



# **Suivi environnemental Rapport Semestriel 2012 Eaux Souterraines**



## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>2</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>3</b>
<b>SIGLES ET ABREVIATIONS .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PRESENTATION DES PLANS DE SUIVI ET DES PROTOCOLES DE MESURE .....</b>	<b>2</b>
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
<b>2. PRESENTATION DES RESULTATS.....</b>	<b>12</b>
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.....	13
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
<b>3. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION.....</b>	<b>25</b>
3.1. Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines .....	25

3.2.	Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines .....	25
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.	<b>BILAN DES NON-CONFORMITES .....</b>	<b>26</b>
<b>CONCLUSION .....</b>		<b>27</b>

## 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 .....	5
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

<b>ANNEXE I : Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest .....</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXE II : Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Piézomètres des groupes A, B, C et D .....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE III : Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113 .....</b>	<b>38</b>

<b>ANNEXE IV : Suivi des mesures en continu : WKBH102, WKBH110, WKBH113 .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXE V : Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine .....</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXE VI : Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'UPM.....</b>	<b>45</b>
<b>ANNEXE VII : Résultats du suivi des eaux souterraines de l'UPM .....</b>	<b>47</b>

## 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 Minéral

### Organismes

CDE	Calédonienne des Eaux
-----	-----------------------

### Paramètres

Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
CaCO <sub>3</sub>	Carbonates de Calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone Organique Total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO <sub>5</sub>	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
Fel	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
<b>Autre</b>	
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

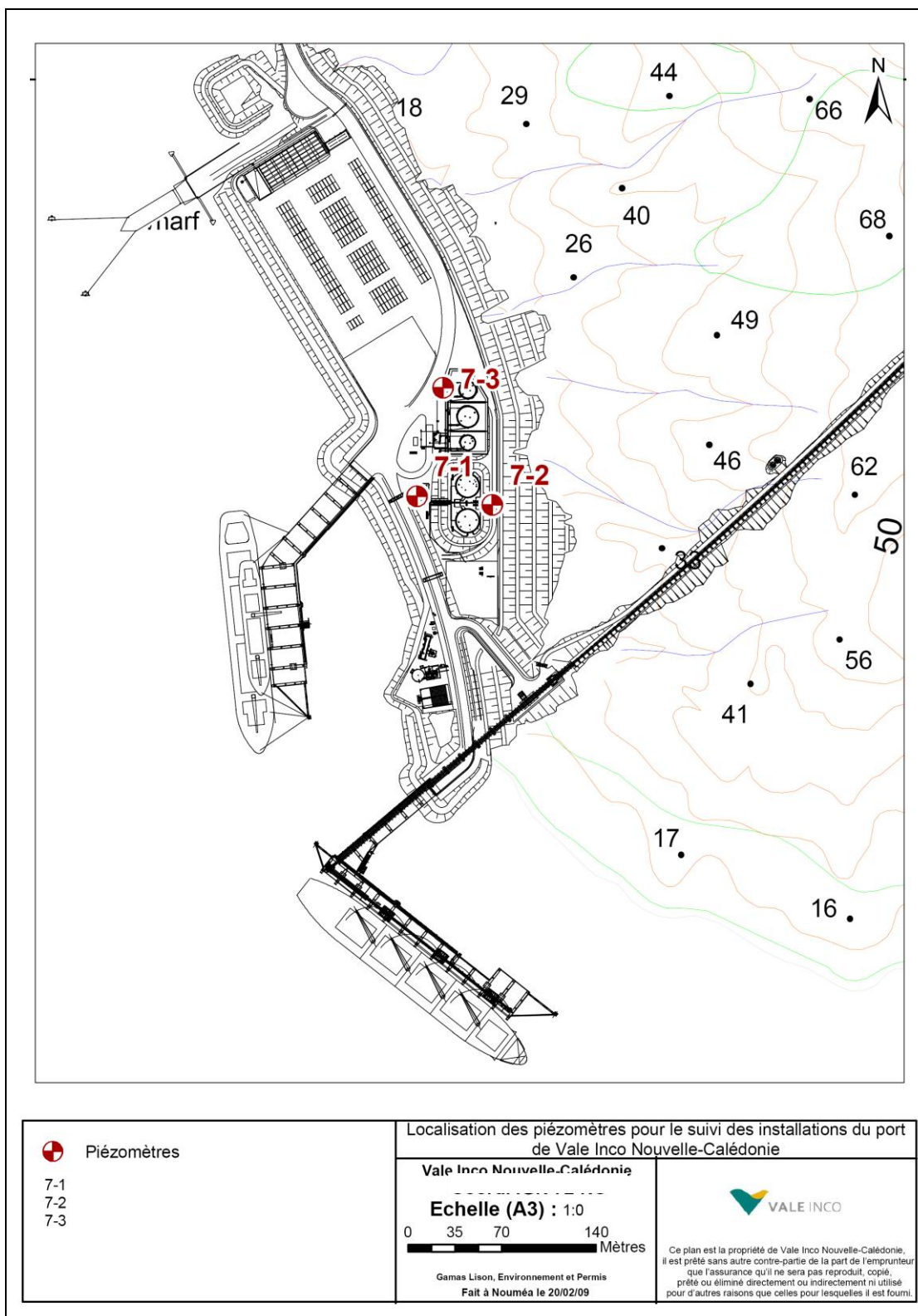
Le piézomètre nommé 7-1 a été placé à proximité de la rétention de fioul lourd et en aval hydraulique du piézomètre 7-2.

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



### 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

<b>6-5</b>	CBN	Aval du stockage d'acide sulfurique	Arrêté n°1467-2008/PS	494252	207902
<b>6-6</b>	CBN	Aval du stockage de gazole	Arrêté n°1467-2008/PS	494162	207810
<b>6-7</b>	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
<b>6-7a</b>	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
<b>6-8</b>	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
<b>6-8a</b>	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
<b>6-13</b>	CBN	Aval bassin eau de procédé	Arrêté n°1467-2008/PS	494456	207581
<b>6-14</b>	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355
<b>6-14a</b>	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	50	TIT11	Titration de l'alcalinité (TA et TAC)	
Interne	TA as CaCO3	mg/L	50	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		
Externe	Mercure	µg/L	0.1			NF EN ISO 17294-2

## 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 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 cours du premier semestre 2012, quatre campagnes de suivi ont été effectuées. 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		Premier semestre 2012				Bilan premier semestre 2012	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	3	3			6	6
Trimestrielle	Conductivité	3	3			6	6
Trimestrielle	DCO	3	3			6	6
Trimestrielle	HT	3	3			6	6
Nombre total d'analyses réalisées						24	
% analyses réalisées						100	

## 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. La seconde est programmée en novembre.

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

- **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.
- **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.
- **Nitrites et Fluorure**: l'analyse des nitrites et fluorures n'a pas été réalisé en 2012. Ces analyses seront intégrées dans le suivi semestriel de la Kwé Ouest à partir de juillet 2012.

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	%	
pH	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
cond	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Al	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
As	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Ca	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Cl	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Co	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Cr	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Cu	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Fe	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
HCO3-	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
K	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Mg	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Na	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Ni	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
NO2	10	0	0		14	0	0		13	10	77		4	0	0	
NO3	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Pb	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
PO4	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
SiO2	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
SO4	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Zn	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
Mn	10	10	100		14	11	79		13	10	77		4	4	100	
F	10	0	0		14	0	0		13	0	0		4	0	0	
MES	10	0	0		14	0	0		13	0	0		4	0	0	
% d'analyses réalisées (hors MES)			92		% d'analyses réalisées (hors MES)			72	% d'analyses réalisées (hors MES)			74	% d'analyses réalisées (hors MES)			92

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 réalisé en raison d'une panne survenue sur notre équipement de pompe en mars.

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

WKBH113, WKBH102, WKBH110		Premier semestre 2012												Bilan suivi Premier semestre 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												13140	12920
Mensuelle	Sulfates	3	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	18	14
Mensuelle	Magnésium	3	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	18	14
Mensuelle	Calcium	3	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	18	14
Mensuelle	Manganèse	3	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	3	18	14
% de mesures continues de cond réalisées														98.3	
Nombre total d'analyses réalisées														56	
% analyses réalisées														77.6	

### 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		Premier semestre 2012				Bilan suivi Premier semestre 2012	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisés
Trimestrielle	pH	4	4			8	8
Trimestrielle	Conductivité	4	4			8	8
Trimestrielle	DCO	4	4			8	8
Trimestrielle	Sulfates	4	4			8	8
Trimestrielle	Chrome VI	4	4			8	8
Trimestrielle	Calcium	4	4			8	8
Trimestrielle	Potassium	4	4			8	8
Trimestrielle	Sodium	4	4			8	8
Trimestrielle	TA	4	4			8	8
Trimestrielle	TAC	4	4			8	8
Trimestrielle	Chlorures	4	4			8	8
Trimestrielle	HT	4	4			8	8
Nombre total d'analyses réalisées						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		Premier semestre 2012				Bilan suivi Premier semestre 2012	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Octobre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	15	15			32	30
Trimestrielle	Conductivité	15	15			32	30
Trimestrielle	DCO	15	15			32	30
Trimestrielle	Sulfates	15	15			32	30
Trimestrielle	Chrome VI	15	15			32	30
Trimestrielle	Calcium	15	15			32	30
Trimestrielle	Potassium	15	15			32	30
Trimestrielle	Sodium	15	15			32	30
Trimestrielle	TA	15	15			32	30
Trimestrielle	TAC	15	15			32	30
Trimestrielle	Chlorures	15	15			32	30
Trimestrielle	HT	15	15			32	30
Nombre total d'analyses réalisées						360	
% analyses réalisées						93.7	

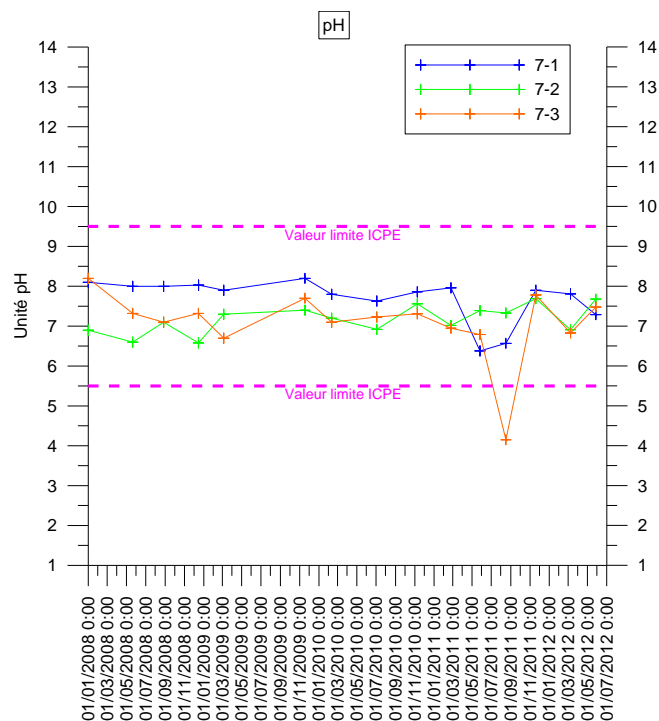
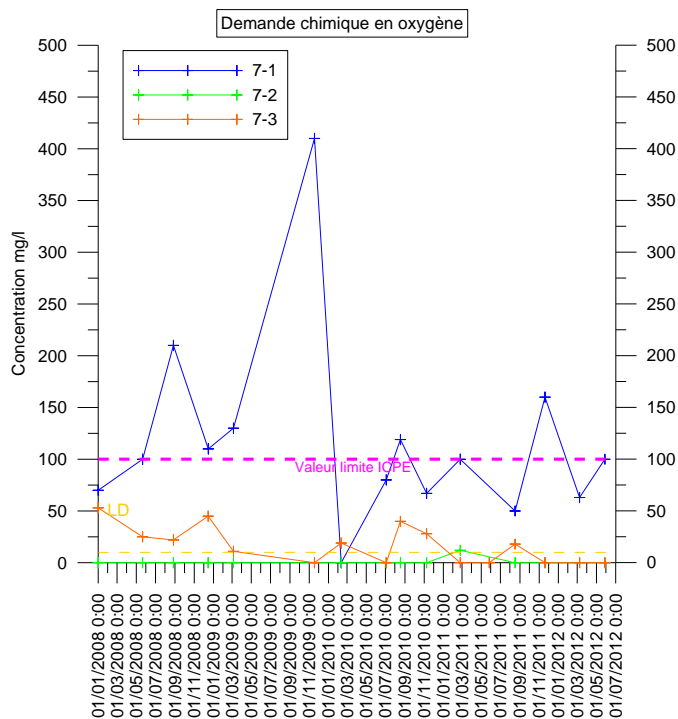
Les conditions particulières de sécurité dans la zone 245 (aval du bassin d'eau du procédé) ne permettent pas l'échantillonnage au niveau du piézomètre 6-13.

## 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 ce premier semestre 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**

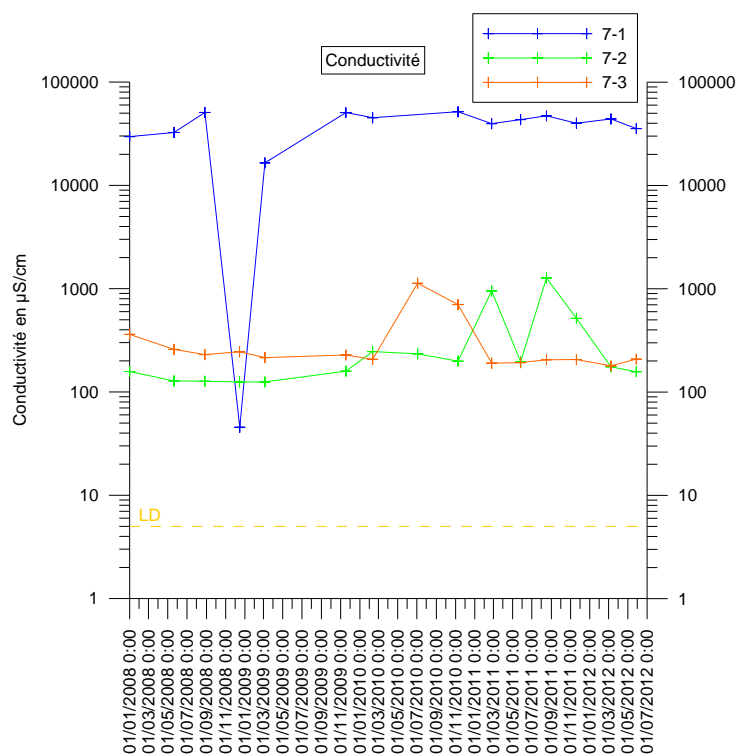
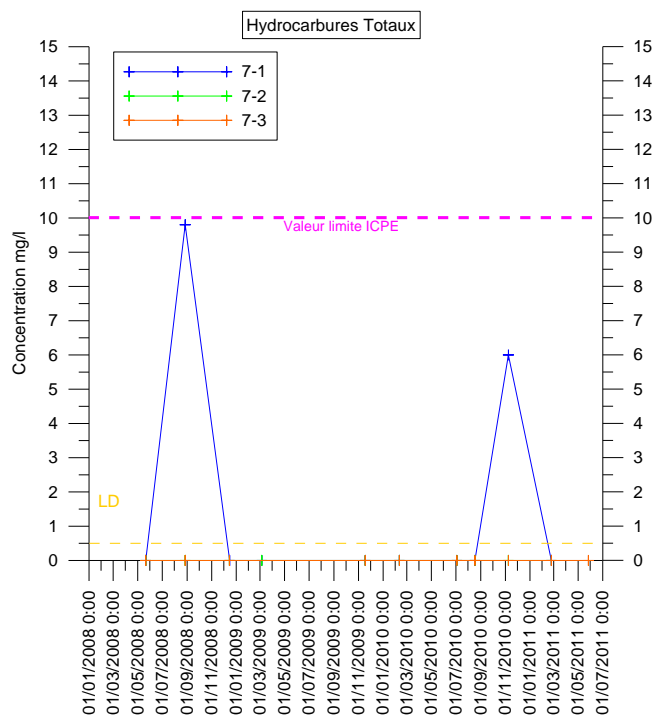


Figure 8 : Résultats du suivi du Port par graphiques – HT



### 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 du premier semestre 2012. L'annexe II présente les résultats sous forme graphique.

#### Groupe A :

- **pH** : compris entre 4.5 et 10.2. Comme les années précédentes, les valeurs hautes en pH sont mesurées au piézomètre WK6-13 et les faibles pH sont observés au piézomètre WK6-11A.
- **Conductivité** : comprise entre 64.8 et 182  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . On constate une légère tendance à l'augmentation de la conductivité sur WKBH102 et WKBH103.
- **Sodium** : les concentrations sont toujours plus importantes et variables au niveau de WK6-13. On note une légère tendance à l'augmentation depuis novembre 2011 des concentrations au piézomètre WK6-13.
- **Chlorures** : les concentrations sont toujours plus élevées au piézomètre WKBH102A.
- **Sulfates** : la tendance à l'augmentation observée depuis décembre 2010 est confirmée en 2012 à la station WK6-12 mais les concentrations restent faibles. Les résultats de la station WKBH102, dont le suivi est réalisé à fréquence mensuelle, montrent toujours des fluctuations importantes, sans tendance nette. Les résultats obtenus depuis 2008 au piézomètre WKBH103 démontrent globalement une tendance à l'augmentation.
- **Nitrates** : on note une stabilisation des concentrations en nitrates depuis juillet 2011.
- **Chrome** : on note une légère tendance à l'augmentation au piézomètre WK6-9A mais les concentrations restent faibles.
- **Manganèse** : on note une légère tendance à l'augmentation au piézomètre WK6-12 mais les concentrations restent faibles.

#### Groupe B :

- **pH** : compris entre 5.9 et 8.1
- **Conductivité** : entre 73.2 et 167  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- **Chrome** : au cours de ce premier semestre, les résultats sont du même ordre qu'en 2011.
- **Sulfates** : au piézomètre WK6-10A, la concentration mesurée en mai démontre que la forte valeur mesurée fin 2011 est un pic isolé. Les concentrations pour les autres stations sont stables depuis juillet 2011.
- **Magnésium** : on observe un pic en magnésium à la station WK6-10A à la fin du mois de décembre 2011.
- **Chrome** : les résultats pour ce groupe révèlent des concentrations stables et faibles.
- **Manganèse** : Le manganèse est seulement détecté au piézomètre WK6-10A. La tendance à l'augmentation à cette station observée en 2011 n'est pas confirmée avec le résultat du contrôle de mai 2012.

#### Groupe C :

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

#### Groupe D :

- **pH** : compris entre 7.1 et 9.8.
- **Conductivité** : comprise entre 119 et 189  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- **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.

#### WKBH102

Comme pour les suivis précédents, les concentrations en magnésium, sulfates, chlorures, nitrates ainsi que la conductivité sont plus élevées sur WKBH102 que sur WKBH110 et WKBH113. A l'inverse, les valeurs de pH sur WKBH102 sont en générale inférieures. Les résultats en **conductivité** sont légèrement plus élevés qu'en 2011. Les résultats en **pH** montrent une stabilité des résultats depuis juillet 2011.

Les analyses en **sulfates** du premier semestre 2012 montrent toujours des variations. Le maximum mesuré est inférieur à 2011, soit 24.3 mg/l.

Depuis avril 2011, le **manganèse** n'est pas détecté.

#### WKBH110

Les résultats de pH et conductivité sont comparables aux années précédentes.

Les résultats en **sulfates** démontrent une stabilité des concentrations depuis avril 2011.

Le **manganèse** n'est pas détecté depuis avril 2011 sur cette station.

#### WKBH113

Les concentrations au niveau de ce piézomètre sont relativement stables en 2011 et conformes aux années précédentes.

Une tendance à la diminution des concentrations en **chrome** est amorcée depuis novembre 2010.

#### 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.

Les enregistrements sont représentés en annexe IV.

D'après le tableau 14 ci-dessous, les résultats enregistrés aux piézomètres WKBH110 sont comparables aux mesures réalisées en laboratoire. Pour les piézomètres WKBH102 et WKBH113, les différents problèmes d'enregistrement des sondes sont à l'origine des écarts entre les moyennes de conductivité laboratoire et in-situ.

**Tableau 14 : 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	179.4	140.5
WKBH110	128.7	120.6
WKBH113	94.6	111.5

Comme observé depuis 2011, les valeurs de conductivité des ouvrages WKBH102 et WKBH110 sont stables sur la période d'observation. On note un décalage entre les mesures du laboratoire et in situ. 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.

### 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** : une forte valeur de conductivité soit 552 µS/cm est enregistrée le 27 mai au niveau de la station 6-14A. Les valeurs de conductivité relevées au niveau des autres stations montrent une stabilité dans les résultats.
- **Calcium** : les concentrations restent variables pour ce semestre au piézomètre 6-3A. Au piézomètre 6-14A, la dernière mesure démontre une valeur élevée, deux fois supérieure à la normale.
- **Chlorures** : Une stabilisation des concentrations en chlorures est observée depuis janvier 2011 dans les eaux souterraines des horizons latéritiques. On note toutefois des concentrations plus élevées en chlorures au piézomètre 6-14A que sur les autres stations.
- **Sulfates** : un pic de concentration à 171 mg/l est mesuré à 6-14A lors du dernier contrôle au mois de mai. Les teneurs en sulfates sont stables sur la période au niveau des autres stations.
- **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. Une augmentation pour ces deux paramètres est constatée à la fin du mois de mai.
- **Calcium** : les résultats de ce premier semestre montrent une tendance à l'augmentation des concentrations en calcium au piézomètre 6-14A.

## Piézomètres longs

**pH et conductivité** : les valeurs en pH et conductivité pour ce premier semestre 2012 restent conformes aux valeurs des années précédentes pour la majorité des piézomètres longs. On note toutefois une diminution ponctuelle du pH en avril aux piézomètres 6-13, 6-4, 6-14.

- **Chlorures et sulfates** : comme les années précédentes, les concentrations pour ces deux éléments sont plus élevées au piézomètre 6-8. La tendance à l'augmentation amorcée fin 2011 sera à confirmer lors du bilan annuel. On note un pic de concentration en sulfates soit 15 mg/l en mai 2012 à la station 6-14. La tendance à l'augmentation sera aussi à confirmer au cours des prochains suivis pour cette station.
- **Sodium** : on constate une légère tendance à l'augmentation dans les eaux souterraines au niveau du piézomètre 6-8.
- **Hydrocarbures** : aucune trace d'hydrocarbures n'est détectée dans les eaux souterraines des horizons saprolitiques.
- **Chrome** : 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 sans tendance particulière.

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

Piézomètres			Piezo court: 6-1A, 6-2A, 6-3A, 3-7A, 6-8A, 6-14A							
Paramètres	Unité	LD	Total Analyses	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	11	0	100	5.952	4.3	6.78	0.749	6.1
cond	µS/cm	-	11	0	100	171.936	79.6	502.00	12.156	115.0
Ca	mg/l	0.1	12	6	50	2.167	<LD	9.00	2.791	1.5
Cl	mg/l		11	0	100	17.200	13.1	34.10	6.065	14.7
Cr	mg/l	0.01	12	2	83	0.042	<LD	0.14	0.050	0.0
CrVI	mg/l	0.01	12	2	83	0.040	<LD	0.13	0.046	0.0
Cu	mg/l	0.03	12	12	0					
DCO	mg/l	10	12	9	25	3.417	<LD	16.00	6.244	0.0
HT	mg/kg	0.5	12	12	0					
K	mg/l	0.3	12	0	100	0.467	0.2	1.00	0.293	0.4
Na	mg/l	0.5	12	0	100	8.833	7.0	11.00	1.403	8.5
SO4	mg/l	0.2	12	0	100	25.058	1.8	171.00	48.955	3.5
TA as CaCO3	mg/l	25	12	12	0					
TAC as CaCO3	mg/l	25	12	0	100	30.500	16.0	54.00	13.467	28.0
Zn	mg/l	0.1	12	12	0					

Piézomètres			Piezo long: 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8, 6-13, 6-14							
Paramètres	Unité	LD	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	17	0	100	7.248	5.3	9.35	0.966	7.4
cond	µS/cm	-	18	0	100	178.233	94.0	261.00	56.471	187.5
Ca	mg/l	0.1	18	7	61	0.889	<LD	3.00	0.900	1.0
Cl	mg/l		18	0	100	14.533	8.4	24.40	4.032	13.0
Cr	mg/l	0.01	18	11	39	0.018	0.0	0.12	0.037	0.0
CrVI	mg/l	0.01	18	11	39	0.019	<LD	0.13	0.039	0.0
Cu	mg/l	0.03	18	18	0					
DCO	mg/l	10	18	15	17	2.111	<LD	17.00	5.028	0.0
HT	mg/kg	0.5	18	18	0					
K	mg/l	0.3	18	0	100	0.294	0.2	0.50	0.111	0.3
Na	mg/l	0.5	18	0	100	8.833	6.0	14.00	2.149	8.0
SO4	mg/l	0.2	18	0	100	4.928	0.8	21.80	6.348	2.6
TA as CaCO3	mg/l	25	18	14	22	1.444	<LD	8.00	2.874	0.0
TAC as CaCO3	mg/l	25	18	0	100	65.167	21.0	112.00	28.197	73.0
Zn	mg/l	0.1	18	17	6		<LD	0.30		

### 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 du premier semestre 2011.

- **pH et conductivité** : les mesures de pH et conductivité sont stables depuis 2010 aux piézomètres 4-z2, 4-z4, 4-z5. Les valeurs obtenues en 2012 à la station 4-z1 montrent une diminution des valeurs de pH et une stabilisation de la conductivité.
- **Chlorures** : Les concentrations en chlorure restent stables pour l'ensemble des piézomètres. Les résultats à la station 4-z1 révèlent une légère tendance à l'augmentation qui sera à confirmer au bilan annuel
- **TAC** : les résultats de ce premier semestre confirment la tendance à la baisse des valeurs TAC au piézomètre 4-z1 depuis 2008.
- **Hydrocarbures** : aucune trace d'hydrocarbures n'est détectée dans les eaux souterraines sur le site de l'UPM.
- **Chrome VI** : le chrome est seulement détecté au piézomètre 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 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. 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

Comme les années précédentes, on note globalement une stabilité des concentrations dans les eaux souterraines de la Kwé Ouest. Les concentrations en sulfates, sodium, chlorures et nitrates diminuent en s'éloignant de la berme.

Les moyennes des concentrations en **sulfates** observées dans chaque groupe en 2012 sont en baisse par rapport à 2011. Comme en 2011, le maximum de 24.3 mg/l est mesuré à la station WKBH102, situé dans la zone d'alerte au pied de la berme. Cette valeur est largement inférieure au seuil mentionné dans la norme de potabilité des eaux, soit 150 mg/l.

Le **manganèse** est faiblement détecté dans moins de 50% des piézomètres de chaque groupe. Ces concentrations restent faibles et 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, WKBH10 est de 134.2 µS/cm. Ces eaux de forages sont de type bicarbonatée magnésienne à tendance sulfatée. 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 périodite : 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

Les résultats du dernier contrôle à la fin du mois de mai montrent 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<sup>er</sup> mai 2012 où une fuite d'environ 2 à 5m<sup>3</sup> d'eau de procédé à l'extérieur du bassin 470 avait été observée.

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

En 2012, les hydrocarbures ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'usine.

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

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

Les concentrations plus élevées en sulfates sont enregistrées au piézomètre 4-z5, situé en aval de l'aire de lavage des véhicules lourds, mais celles-ci restent inférieures au seuil limite de potabilité des eaux, de 150 mg/L et montrent une légère tendance à la baisse.

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

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 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 effectué sur l'usine a révélé des concentrations élevées en sulfates, chrome et conductivité des horizons latéritiques et saprolitique dans une moindre mesure au niveau du piézomètre 6-14A lors du dernier contrôle effectué à la fin du mois de mai. Une vigilance sera apportée lors du prochain suivi afin de suivre l'évolution de la qualité physico-chimique au niveau de ce piézomètre. Cependant, aucune non-conformité n'est à relever.

Globalement aucune non-conformité et aucune tendance préoccupante n'est à reporter pour le suivi des eaux souterraines au cours de ce premier semestre 2012.

## **ANNEXE I**

### **Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest**

Groupe A			2010								2011								Premier semestre 2012							
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 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	15	0	100	7.16	4.5	10.26	1.60	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	15	0	100	130.96	64.8	182	45.36	135.0
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	15	13	13	0.03	<LD	0.4	0.10	0.0
As	mg/l	0.05	22	22	0						16	16	0						15	15	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	15	10	33	0.53	<LD	2	0.83	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	15	0	100	13.01	8.2	19.4	3.12	12.8
Co	mg/l	0.03	22	22	0						28	28	0						15	15	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	15	6	60	0.02	0	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	15	14	7		<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	15	14	7		0	0.1		
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								
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	15	0	100	10.13	0.5	17.6	6.49	11.8
Mn	mg/l	0.01	22	17	23	0.006	<LD	0.04	0.01	0	28	20	29	0.01	<LD	0.05	0.01	0.0	15	13	13	0.01	<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	15	0	100	7.27	4	18	3.86	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	15	5	67	0.03	<LD	0.11	0.04	0.0
NO2	mg/l	0.01	10	10	0														4	4	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	15	2	87	3.08	<LD	5.7	2.22	3.6
Pb	mg/l	0.1	22	22	0						28	28	0						15	15	0					
PO4	mg/l	0.2	22	22	0						28	28	0						14	14	0					
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	15	6	60	2.93	<LD	8	2.96	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	15	3	80	5.00	<LD	8	2.98	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	15	3	80	10.45	<LD	16.6	6.23	14.4
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	15	0	100	10.27	0.7	24.3	9.10	7.2
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	15	13	13	1.67	<LD	13	4.40	0.0
Zn	mg/l	0.1	22	22	0						28	27	4	0.00	<LD	0.1	0.02	0.0	15	15	0					

Groupe B			2010								2011								Premier semestre 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	14	0	100	7.31	5.94	8.14	0.63	7.5
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	14	0	100	128.59	73.2	167	20.83	128.0
Al	mg/l	0.1	30	30							30	30	0						14	14	0					
As	mg/l	0.05	30	30							18	18	0						14	14	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	14	12	14	0.50	<LD	5	1.40	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	14	0	100	10.67	7.4	13.7	1.59	10.7
Co	mg/l	0.03	30	30							30	29	3		<LD	0.01			14	14	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	14	0	100	0.02	0.01	0.06	0.01	0.0
Cu	mg/l	0.03	30	30							30	30	0						14	14	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	14	14	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								
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	14	0	100	11.54	4.4	15.7	2.63	12.0
Mn	mg/l	0.01	30	29	3		<LD	0.01			30	27	10	0.01	<LD	0.11	0.02	0.0	14	13	7		<LD	0.02		
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	14	0	100	5.93	5	6	0.27	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	14	4	71	0.01	<LD	0.03	0.01	0.0
NO2	mg/l	0.01	12	12															5	5	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	14	1	93	1.63	<LD	3.2	1.02	1.9
Pb	mg/l	0.1	30	29	3		<LD	0.01			30	30	0						14	14	0					
PO4	mg/l	0.2	30	30							35	34	3	0.07	<LD	2.4	0.41	0.0	14	14	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	14	8	43	0.79	<LD	3	1.05	0.0
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	14	0	100	7.00	2	11	2.22	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	14	0	100	15.03	3.4	22.8	4.63	15.7
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	14	0	100	3.47	1.3	7.8	1.75	2.7
TA as CaCO3	mg/l	25	30	27	10	0.77	<LD	12	2.70	0	30	29	3		<LD	12			14	14	0					
Zn	ma/l	0.1	30	29	3		<LD	0.2			30	28	7	0.01	<LD	0.3	0.06	0.0	14	12	14	0.01	<LD	0.1	0.04	0.0

Groupe C			2010								2011								Premier semestre 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	15	0	100	6.75	4.5	7.82	1.01	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	15	0	100	103.59	51.8	179	38.57	98.1
Al	mg/l	0.1	24	23	4		<LD	0.3			30	30	0						15	14	7		<LD	0.4		
As	mg/l	0.05	24	24							17	17	0						15	15	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	15	11	27	0.53	<LD	3	0.99	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	15	0	100	9.70	6.4	11	1.19	9.9
Co	mg/l	0.03	24	23	4		<LD	0.02			30	29	3		<LD	0.01			15	14	7		<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	15	4	73	0.04	<LD	0.1	0.04	0.0
Cu	mg/l	0.03	24	24							30	29	3		<LD	0.04			15	14	7		<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	15	12	20	0.05	<LD	0.5	0.14	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								
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	15	0	100	9.06	1	19.2	5.48	8.3
Mn	mg/l	0.01	24	17	29		<LD	0.1			30	20	33	0.01	<LD	0.05	0.01	0.0	15	10	33	0.01	<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	15	0	100	5.53	5	7	0.74	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	15	2	87	0.05	<LD	0.18	0.05	0.0
NO2	mg/l	0.01	10	10															8	8	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	15	0	100	0.81	0.2	1.8	0.63	0.4
Pb	mg/l	0.1	24	24							30	30	0						15	15	0					
PO4	mg/l	0.2	24	24							31	31	0						15	15	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	15	13	13	0.20	<LD	2	0.56	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	15	3	80	7.20	<LD	17	5.09	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	15	2	87	15.47	<LD	36.6	10.79	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	15	0	100	1.86	0.9	4.9	1.08	1.5
TA as CaCO3	mg/l	25	24	24							27	27	0						15	15	0					
Zn	mg/l	0.1	24	24							30	29	3		<LD	0.2			15	13	13	0.04	<LD	0.4	0.11	0.0



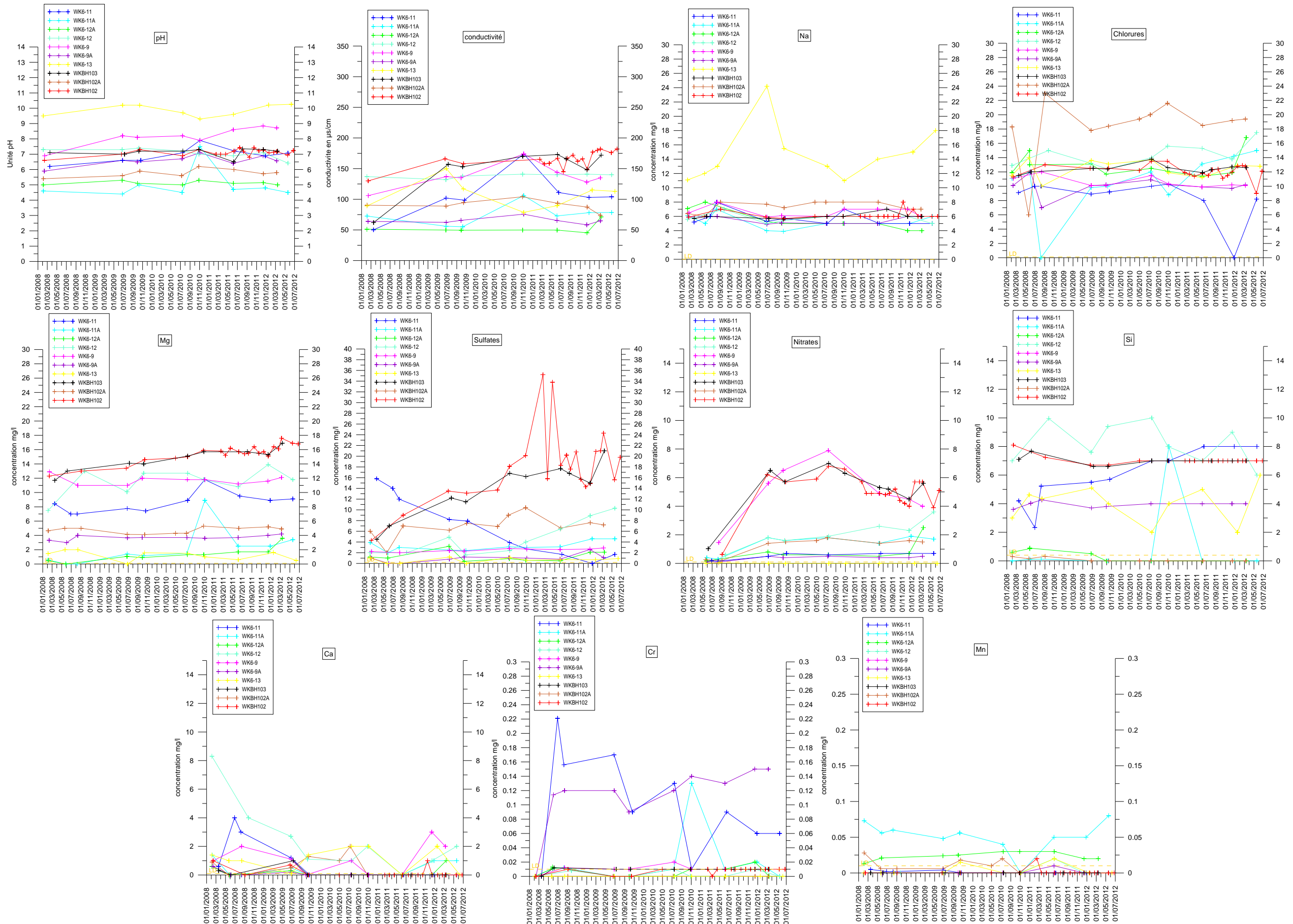
Groupe D			2010								2011								Premier semestre 2012							
Paramètre	Unité	LD	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart- type	Mediane	Total Analys	Nb Analys < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart- type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	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	4	0	100	8.17	7.1	9.83	1.18	7.9
cond	µS/cm	-	3	0	100	155.33	124	206	44.29	136	8	0	100	150.38	121	206	32.16	133.5	4	0	100	147.25	119	189	30.84	140.5
Al	mg/l	0.1	6	6							6	6	0						4	4	0					
As	mg/l	0.05	6	6							5	5	0						4	4	0					
Ca	mg/l	0.1	6	6							6	6	0						4	3	25		<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	4	0	100	10.85	9.9	11.5	0.72	11.0
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	0.0	4	1	75	0.03	<LD	0.06	0.03	0.0
Cu	mg/l	0.03	6	6							6	6	0						4	2	50	0.02	<LD	0.05	0.02	0.0
Fe	mg/l	0.2	6	5	17		<LD	0.1			6	6	0						4	4	0					
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	4	0	100	0.33	0.2	0.5	0.15	0.3
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								
Mn	mg/l	0.01	6	6							6	6	0						4	4	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	4	0	100	6.75	6	7	0.50	7.0
Ni	mg/l	0.01	6	5	17		<LD	0.01			6	4	33	0.01	<LD	0.03	0.01	0.0	4	2	50	0.01	<LD	0.03	0.01	0.0
NO2	mg/l	0.01	3	3															3	3	0					
NO3	mg/l	0.1	6	6							8	6	25	0.29	<LD	1.8	0.64	0.0	4	3	25	0.38	<LD	1.5	0.75	0.0
Pb	mg/l	0.1	6	6							6	6	0						4	4	0					
PO4	mg/l	0.2	6	6							8	8	0						4	4	0					
S	mg/l	1	6	6							6	5	17	0.17	<LD	1	0.41	0.0	4	3	25	0.25	<LD	1	0.50	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	4	1	75	6.00	<LD	8	4.00	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	4	0	100	12.75	1.1	16.8	7.77	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	4	0	100	2.50	2.2	3.3	0.54	2.3
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	4	3	25	4.50	<LD	18	9.00	0.0
Zn	mg/l	0.1	6	6							6	5	17	0.03	<LD	0.2	0.08	0.0	4	2	50	0.10	<LD	0.3	0.14	0.1

## **ANNEXE II**

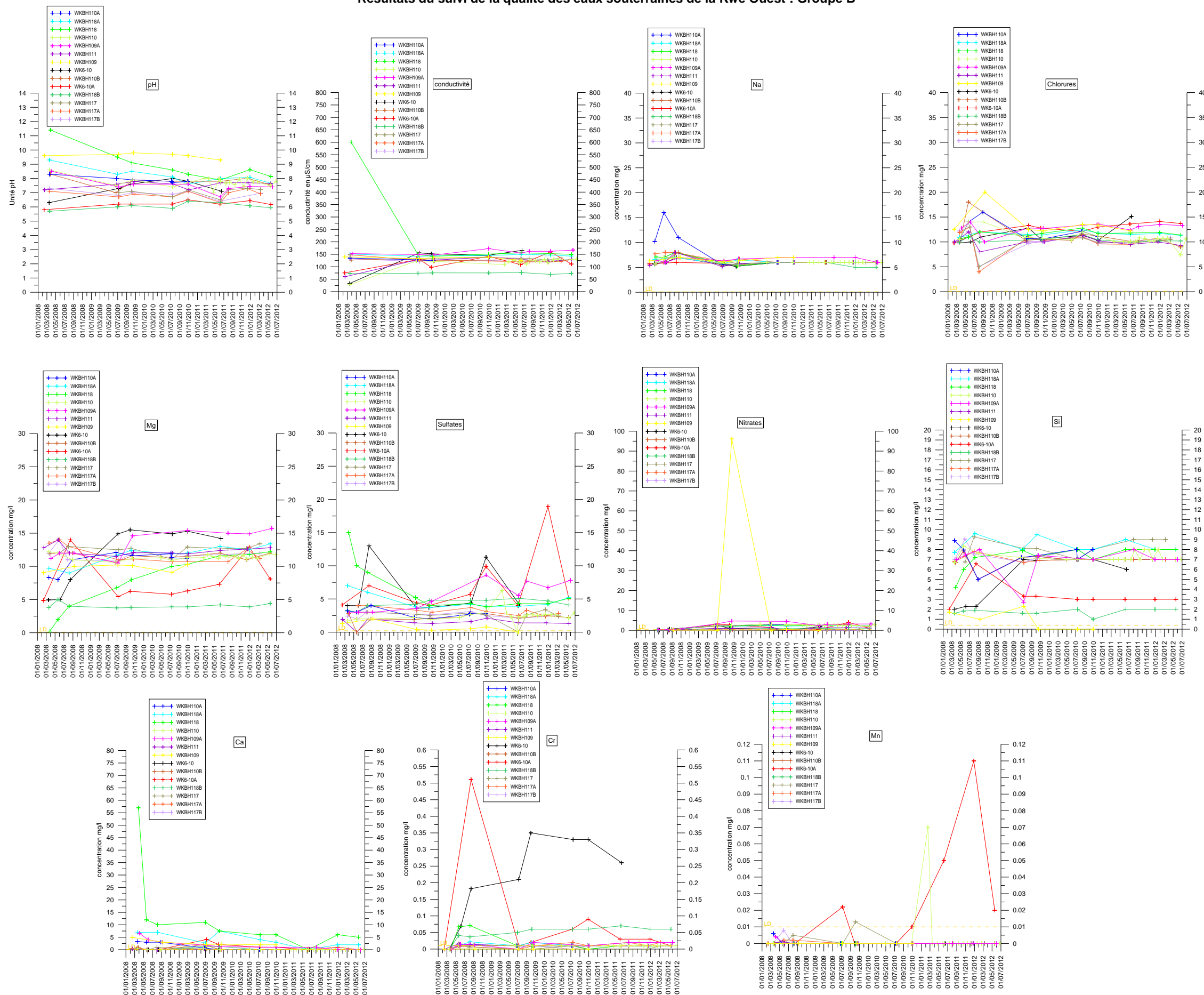
**Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest :**

**Piézomètres des groupes A, B, C et D**

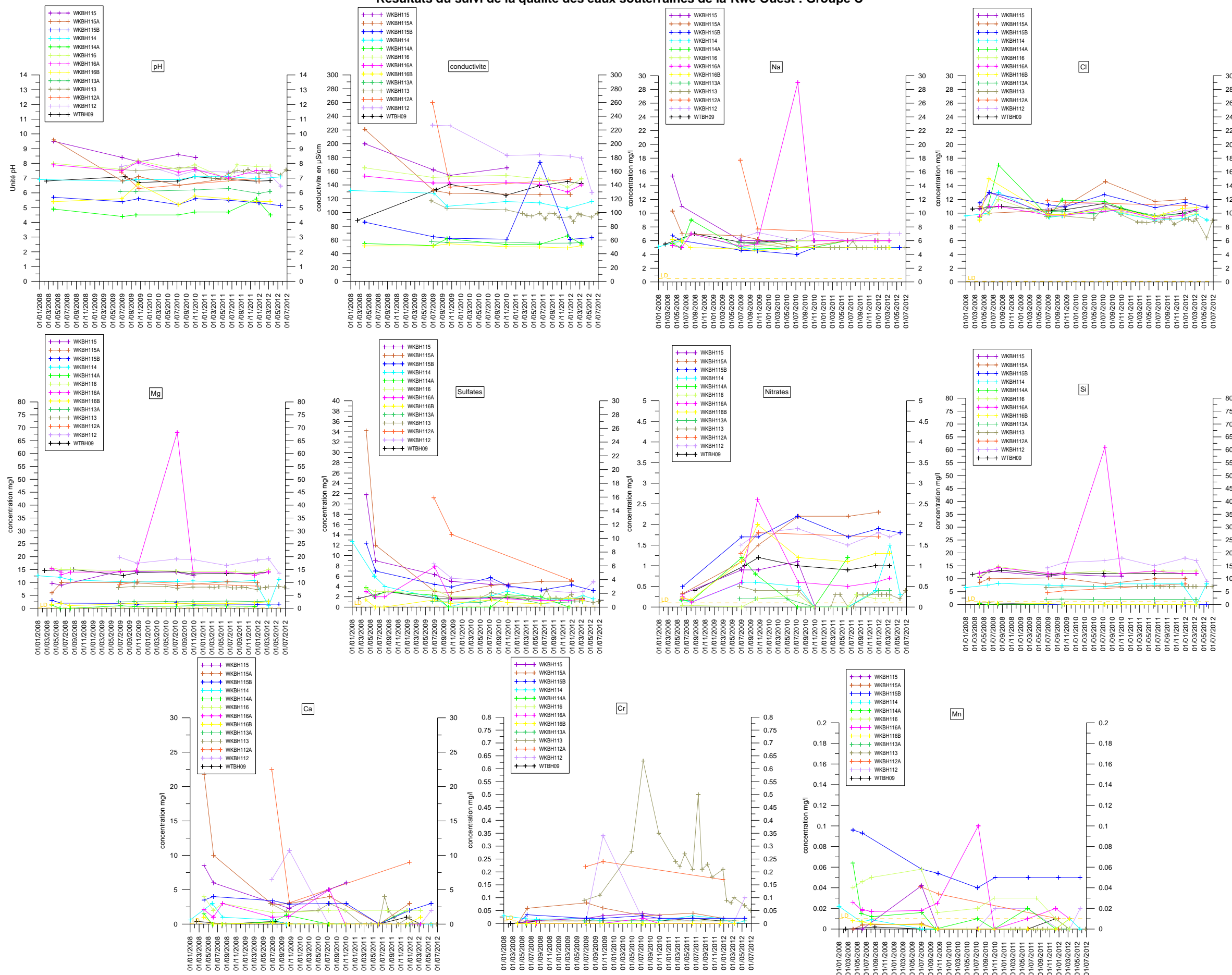
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



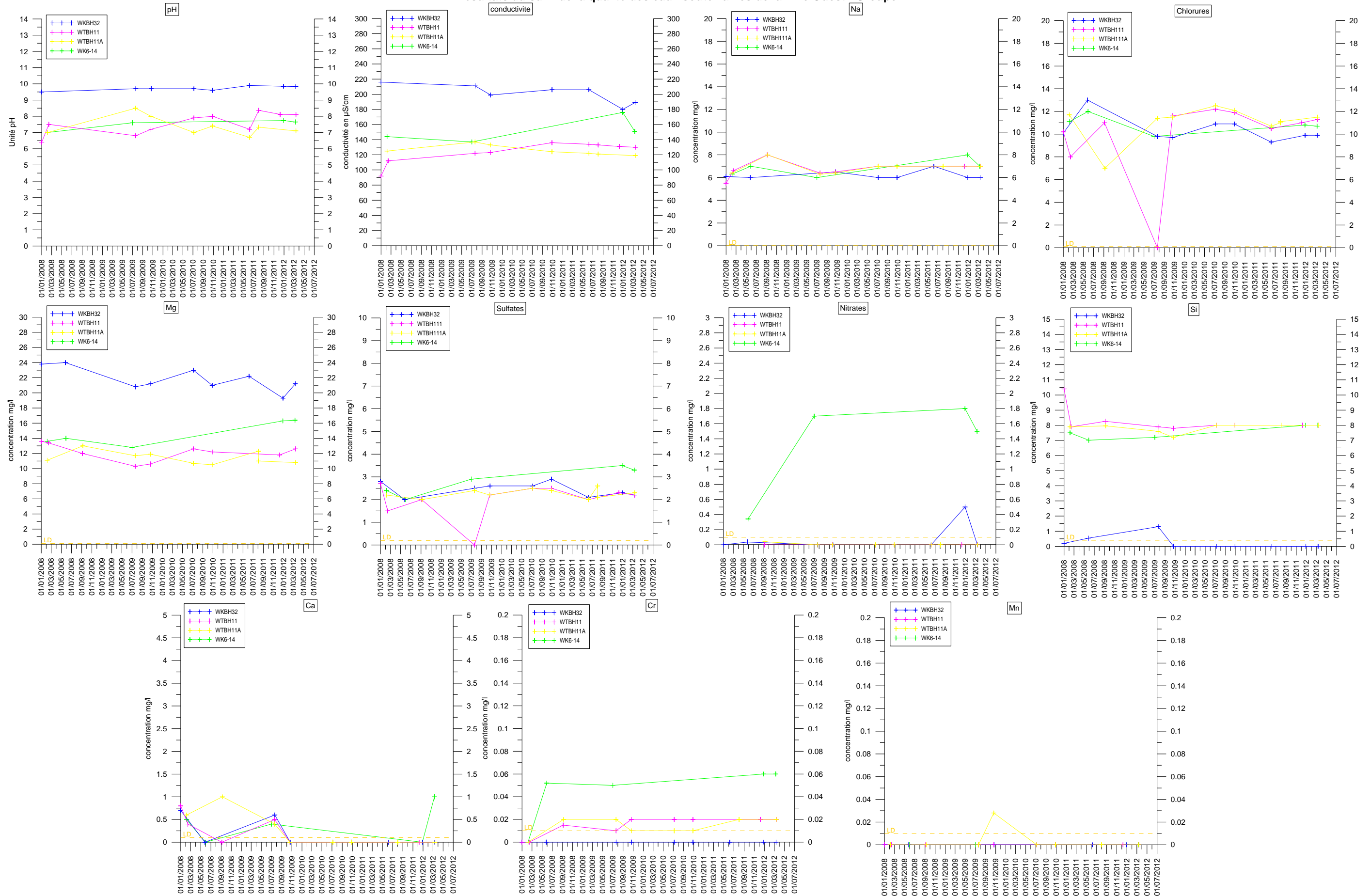
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe B



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



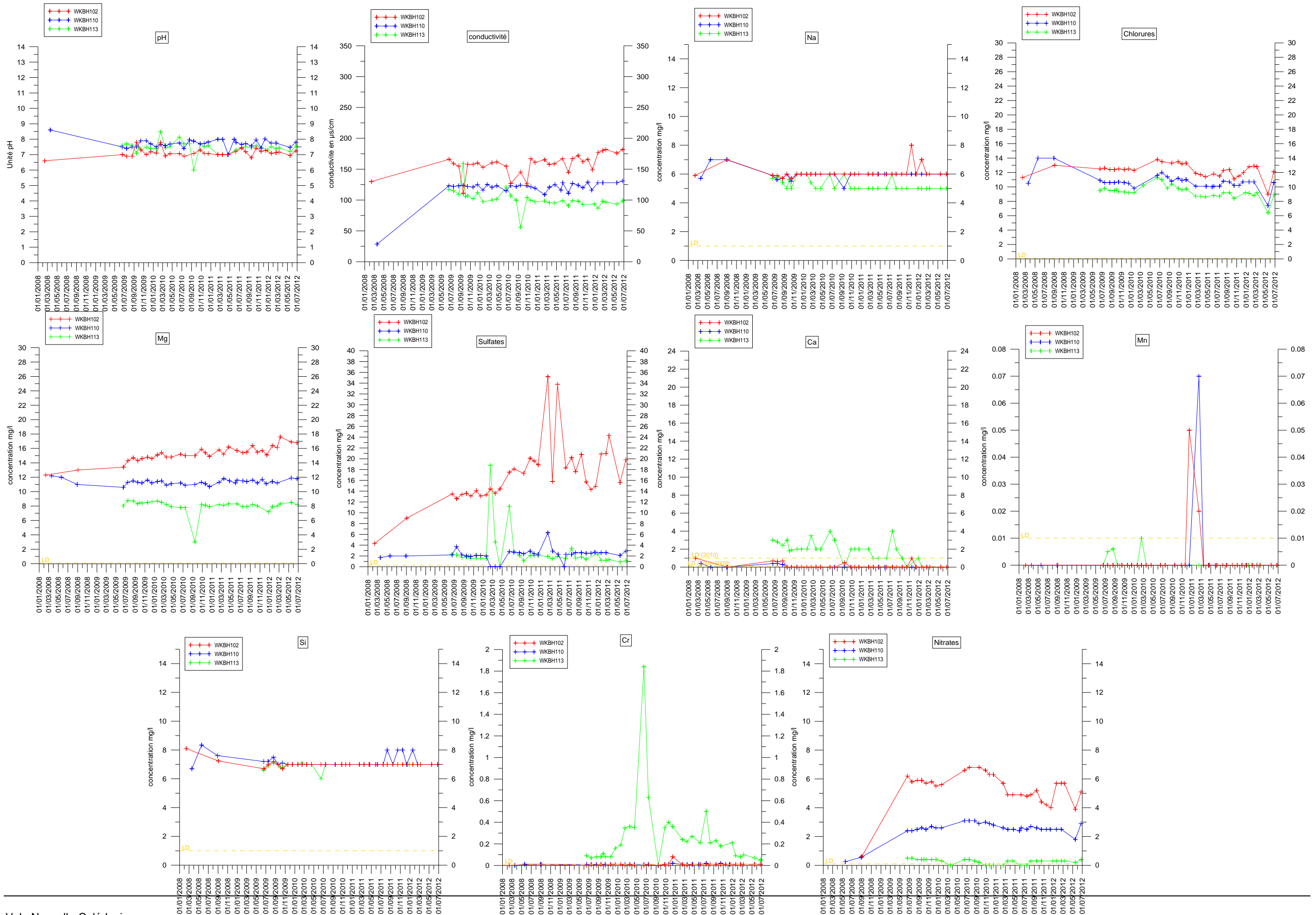
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwe Ouest : Groupe D



## **ANNEXE III**

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

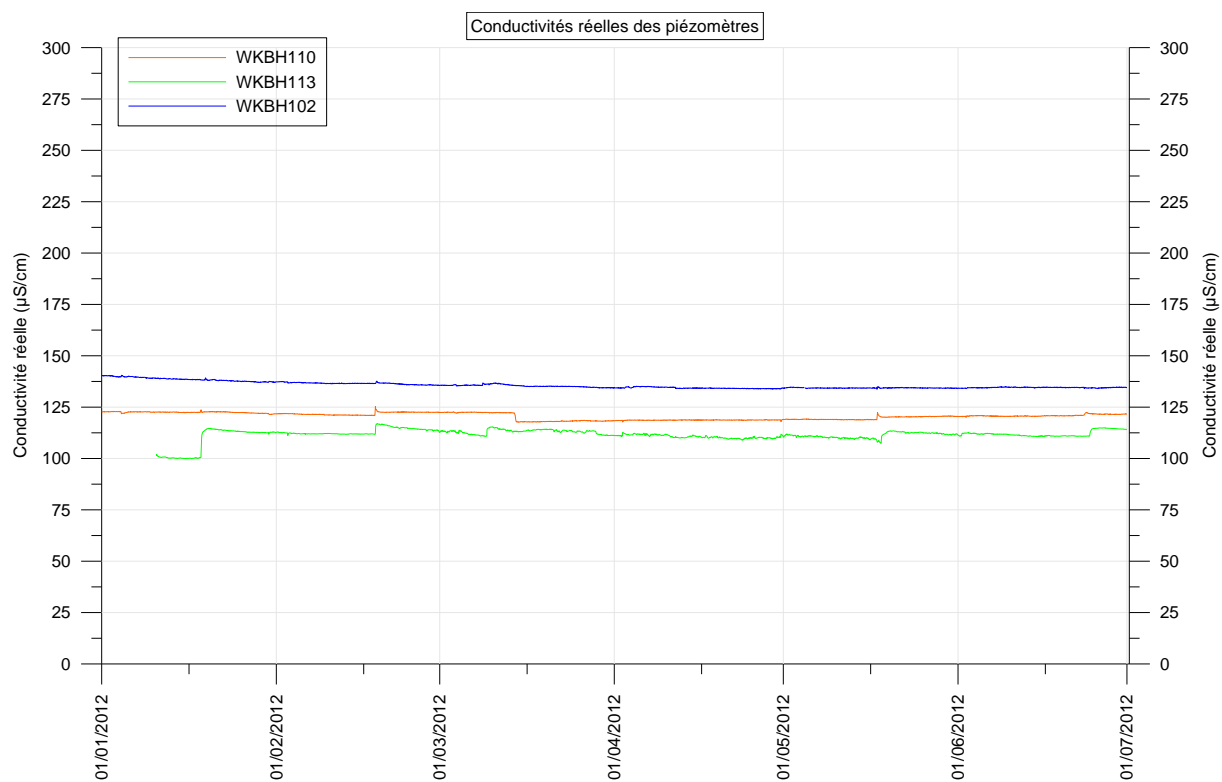
**Piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113**





## **ANNEXE IV**

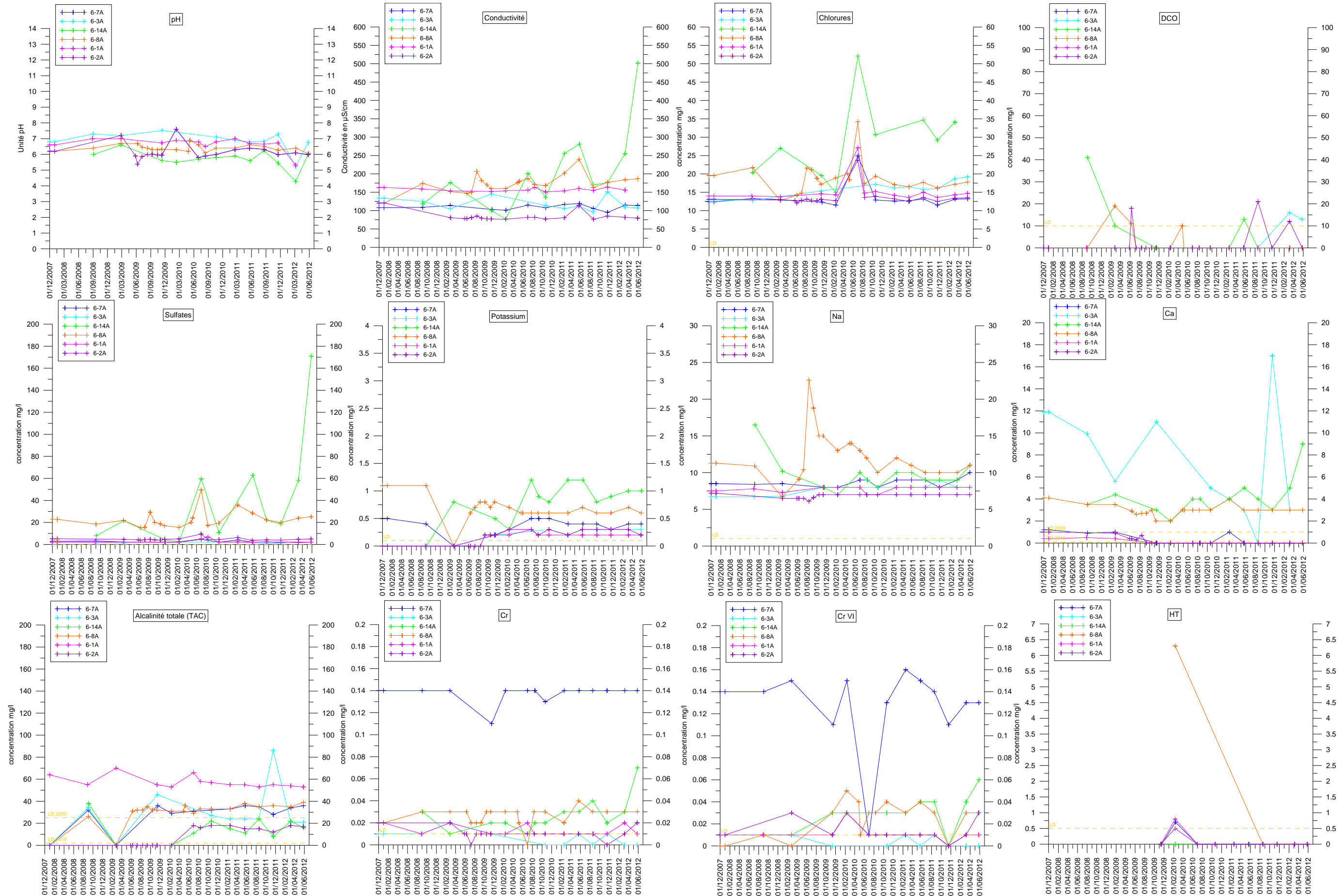
**Suivi des mesures en continu : WKBH102, WKBH110, WKBH113**



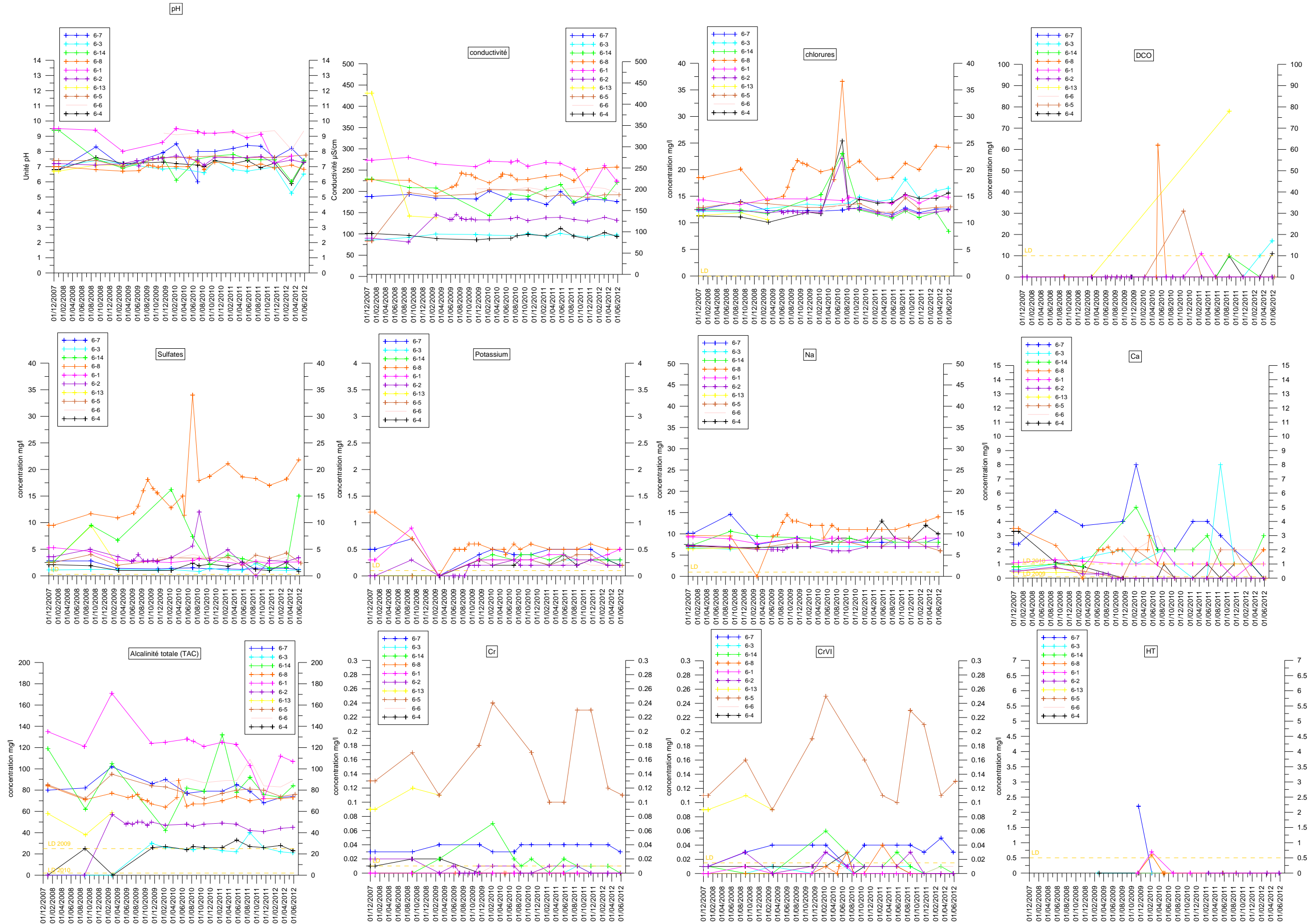
## **ANNEXE V**

### **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

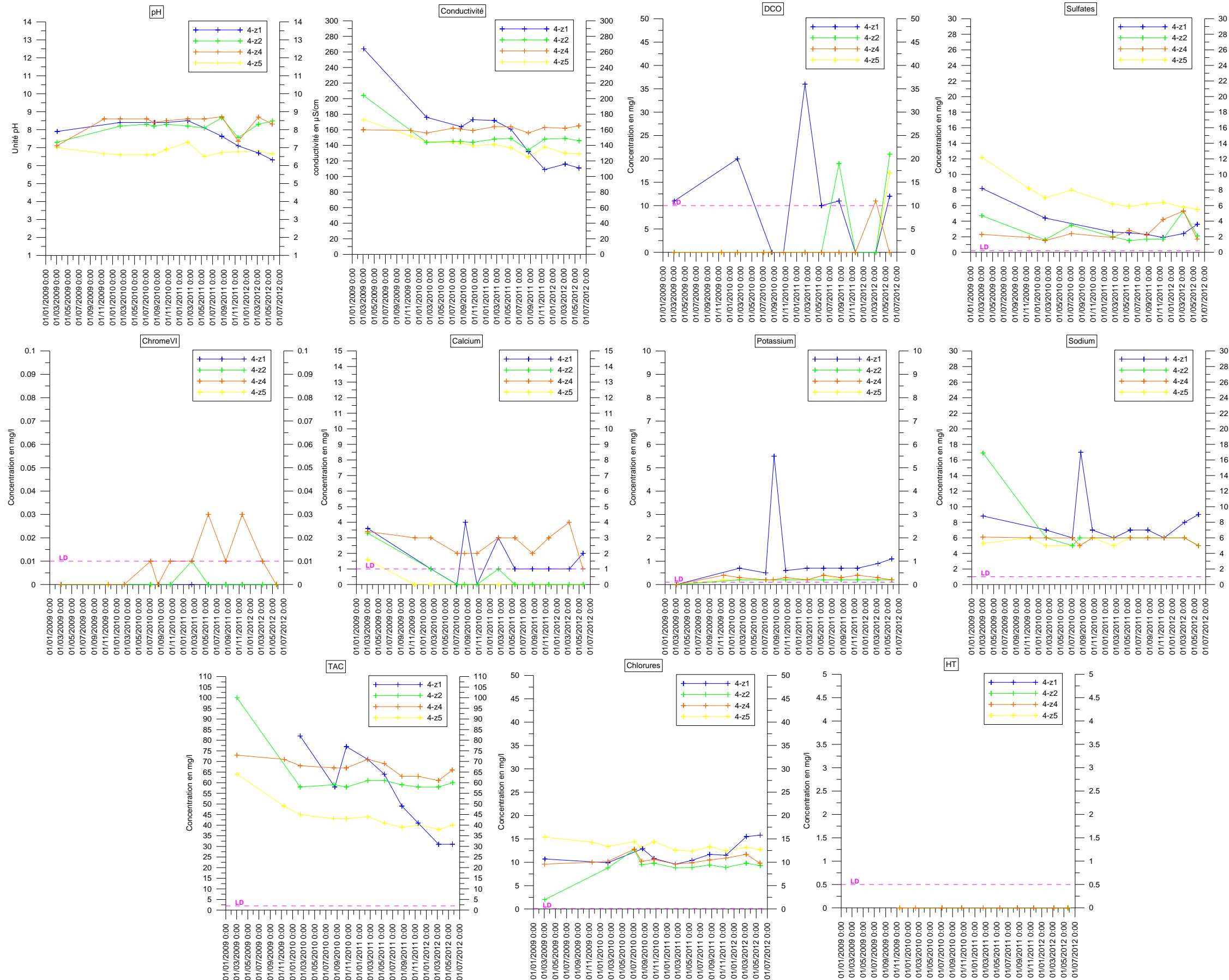


## **ANNEXE VI**

### **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								Premier semestre 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	8	0	100	7.534	6.32	8.70	0.997	7.6
<i>cond</i>	$\mu\text{S/cm}$	-	15	0	100	153.333	140	176	11.830	145	16	0	100	146.313	109.00	172.00	16.879	148.0	8	0	100	138.500	111.00	165.00	20.164	138.0
<i>Ca</i>	<i>mg/l</i>	0.1	16	9	44	0.938	0	4	1.289	0	16	7	56	1.125	<LD	3.00	1.258	1.0	8	4	50	1.000	<LD	4.00	1.414	0.5
<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	8	0	100	12.225	9.30	15.80	2.543	12.2
<i>Cr</i>	<i>mg/l</i>	0.01	16	16	0	0.000	0	0	0.000	0	16	13	19	0.003	<LD	0.02	0.007	0.0	8	7	13		<LD	0.02		
<i>CrVI</i>	<i>mg/l</i>	0.01	15	13	13	0.001	0	0.01	0.004	0	16	11	31	0.006	<LD	0.03	0.010	0.0	8	7	13		<LD	0.01		
<i>DCO</i>	<i>mg/l</i>	10	15	14	7	1.333	0	20	5.164	0	15	11	27	5.067	<LD	36.00	10.327	0.0	8	4	50	7.625	<LD	21.00	8.700	5.5
<i>HT</i>	<i>mg/kg</i>	0.5	11	11	0	0.000	0	0	0.000	0	13	13	0						8	8	0					
<i>K</i>	<i>mg/l</i>	0.3	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	8	0	100	0.413	0.20	1.10	0.368	0.2
<i>Na</i>	<i>mg/l</i>	0.5	16	0	100	6.500	5	17	2.875	6	16	0	100	6.063	5.00	7.00	0.443	6.0	8	0	100	6.250	5.00	9.00	1.488	6.0
<i>S</i>	<i>mg/l</i>	1	16	8	50	0.813	0	2	0.911	0.5	16	10	38	0.750	<LD	2.00	1.000	0.0	8	2	75	1.125	<LD	2.00	0.835	1.0
<i>SO4</i>	<i>mg/l</i>	0.2	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	8	0	100	3.963	1.70	5.80	1.710	4.5
<i>TA as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	25	15	12	20	11.667	0	74	24.899	0	16	13	19	0.500	<LD	3.00	1.095	0.0	8	7	13		<LD	2.00		
<i>TAC as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	25	12	0	100	60.417	43	82	12.609	58.5	16	0	100	55.875	39.00	71.00	11.638	60.0	8	0	100	48.125	31.00	66.00	14.535	49.0