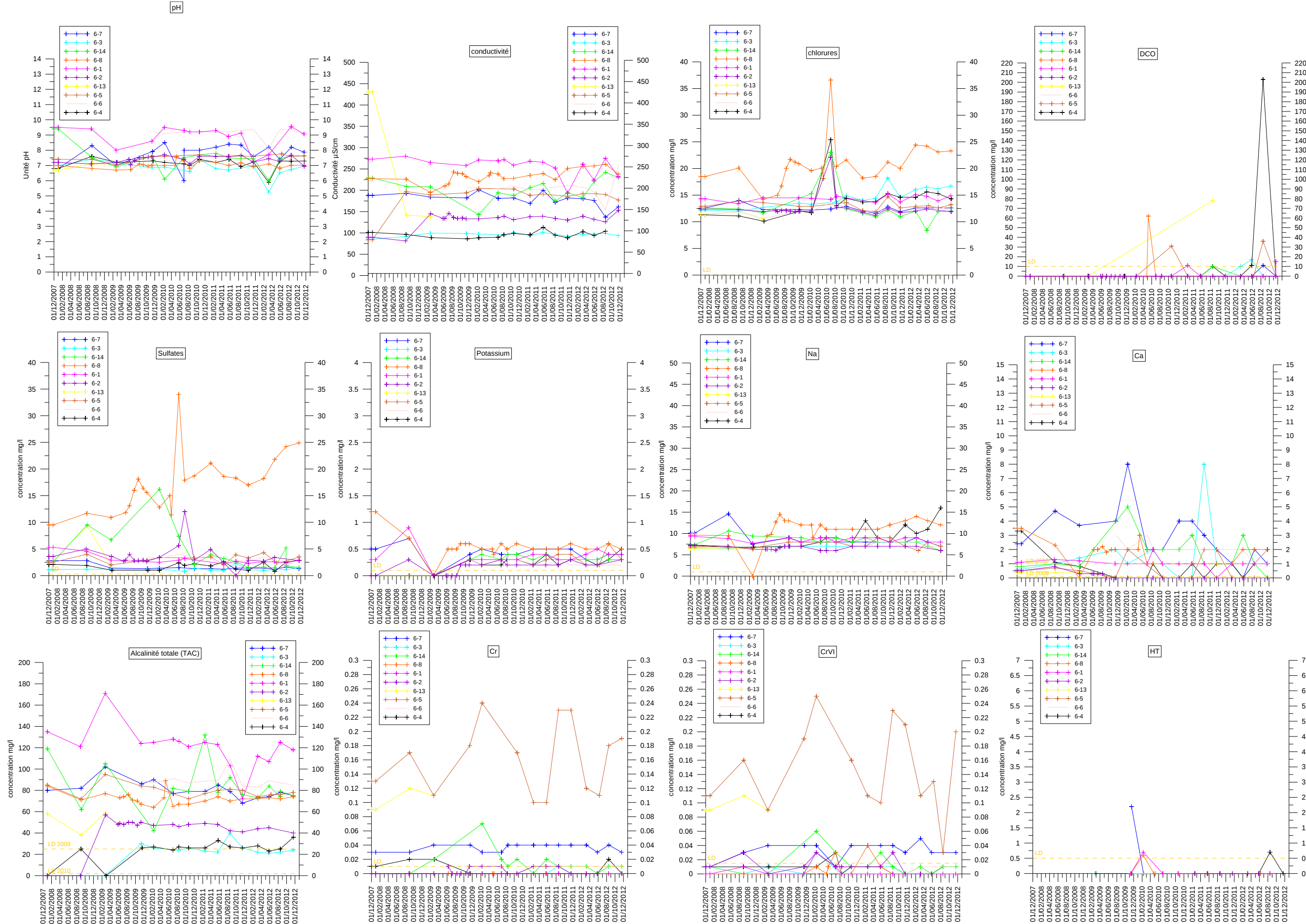
ANNEXE V

Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine

Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine : piézomètres courts



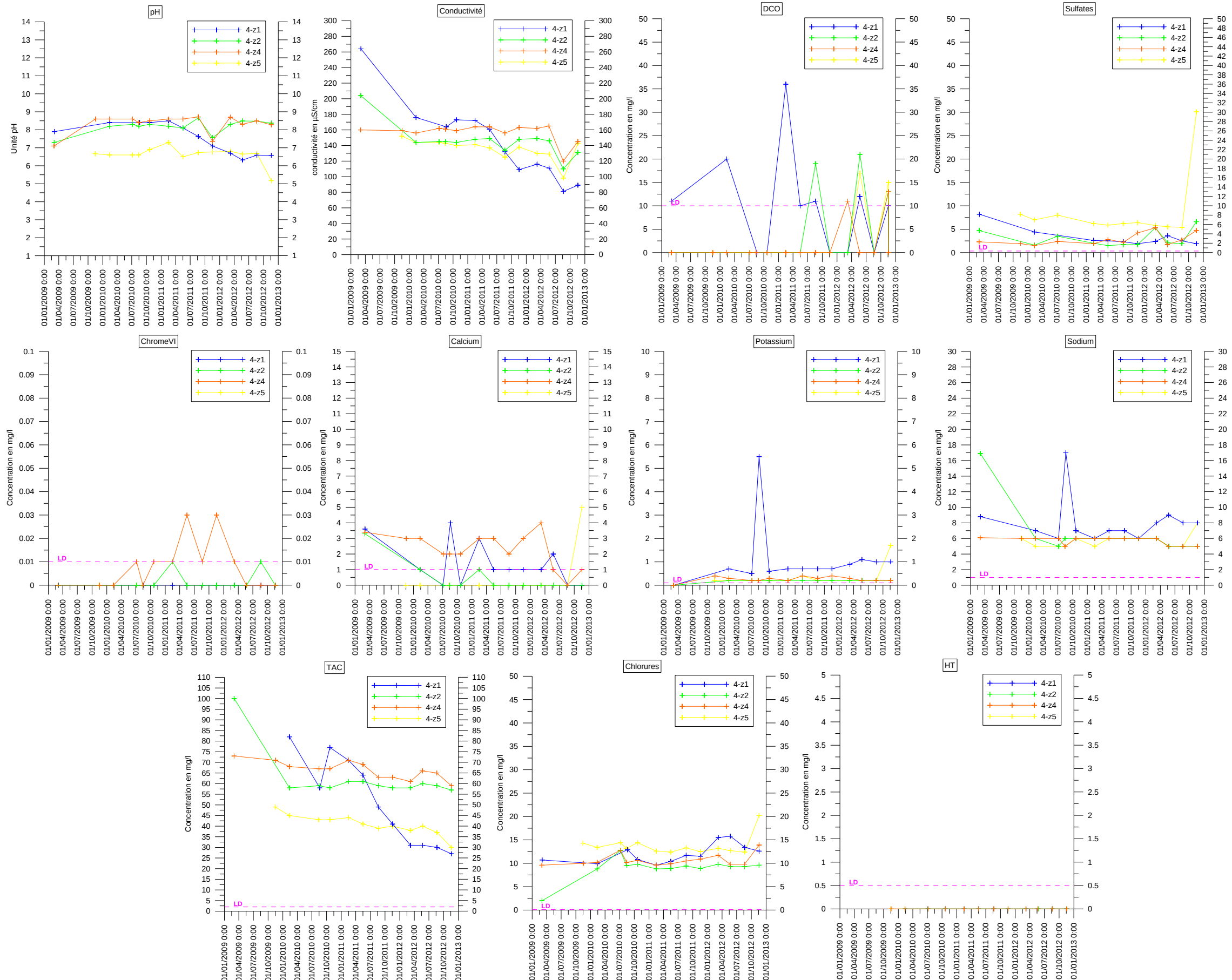
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine : piézomètres longs



ANNEXE VI

Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'UPM

Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de l'UPM



ANNEXE VII

Résultats du suivi des eaux souterraines de l'UPM

Piézomètres: 4Z-1, 4Z-2, 4Z-4, 4Z-5			2010								2011								2012							
Paramètres	Unité	LD	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moyenne	Min	Max	Ecart-type	Mediane
<i>pH</i>	-	-	15	0	100	7.933	6.6	8.6	0.797	8.3	16	0	100	7.777	6.50	8.72	0.757	7.9	16	0	100	7.433	5.17	8.70	1.094	7.5
<i>cond</i>	<i>µS/cm</i>	-	15	0	100	153.333	140	176	11.830	145	16	0	100	146.313	109.00	172.00	16.879	148.0	16	0	100	126.594	81.20	165.00	24.764	129.5
<i>Ca</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.1</i>	16	9	44	0.938	<LD	4	1.289	0	16	7	56	1.125	<LD	3.00	1.258	1.0	16	10	38	0.875	<LD	5.00	1.544	0.0
<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>		15	0	100	11.573	8.8	14.4	1.885	10.8	16	0	100	10.681	8.80	13.30	1.486	10.5	16	0	100	12.438	9.30	20.20	2.987	12.5
<i>Cr</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.01</i>	16	16	0	0.000	<LD	0	0.000	0	16	13	19	0.003	<LD	0.02	0.007	0.0	16	15	6		<LD	0.02		
<i>CrVI</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.01</i>	15	13	13	0.001	<LD	0.01	0.004	0	16	11	31	0.006	<LD	0.03	0.010	0.0	16	14	13	0.001	<LD	0.01	0.003	0.0
<i>DCO</i>	<i>mg/l</i>	<i>10</i>	15	14	7	1.333	<LD	20	5.164	0	15	11	27	5.067	<LD	36.00	10.327	0.0	20	12	40	5.600	<LD	21.00	7.366	0.0
<i>HT</i>	<i>mg/kg</i>	<i>0.5</i>	11	11	0						13	13	0						16	16						
<i>K</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.3</i>	16	0	100	0.619	0.2	5.5	1.312	0.2	16	0	100	0.369	0.20	0.70	0.212	0.3	16	0	100	0.500	0.20	1.70	0.476	0.2
<i>Na</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.5</i>	16	0	100	6.500	5	17	2.875	6	16	0	100	6.063	5.00	7.00	0.443	6.0	16	0	100	6.188	5.00	9.00	1.471	5.5
<i>S</i>	<i>mg/l</i>	<i>1</i>	16	8	50	0.813	<LD	2	0.911	0.5	16	10	38	0.750	<LD	2.00	1.000	0.0	16	8	50	1.250	<LD	9.00	2.236	0.5
<i>SO4</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.2</i>	7	0	100	4.057	1.5	8	2.581	3.5	16	0	100	3.250	1.50	6.40	1.853	2.4	16	0	100	5.469	1.70	30.10	6.778	4.2
<i>TA as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	<i>25</i>	15	12	20	11.667	<LD	74	24.899	0	16	13	19	0.500	<LD	3.00	1.095	0.0	16	15	6		<LD	2.00		
<i>TAC as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	<i>25</i>	12	0	100	60.417	43	82	12.609	58.5	16	0	100	55.875	39.00	71.00	11.638	60.0	16	0	100	46.813	27.00	66.00	14.784	48.5