



Suivi environnemental Rapport Annuel 2011 Eaux Souterraines



**Vale Nouvelle-Calédonie
Février 2012**

Sommaire

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	9
1.2.4 Analyse des paramètres physico-chimiques en solution	9
1.2.5 Analyse des métaux	10
2. PRESENTATION DES RESULTATS	11
2.1. RAPPEL DES VALEURS REGLEMENTAIRES	11
2.1.1 Suivi de l'impact des activités du port sur les eaux souterraines	11
2.1.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines	12
2.1.3 Suivi de l'impact des activités de l'unité de préparation du minerai (UPM) sur les eaux souterraines	12
2.1.4 Suivi de l'impact des activités de l'usine sur les eaux souterraines	12
2.2. BILAN DES CAMPAGNES DE MESURE	12
2.2.1 Données disponibles pour le Port	12
2.2.2 Données disponibles pour le parc à résidus de la Kué Ouest	13
2.2.3 Données disponibles pour l'Unité de Préparation du Minerai	15
2.2.4 Données disponibles pour l'Usine	16
2.3. RESULTATS	16
2.3.1 Suivi de l'impact des activités du Port sur les eaux souterraines	16
2.3.2 Suivi de l'impact des activités du parc à résidus sur les eaux souterraines de la Kwé Ouest	19
2.3.3 Suivi de l'impact des activités de l'Usine sur les eaux souterraines	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 ACTIVITES DU PORT SUR LES EAUX SOUTERRAINES	24
3.2. SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PARC A RESIDUS SUR LES EAUX SOUTERRAINES	25
3.3. SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'USINE SUR LES EAUX SOUTERRAINES	25
3.4. SUIVI DE L'IMPACT DES ACTIVITES DE L'UPM SUR LES EAUX SOUTERRAINES	26
4. BILAN DES NON-CONFORMITES	26
CONCLUSION	27

Annexes

Annexe I :	Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest
Annexe II :	Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Piézomètres des groupes A, B, C et 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
Annexe VI :	Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'UPM
Annexe VII :	Résultats du suivi des eaux souterraines de l'UPM

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Localisation et description des points de suivi du port.....	2
Tableau 2 : Localisation et description des points de suivi du parc à résidus	4
Tableau 3 : Localisation et description des points de suivi de l'UPM	6
Tableau 4 : Localisation et description des points de suivi de l'usine	7
Tableau 5 : Méthode d'analyse pour les paramètres physico-chimiques	10
Tableau 6 : Méthodes d'analyse pour les métaux.....	11
Tableau 7 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°891-2007/PS	11
Tableau 8 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°1466-2008/PS	12
Tableau 9 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines pour le Port	13
Tableau 10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi semestrielle	14
Tableau 11 : Données disponibles sur les trois piézomètres de la Kué Ouest à fréquence de suivi mensuelle	15
Tableau 12 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'UPM	15
Tableau 13 : Données disponibles pour le suivi des eaux souterraines de l'Usine	16
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 Minerai	7
Figure 4 : Carte de localisation des piézomètres de l'usine	8
Figure 5 : Résultats du suivi du Port par graphiques – pH	17
Figure 6 : Résultats du suivi du Port par graphiques - DCO.....	18
Figure 7 : Résultats du suivi du Port par graphiques – Conductivité	18
Figure 8 : Résultats du suivi du Port par graphiques – HT	19

SIGLES ET Abréviations

Lieux

Anc M	Bassin Versant de l'ancienne mine
BPE	Baie de Prony Est
CBN	Creek Baie Nord
dol XW	Doline Xéré Wapo
KB	Kuébini
KJ	Kadji
KO	Kwé Ouest
KP	Kwé Principale
SrK	Source Kwé
TB	Trou Bleu
UPM	Unité de Préparation du Minerai

Organismes

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

Paramètres

Ag	Argent
Al	Aluminium
As	Arsenic
B	Bore
Ba	Baryum
Be	Béryllium
Bi	Bismuth
Ca	Calcium
CaCO ₃	Carbonates de Calcium
Cd	Cadmium
Cl	Chlore
Co	Cobalt
COT	Carbone Organique Total
Cr	Chrome
CrVI	Chrome VI
Cu	Cuivre
DBO ₅	Demande Biologique en oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
F	Fluor
Fe	Fer
FelI	Fer II
HT	Hydrocarbures Totaux
K	Potassium
Li	Lithium
MES	Matières en suspension
Mg	Magnésium
Mn	Manganèse
Mo	Molybdène
Na	Sodium
NB	Nota Bene
NH ₃	Ammonium
Ni	Nickel
NO ₂	Nitrites
NO ₃	Nitrates
NT	Azote Total

P	Phosphore
Pb	Plomb
pH	Potentiel Hydrogène
PO4	Phosphates
S	Soufre
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
Si	Silice
SiO2	Oxyde de Silicium
Sn	Etain
SO4	Sulfates
Sr	Strontium
T°	Température
TA	Titre alcalimétrique
TAC	Titre alcalimétrique complet
Te	Tellure
Th	Thorium
Ti	Titane
Tl	Thallium
U	Uranium
V	Vanadium
WJ	Wadjana
Zn	Zinc
Autre	
IBNC	Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie
IIB	Indice d'Intégrité Biotique
N°	Numéro

INTRODUCTION

Implanté dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, aux lieux-dits « Goro » et « Prony-Est » sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, le complexe industriel (usine, mine, port) détenu par Vale Nouvelle-Calédonie, a pour objectif d'extraire du minerai latéritique et de le traiter par un procédé hydrométallurgique, visant à produire 60 000 t/an de nickel et 4 500 t/an de cobalt.

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.

Durant l'année 2011, deux fait marquants pouvant potentiellement avoir une influence sur la qualité des eaux souterraines se sont produits sur le secteur de la Kwé Ouest :

- Les 14 et 15 janvier 2011, le passage de la tempête tropicale « Vania » sur la région a provoqué des précipitations d'intensité exceptionnelle. Dans le secteur de la Kué Ouest, les eaux de ruissellements rejoignant le parc à résidus ont soulevées la géomembrane en cours de mise en place et se sont infiltrées dessous, en provoquant une érosion de la surface préparée sous-jacente. La géomembrane et son assise ont par la suite été finement inspectées et remise en état.
- Des poinçonnements au droit d'un des points de déversement des résidus épaissis ont provoqué l'infiltration d'environ 250 m3 de résidus sous la géomembrane Ce point de déversement a été utilisé du 12 mai au 13 octobre 2011. A partir de cette date, le point de déversement a été déplacé, les résidus infiltrés ont rapidement été retirés et la géomembrane réparée.

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

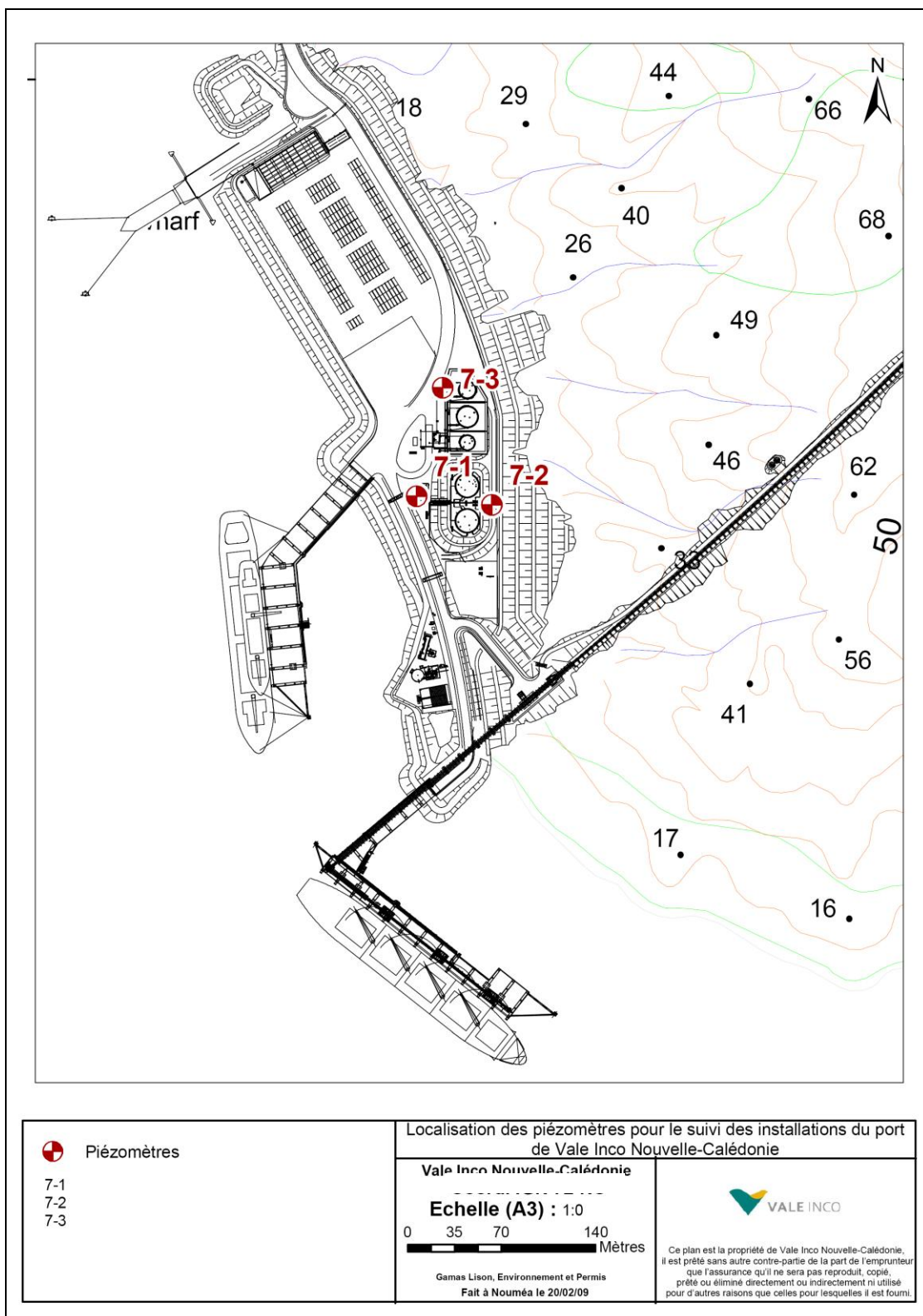
Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Raison d'être	RGN91 Est	RGN91 Nord
7-1	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491884,5	205436,3
7-2	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491828,35	205442,3
7-3	BPE	Souterrain	Arrêté n°891-2007/PS	491847,2	205522,5

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

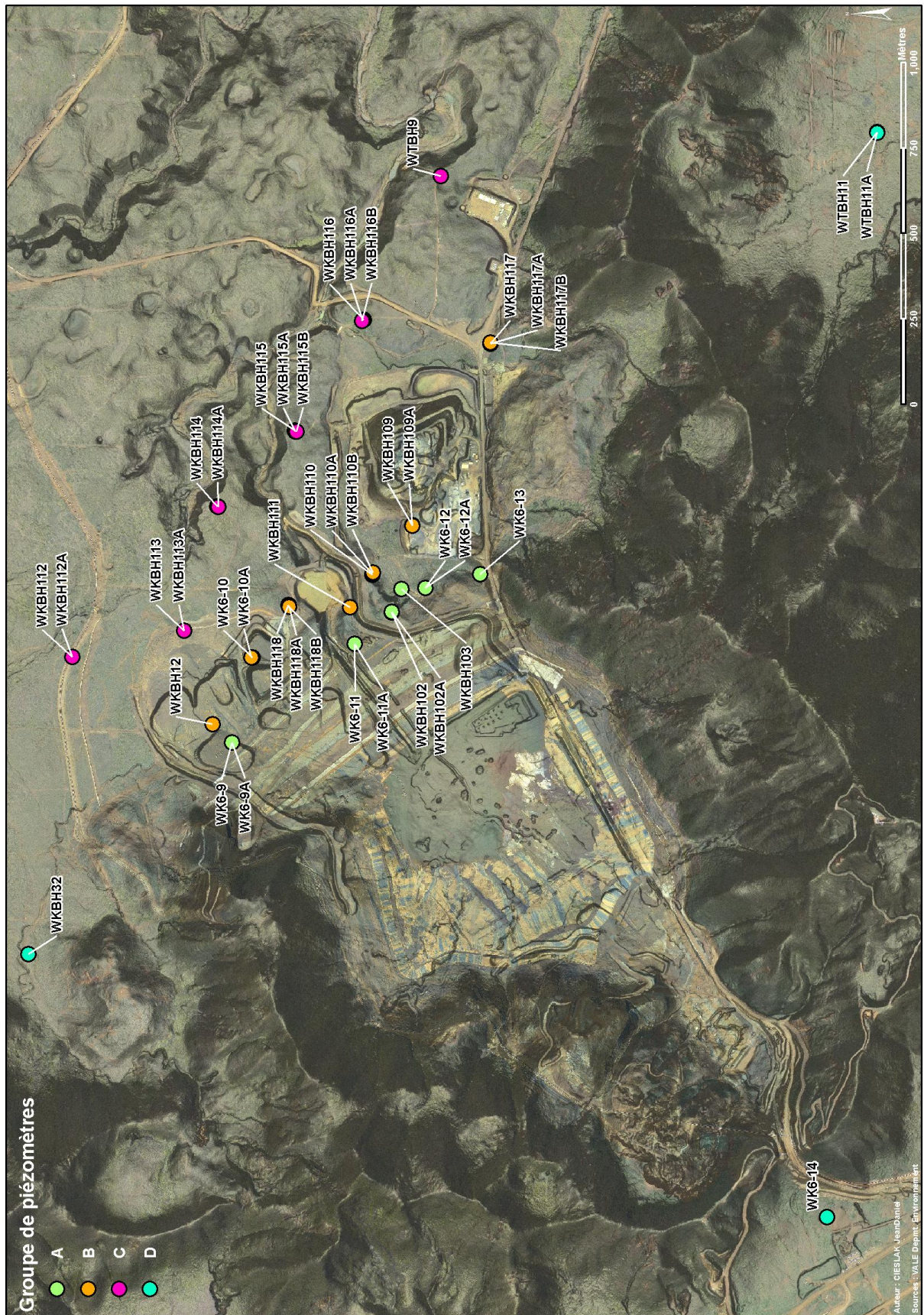


Figure 2 : Carte de localisation des piézomètres du parc à résidus

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°1467-2008/PS	494404	206981
6-7a	CBN	Amont site industriel	Arrêté n°1467-2008/PS	494404	206981
6-8	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
6-8a	CBN	Aval du bassin de contrôle Nord	Arrêté n°1467-2008/PS	493553	207645
6-13	CBN	Aval bassin eau de procédé	Arrêté n°1467-2008/PS	494456	207581
6-14	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355
6-14a	CBN	Aval stockage acide chlorhydrique	Arrêté n°1467-2008/PS	494014	207355

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



1.2. Protocoles de mesure

1.2.1 Campagnes de mesures physico-chimiques

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

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

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

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

Une exception est faite pour le prélèvement des échantillons destinés à la recherche de traces d'hydrocarbures, effectué 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 Inco 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 2011, quatre campagnes de suivi ont été effectuées. Pendant la campagne du mois de mai, les analyses en HT et DCO n'ont pu être réalisées pour les piézomètres 7-1 et 7-2, les échantillons étant trop chargés en sédiments pour permettre la mise en œuvre de ces méthodes d'analyse. 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		2011				Bilan suivi 2011	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Novembre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	3	3	3	3	12	12
Trimestrielle	Conductivité	3	3	3	3	12	12
Trimestrielle	DCO	3	1	3	3	12	10
Trimestrielle	HT	3	1	3	3	12	10
Nombre total d'analyses réalisées						44	
% analyses réalisées						91.6	

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 juin. La seconde s'est déroulée en novembre.

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

Piézomètres endommagés :

- **WKBH12** (groupe B) : ce piézomètre a été détruit lors des travaux de terrassement en 2008.
- **WKBH110A** (groupe B) : le piézomètre est détérioré.
- **WK6-10** (groupe B) : le piézomètre a été obstrué au cours du second semestre.
- **WKBH109** (Groupe B) : Piézomètre détérioré par un engin de chantier au cours du second semestre.
- **WKBH112A** (groupe C) : piézomètre détérioré au cours de la campagne de juin.
- **WKBH115** (groupe C) : piézomètre comblé par les sédiments.

Piézomètres à sec :

- **WKBH117B** (groupe C) : piézomètre à sec en novembre.
- **WTBH11A** (groupe D) : piézomètre à sec lors de la campagne de novembre.
- **WK6-14** (Groupe D), piézomètre à sec lors de la campagne de juin.

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 demandée pour les prélèvements d'eau souterraines car non représentative.
- **Nitrites et Fluorure**: l'analyse des nitrites et fluorures n'a pas été réalisé en 2011. Ces analyses seront intégrées dans le suivi semestriel de la Kwé Ouest à partir de janvier 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 semestrielle

	Groupe A			Groupe B			Groupe C				Groupe D				
	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	%	Attendu	Réalisé	Secs	%	Attendu	Réalisé	Secs	%	
pH	20	21	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
cond	20	21	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Al	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
As	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Ca	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Cl	20	21	105	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Co	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Cr	20	10	50	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Cu	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Fe	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
HCO3-	20	21	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
K	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Mg	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Na	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Ni	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
NO2	20	0	0	28	0	0	26	0	1	0	8	0	2	0	
NO3	20	19	95	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Pb	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
PO4	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
SiO2	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
SO4	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Zn	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
Mn	20	20	100	28	24	86	26	23	1	92	8	6	2	100	
F	20	0	0	28	0	0	26	0	1	0	8	0	2	0	
MES	20	0	0	28	0	0	26	0	1	0	8	0	2	0	
% d'analyses réalisées (hors MES)			90	% d'analyses réalisées (hors MES)			79	% d'analyses réalisées (hors MES)			84	% d'analyses réalisées (hors MES)			92

Pour certains paramètres, le nombre d'échantillon réalisé est supérieur au nombre d'échantillon attendu car certaines stations ont fait l'objet d'un ré-échantillonnage en août suite à la perte des échantillons au laboratoire de Vale.

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

Des pannes rencontrées sur le matériel d'échantillonnage n'ont pas permis les suivis mensuels de janvier et de mai. Le taux de données disponibles est présenté dans le tableau 11.

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

WKBH113, WKBH102, WKBH110		2011												Bilan suivi 2011	
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	21583
Mensuelle	Sulfates	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	36	31
Mensuelle	Magnésium	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	36	31
Mensuelle	Calcium	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	36	31
Mensuelle	Manganèse	0	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	36	31
% de mesures continues de cond réalisées														82	
Nombre total d'analyses réalisées														124	
% analyses réalisées														86.1	

Les lacunes dans les données continues de conductivité sont essentiellement dues à une fréquence insuffisante de vérification et de validation des données. Les données de mai sont incomplètes en raison de problèmes d'accès à ces stations.

Un système d'information pour la gestion des données hydrologiques et hydrogéologiques a été mis en place en décembre 2011. Le développement des modules d'intégration automatique ou semi-automatique des données et la formation des personnels de suivi environnemental seront effectuée au cours du premier semestre 2012.

Le système permettra de faciliter et de systématiser les étapes de validation des données et d'augmenter la réactivité en cas d'erreurs d'analyses ou de dysfonctionnement des équipements.

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		2011				Bilan suivi 2011	
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	3	4	16	15
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	3	3	3	4	16	13
Nombre total d'analyses réalisées						97	
% analyses réalisées						98	

Le prélèvement au bailer pour l'analyse des hydrocarbures n'a pu être réalisé au piézomètre 4-z5 au cours des trois premiers trimestres 2011. Ce piézomètre est détérioré (tube PVC tordu).
Le prélèvement de novembre a pu se faire avec un bailer jetable de dimension inférieure au bailer en inox.

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		2011				Bilan suivi 2011	
Fréquence	Analyses	Février	Mai	Aout	Octobre	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Trimestrielle	pH	15	15	16	15	64	61
Trimestrielle	Conductivité	15	15	16	15	64	61
Trimestrielle	DCO	15	15	16	13	64	59
Trimestrielle	Sulfates	15	15	15	14	64	57
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	13	14	15	14	64	56
Trimestrielle	HT	13	13	16	13	64	55
Nombre total d'analyses réalisées							709
% analyses réalisées							92.3

Le prélèvement au bailer pour l'analyse des hydrocarbures n'a pu se faire au niveau du piézomètre 6-3A, 6-8A en raison de la détérioration du tube PVC.

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. Seul un prélèvement pour les hydrocarbures a été réalisé manuellement en août 2011 dans le cadre d'un suivi spécifique.

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. En 2011, la valeur de DCO sur le piézomètre 7-1 dépasse la limite réglementaire lors des contrôles du mois de décembre. De plus, le pH est inférieur à la limite minimale réglementaire au mois d'août au piézomètre 7-3.

Les valeurs de conductivité et hydrocarbures ne dépassent jamais les limites réglementaires.

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

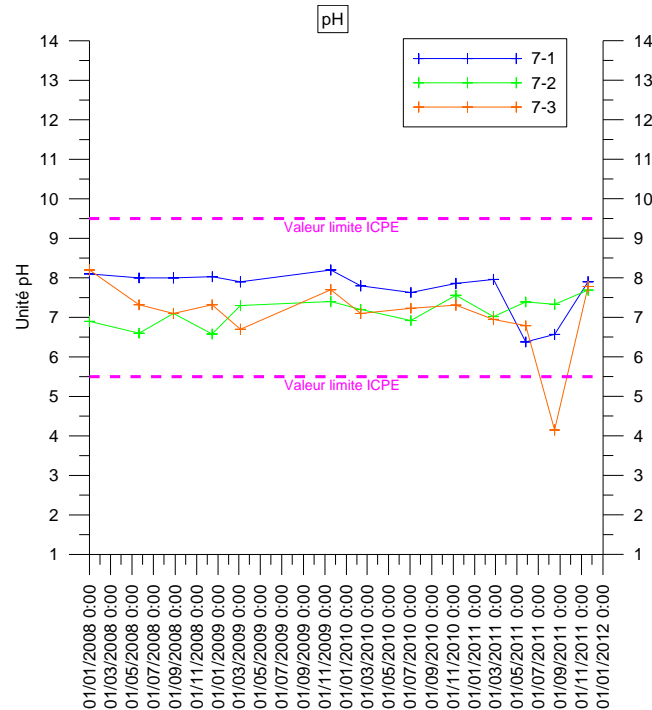


Figure 6 : Résultats du suivi du Port par graphiques - DCO

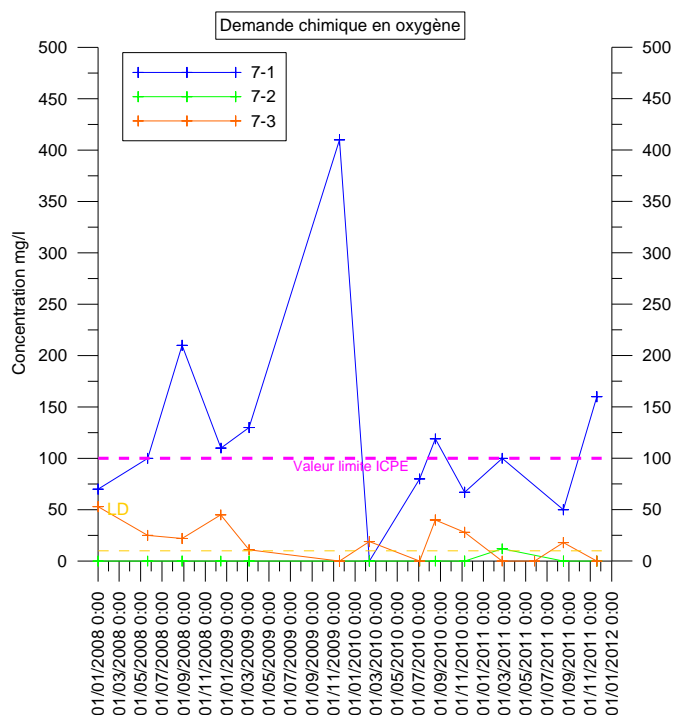


Figure 7 : Résultats du suivi du Port par graphiques – Conductivité

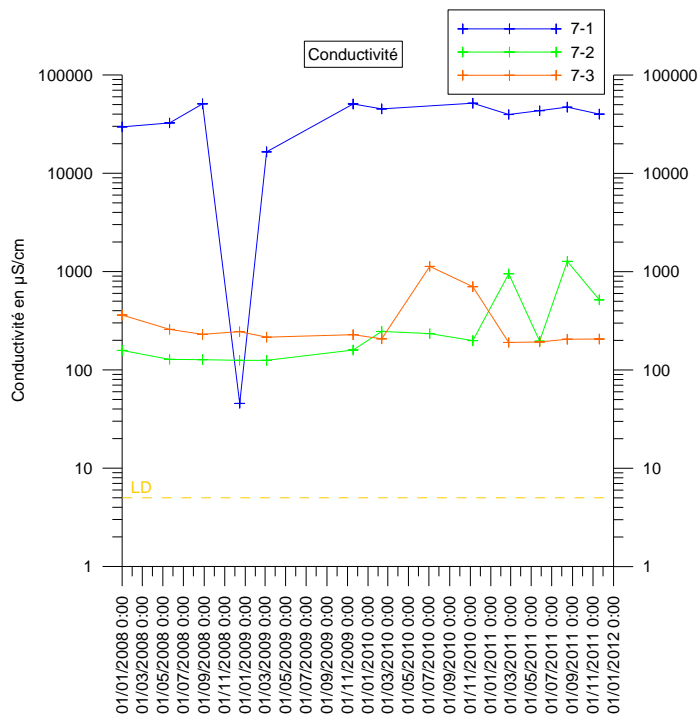
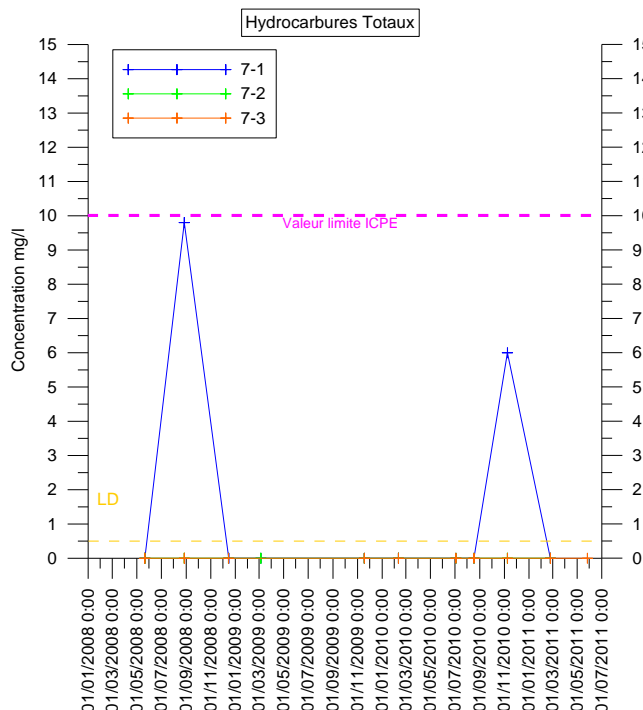


Figure 8 : Résultats du suivi du Port par graphiques – HT



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 2011. L'annexe II présente les résultats sous forme graphique.

Groupe A :

- **pH** : compris entre 4.7 et 10.2. En 2011, les valeurs hautes en pH sont mesurées au piézomètre WK6-13 et les faibles pH sont observés au piézomètre WK6-11A.
- **Conductivité** : comprise entre 45.3 et 173 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Sodium** : les concentrations sont toujours plus importantes et variables au niveau de WK6-13.
- **Calcium** : de nouveau détecté en fin d'année 2011 aux piézomètres WK6-9, WK6-13, WK6-11A, WK6-12 et WKBH102.
- **Chlorures** : les concentrations sont toujours plus élevées au piézomètre WKBH102A.
- **Chrome** : en 2011, les concentrations plus élevées en chrome sont observées sur la station WK6-9A et WK6-11, sans tendance franche à l'augmentation.
- **Sulfates** : On constate une très légère tendance à l'augmentation depuis décembre 2010 à la station WK6-12 mais les concentrations restent faibles. A l'inverse, on note une diminution des concentrations à la station WK6-11. On mesure en décembre 2011, une valeur inférieure à la limite de détection du laboratoire. Les résultats de la station WKBH102, dont le suivi est réalisé à fréquence mensuelle, montrent des fluctuations importantes, sans tendance nette.

Groupe B :

- **pH** : compris entre 6.0 et 9.3.
- **Conductivité** : entre 69.4 et 166 $\mu\text{S/cm}$.
- **Chrome** : les concentrations semblent se stabiliser en 2011.
- **Sulfates** : les résultats obtenus au cours de l'année 2011 restent en général du même ordre qu'en 2010 excepté à la station WK6-10A sur laquelle une concentration plus élevée qu'à l'habitude est observée en décembre 2011.
- **Manganèse** : la tendance à l'augmentation à la station WK6-10A observée au premier semestre 2011 est confirmée avec le résultat du contrôle de décembre présentant une valeur max de 0,11 mg/L. Les valeurs mesurées pour les autres stations restent inférieures au seuil de détection du laboratoire.

Groupe C :

- **pH** : compris entre 4.7 et 7.9.
- **Conductivité** : comprise entre 48.5 et 184 $\mu\text{S/cm}$.
- **Chlorures, nitrates** : les résultats obtenus en 2011 confirment la stabilité des concentrations observées depuis fin 2009.
- **Chrome** : les résultats de 2011 confirment la tendance à la diminution au piézomètre WKBH113 excepté en juillet où l'on note un pic de concentration. Les résultats pour les autres stations de ce groupe montrent des concentrations faibles et stables depuis 2008.

Groupe D :

- **pH** : compris entre 6.7 et 9.9.
- **Conductivité** : comprise entre 121 et 206 $\mu\text{S/cm}$.
- **Chlorures, sulfates** : les concentrations se stabilisent en 2011.
- **Chrome** : les résultats en chrome sont stables depuis 2008.
- **Manganèse** : le manganèse n'est toujours pas détecté depuis 2008 excepté en octobre 2009 où il est mesuré ponctuellement au piézomètre WTBH11A.

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 analyses en **sulfates** du premier semestre 2011 montrent des variations importantes. A partir de juillet, ces variations sont plus faibles et les valeurs sont du même ordre que les années précédentes avec une légère tendance à la baisse. Les concentrations varient entre 13.7 et 35.2 mg/l.

Une diminution est également observée pour les **nitrates** en 2011.

Depuis 2008, le **manganèse** a été détecté que sur deux prélèvements successifs en novembre 2010 et février 2011. Le maximum mesuré est de 0.05 mg/l. A partir de mars 2011, le **manganèse** n'est plus détecté sur cette station.

WKBH110

Une baisse ponctuelle du **pH** est observée en mai 2011 mais les valeurs mesurées sont comparables aux années précédentes.

Les concentrations en **nitrates** se stabilisent en 2011.

En janvier 2011, on observe un pic de concentration en **sulfates** puis un retour aux concentrations habituelles, entre 2 et 3 mg/L.

On observe un pic isolé en **manganèse** à 0.07 mg/l, mesuré lors du suivi de février. Cet élément n'a jamais été détecté auparavant sur cette station.

WKBH113

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

Mesures de conductivité en continu : WKBH113, WKBH102, WKBH110

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

Les enregistrements sont représentés en annexe IV.

Les données de conductivité à la station WKBH113 sont incomplètes : Une erreur de programmation de l'aquatroll 200 est à l'origine de la lacune du 4 avril au 2 août.

Pour les mêmes raisons que la station WKBH113, la sonde installée à WKBH110 n'a pas enregistré de données du 3 mars au 4 avril.

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	161.0	141.7
WKBH110	121.1	121.3
WKBH113	95.0	130.1

Comme observée en 2010, les valeurs de conductivité des ouvrages WKBH102 et WKBH110 sont stables sur la période d'observation. En revanche, des variations fréquentes de la conductivité sont enregistrées au niveau de WKBH113, probablement dues à des problèmes de dérives des sondes.

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.

Piezomètres courts

- **Conductivité** : les résultats du second semestre ne confirment pas la tendance à l'augmentation observée au cours du premier semestre aux stations 6-14A et 6-8A. Les valeurs de conductivité relevées fin 2011 à la station 6-7A semblent montrer une légère tendance à la baisse. Au niveau des autres stations, les valeurs restent comparables aux années précédentes.
- **Chlorures** : Une stabilisation des concentrations en chlorures est observée depuis janvier 2011 dans les eaux souterraines des horizons latéritiques.
- **Sulfates** : les résultats obtenus depuis 2008 révèlent des variations régulières de concentration aux piézomètres 6-8A et 6-14A sans réelle tendance à l'augmentation. En 2011, le maximum de 62.9 mg/l est mesuré à 6-14A. Les teneurs en sulfates sont stables au niveau des autres stations.
- **Hydrocarbures** : aucune trace d'hydrocarbures n'est relevée dans les eaux souterraines des horizons latéritiques.
- **Chrome** : la concentration en chrome dans la nappe latéritique est plus élevée à la station 6-7A.
- **Calcium** : Sur la station 6-3A Les concentrations en calcium, très variables depuis le début des suivis, présente la valeur la plus élevée lors du dernier contrôle (17 mg/L).

Piezomètres longs

pH et conductivité : pour la majorité des piézomètres longs, les valeurs en pH et conductivité pour 2011 restent conformes aux valeurs des années précédentes. On note toutefois une diminution du pH et de la conductivité au piézomètre 6-1 en fin d'année.

- **Chlorures et sulfates** : les concentrations pour ces deux éléments sont plus élevées au piézomètre 6-8. La tendance à l'augmentation en sulfates observée depuis 2009 jusqu'en début 2011 montre une inversion au courant de l'année 2011 avec une légère tendance à la diminution. De manière générale, les résultats de 2011 montrent une stabilisation des concentrations en chlorures et sulfates pour l'ensemble des stations.
- **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							
Analyte	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse< LD	% Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	24	0	100	6.46	5.5	7.27	0.423	6.5
cond	µS/cm	-	24	0	100	148.19	76.6	281	55.337	152.5
Ca	mg/l	0.1	24	12	50	2.25	<LD	17	3.627	0.5
Cl	mg/l		22	0	100	16.10	11.5	34.7	5.49	14.6
Cr	mg/l	0.01	24	3	88	0.04	<LD	0.14	0.048	0
CrVI	mg/l	0.01	24	6	75	0.04	<LD	0.16	0.05	0
Cu	mg/l	0.03	24	24	0					
DCO	mg/l	10	23	21	9	1.48	<LD	21	5.044	0
HT	mg/kg	0.5	19	19	0					
K	mg/l	0.3	24	0	100	0.46	0.2	1.2	0.303	0.3
Na	mg/l	0.5	24	0	100	8.71	7	12	1.301	8.5
SO4	mg/l	0.2	23	0	100	11.07	1.2	62.9	15.241	3.8
TA as CaCO3	mg/l	25	24	24	0					
TAC as CaCO3	mg/l	25	24	0	100	32.00	8	86	18.397	30.5
Zn	mg/l	0.1	24	24	0					

Piézomètres			Piezo long: 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8, 6-13, 6-14							
Analyte	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse< LD	% Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	33	0	100	7.74	6.7	9.37	0.795	7.6
cond	µS/cm	-	33	0	100	177.09	88.5	268	54.606	188
Ca	mg/l	0.1	36	11	69	1.39	<LD	8	1.591	1
Cl	mg/l		35	0	100	13.69	10.9	21.2	2.633	12.6
Cr	mg/l	0.01	36	17	53	0.03	<LD	0.23	0.056	0
CrVI	mg/l	0.01	36	13	64	0.03	<LD	0.23	0.054	0
Cu	mg/l	0.03	36	33	8	0.00	<LD	0.02	0.005	0
DCO	mg/l	10	36	32	11	3.03	<LD	78	13.175	0
HT	mg/kg	0.5	36	36	0					
K	mg/l	0.3	36	0	100	0.34	0.2	0.6	0.117	0.3
Na	mg/l	0.5	36	0	100	8.42	7	13	1.5	8
SO4	mg/l	0.2	35	1	97	4.13	<LD	21.1	5.449	2.5
TA as CaCO3	mg/l	25	36	28	22	2.39	<LD	17	4.906	0
TAC as CaCO3	mg/l	25	36	0	100	69.17	22	132	30.019	75
Zn	mg/l	0.1	36	35	3		<LD	0.3		

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. Une diminution des valeurs de pH et de conductivité est observée à la station 4-z1 en 2011.
- **Chlorures** : en 2011, les concentrations en chlorure sont stables pour l'ensemble des piézomètres.
- **Sulfates** : on note depuis 2008, une tendance à la baisse des concentrations en sulfates au piézomètre 4-z1. A l'inverse, le résultat de décembre du piézomètre 4-z4 semble montrer une très légère tendance à l'augmentation.
- **Hydrocarbures** : aucune trace d'hydrocarbures n'est détectée dans les eaux souterraines sur le site de l'UPM.
- **Chrome VI** : le chrome est détecté aux piézomètres 4-z2 et 4-z4. Deux valeurs supérieures à la limite de détection ont été mesurées en 2011 sur 4-z4. Le maximum mesuré est de 0.03 mg/l.

3. ANALYSE DES RESULTATS ET INTERPRETATION

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

pH :

Les valeurs de pH enregistrées aux 3 stations sont comprises dans l'intervalle de seuils réglementaires mentionnées dans l'arrêté relatif aux installations portuaires excepté au piézomètre 7-3. On y relève un pH de 4.1 le 16 août 2011. La diminution ponctuelle et inexpiquée du pH nous amène à considérer cette valeur comme douteuse.

Conductivité :

Comme constaté les années précédentes, de forte conductivité sont mesurées à la station 7-1. Les valeurs élevées reflètent l'intrusion de l'eau de mer dans la nappe d'eau souterraine du port.

Ce phénomène est parfaitement normal en raison de la proximité immédiate des points d'observation avec l'océan et est renforcé par le fait que le site du port est installé sur un remblai positionné au-delà du trait de côte naturel.

DCO :

Comme observé depuis 2008, la station 7-1 présente une valeur de DCO élevée qui est le reflet d'un mélange eau douce – eau salée. En effet, la présence de certains sels minéraux oxydables dans la composition de la colonne d'eau de mer peut influencer la valeur de DCO.

Hydrocarbures totaux :

Aucune trace d'hydrocarbures n'a été détectée durant cette période.

Discussion :

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

De manière générale, les résultats de 2011 montrent une stabilité des concentrations. Comme lors des précédents bilans annuels, 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 2011 sont en baisse par rapport à 2010. Le maximum de 35,2 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 suivi à plus haute fréquence (mensuelle) sur le piézomètre WKBH102 permet d'observer des variations importantes et rapides. Il est probable que d'autres stations suivies à une fréquence moins élevées (semestrielle) puissent présenter une telle variabilité.

Le **manganèse** est détecté dans moins de 50% des piézomètres de chaque groupe. Les concentrations restent faibles et largement inférieures au seuil réglementaire de 1 mg/l mentionné dans l'arrêté.

La tendance à l'augmentation en **sulfates** et **manganèse** amorcée en 2011 sur la station WK6-10A sera à surveiller lors des prochains contrôles.

La **conductivité** moyenne des eaux des forages WKBH113, WKBH102, WKBH10 est de 128.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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 péridodite : 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.

Les résultats des piézomètres susceptibles d'être affectées par une contamination potentielle suite à l'infiltration des résidus sous la géomembrane (WK6-12, WKBH102A, WKBH103 et WKBH111) ne montrent aucune variation particulière dans les paramètres suivis. L'infiltration de résidus sous la géomembrane n'a pour l'instant pas d'impact sur la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest.

De même, les infiltrations massives d'eau de ruissellement sous la géomembrane lors du passage de la tempête tropicale Vania n'ont pas eu d'influence visible sur la qualité des eaux souterraines en aval du parc à résidus.

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

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

Comme depuis 2008, les piézomètres 6-8, 6-8A et 6-14A, situés respectivement dans les horizons latéritiques et saprolitiques en aval des bassins de contrôle Nord et dans l'horizon latéritique en aval du

stockage d'acide chlorhydrique, présentent des concentrations en chlorures et en sulfates plus élevées et plus variables que dans les autres stations de contrôle.

Les valeurs enregistrées restent inférieures aux limites de potabilité des eaux (150 mg/l pour les sulfates et de 250 mg/l pour les chlorures) et ne présentent pas de réelle tendance à l'augmentation.

En 2011, les hydrocarbures ne sont pas détectés dans les eaux souterraines de l'usine.

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

En 2011, les concentrations pour la majorité des paramètres sont généralement stables, et parfois en baisse dans les eaux souterraines de l'Usine de Préparation du Minerai. Les concentrations plus élevées en sulfates sont enregistrées au piézomètre 4-z4, 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. Des difficultés sont encore rencontrées pour les suivis continus, un programme d'amélioration est en cours, incluant des formations et la mise en place d'un système de gestion des données.

L'analyse des résultats du suivi des eaux souterraines n'a pas révélé de valeurs supérieures aux seuils réglementaires ayant pour origine les activités des installations de Vale Nouvelle-Calédonie. Aucune non-conformité et aucune tendance préoccupante n'est à reporter pour le suivi des eaux souterraines au cours de ce premier semestre 2011.

ANNEXE I

Résultats du suivi des eaux souterraines de la Kwé Ouest

Groupe A			2009								2010								2011							
Paramètre	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	20	0	100	6.875	4.4	10.20	1.53	6.8	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
cond	µS/cm	-	20	0	100	108.27	49.5	166	41.06	109.5	9	0	100	119.233	49.8	174	47.2	106	29	0	100	124.79	45.3	173	41.55	141.0
Al	mg/l	0.1	20	18		0.05	<LD				22	20	9	0.018	<LD	0.2	0.06	0	28	27	4	0.01	<LD	0.2	0.04	0.0
As	mg/l	0.05	20	20							22	22	0						16	16	0					
Ca	mg/l	0.1	20	7	65	0.605	<LD	2.7	0.71	0.4	22	15	32	0.500	<LD	2	0.80	0	28	23	18	0.29	<LD	3	0.71	0.0
Cl	mg/l	0.1	20	0	100	12.08	<LD	18.4	2.54	12.4	22	0	100	13.200	8.8	22	3	12.4	28	1	96	11.81	<LD	19.2	3.30	11.9
Co	mg/l	0.03	20	20							22	22	0						28	28	0					
Cr	mg/l	0.01	20	12	40	0.0255	<LD	0.17	0.050	0	22	7	68	0.029	<LD	0.14	0.05	0.01	28	6	79	0.02	<LD	0.15	0.04	0.0
Cu	mg/l	0.03	20	20							22	22	0						28	25	11	0.003	<LD	0.04	0.01	0.0
Fe	mg/l	0.2	20	18			<LD	0.4			22	19	14	0.032	<LD	0.5	0.11	0	28	26	7	0.03	<LD	0.5	0.11	0.0
K	mg/l	0.3	20	4	80	0.335	<LD	0.8	0.25	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	20	1	95	6.941	<LD	14.6	5.31	5.78	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
Mn	mg/l	0.01	20	12	40	0.010	<LD	0.056	0.017	0	22	17	23	0.006	<LD	0.04	0.01	0	28	20	29	0.01	<LD	0.05	0.01	0.0
Na	mg/l	0.5	20	0	100	6.96	3.9	24.2	4.71	5.65	22	0	100	6.591	5	13	2.0	6	28	0	100	6.61	4	15	2.41	6.0
Ni	mg/l	0.01	20	12	40	0.0145	<LD	0.09	0.024	0	22	9	59	0.020	<LD	0.09	0.03	0.015	28	6	79	0.03	<LD	0.1	0.03	0.0
NO2	mg/l	0.01	1	1							10	10	0													
NO3	mg/l	0.1	20	2	90	2.47	<LD	6.5	2.46	1.55	22	9	59	2.241	<LD	7.9	2.9	0.6	27	1	96	3.19	<LD	5.7	1.96	4.2
Pb	mg/l	0.1	20	20							22	22	0						28	28	0					
PO4	mg/l	0.2	20	20							22	22	0						28	28	0					
S	mg/l	1	20	12	40	1.285	<LD	4.3	1.70	0	22	11	50	32.636	<LD	682	145.1	0.5	28	9	68	2.86	<LD	6	2.48	3.0
Si	mg/l	0.4	20	5	75	4.28	<LD	9.4	3.11	5.3	22	6	73	4.682	<LD	10	3.4	7	28	6	79	5.18	<LD	9	3.07	7.0
SiO2	mg/l	1	20	5	75	9.16	<LD	20	6.65	11.4	16	3	81	11.313	<LD	20.4	6.8	14.5	24	6	75	10.26	<LD	18.7	6.83	14.5
SO4	mg/l	0.2	20	1	95	5.15	<LD	13.5	4.54	2.85	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
TA as CaCO3	mg/l	25	20	20							22	20	9	0.773	<LD	11	2.6	0	25	21	16	1.20	<LD	12	3.18	0.0
Zn	mg/l	0.1	20	20							22	22	0						28	27	4	0.00	<LD	0.1	0.02	0.0

Groupe B			2009								2010								2011							
Paramètre	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	28	0	100	7.59	6	9.8	1.04	7.55	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
cond	µS/cm	-	28	0	100	128.73	74	156	19.42	129	11	0	100	136.03	75.3	173	24.05	139	36	0	100	128.27	69.4	166	21.23	126.5
Al	mg/l	0.1	28	28							30	30							30	30	0					
As	mg/l	0.05	28	27			<LD	0.1			30	30							18	18	0					
Ca	mg/l	0.1	28	8	71.4	1.76	<LD	11	2.70	0.55	30	21	30	0.87	<LD	6	1.72	0	30	26	13	0.33	<LD	6	1.15	0.0
Cl	mg/l	0.1	28	0	100	11.16	9.7	13.3	1.04	10.7	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
Co	mg/l	0.03	28	28							30	30							30	29	3		<LD	0.01		
Cr	mg/l	0.01	28	6	78.6	0.031	<LD	0.35	0.074	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
Cu	mg/l	0.03	28	27			<LD	0.02			30	30							30	30	0					
Fe	mg/l	0.2	28	27			<LD	0.1			30	28	7	0.01	<LD	0.1			30	27	10	0.02	<LD	0.3	0.07	0.0
K	mg/l	0.3	28	9	67.9	0.24	<LD	0.6	0.21	0.25	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	28	0	100	10.55	3.74	15.5	2.99	11.15	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
Mn	mg/l	0.01	28	26	7.1	0.001	<LD	0.022	0.005	0	30	29	3		<LD	0.01			30	27	10	0.01	<LD	0.11	0.02	0.0
Na	mg/l	0.5	28	0	100	5.80	5.2	6.7	0.43	5.7	30	0	100	6.10	6	7	0.31	6	30	0	100	6.03	5	7	0.32	6.0
Ni	mg/l	0.01	28	21	25	0.005	<LD	0.03	0.009	0	30	18	40	0.01	<LD	0.03			30	14	53	0.01	<LD	0.08	0.02	0.0
NO3	mg/l	0.1	28	4	85.7	5.04	<LD	96.1	17.89	2.1	30	5	83	1.59	<LD	4.5	1.34	1.45	35	4	89	1.85	<LD	4	1.11	2.4
Pb	mg/l	0.1	28	28							30	29	3		<LD	0.01			30	30	0					
PO4	mg/l	0.2	28	28							30	30							35	34	3	0.07	<LD	2.4	0.41	0.0
S	mg/l	1	28	16	42.9	0.59	<LD	2	0.71	0	30	19	37	0.47	<LD	2	0.68	0	30	15	50	0.93	<LD	6	1.31	0.5
Si	mg/l	0.4	28	1	96.4	6.29	<LD	10.4	2.67	7.2	30	2	93	6.33	<LD	10	2.64	7	30	0	100	7.07	2	11	2.15	7.0
SiO2	mg/l	1	28	0	100	14.12	1.3	34.2	6.80	15.3	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
SO4	mg/l	0.2	28	0	100	2.93	0.3	5.2	1.28	2.85	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
TA as CaCO3	mg/l	25	28	28							30	27	10	0.77	<LD	12	2.70	0	30	29	3		<LD	12		
Zn	mg/l	0.1	28	26	7.1	0.011	<LD	0.20	0.042	0	30	29	3		<LD	0.2			30	28	7	0.01	<LD	0.3	0.06	0.0

Groupe C			2009								2010								2011							
Paramètre	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	26	0	100	6.85	4.4	8.4	1.10	7	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
cond	µS/cm	-	26	0	100	123.47	51.4	260	56.81	130	11	0	100	110.26	50.3	183	48.68	116	32	0	100	108.96	48.5	184	38.94	99.0
Al	mg/l	0.1	26	26							24	23	4		<LD	0.3			30	30	0					
As	mg/l	0.05	26	26							24	24							17	17	0					
Ca	mg/l	0.1	26	4	84.6	2.83	<LD	22.5	4.64	1.7	24	13	46	1.54	<LD	6	1.96	0	30	19	37	0.97	<LD	9	1.87	0.0
Cl	mg/l	0.1	26	0	100	10.29	9.4	11.9	0.77	10.05	24	2	92	9.94	<LD	14.6	3.24	10.6	30	0	100	9.70	8.4	12	0.96	9.5
Co	mg/l	0.03	26	25			<LD	0.01			24	23	4		<LD	0.02			30	29	3		<LD	0.01		
Cr	mg/l	0.01	26	9	65.4	0.05	<LD	0.34	0.087132	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
Cu	mg/l	0.03	26	26							24	24							30	29	3		<LD	0.04		
Fe	mg/l	0.2	26	24			<LD	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
K	mg/l	0.3	26	7	73.1	0.33	<LD	1.7	0.36	0.2	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	26	0	100	9.25	0.67	19.8	5.79	10.08	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
Mn	mg/l	0.01	26	14	46.2	0.01	<LD	0.058	0.02	0	24	17	29		<LD	0.1			30	20	33	0.01	<LD	0.05	0.01	0.0
Na	mg/l	0.5	26	0	100	6.03	4.5	17.7	2.52	5.55	24	0	100	6.46	4	29	4.85	5.5	30	0	100	5.60	5	7	0.62	6.0
Ni	mg/l	0.01	26	11	57.7	0.04	<LD	0.2	0.06	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
NO2	mg/l	0.01	6	6							10	10														
NO3	mg/l	0.1	26	1	96.2	1.05	<LD	2.6	0.65	1.05	24	12	50	0.50	<LD	2.2	0.72	0.1	30	6	80	0.76	<LD	2.3	0.73	0.4
Pb	mg/l	0.1	26	26							24	24							30	30	0					
PO4	mg/l	0.2	26	26							24	24							31	31	0					
S	mg/l	1	26	17	34.6	0.92	<LD	7.5	1.73	0	24	16	33	0.46	<LD	3	0.78	0	30	23	23	0.30	<LD	2	0.60	0.0
Si	mg/l	0.4	26	5	80.8	7.25	<LD	16.3	5.28	7.4	24	6	75	9.46	<LD	61	12.35	7.5	30	6	80	7.30	<LD	18	5.02	7.0
SiO2	mg/l	1	26	4	84.6	18.88	<LD	87.7	17.72	18.8	13	3	77	14.97	<LD	37.7	12.39	15.5	26	6	77	15.60	<LD	37.5	11.45	15.8
SO4	mg/l	0.2	26	2	92.3	4.04	<LD	21.2	4.68	2.3	24	1	96	2.60	<LD	5.7	1.44	2.1	31	1	97	2.14	<LD	5.2	1.30	1.7
TA as CaCO3	mg/l	25	26	26							24	24							27	27	0					
Zn	mg/l	0.1	26	26							24	24							30	29	3		<LD	0.2		

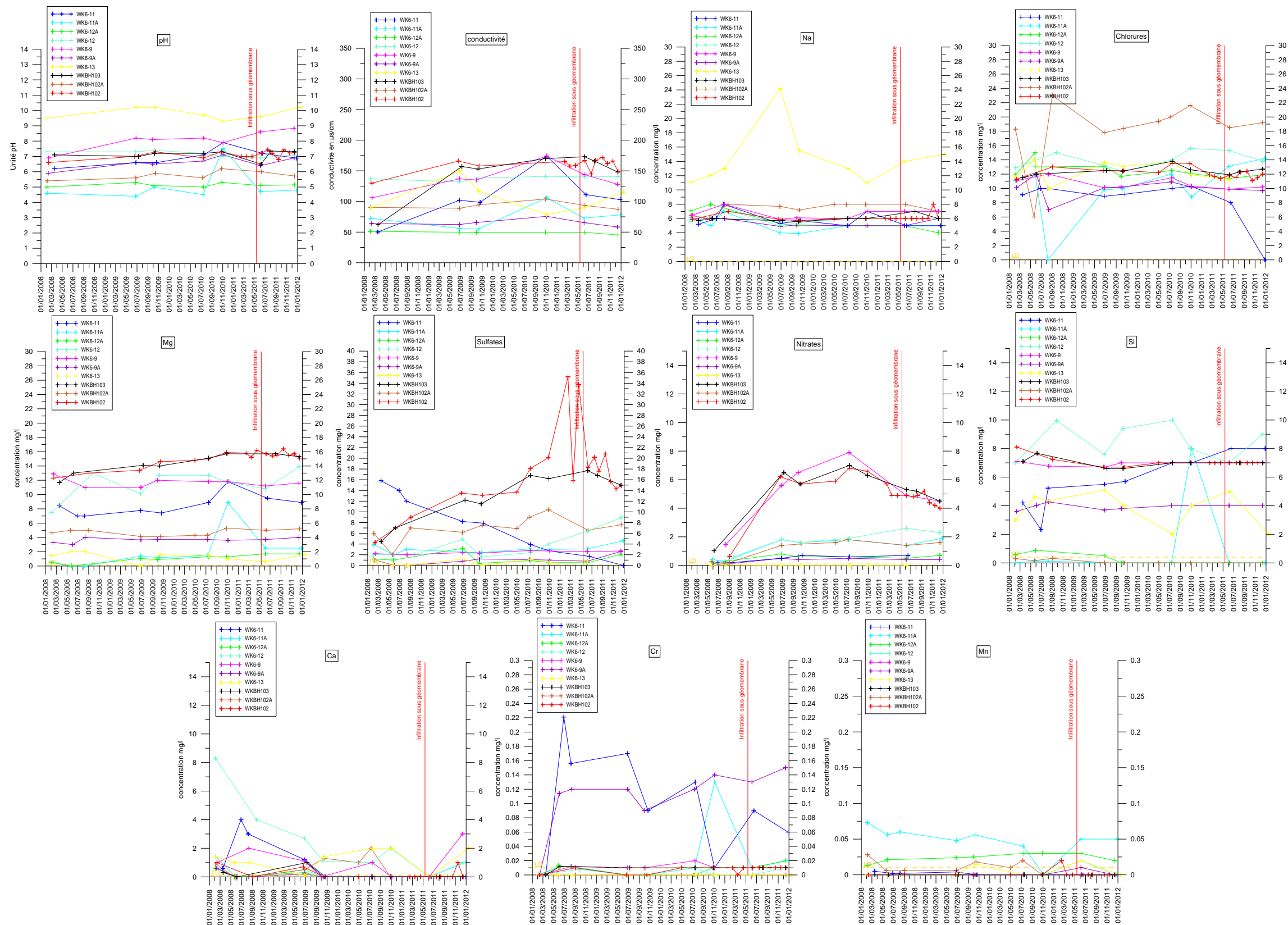
Groupe D			2009								2010								2011							
Paramètre	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
pH	-	-	7	0	100	8.21	6.8	9.7	1.15	8	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
cond	µS/cm	-	7	0	100	151.71	122	211	37.06	137	3	0	100	155.33	124	206	44.29	136	8	0	100	150.38	121	206	32.16	133.5
Al	mg/l	0.1	7	7							6	6							6	6	0					
As	mg/l	0.05	7	7							6	6							5	5	0					
Ca	mg/l	0.1	7	3	57.1	0.27	<LD	0.6	0.26	0.4	6	6							6	6	0					
Cl	mg/l	0.1	7	1	85.7	9.11	<LD	11.6	4.11	9.8	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
Cr	mg/l	0.01	7	2	71.4	0.016	<LD	0.05	0.017	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
Cu	mg/l	0.03	7	7							6	6							6	6	0					
Fe	mg/l	0.2	7	7							6	5	17		<LD	0.1			6	6	0					
K	mg/l	0.3	7	4	42.9	0.1	<LD	0.3	0.13	0	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
Mg	mg/l	0.1	7	0	100	14.19	10.3	21.2	4.73	11.9	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	7	6			<LD	0.028			6	6							6	6	0					
Na	mg/l	0.5	7	0	100	6.36	6	6.5	0.17	6.4	6	0	100	6.67	6	7	0.52	7	6	0	100	7.00	6	8	0.63	7.0
Ni	mg/l	0.01	7	6			<LD	0.02			6	5	17		<LD	0.01			6	4	33	0.01	<LD	0.03	0.01	0.0
NO2	mg/l	0.01	3	3							3	3														
NO3	mg/l	0.1	7	6			<LD	1.7			6	6							8	6	25	0.29	<LD	1.8	0.64	0.0
Pb	mg/l	0.1	7	7							6	6							6	6	0					
PO4	mg/l	0.2	7	7							6	6							8	8	0					
S	mg/l	1	7	6	14.3	0.16	<LD	1.1	0.42	0	6	6							6	5	17	0.17	<LD	1	0.41	0.0
Si	mg/l	0.4	7	1	85.7	5.57	<LD	7.9	3.39	7.2	6	2	67	5.33	<LD	8	4.13	8	6	2	67	5.33	<LD	8	4.13	8.0
SiO2	mg/l	1	7	1	85.7	11.91	<LD	16.9	7.25	15.4	3	0	100	12.03	1.8	17.9	8.89	16.4	6	1	83	11.67	<LD	18	8.38	16.6
SO4	mg/l	0.2	7	1	85.7	2.11	<LD	2.9	0.96	2.4	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
TA as CaCO3	mg/l	25	7	6			<LD	29			6	4	33	6.83	<LD	23	10.70	0	8	6	25	5.00	<LD	27.0	10.11	0.0
Zn	mg/l	0.1	7	7							6	6							6	5	17	0.03	<LD	0.2	0.08	0.0

ANNEXE II

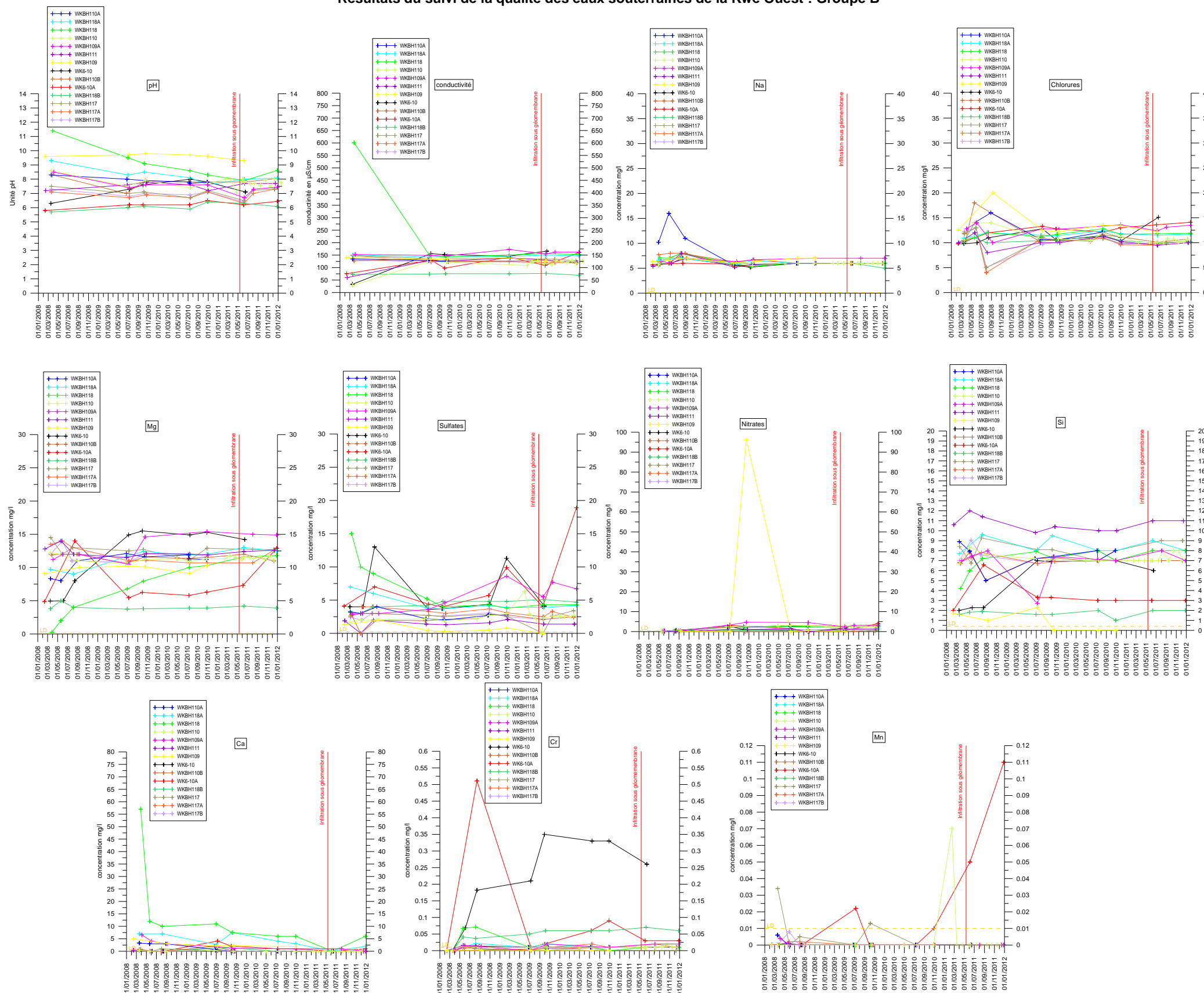
Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest :

Piézomètres des groupes A, B, C et D

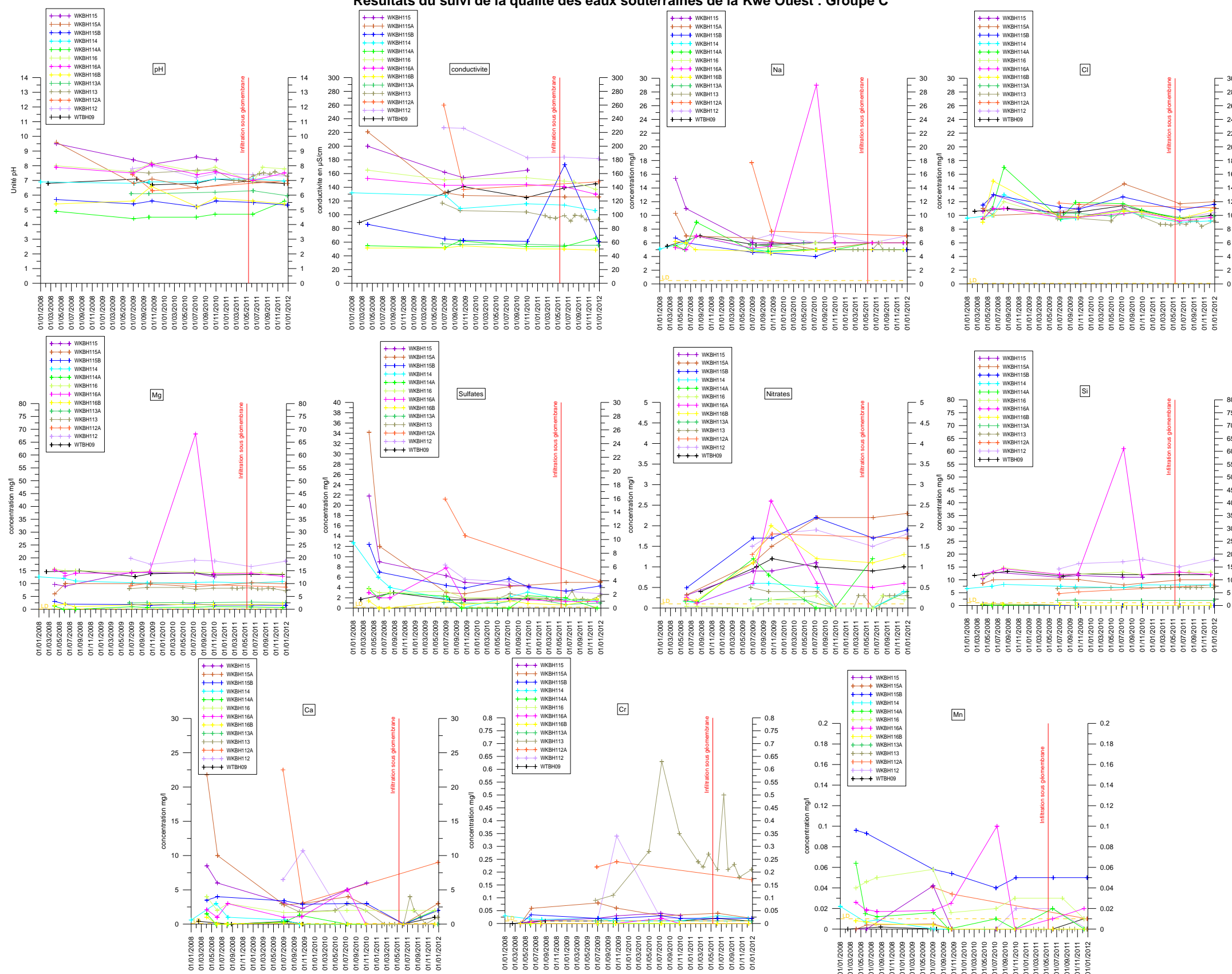
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



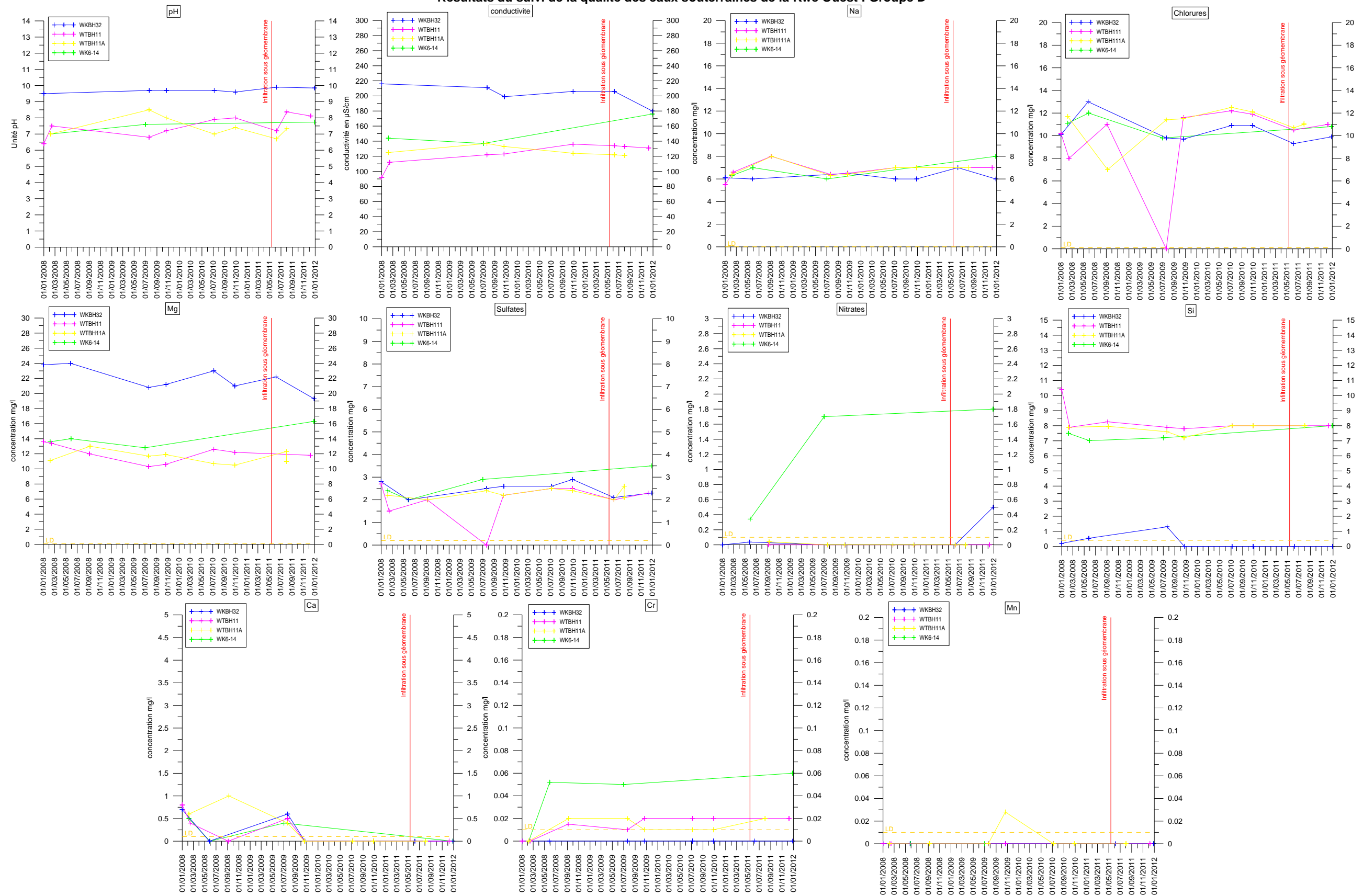
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe B



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



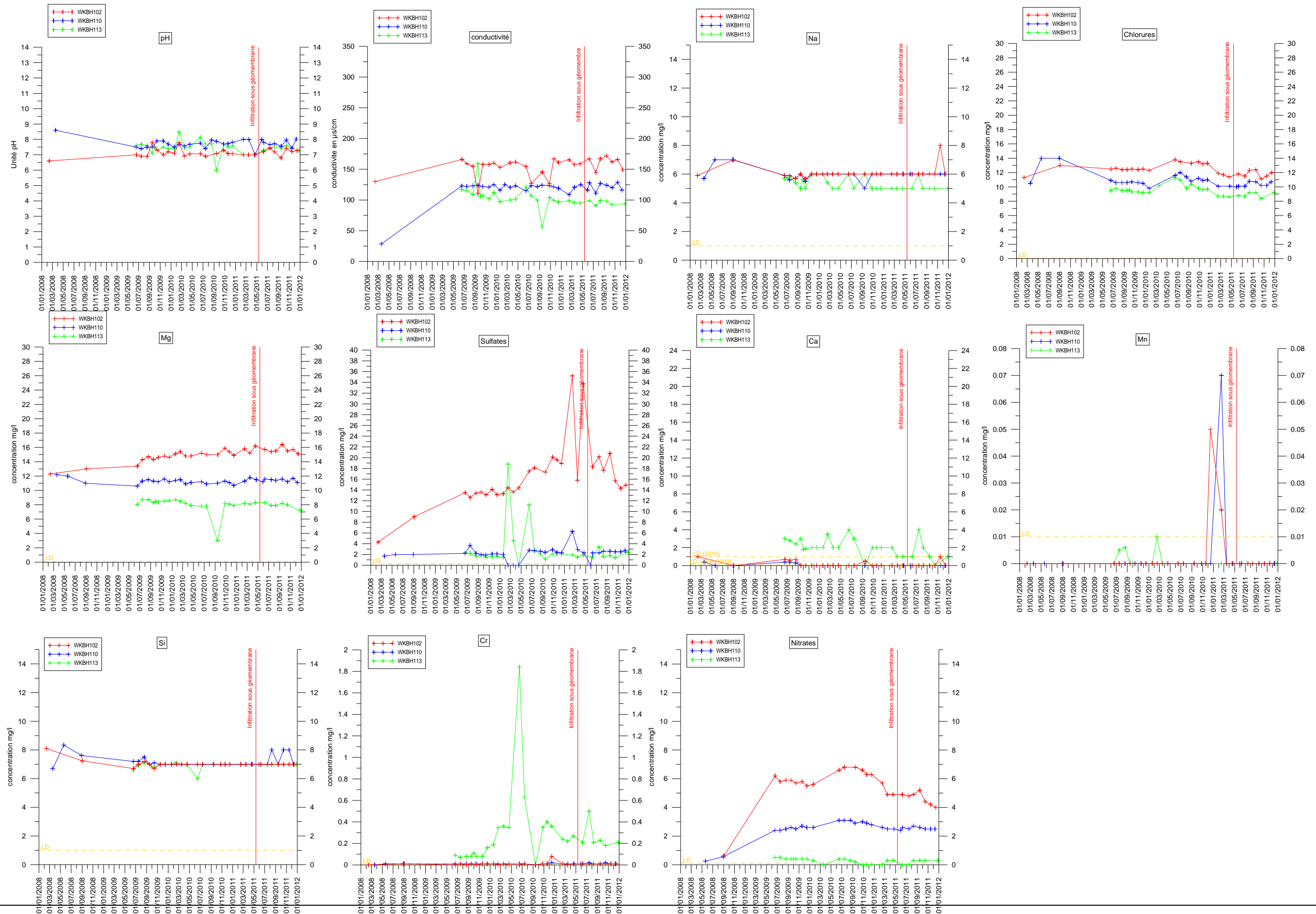
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwe Ouest : Groupe D



ANNEXE III

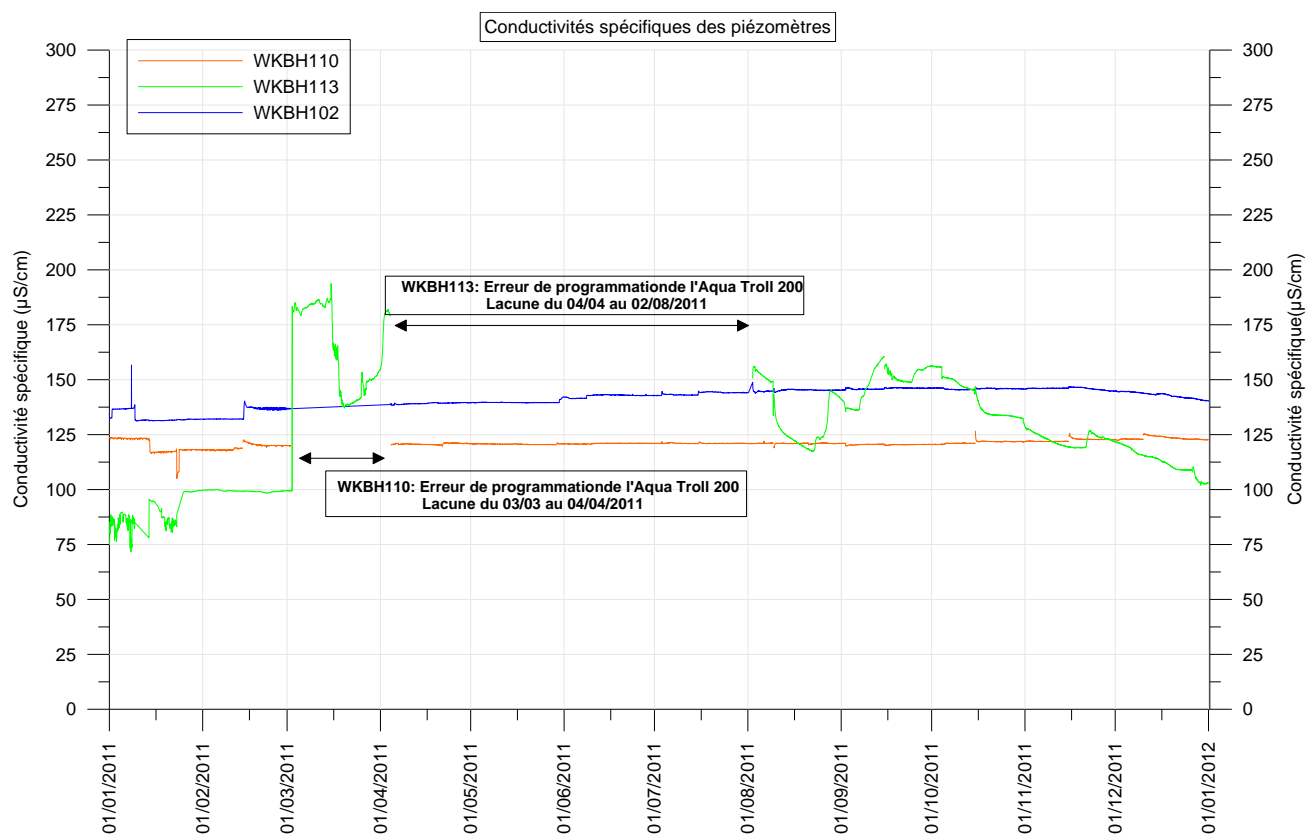
Suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest :

Piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113



ANNEXE IV

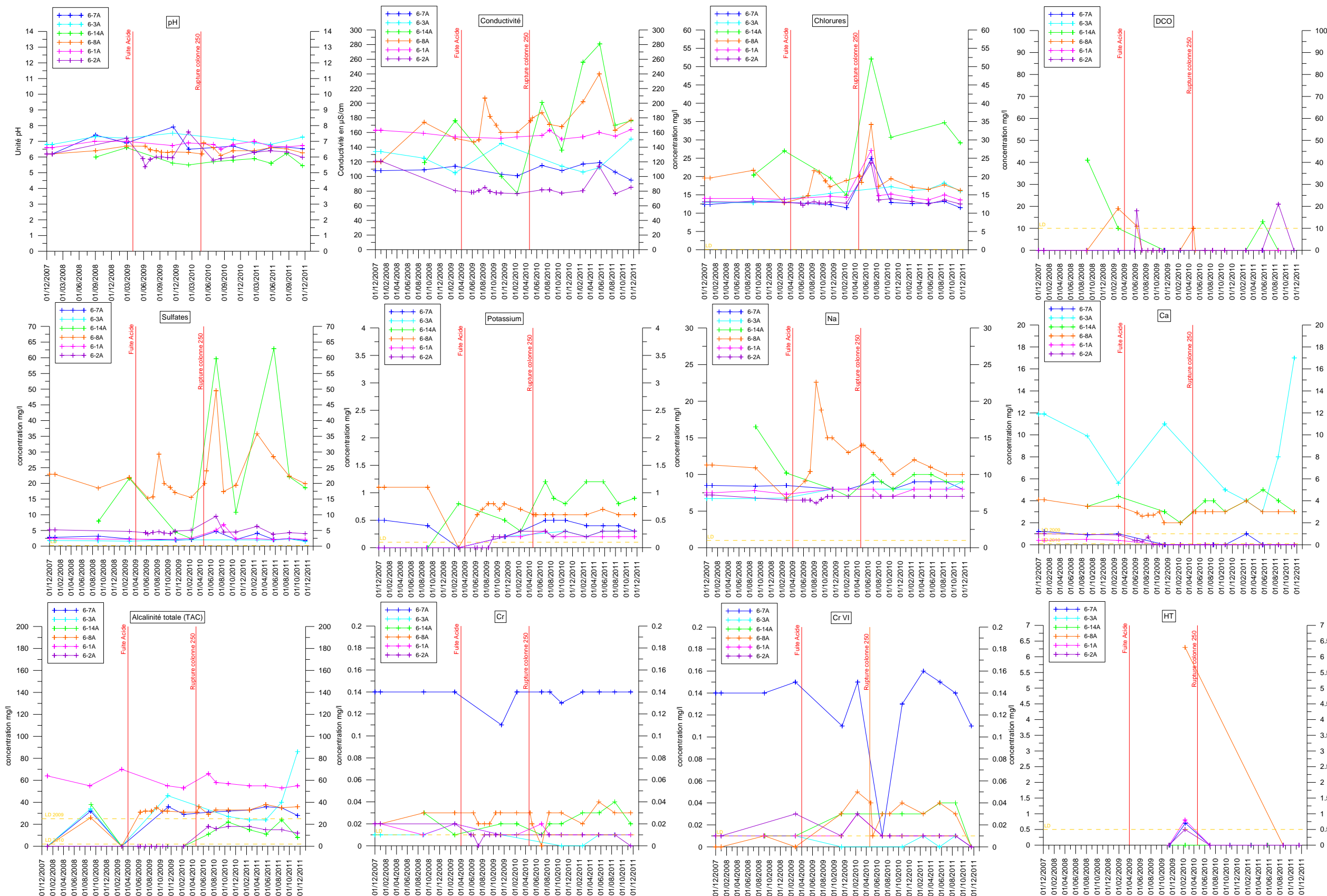
Suivi des mesures en continu : WKBH102, WKBH110, WKBH113



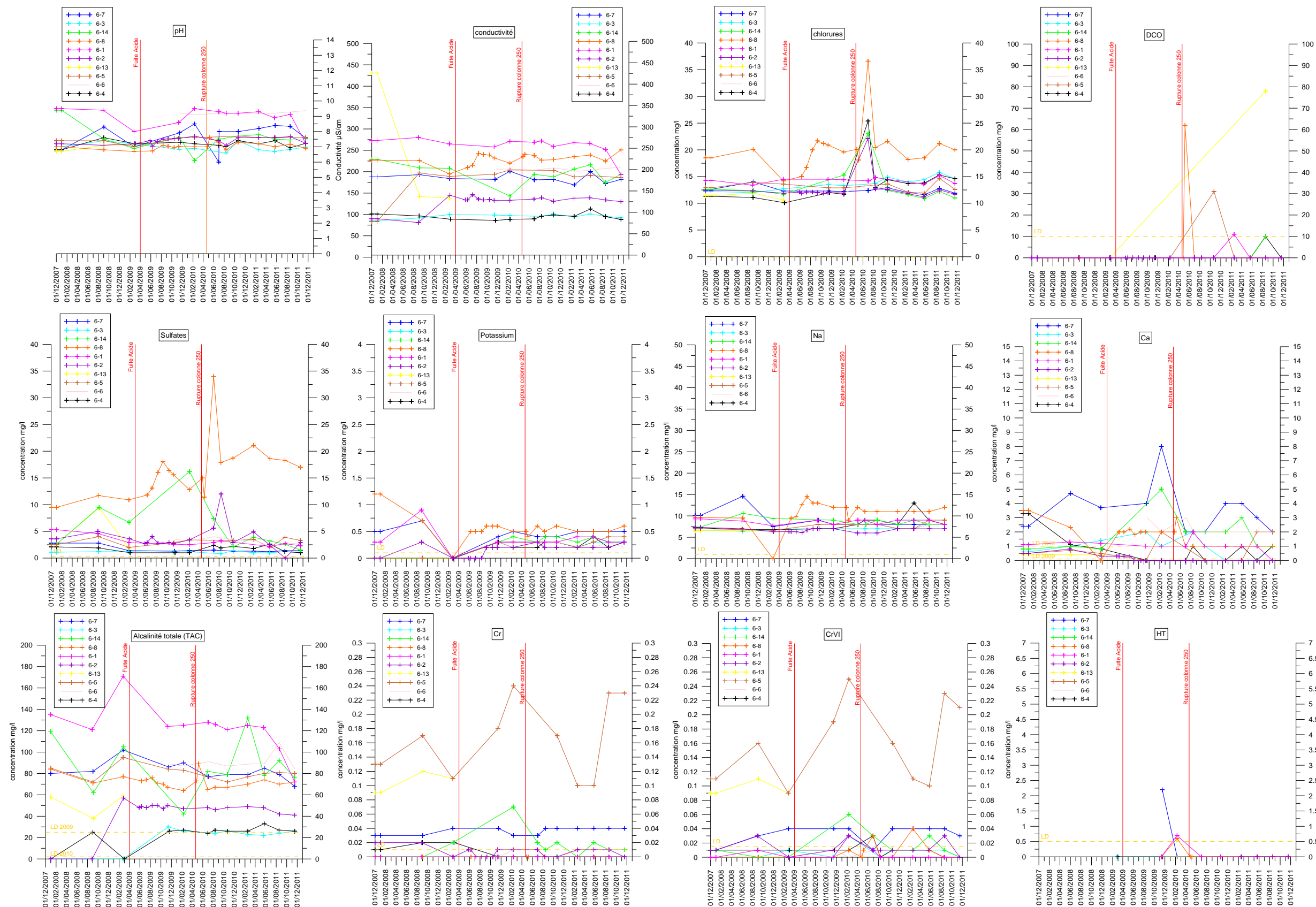
ANNEXE V

Suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine

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



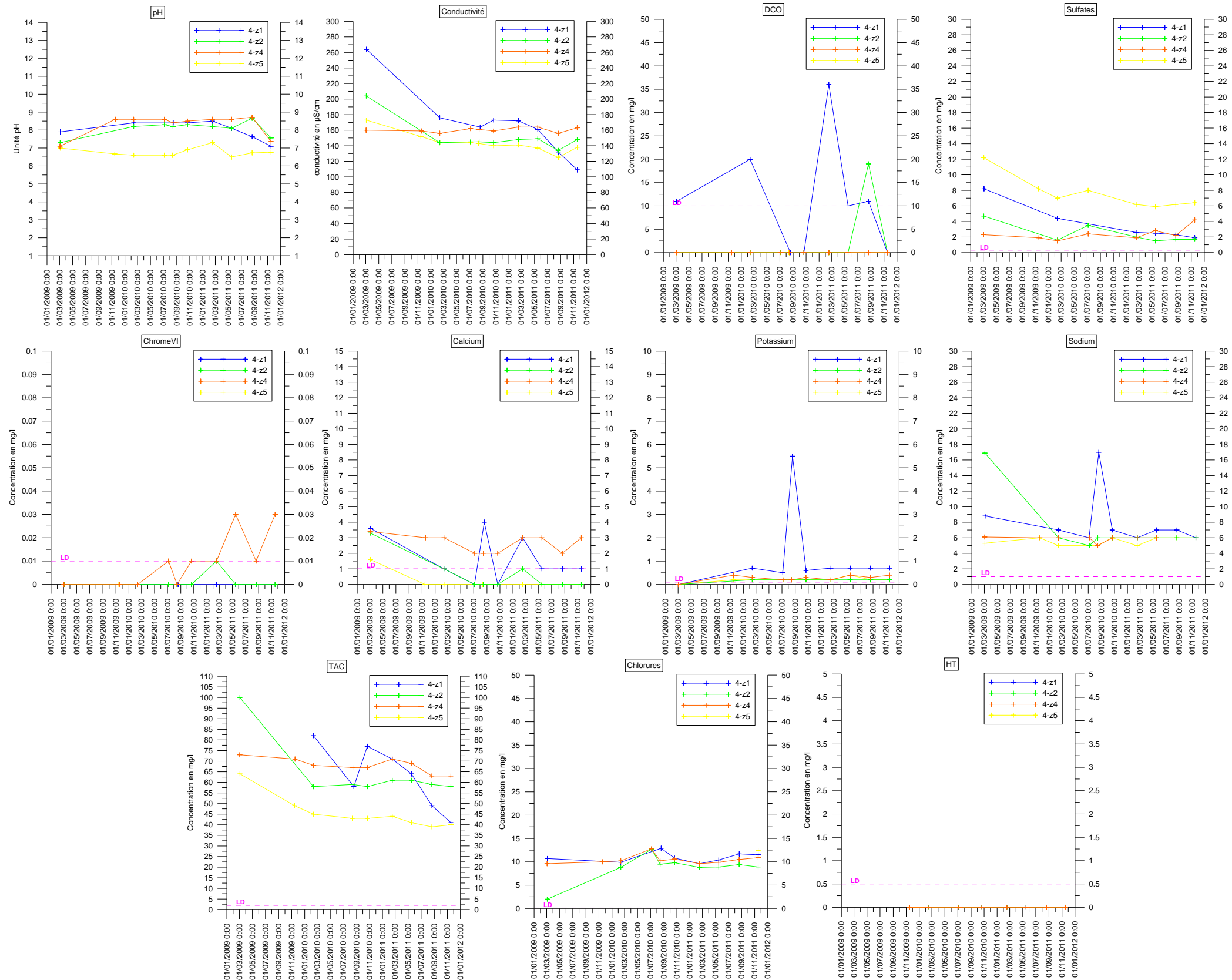
Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de l'usine : piézomètres longs



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			2009								2010								2011							
Paramètres	Unité	LD	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeur Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeur Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyse < LD	% Valeur Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane
<i>pH</i>	-	-	18	0	100	6.994	5.34	8.68	1.092	7.1	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
<i>cond</i>	<i>µS/cm</i>	-	18	0	100	178.433	82.8	327.00	60.012	170.0	15	0	100	153.333	140	176	11.830	145	16	0	100	146.313	109.00	172.00	16.879	148.0
<i>Ca</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.1</i>	18	2	89	5.611	<LD	29.70	7.738	3.0	16	9	44	0.938	0	4	1.289	0	16	7	56	1.125	<LD	3.00	1.258	1.0
<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>		18	0	100	13.589	2	22.20	5.727	12.9	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
<i>Cr</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.01</i>	18	16	11	0.007	<LD	0.09	0.023	0.0	16	16	0	0.000	0	0	0.000	0	16	13	19	0.003	<LD	0.02	0.007	0.0
<i>CrVI</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.01</i>	18	15	17	0.008	<LD	0.09	0.023	0.0	15	13	13	0.001	0	0.01	0.004	0	16	11	31	0.006	<LD	0.03	0.010	0.0
<i>DCO</i>	<i>mg/l</i>	<i>10</i>	18	14	22	6.944	<LD	53.00	15.880	0.0	15	14	7	1.333	0	20	5.164	0	15	11	27	5.067	<LD	36.00	10.327	0.0
<i>HT</i>	<i>mg/kg</i>	<i>0.5</i>	12	12	0						11	11	0	0.000	0	0	0.000	0	13	13	0					
<i>K</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.3</i>	18	5	72	1.111	<LD	5.70	1.425	0.7	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
<i>Na</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.5</i>	18	0	100	8.706	5.3	16.90	3.139	8.0	16	0	100	6.500	5	17	2.875	6	16	0	100	6.063	5.00	7.00	0.443	6.0
<i>S</i>	<i>mg/l</i>	<i>1</i>	18	3	83	6.939	<LD	22.10	6.618	4.2	16	8	50	0.813	0	2	0.911	0.5	16	10	38	0.750	<LD	2.00	1.000	0.0
<i>SO4</i>	<i>mg/l</i>	<i>0.2</i>	18	0	100	16.883	1.9	66.40	16.845	12.4	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
<i>TA as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	<i>25</i>	18	17	6	7.556	<LD	136.00	32.056	0.0	15	12	20	11.667	0	74	24.899	0	16	13	19	0.500	<LD	3.00	1.095	0.0
<i>TAC as CaCO3</i>	<i>mg/l</i>	<i>25</i>	16	5	69	67.625	<LD	468.00	111.980	45.5	12	0	100	60.417	43	82	12.609	58.5	16	0	100	55.875	39.00	71.00	11.638	60.0