



**VALE Nouvelle Calédonie**

## **PARC À RÉSIDUS DE LA KWÉ OUEST**



---

**RAPPORT ANNUEL D'EXPLOITATION**

---

**2012**

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
1.1	Contexte et objectifs du rapport .....	4
1.2	Contenu du rapport.....	4
<b>2</b>	<b>BILAN DES SOLIDES DEPOSES .....</b>	<b>5</b>
2.1	Bilan quantitatif .....	5
2.2	Bilan qualitatif .....	7
2.2.1	Analyses chimiques des résidus .....	7
2.2.2	Analyses chimique et géotechnique sur échantillons de résidus .....	7
<b>3</b>	<b>BILAN HYDRIQUE.....</b>	<b>9</b>
3.1	Eau de procédé .....	9
3.2	Eau provenant du drainage des installations .....	10
3.2.1	Description des apports d'eau .....	10
3.2.2	Organisation du drainage.....	10
3.2.3	Drains sous la géomembrane .....	10
3.2.4	Drains (fossés) aval nord, central et sud .....	14
3.3	Pluie et ruissellement.....	15
3.4	Bilan hydrique global de l'aire de stockage des résidus .....	17
3.5	Niveau du bassin d'eau du Parc à résidus .....	17
3.5.1	Fonctionnement des pompes de la barge .....	19
3.5.2	Profondeur sous la barge.....	20
3.5.3	Respect des capacités volumiques résiduelles .....	21
<b>4</b>	<b>QUALITE DE L'EAU ET REJET FINAL.....</b>	<b>22</b>
4.1	Eaux recirculées – Eaux du parc à résidus .....	22
4.2	Rejet à l'environnement - émissaire marin .....	22
4.3	Rejet à l'environnement – Eaux souterraines collectées sous la géomembrane .....	23
4.4	Rejet à l'environnement – Eaux issues du système de drainage de la berme .....	24
4.5	Qualité des eaux souterraines .....	26
4.5.1	Présentation des plans de suivi et des protocoles de mesure .....	26
4.5.2	Présentation des résultats .....	30
4.5.3	Analyse des résultats et interprétation .....	34
4.6	Qualité de l'eau douce de surface.....	35
4.6.1	Localisation .....	35
4.6.2	Méthodes de mesure .....	37
4.6.3	Données disponibles.....	39
4.6.4	Présentation des résultats .....	39
4.6.5	Analyse des résultats et interprétation .....	45
<b>5</b>	<b>PLAN DE DEPOSITION.....</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>INCIDENTS ET AUTRES EVENEMENTS EXCEPTIONNELS.....</b>	<b>48</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>49</b>
	<b>ANNEXE A1 – PLAN DE LOCALISATION .....</b>	<b>50</b>
	<b>ANNEXE A2 – PLAN DE LOCALISATION DES ZONES DE LA GÉOMEMBRANE.....</b>	<b>51</b>
	<b>ANNEXE B – DEBITS JOURNALIERS DU CUMUL DES DRAINS SOUS LA MEMBRANE (4R6) 52</b>	
	<b>ANNEXE C – HISTORIQUE D'ENTRETIEN DES POMPES.....</b>	<b>53</b>
	<b>ANNEXE D – DEBITS PROVENANT DES DRAINS DE LA BERME .....</b>	<b>55</b>
	<b>ANNEXE E – DONNEES DE PRECIPITATIONS JOURNALIERES .....</b>	<b>56</b>
	<b>ANNEXE F – QUALITE DES EAUX ISSUS DU PARC A RESIDUS .....</b>	<b>57</b>

<b>ANNEXE G – RESULTATS DU SUIVI DES PIEZOMETRES DES GROUPES A, B, C ET D...</b>	<b>66</b>
<b>ANNEXE H – SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES PIEZOMETRES WKBH102, WKBH110, WKBH113.....</b>	<b>70</b>
<b>ANNEXE I – SUIVI DES MESURES EN CONTINU WKBH102, WKBH110, WKBH113.....</b>	<b>71</b>
<b>ANNEXE J – ÉVOLUTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES STATIONS D’EAU DE SURFACE DE LA KWE.....</b>	<b>72</b>
<b>ANNEXE K – ÉVOLUTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOURCES WK17 ET WK20 .....</b>	<b>73</b>
<b>ANNEXE L – SUIVI DES MESURES EN CONTINU DES SOURCES DE LA KWE OUEST ....</b>	<b>75</b>
<b>ANNEXE M – TABLEAU D’EXPLOITATION STATISTIQUE DES ANALYSES (WK17 ET WK20) 76</b>	
<b>ANNEXE N – SUIVI DE LA NATURE DES SEDIMENTS .....</b>	<b>77</b>

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Contexte et objectifs du rapport

Dans le cadre de ses activités d'exploitation de la mine de nickel du plateau de Goro, la Compagnie Vale Nouvelle Calédonie (VNC) opère le parc à résidus de la Kwé Ouest (KWRSF) pour stocker les rejets des étapes de lixiviation et de raffinage du minerai.

Le parc à résidus de la Kwé Ouest est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE), selon l'arrêté No 1466-2008/PS du 9 octobre 2008 émis par la Province Sud de la Nouvelle Calédonie.

Le présent rapport rend compte du bilan des opérations effectuées sur l'année 2012 pour l'exploitation du parc à résidus de la Kwé Ouest.

Les localisations des différents ouvrages reliés au parc à résidus sont précisées sur le plan de l'ANNEXE A1.

## 1.2 Contenu du rapport

Dans ce rapport on présente les différents paramètres quantitatifs liés à l'opération du parc à résidus. Il s'agit :

- Du bilan de la déposition des solides ;
- Du bilan hydrique incluant
  - L'eau de transport des résidus (eau de procédé) ;
  - Le drainage aval ;
  - Les précipitations ;
- De la qualité de l'eau et des rejets à l'environnement
  - Bassin de sédimentation du parc à résidus ;
  - Eaux souterraines collectées sous la géomembrane ;
  - Eaux internes issues du système de drainage de la berme ;
  - Eaux souterraines en aval de la berme ;
  - Eau superficielles en aval de la berme.
- Du plan de déposition ;
- Des incidents ou autres événements exceptionnels.

Le rapport est publié semestriellement. Celui de fin d'année contient le bilan des données d'exploitation pour l'année passée.

On rappellera que le début de l'opération du parc à résidus à commencer le 12 décembre 2008.

## 2 BILAN DES SOLIDES DEPOSES

### 2.1 Bilan quantitatif

Les installations de Vale Nouvelle Calédonie génèrent des résidus issus des opérations de lixiviation du minerai depuis 2009. Ces résidus sont déposés à partir de 2 points de déposition disposés sur le flanc Sud de l'aire de stockage.



Figure 2-1 : Point de déposition et sa plage de résidus

Le tableau 2.1 résume les quantités de solides envoyés au parc à résidus. Nous avons procédé à la fin 2011 à une conciliation globale des quantités (mine-usine-parc à résidus) basé sur les relevés bathymétrique et topographique du dépôt (ligne « 2011 & antérieures » du tableau ci-dessous). Un deuxième relevé bathymétrique et topographique a été fait en septembre 2012.

2012 RÉSIDUS DÉPOSÉS DANS LE PARC	Quantités mensuelles (tonnes sèches)	Quantités cumulatives annuelles (tonnes)	Quantités cumulatives (tonnes)	Volume estimé en place (m³)	Volume cumulatif estimé annuel (m³)	Volume cumulatif estimé (m³)
<b>2011 &amp; antérieures</b>	-----	-----	1 467 511	-----	-----	1 720 611
Janvier	72 962	72 962	1 540 473	83 054	83 054	1 803 665
Février	120 229	193 191	1 660 702	136 733	219 787	1 940 398
Mars	23 388	216 579	1 684 090	26 594	246 380	1 966 991
Avril	19 964	236 543	1 704 054	22 697	269 077	1 989 688
Mai	64 528	301 071	1 768 582	73 325	342 402	2 063 013
Juin	3 221	304 291	1 771 802	3 659	346 061	2 066 672
Juillet	13 002	317 293	1 784 804	14 768	360 766	2 081 377
Août	3 574	320 867	1 788 378	4 059	364 825	2 085 436
Septembre	66 778	387 645	1 855 156	75 804	440 629	2 161 240
Octobre	72 486	460 131	1 927 642	82 232	522 862	2 243 473
Novembre	106 654	566 785	2 034 296	73 705	596 567	2 317 178
Décembre	105 728	672 513	2 140 024	135 479	732 045	2 452 656

Tableau 2.1 Résidus déposés mensuels

672 513 tonnes de résidus ont été stockés durant l'année 2012. Ce qui correspond à 56 042 t/mois en moyenne. Le volume cumulé de résidus atteint maintenant les 2,4 Millions de m<sup>3</sup> (rappel : la capacité du stockage est de 42 Millions de m<sup>3</sup>). Ce qui fait une **densité moyenne** du dépôt à la fin décembre 2012 de **0,87 tonnes par mètre cube**.

Cette valeur est corroborée par la réconciliation topographique et bathymétrique effectuée en septembre 2012 par le bureau d'étude CPASE NORD. Cette réconciliation dont sont extraites la vue suivante et la coupe, indique une densité moyenne du dépôt global de **0,89**.



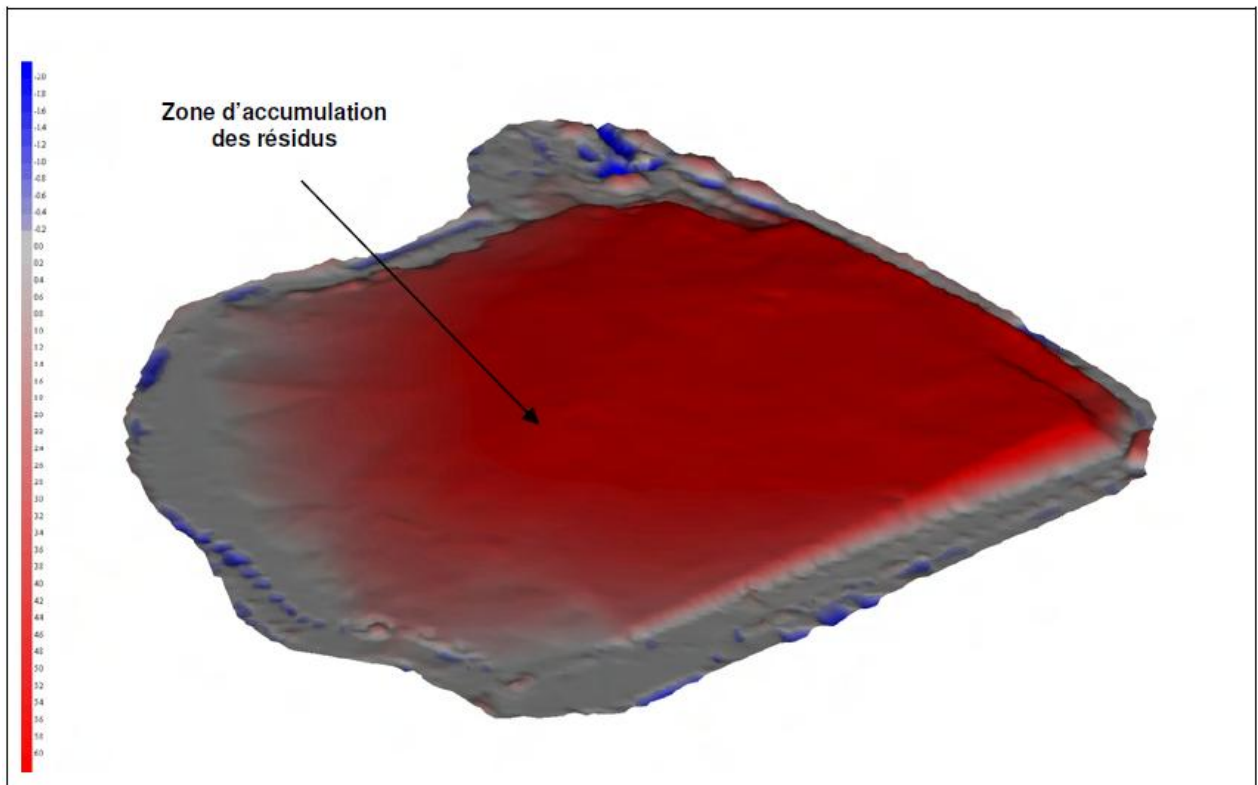


Figure 2-2 : Visualisation du dépôt de résidus

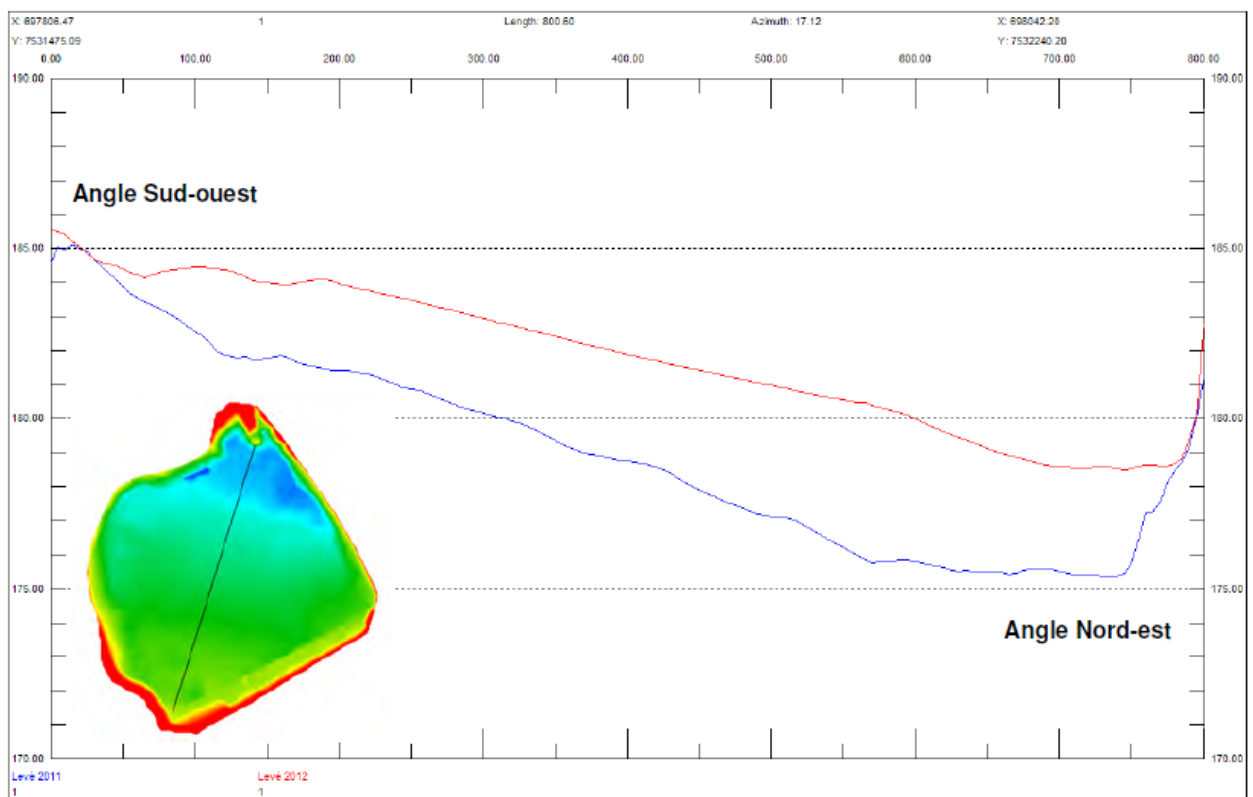
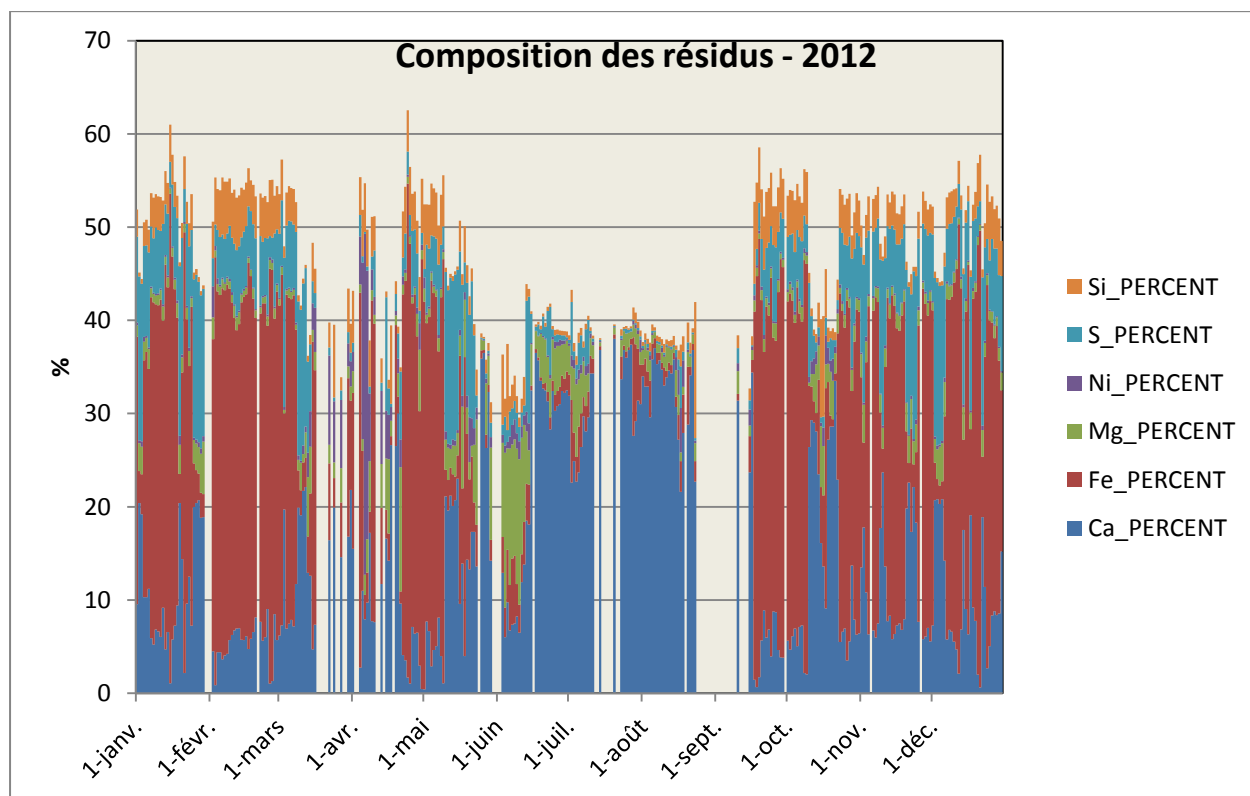


Figure 2-3 : Coupe de l'accumulation de résidus entre sept. 2011 et sept. 2012

## 2.2 Bilan qualitatif

### 2.2.1 Analyses chimiques des résidus

Le diagramme suivant présente les variations de pourcentage des différents éléments constituant les résidus. Ces données correspondent à des prélèvements réalisés sur la pulpe de résidus.



**Figure 2-4 : Composition chimique des résidus**

On observe que du mois de juin au mois d'octobre la nature des résidus est différente. Cette période correspond à l'arrêt de la lixiviation due à l'absence d'alimentation en acide (panne de l'usine d'acide). On trouve alors durant cette période des résidus issus des opérations de lavage des capacités de rétention de l'usine, et surtout des composés carbonatés.

Dès la reprise de la production, la composition des résidus est plus classique. Les teneurs en Fer sont de l'ordre de 30%.

Sur l'année, les principaux éléments se retrouvent avec les moyennes suivantes (en %) :

Al	Ca	Cr	Fe	Mg	Mn	Ni	S	Si
1,4	15,1	1,1	19,8	2,4	1,4	1,0	5,8	2,8

Le pourcentage solide de la pulpe de résidus est de 10,5% sur l'année avec pour le mois de décembre une moyenne de 12,5%.

### 2.2.2 Analyses chimique et géotechnique sur échantillons de résidus

Des campagnes de carottage des résidus sont régulièrement organisées.

- En 2011 il y a eu deux campagnes : en octobre et en novembre ;

- En 2012, il y a eu 4 campagnes : en janvier, juillet, septembre et novembre.

Ces campagnes ont lieu sur 2 secteurs de la plage Sud de résidus lorsqu'ils sont exondés.

Les échantillons prélevés à différentes profondeurs sont analysés au laboratoire de l'Usine.

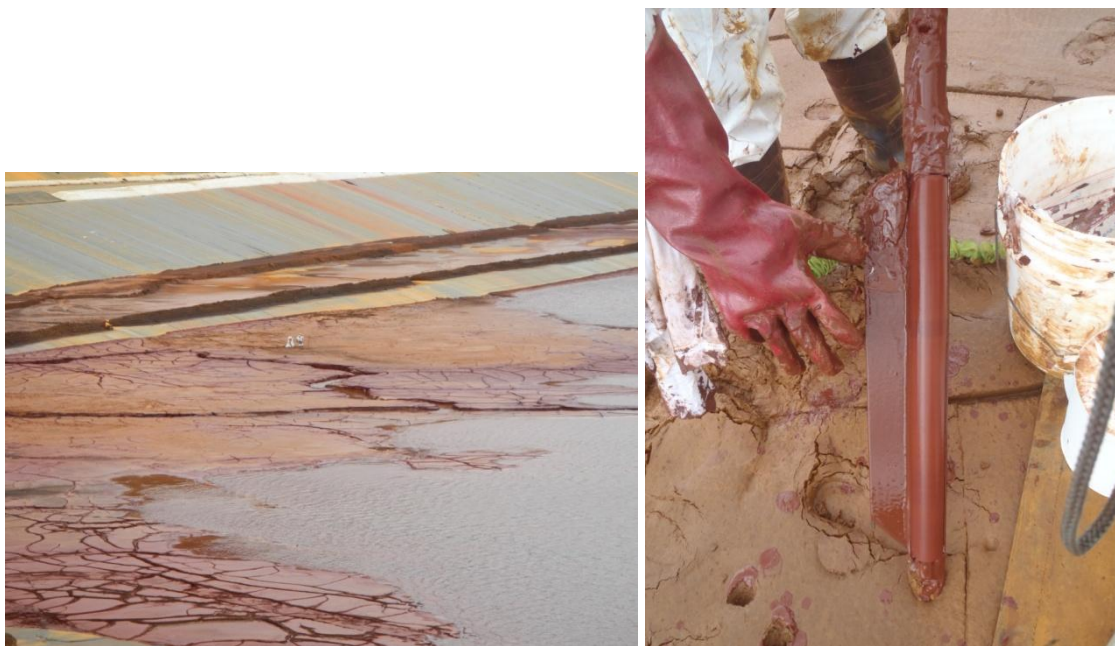
Du point de vue chimique les valeurs moyennes obtenues sont les suivantes :

- Fe : 23 %
- Ca : 13 %
- S : 10,5 %
- Mg : 1%
- Ni : 0,2%

Du point de vue géotechnique on obtient les valeurs moyennes suivantes :

- 47% d'humidité
- 0,80 densité sèche des solides

Un échantillon intact de résidus a été prélevé et conditionné le 4/10/2012 pour une mesure en laboratoire de la perméabilité verticale à l'eau. La mesure a été effectuée par le laboratoire GINGER-LBTP de Nouméa. Le résultat est de  **$3,0 \cdot 10^{-9}$  m/s**.



**Figure 2-5 : Carottage des résidus**

Ces campagnes de prélèvements et de mesures in situ continueront à être réalisées dès que les plages de résidus le permettront. Ceci en attendant le remplissage des cellules d'essais par des résidus représentatifs du fonctionnement de l'usine et notamment de son atelier de traitement des effluents solides qui est pour le moment pas encore au niveau du projet initial. Le fonctionnement de l'IPP qui est censé augmenter sensiblement les pourcentages de solides dans la pulpe de résidus est, en effet, encore en phase de test.



### 3 BILAN HYDRIQUE

#### 3.1 Eau de procédé

Les apports et retraits d'eau reliés au procédé sont les suivants :

- **L'eau servant au transport** des résidus de l'Usine jusqu'au parc à résidus. Cette pulpe, à la capacité nominale de l'Usine, sera composée typiquement d'environ 15% en volume de particules solides et de 85 % en eau. Pour l'instant, l'usine n'a pas encore atteint son rythme de croisière et de plus elle a été arrêtée entre le 8 mai et le 19 septembre 2012 à cause de manque d'acide sulfurique nécessaire à la lixiviation (panne de l'usine d'acide et acheminement d'acide par bateau). Pendant cet arrêt, les résidus transportés ont été surtout liquides car issus des lavages et rinçages des différentes capacités de stockage et de rétention de l'usine. Sur cette période la composition de la pulpe n'a été que d'environ 3% solide en volume.
- La pulpe est déversée dans l'aire de stockage du parc à résidus. Les particules solides se sédimentent au fond de l'aire de stockage des résidus en formant une plage et libère l'eau ayant servi à son transport. Par contre, de l'eau reste quand même emprisonnée entre les grains des particules solides, c'est **l'eau interstitielle**. Cette valeur est estimée en fonction de l'indice des vides attendu des résidus déposés.
- L'eau qui a été libérée lors de la sédimentation des solides forme **le bassin d'eau du parc à résidus**. Dans ce bassin, une barge munie de pompes sert à ajuster le volume d'eau ainsi retenu dans le parc. L'eau pompée est retournée à l'Usine pour être réutilisée comme eau de procédé ou traitée et relâchée à l'émissaire marin en cas de surplus.

Le tableau 3.1 résume les apports et retraits d'eau provenant du procédé, les valeurs entre parenthèses et en rouge sont des valeurs négatives.

2012 BILAN D'EAU DANS LE PARC À RÉSIDUS (toutes les valeurs en m³)	Eau dans la pulpe envoyée au parc	Eau interstitielle des résidus déposés (estimé)	Eau retournée vers l'Usine par la barge	Eau des drains sous la membrane pompée dans le parc	Ruissellement coulant dans le bassin du parc	Bilan mensuel
	+	-	-	+	+	=
<b>2011 &amp; antérieures</b>	14 514 052	1 273 200	18 362 418	97 468	6 056 222	1 032 124
Janvier	783 571	60 813	956 446	9 746	257 000	33 058
Février	790 539	100 095	985 356	594	191 000	(103 318)
Mars	598 184	19 414	746 056	114	1 810 000	1 642 828
Avril	241 693	16 541	1 089 740	123	246 000	(618 465)
Mai	395 924	53 304	985 346	75	27 000	(615 999)
Juin	233 408	2 678	748 478	92	250 000	(267 655)
Juillet	196 746	10 810	380 435	644	105 000	(88 855)
Août	337 896	2 972	444 403	3 088	20 000	(86 391)
Septembre	490 606	55 483	507 355	4 969	175 000	107 737
Octobre	471 673	60 185	565 046	360	95 000	(58 197)
Novembre	568 906	88 494	421 896	78	50 000	108 595
Décembre	725 488	87 616	999 412	168	151 511	(209 861)

Tableau 3.1 Bilan d'eau

## 3.2 Eau provenant du drainage des installations

### 3.2.1 Description des apports d'eau

Sous la membrane recouvrant le fond de l'aire de stockage des résidus existe un réseau de drains qui collectent l'eau du sol sous la membrane et achemine le tout vers le pied aval du barrage ou berme au niveau du puits de refoulement. La carte présentée en ANNEXE A2 présente l'implantation de ce réseau de drains. Cette eau, conditionnelle à une qualité conforme à l'arrêté d'autorisation, est acheminée vers la rivière Kwé. Advenant une contamination de cette eau (par infiltration d'eau du parc à résidus à travers la membrane), l'eau serait alors pompée vers l'aire de stockage des résidus.

De plus, le barrage contient des couches drainantes qui acheminent l'eau infiltrée dans son intérieur jusqu'à son pied aval. Cette eau, moyennant une qualité conforme à l'arrêté d'autorisation, est également acheminée vers la rivière Kwé. Advenant une contamination de cette eau, l'eau serait pompée à partir des seuils de déversement vers le Parc à résidus.

### 3.2.2 Organisation du drainage

Dans la partie centrale du pied aval de la berme existe le point bas du terrain naturel environnant. De par sa géométrie, cet endroit est un collecteur des différentes eaux de drainage. On y retrouve :

- Le puits de pompage aval avec le rejet des eaux collectées par le système de drains installés sous la géomembrane de l'aire de stockage des résidus (point de rejet 4R6) ;
- Les fossés de collecte des eaux qui ont percolées au travers de la berme et ont été captées par le système de drainage interne à la berme et relâchées à l'aval du tapis drainant de la berme. On dénote 3 secteurs de drainage :
  - La partie nord de la berme qui se draine dans le fossé (drain) nord (point de rejet 4R7) ;
  - La partie sud de la berme qui se draine dans le fossé (drain) sud (point de rejet 4R8) ;
  - La partie centrale de la berme (point de rejet 4R9).

### 3.2.3 Drains sous la géomembrane

Le système de drains installés sous la géomembrane est divisé en quatre secteurs distinctifs (Cf. la carte en ANNEXE A2). Chaque secteur comporte un collecteur hydrauliquement indépendant qui achemine l'eau vers le pied aval de la berme et le puits de pompage aval. Un débitmètre est installé sur chacun de ces collecteurs. Le tableau 3.2 résume les débits observés. Le tableau à l'annexe B contient le débit journalier enregistré au point de rejet 4R6 (sortie du puits de pompage aval).

2012	DÉBIT DES CONDUITES (m <sup>3</sup> /h)				
	1	2	3	4	TOTAL
Janvier	33.2	13.0	203.9	4.9	255
Février	35.9	77.0	164.1	5.6	283
Mars	54.6	198.8	296.7	15.3	565
Avril	62.5	95.7	223.5	18.0	400
Mai	46.4	19.4	157.4	8.5	232
Juin	43.6	16.5	141.8	8.1	210
Juillet	30.2	14.7	80.7	4.6	130
Août	12.6	0.0	25.9	0.0	39
Septembre	7.8	6.5	20.7	1.8	37
Octobre	12.2	14.4	32.0	4.0	63
Novembre	10.9	4.2	25.4	2.1	43
Décembre	34.1	32.1	141.5	9.7	217

Tableau 3.2 Drainage sous la géomembrane

L'eau collectée par ces 4 drains peut provenir de deux origines : 1) de l'eau provenant du bassin d'eau de l'aire de stockage des résidus et qui s'infiltre à travers la géomembrane (des fuites) et 2) des écoulements d'eaux souterraines naturelles du secteur circulant à faible profondeur.

Les débits observés semblent très influencés par les précipitations (voir figure 3.1). La majeure partie de l'eau de ces drains proviendrait ainsi du captage de la nappe phréatique, rechargée par les précipitations (les données de précipitations sont abordées au chapitre 3.3 du rapport).

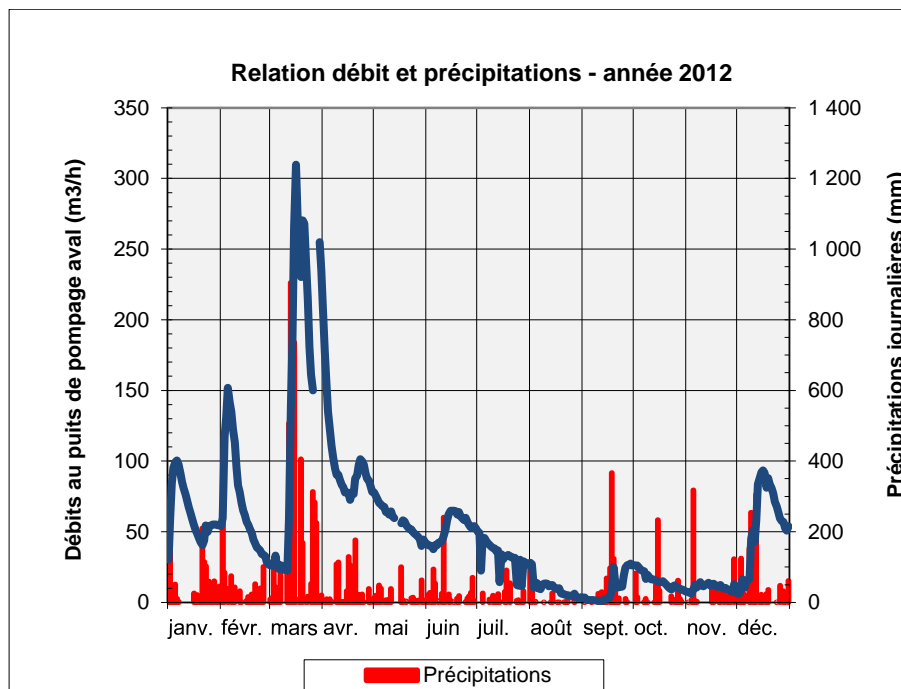


Figure 3-1 : Relation débits des drains sous la géomembrane et précipitations

Cette eau est acheminée vers le puits de pompage aval (voir figure 3.2). Quand l'eau rencontre les critères de rejet (voir partie 4.3 du présent rapport), elle est évacuée par gravité vers le ruisseau de la Kwé Ouest via le bassin décanteur aval.

Lorsque sa qualité n'est pas adéquate, elle est pompée vers l'aire de stockage des résidus. Une sonde mesurant la conductivité est installée dans le bassin de pompage, donnant en continue une indication de la qualité de l'eau rejeté au milieu extérieur.



**Figure 3-2 : Arrivée des drains sous la géomembrane au puits de pompage aval**

À l'occasion, les pompes sont opérées de courtes périodes afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (tous les mardis).

Lorsque l'écoulement du puits de pompage dépasse les critères de rejet, les conduites qui sont conformes, s'il y a lieu, sont déviées vers un bassin de by-pass (voir figure 3.3), permettant de continuer d'alimenter la rivière Kwé Ouest.

Seule la partie contaminée est dans ce cas pompée vers l'aire de stockage des résidus. Ainsi, aucune eau contaminée ne parvient au milieu naturel.



**Figure 3-3 : Sortie des drains sous la géomembrane hors du puits de pompage**

Le tableau 3.3 montre les volumes d'eau pompés vers le stockage des résidus ainsi que les heures d'utilisation des pompes.

2012	Volume d'eau pompé du puits de pompage aval vers le parc à résidus (m³)	Heures d'opération (h)		Heures d'opération	
		Pompe puits aval 285-PPP-021	Pompe puits aval 285 PPP-022	à 1 pompe	à 2 pompes
Janvier	9 746	60,1	1,8	58,6	1,7
Février	428	2,0	0,9	1,3	0,8
Mars	280	1,0	1,0	0,2	0,9
Avril	123	0,6	0,3	0,9	-
Mai	75	0,3	0,3	-	0,3
Juin	92	0,5	0,3	0,2	0,3
Juillet	644	3,0	1,3	1,7	1,3
Août	2 497	13,5	3,5	10,0	3,5
Septembre	4 710	31,8	0,2	31,6	0,2
Octobre	360	1,3	1,3	0,4	1,1
Novembre	-	0,2	0,2	-	0,2
Décembre	246	0,9	1,3	0,7	0,8
<b>TOTAL</b>	<b>19 202</b>	<b>115,1</b>	<b>12,3</b>	<b>105,4</b>	<b>11,0</b>
<b>Tableau 3.3</b>		<b>Somme</b>		<b>116,4</b>	

Le volume pompé en janvier correspond au pompage du drain 4. En effet, ce dernier, de faible débit, a présenté, un pic de conductivité élevée au début du mois, jusqu'à 2000 µS/cm, pour s'atténuer ensuite à 700 µS/cm la fin du mois (Cf. chapitre relatif à la qualité des eaux).

Le graphique suivant (figure 3.4) illustre le pourcentage du temps d'opération selon qu'il y ait eu 1 ou 2 pompes de refoulement en marche simultanément. C'est pendant le mois de janvier qu'elles ont le plus fonctionné, mais seulement à moins de 10% du temps.

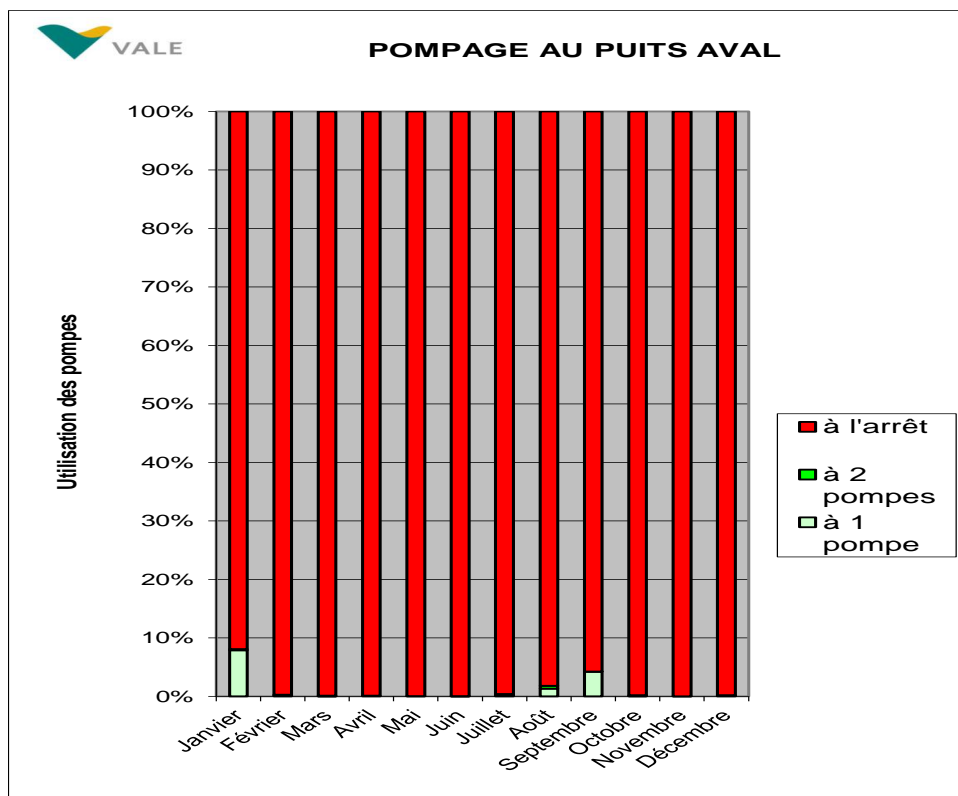


Figure 3-4 : Temps de fonctionnement des pompes de refoulement



Le tableau 3.4 montre la disponibilité des pompes. Le calcul est fait en divisant le nombre d'heures pendant lesquelles les pompes sont en marche ou disponibles pour l'être, par le nombre d'heures totales de la période concernée.

2012	DISPONIBILITÉ PUIITS DE POMPAGE AVAL		
	285-PPP-021	285-PPP-022	MOYENNE
Janvier	100.0%	100.0%	100.0%
Février	99.8%	99.7%	99.7%
Mars	88.3%	88.3%	88.3%
Avril	100.0%	100.0%	100.0%
Mai	92.8%	92.8%	92.8%
Juin	99.7%	99.7%	99.7%
Juillet	100.0%	100.0%	100.0%
Août	99.9%	99.9%	99.9%
Septembre	85.3%	85.3%	85.3%
Octobre	93.4%	93.4%	93.4%
Novembre	99.0%	99.0%	99.0%
Décembre	100.0%	100.0%	100.0%

Tableau 3.4

On retrouve en ANNEXE C l'historique des opérations d'entretien et de maintenance effectuées sur ces pompes pendant l'année 2012.

#### Entretien du dispositif de drainage : procédure de curage

L'équipe opération procède régulièrement à des opérations de purge des circuits de drainage sous la géomembrane. Ces purges consistent à effectuer une chasse soudaine après une mise en charge de chacune des conduites par obturation. Ces interventions ont été mises en place au deuxième semestre 2012. Elles ont eu lieu les 21 et 26 juin puis le 3 juillet 2012.

### 3.2.4 Drains (fossés) aval nord, central et sud

La berme contient des couches drainantes qui rabattent les eaux infiltrées vers le tapis drainant installé à sa base. Ces eaux s'évacuent soit en partie nord du tapis drainant, soit dans sa partie sud ou encore dans sa partie centrale. Chacun de ces 3 secteurs comporte un déversoir en V pour mesurer le débit y transitant (voir figure 3.5).



Figure 3.5 : déversoir des drains aval de la berme

Le tableau 3.5, ci-dessous, résume les débits de chacun des déversoirs, observés mensuellement. Ils sont regroupés en ANNEXE D.

2012	4r7 Drain nord		4r8 Drain sud		4r9 Drain central	
DRAINAGE ISSU DES DRAINS INTERNES À LA BERME	Débit mensuel (m³/h)	Volume cumulatif mensuel (m3)	Débit mensuel (m³/h)	Volume cumulatif mensuel (m3)	Débit mensuel (m³/h)	Volume cumulatif mensuel (m3)
Janvier	8,9	6 479	76,0	55 476	18,2	13 244
Février	2,3	1 685	7,2	5 229	10,2	7 424
Mars	26,1	19 053	58,2	42 498	6,2	4 542
Avril	10,2	7 440	16,9	12 296		-
Mai	0,4	264	2,7	2 005		-
Juin	0,3	205	3,2	2 330		-
Juillet		sec	0,4	299		-
Août	0,4	263	0,4	299	1,6	1 132
Septembre	0,2	114	0,9	652	0,3	196
Octobre	0,0	14	2,6	1 925	0,6	419
Novembre	0,1	95	4,7	3 421	0,7	519
Décembre	2,4	1 732	21,5	15 658	7,9	5 753
Total		37 343	Total	142 088	Total	33 227

Tableau 3.5 Débit mensuel

Les débits sont très variables et sont grandement influencés par les précipitations. En effet, ces drains, en plus d'évacuer l'eau du système de drainage interne à la berme, captent aussi les eaux de ruissellement du parement aval du barrage.

L'absence de données sur le drain 4R9 ne signifie pas qu'il n'y a pas eu d'écoulement mais que la mesure des débits est rendue impossible à cause du comblement du déversoir par des sédiments. Ces sédiments sont issus des travaux d'élévation de la berme qui génèrent beaucoup de déblais épars qui finissent par rejoindre avec les ruissellements le fossé. Depuis Août, une instruction de curage est diligentée chaque fois que nécessaire. A noter que pendant le mois de juillet les drains étaient quasiment secs.

Pendant l'année 2012, toutes les eaux issues des drains internes à la berme ont été contrôlées de bonne qualité. Elles ont rejoint la rivière Kwé via le bassin de décantation aval (voir partie 4.4 du présent rapport). Aucune de ces eaux n'a été pompée vers le Parc à résidus.

### 3.3 Pluie et ruissellement

Le parc à résidus de la Kwé Ouest est construit dans une vallée bordée de montagnes de la chaîne des Monts Nengone. La région reçoit annuellement des précipitations importantes (autour de 3 m de pluie annuelle)

Le tableau ci-dessous résume les précipitations annuelles, mesurées par météo France à la station située au col de l'antenne, en bordure du parc à résidus. Le tableau contient également, à titre d'information, les précipitations moyennes mensuelles pour le site de Goro, c'est à dire les précipitations prévues basées sur les statistiques de précipitations. Le tableau en ANNEXE E contient le détail des précipitations journalières pour l'année en cours.

À partir du mois de mars qui a été particulièrement pluvieux avec plus d'un mètre de précipitations, et jusqu'au mois d'août, les quantités mensuelles reçues sont sensiblement inférieures aux statistiques attendues. À partir de septembre, les quantités reçues ont été supérieures aux moyennes mensuelles pour finir à la fin de l'année avec un cumul pluviométrique de 3,118 m, supérieur à une année moyenne

PRÉCIPITATIONS 2012	mensuelles (mm)	Cumulatif annuel (mm)	Prévues mensuelles (mm)	Cumulatif prévu annuel (mm)
Janvier	351	351	374	374
Février	243	594	300	674
Mars	1 084	1 677	363	1 037
Avril	213	1 891	410	1 447
Mai	106	1 997	243	1 690
Juin	176	2 172	276	1 966
Juillet	78	2 250	142	2 108
Août	47	2 298	142	2 250
Septembre	209	2 507	128	2 378
Octobre	134	2 641	69	2 447
Novembre	163	2 804	146	2 593
Décembre	314	3 118	261	2 854

Tableau 3.6 Précipitations mensuelles

Les précipitations qui tombent sur le bassin versant du Parc à résidus n'atteignent pas toutes l'intérieur du parc à résidus. Une partie s'évapore ; une autre participe à la recharge hydrique des sols et du sous-sol ; et enfin une fraction des ruissellements résiduels est captée et déviée par les fossés de dérivation autour de l'emprise du Parc.

Le tableau 3.7, ci-dessous, présente les volumes estimés d'eau de pluies qui se retrouvent dans le bassin d'eau du parc à résidus de la Kwé Ouest. C'est-à-dire les précipitations moins l'évaporation plus les ruissellements sur le bassin versant extérieur à la géomembrane. Les valeurs sont estimées à partir du bilan hydrique et de l'élévation réelle observée du bassin d'eau du parc à résidus présenté ci-après (les valeurs négatives en rouge, si présentes, indiquent qu'il y a eu davantage d'évaporation et autres pertes d'eau que d'apport d'eau provenant des précipitations pendant cette période).

RUISSÈLEMENT	Volume mensuel (m³)	Volume cumulatif annuel (m³)
Janvier	257 000	257 000
Février	191 000	448 000
Mars	1 810 000	2 258 000
Avril	246 000	2 504 000
Mai	27 000	2 350 000
Juin	250 000	2 600 000
Juillet	105 000	2 705 000
Août	20 000	2 725 000
Septembre	175 000	2 900 000
Octobre	95 000	2 995 000
Novembre	50 000	3 045 000
Décembre	151 511	3 196 511

Tableau 3.7 Ruissellement estimé dans le parc à résidus

En général, le ruissellement est plus important durant la saison des pluies (décembre à avril) et faible et même nul durant la saison sèche (mai à novembre). Les faibles valeurs du mois août s'expliquent par de très faibles précipitations.

### 3.4 Bilan hydrique global de l'aire de stockage des résidus

Le tableau 3.8, ci-dessous, résume le bilan de l'eau pour l'année en cours. Les nombres en rouge et entre parenthèses correspondent à des nombres négatifs.

2012 BILAN D'EAU DANS LE PARC À RÉSIDUS (toutes les valeurs en m³)	Eau dans la pulpe envoyée au parc	Eau interstitielle des résidus déposés (estimé)	Eau retournée vers l'Usine par la barge	Eau des drains sous la membrane pompé dans le parc	Ruissellement coulant dans le bassin du parc	Bilan mensuel	Eau libre accumulée dans le parc
	+	-	-	+	+	=	Σ
<b>2011 &amp; antérieures</b>	14 514 052	1 273 200	18 362 418	97 468	6 056 222	1 032 124	1 032 124
Janvier	783 571	60 813	956 446	9 746	257 000	33 058	1 065 181
Février	790 539	100 095	985 356	594	191 000	(103 318)	961 863
Mars	598 184	19 414	746 056	114	1 810 000	1 642 828	2 604 691
Avril	241 693	16 541	1 089 740	123	246 000	(618 465)	1 986 226
Mai	395 924	53 652	985 346	75	27 000	(615 999)	1 189 130
Juin	233 408	2 678	748 478	92	250 000	(267 655)	921 475
Juillet	196 746	10 810	380 435	644	105 000	(88 855)	832 620
Août	337 896	2 972	444 403	3 088	20 000	(86 391)	746 229
Septembre	490 606	55 483	507 355	4 969	175 000	107 737	853 966
Octobre	471 673	60 185	565 046	360	95 000	(58 197)	795 768
Novembre	568 906	88 494	421 896	78	50 000	108 595	904 363
Décembre	725 488	87 616	999 412	168	151 511	(209 861)	694 502

Tableau 3.8 Bilan d'eau

Les précipitations importantes de mars ont provoqué une accumulation d'eau dans le parc à résidus. Cette accumulation a été résorbée par les moyens de pompages disponibles (1600m³/h) au regard de la production de pulpe à résidus issue de l'usine hydrométallurgique. À noter que de mai à septembre l'usine a été à l'arrêt pour cause d'incident à l'usine de production d'acide sulfurique. Pendant cette période, les résidus accueillis dans le parc correspondaient à des opérations de vidange et de rinçage de bassins de rétention de l'usine (unité de neutralisation et raffinerie). Ils ont contenus très peu de matières solides (1 à 4%).

### 3.5 Niveau du bassin d'eau du Parc à résidus

Les principaux objectifs dans la gestion du niveau de l'eau sont :

- Maintenir une profondeur d'eau d'au moins 3,1 mètres sous la barge, de manière à :
  - empêcher la barge de toucher le fond du parc ;
  - éviter aux pompes d'aspirer des résidus déposés sous l'eau, au fond du bassin.
- Garder le niveau d'eau bas afin d'exposer à l'air et au soleil les plages de résidus déposés afin de permettre à l'eau de s'évaporer et de favoriser ainsi la densification des résidus ;
- Avoir la capacité résiduelle suffisante pour contenir la crue centennale à l'intérieur de l'aire recouverte par la géomembrane ;
- Avoir suffisamment de volume disponible pour contenir la crue maximale probable sans débordement par-dessus la crête de la berme, et ce jusqu'à la mise en service du déversoir de crue (pour évacuer tout événement pluvieux exceptionnel).

Le niveau du bassin d'eau du Parc à résidus est contrôlé par les pompes de la barge qui flotte dans le bassin de l'aire d'accumulation des résidus (voir figure 3.6). Il s'agit de l'eau issue des ruissellements sur le bassin versant et de l'eau de la pulpe de résidus acheminée par l'Usine et libérée par leur sédimentation.



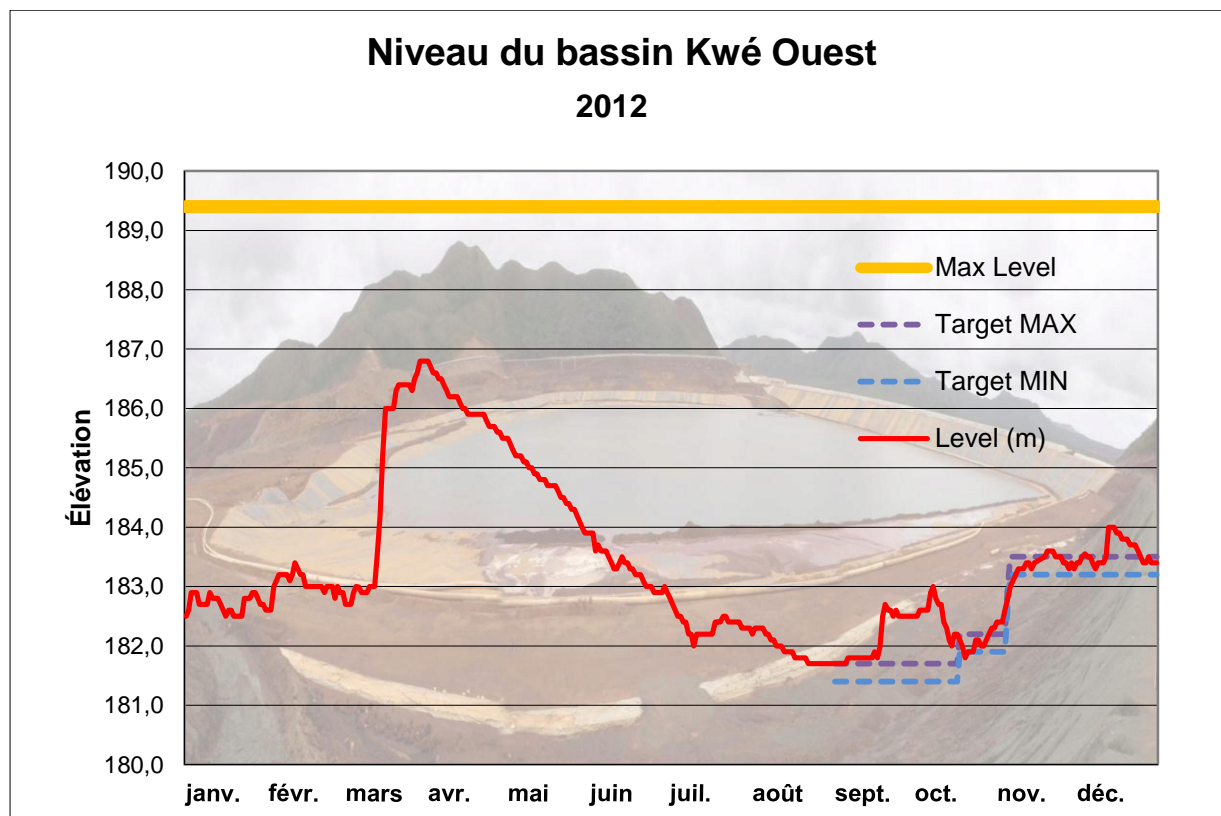
En fonction des objectifs, les pompes de la barge sont démarrées ou arrêtées. On peut opérer une, deux ou les trois pompes simultanément, selon les besoins. L'eau pompée est envoyée à l'Usine où l'eau est soit réutilisée comme eau de procédé ou traitée et envoyée à l'émissaire marin.



**Figure 3-5 : Vue de la barge de pompage**

Le graphique suivant (figure 3.7) montre l'évolution du niveau du plan d'eau sur le premier semestre 2012. On observe une remontée très significative du niveau d'eau à la fin du mois de mars, liée aux très abondantes pluies du mois. Depuis, il est en baisse régulière. À la fin du mois de juillet, il est autour de l'objectif opérationnel de 182m qui permet l'exondation maximale des plages de dépôt des résidus et le maintien d'une réserve en eau pour les besoins de l'Usine.

À noter en octobre et novembre une élévation du toit des résidus par accumulation sous la barge de pompage. Ce qui a déterminé une nouvelle cote d'objectif autour de 183.3m



**Figure 3-6 : Évolution du niveau d'eau dans le Parc à résidus**



### 3.5.1 Fonctionnement des pompes de la barge

Le tableau 3.9 ci-dessous, présente les heures mensuelles d'opération des pompes de la barge.

2012	Volume d'eau pompé de la barge vers l'Usine (m³)	Heures d'opération (h)			Heures d'opération simultanée (h)		
		Pompe barge 285-PPP-009	Pompe barge 285-PPP-010	Pompe barge 285-PPP-011	à 1 pompe	à 2 pompes	à 3 pompes
Janvier	956 446	635.5	645.1	540.9	44.8	122.0	510.9
Février	976 720	510.9	658.1	626.5	26.1	138.6	497.4
Mars	718 518	487.1	459.7	356.8	128.6	115.3	314.8
Avril	1 077 268	668.7	650.6	641.8	32.8	23.5	627.1
Mai	1 000 436	593.8	625.4	629.0	7.6	35.6	589.8
Juin	725 843	440.2	374.5	435.5	276.3	149.8	224.8
Juillet	387 389	458.8	157.8	1.3	301.0	156.5	1.3
Août	443 303	131.9	378.9	162.8	673.6	0.0	0.0
Septembre	462 545	442.5	269.6	78.5	285.8	130.7	77.9
Octobre	584 557	448.5	371.4	198.7	282.0	81.4	191.3
Novembre	394 700	356.1	221.6	81.8	177.4	125.5	77.0
Décembre	999 546	718.3	660.4	406.6	57.9	253.8	406.6
<b>TOTAL</b>	<b>8 727 271</b>	<b>5 892.3</b>	<b>5 473.1</b>	<b>4 160.1</b>	<b>2 293.8</b>	<b>1 332.8</b>	<b>3 518.8</b>
<b>Somme</b>					<b>7 145.4</b>		

Le graphique suivant (figure 3.8) illustre le pourcentage du temps d'opération avec 1, 2 ou 3 pompes. On remarque que les 3 pompes ont majoritairement fonctionné simultanément, surtout en avril et mai après le mois de mars très pluvieux pour abaisser rapidement le niveau d'eau. À partir de juin, en l'absence de production de résidus (arrêt de l'Usine), la gestion du niveau d'eau, s'est faite en coordination avec les besoins particuliers de l'Usine, c'est-à-dire au coup par coup en utilisant plutôt une pompe (600m³/h). En décembre l'effort a été mis sur un pompage maximal en vue de la saison cyclonique.

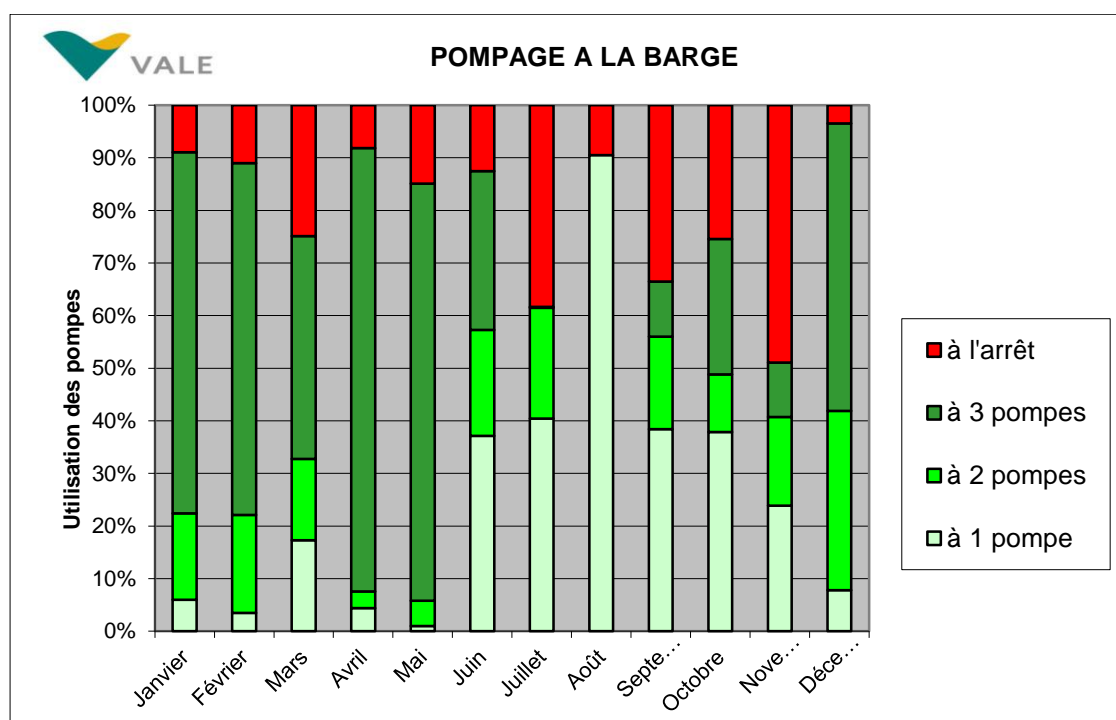


Figure 3-7 : Disponibilité des pompes de la barge

Le tableau 3.10, ci-après, montre la disponibilité de ces pompes. Le calcul est fait en divisant le nombre d'heures pendant lesquelles les pompes sont en marche ou disponibles pour l'être par le nombre d'heures totales de la période concernée.

2012	DISPONIBILITÉ BARGE			
	285-PPP-009	285-PPP-010	285-PPP-011	MOYENNE
Janvier	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Février	99.6%	99.6%	99.6%	99.6%
Mars	85.5%	87.0%	86.9%	86.5%
Avril	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Mai	88.6%	88.6%	88.6%	88.6%
Juin	94.4%	94.4%	94.4%	94.4%
Juillet	99.8%	99.8%	99.8%	99.8%
Août	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
Septembre	85.3%	85.3%	85.3%	85.3%
Octobre	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
Novembre	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%
Décembre	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tableau 3.10**

Les baisses de disponibilité en mars, mai et septembre sont dues à la consignation de l'alimentation électrique pour effectuer divers travaux de maintenance. On en déduit une disponibilité moyenne de 96.1% sur l'année. On retrouve à l'ANNEXE C l'historique d'entretien de ces pompes.

### 3.5.2 Profondeur sous la barge

Le tableau 3.11, ci-après, résume l'évolution du niveau du plan d'eau à l'intérieur de l'aire d'accumulation des résidus. Il montre le respect des objectifs quant à la profondeur au droit de la barge.

Eau libre accumulée dans le parc	Niveau d'eau d'opération	Élévation du fond du bassin à l'endroit de la barge	Profondeur à la barge (min 3,1m)
m3	m	m	m
1 032 124	182,4	178,0	4,4
1 065 181	182,7	178,0	4,7
961 863	182,7	175,0	7,7
2 604 691	186,8	176,0	10,8
1 986 226	185,5	178,0	7,5
1 189 575	183,9	178,0	5,9
921 475	182,7	178,3	4,4
832 620	182,3	178,3	4,0
746 229	181,7	178,3	3,4
853 966	182,6	178,3	4,3
795 768	182,4	178,3	4,1
904 363	183,4	179,0	3,4
694 502	182,1	179,0	3,1

l'eau à l'endroit de la barge

Ainsi, il y a toujours eu plus de 3,1 m de profondeur à la barge, profondeur atteinte en décembre pour appréhender la saison cyclonique.

### 3.5.3 Respect des capacités volumiques résiduelles

Le tableau 3.12 ci-dessous, résume l'allocation des capacités potentielles résiduelles à l'intérieur du parc à résidus afin de contenir les crues et les événements pluviométriques exceptionnels décrit dans l'arrêté d'autorisation. Il s'agit de contenir :

- la crue centennale à l'intérieur de l'aire étanchée par la géomembrane ;
- la crue maximale probable sous le niveau maximum de la berme, étant donné qu'il n'existe pas pour l'instant de déversoir de crue s'il survenait un événement pluvieux exceptionnel.

Crue centenaire + eau accumulée	Niveau d'eau de la crue centennale	Niveau max (élévation de la géomembrane)	Crue maximale probable + eau accumulée	Niveau d'eau de la crue maximale probable	Niveau max (élévation de la berme)
m3	m	m	m3	m	m
3 732 124	188,7	193,7	1 032 134	206,6	209,9
3 765 181	188,7	193,7	1 065 191	206,7	209,9
3 661 863	188,2	193,7	961 873	206,7	209,9
5 304 691	191,3	193,7	2 604 701	208,7	209,9
4 686 226	192,2	193,7	1 986 236	208,0	209,9
3 889 575	187,3	193,7	1 189 585	206,6	209,9
3 621 475	187,4	193,7	921 485	206,3	209,9
1 624 140	185,8	193,7	14 732 220	206,2	209,9
1 456 445	185,4	193,7	14 645 829	206,1	209,9
1 609 616	185,9	193,7	14 753 566	206,3	209,9
1 381 637	185,6	193,7	14 695 368	206,4	209,9
2 116 752	187,5	193,7	14 803 963	206,6	209,9
2 581 238	188,6	193,7	14 594 102	206,5	209,9

espace pour contenir les crues

On remarque que le niveau d'eau actuel additionné des eaux de la crue (centennale ou maximale probable selon le cas) est toujours sous le niveau maximum permis, et ce tout au long de l'année.

## 4 QUALITE DE L'EAU ET REJET FINAL

Un suivi qualitatif est effectué sur la qualité de l'eau à l'intérieur de l'aire du Parc à résidus ainsi que sur les eaux rejetées à l'environnement.

### 4.1 Eaux recirculées – Eaux du parc à résidus

Des échantillons hebdomadaires sont prélevés non loin de la barge de pompage du bassin d'eau du parc à résidus (point d'échantillonnage 4R2). Les échantillons sont analysés au laboratoire de l'usine. Les paramètres analysés et la moyenne mensuelle des résultats d'analyse sont présentés ci-dessous au tableau 4.1. On retrouve à l'ANNEXE F tous les résultats d'analyse. Ces paramètres sont présentés à titre indicatif car ils ne font l'objet d'aucune limite de concentration.

Eaux du bassin de décantation (4R2)	unité	Limite inf.	Limite sup.	Valeur mensuelle moyenne											
				Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Conductivité électrique	µS/cm			4 565	6 510	4 403	2 253	4 037	3 710	4 515	4 748	3 975	5 628	6 687	3 920
pH				7,4	7,4	7,1	7,6	7,2	7,3	7,6	7,7	8,2	7	7,7	6,9
MES	mg/l			32	8	5	10	8	12	27	11	25	70	9	7
SO <sub>4</sub>	mg/l			3 355	5 240	3 035	1 340	2 983	2 600	4 158	3 373	2 695	5 006	5 523	3 065
Mn	mg/l			11	32	31	9	17	12	8	6	2	12	10	7
Mg	mg/l			600	1 069	667	295	601	532	667	586	460	985	1 160	512

Tableau 4.1

On y observe que les données du mois de juin retrouvent les niveaux de celles du mois de janvier après quelques variations en février et mars.

- La conductivité varie en fonction de la pluviométrie, de 2253 µS/cm en avril à 6687 µS/cm avec une moyenne de 4579 µS/cm ;
- Le pH offre peu de variations entre 6.9 et 8.2 ;
- Les variations des concentrations en sulfates, manganèse et magnésium traduisent des mélanges avec les précipitations. Après les fortes pluies du mois de mars, les teneurs relevées en avril sont plus faibles que celles des autres mois.

### 4.2 Rejet à l'environnement - émissaire marin

Après traitement par le secteur « 285 – Traitement des effluents » de l'Usine, une grande partie des eaux pompées au parc à résidus est rejetée en mer, au travers de l'émissaire marin dont l'exutoire se trouve dans le canal de la Havannah. L'autre partie de ces eaux est recirculée comme eau de procédé.

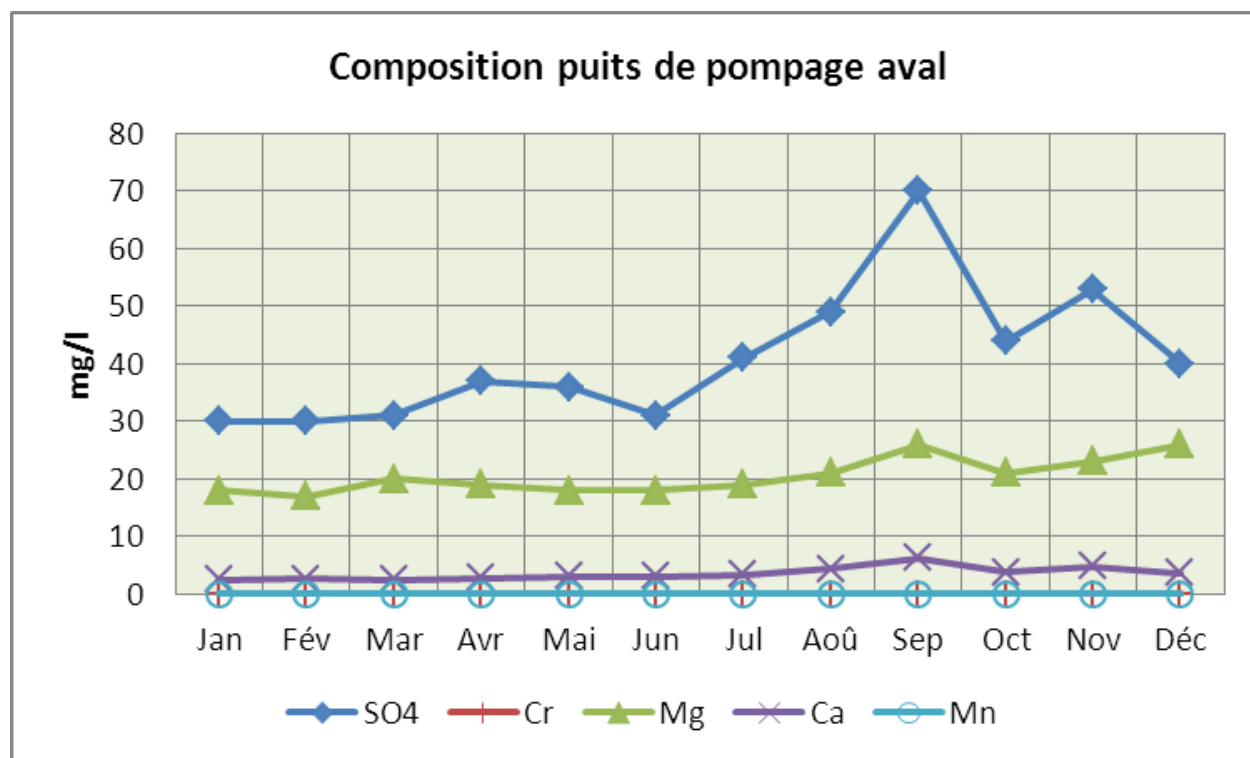
*La description du détail des activités de cette unité de traitement ne fait pas partie du présent rapport.*

### 4.3 Rejet à l'environnement – Eaux souterraines collectées sous la géomembrane

Le rejet à l'environnement des eaux souterraines collectées par le réseau de drains sous la géomembrane se fait à partir du puits de pompage aval (point de rejet 4R6) dans le ruisseau de la Kwé Ouest via le bassin de décantation aval. Les eaux alimentant ce puits proviennent exclusivement des 4 secteurs de drains installés sous la géomembrane. En fonction de la qualité des eaux drainées, ces dernières sont soit reprises par pompage vers le parc à résidus, soit s'écoulent vers le décanteur aval puis dans l'environnement. Les débits de chacun de ces drains sont présentés précédemment dans la section 3.2.3 du présent rapport.

Des échantillons hebdomadaires sont prélevés à la sortie du puits de pompage (point de rejet 4R6) et aussi à l'exutoire de chacun des 4 drains lorsque leur débit est non nul. Les échantillons sont analysés au laboratoire de l'usine.

Les moyennes les plus représentatives, sont présentées sur le diagramme ci-dessous et l'ensemble des moyennes mensuelles des autres paramètres est regroupé dans le tableau également ci-après. Le détail des résultats est à l'ANNEXE F.





2012 - Valeur mensuelle moyenne

Ensemble des drains sous la membrane (4R6)	unité	Limite inf.	Limite sup.	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Conductivité électrique	µS/cm			209	199	212	238	207	238	208	241	291	255	257	274
pH		5,5	8,5	7,5	7	7,4	7,1	7,4	7,9	7,7	7,8	7,6	7,3	7,6	7,4
MES	mg/l		35	5	6	7	11	5	5	5	5	5	5	5	5
P	mg/l		10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SO <sub>4</sub>	mg/l			30	30	31	37	36	42	41	49	70	44	53	40
As	mg/l		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02
Cr+6	mg/l		0,1	0,05	0,04	0,07	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05
Cr	mg/l		0,5	0,05	0,04	0,07	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05
Pb	mg/l		0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cu	mg/l		0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ni	mg/l		2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Zn	mg/l		2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mn	mg/l		1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe	mg/l		5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Co	mg/l			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg	mg/l			18	17	20	19	18	22	19	21	26	21	23	26
Ca	mg/l			2,5	2,6	2,5	2,8	3	4	3,3	4,3	6,3	3,8	4,8	3,7
Si	mg/l			5,5	5,6	5	5	6	6	6,25	6	6,33	6	6	5

Tableau 4.2

Sur l'année 2012, il n'y a pas eu de rejet dépassant les critères de rejet vers la rivière Kwé Ouest. Aux pH mesurés, on considère que les concentrations en Cr correspondent à celles du Cr<sup>VI</sup>. On rappelle aussi que les eaux issues de ce point de rejet transitent par le décanteur aval avant de rejoindre le réseau hydrographique de la Kwé Ouest.

#### 4.4 Rejet à l'environnement – Eaux issues du système de drainage de la berme

Il s'agit d'eaux drainées par les dispositifs mis en place dans la berme et collectées par le tapis drainant installé sous la base du barrage. Ce tapis est divisé en trois secteurs : le secteur Nord, le secteur Central et le secteur Sud. Chacun de ces secteurs est connecté à un fossé pour permettre d'une part la mesure de leur débit respectif (Cf. chapitre 3.2.4 du présent rapport) et d'autre part de canaliser leurs écoulements vers un seul point de rejet à l'environnement. Ce rejet est situé au même endroit que celui des eaux souterraines issues des drains sous la géomembrane rejetées par le puits de pompage aval. L'ensemble de ces rejets transitent dans le décanteur aval avant de rejoindre la rivière Kwé ouest.

Les points de mesure de débits et les points d'échantillonnage correspondent aux stations 4R7, 4R8 et 4R9. Des échantillons hebdomadaires sont prélevés à chacune de ces stations lorsque leur débit est non nul. Les échantillons sont analysés au laboratoire de l'usine.

Les paramètres analysés et la moyenne mensuelle des résultats d'analyse sont présentés ci-dessous, dans les tableaux 4.3 à 4.5. On retrouve à l'ANNEXE F tous les résultats d'analyse.

2012 - Valeur mensuelle moyenne

Drain nord (4R7)	unité	Limite inf.	Limite sup.	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Conductivité électrique	µS/cm			139	147	150	148	155	198			234	216		204
pH		5,5	8,5	7,7	7,4	7,3	7,3	7,3	7,5			8	7,7		7,3
MES	mg/l		35	38	5	5	5	5	13			98	5		125
SO4	mg/l			21	20	28	23	21	25			29	32		26
Mn	mg/l		1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			0	0		0
Mg	mg/l			11	12	14	14	14	18			25	21		18

Tableau 4.3

L'absence de valeurs en juillet, août et novembre témoignent de l'absence d'écoulement pendant ces mois.

2012 - Valeur mensuelle moyenne

Drain sud (4R8)	unité	Limite inf.	Limite sup.	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Conductivité électrique	µS/cm			369	372	295	333	332	405	362	436	496	449	567	512
pH		5,5	8,5	7,7	7,8	7,5	7,7	7,6	7,7	7,9	8	7,7	7,8	8	7,6
MES	mg/l		35	13	14	36	19	18	16	28	5	9	5	5	5
SO4	mg/l			78	88	51	69	80	64	91	74	55	78	73	71
Mn	mg/l		1	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	0
Mg	mg/l			39	40	28	36	35	44	39	45	56	49	63	56

Tableau 4.4

2012 - Valeur mensuelle moyenne

Drain central (4R9)	unité	Limite inf.	Limite sup.	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Conductivité électrique	µS/cm			242	220	268	270	304	353	299	298	487	340	363	419
pH		5,5	8,5	7,2	7,3	7,6	7,8	7,6	7,6	8	8,2	8	7,4	7,8	7,5
MES	mg/l		35	34	10	71	5	12	5	35	5	5	7	5	40
SO4	mg/l			49	40	50	51	65	53	71	48	50	49	47	54
Mn	mg/l		1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg	mg/l			21	18	28	27	30	36	29	28	52	33	36	43

Tableau 4.5

Seul le paramètre M.E.S. (Matière en suspension) présente quelques niveaux supérieurs aux seuils de rejet. Il faut préciser qu'en aval au point de rejet, ces eaux transitent par le décanteur aval avant de rejoindre le réseau hydrographique de la Kwé.

Le fait que la berme soit encore en construction avec des opérations de déblais et remblais directement en amont des fossés de collecte de ces eaux est à l'origine de ces dépassements en matière en suspension dans les prélèvements. Le bassin de décantation aval a été spécifiquement construit pour pallier à ce phénomène qui sera récurant tout au long de cette période de construction. C'est ce même phénomène qui comble les fossés de drainage empêchant la bonne lecture des débits aux déversoirs concernés. Des procédures de curage sont en place pour y remédier aussi souvent que nécessaire.

## 4.5 Qualité des eaux souterraines

### 4.5.1 Présentation des plans de suivi et des protocoles de mesure

#### 4.5.1.1 Localisation

Le suivi des eaux souterraines du bassin versant de la Kwé Ouest est effectué sur 41 piézomètres. Ils sont décrits dans le tableau 4.6.

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

**Tableau 4.6 : Localisation et description des points de suivi du parc à résidus**

La figure 4.1 localise ces installations dans le bassin versant de la Kwé Ouest.





#### 4.5.1.2 Protocole de mesure

##### 4.5.1.2.1 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 Nouvelle-Calédonie accrédité ISO 17025 depuis le 2 octobre 2008.

##### 4.5.1.2.2 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.

##### 4.5.1.2.3 Analyse des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont mesurés par le laboratoire Vale Nouvelle-Calédonie selon la norme NF T 90 114.

##### 4.5.1.2.4 Analyse des paramètres physico-chimiques *en solution*

Les méthodes d'analyse pour les paramètres physico-chimiques réalisés sont décrites dans le tableau suivant.



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

**Tableau 4.7 : Méthodes d'analyse pour les paramètres physico-chimiques**

#### 4.5.1.2.5 Analyse des métaux

Les méthodes d'analyse des métaux dans les eaux douces sont indiquées dans le tableau 4.8.

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

**Tableau 4.8 : Méthodes d'analyse pour les métaux**

## 4.5.2 Présentation des résultats

### 4.5.2.1 Rappel des valeurs réglementaires

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 4.9 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.

Paramètre	Valeurs seuil
Conductivité	1000 $\mu$ S/cm
Sulfates	150 mg/L
Manganèse	1 mg/L

**Tableau 4.9 : Valeurs réglementaires suivant l'arrêté n°1466-2008/PS**

Ces valeurs doivent être respectées en tout temps et à minima pour les piézomètres faisant partie du groupe B.

### 4.5.2.2 Bilan des campagnes de mesure

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

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

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

Certains paramètres sont manquants :

- **MES** : étant donné que la méthode de pompage génère la mise en suspension des sédiments, l'analyse des MES n'est pas réalisée pour les prélèvements d'eau souterraines car non représentative.
- Le **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** est obtenu par calcul à partir des mesures de TA et TAC.

Les taux de données disponibles sont présentés dans le tableau 4.10.

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

**Tableau 4.10 : Données disponibles sur les piézomètres de la Kwé Ouest (fréquence de suivi semestrielle)**

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

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

WKBH113, WKBH102, WKBH110		Campagne												Bilan suivi 2012	
Fréquence	Analyses	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Nombre analyses attendues	Nombre analyses réalisées
Continu	Conductivité	Total annuel												26280	25265
Mensuelle	Sulfates	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
Mensuelle	Magnésium	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
Mensuelle	Calcium	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
Mensuelle	Manganèse	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	36	32
% de mesures continues de cond réalisées														96	
Nombre total d'analyses réalisées														128	
% analyses réalisées														89	

**Tableau 4.11 : Données disponibles sur les trois piézomètres de la Kwé Ouest (suivi mensuel)**

#### 4.5.2.3 Résultats

L'annexe G présente les résultats des suivis de 2012.

##### Groupe A :

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

##### Groupe B :

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

##### Groupe C :

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

##### Groupe D :

- **pH** : compris entre 7 et 9.8.
- **Conductivité** : comprise entre 119 et 193  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- **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 H représentent les données acquises depuis janvier 2008 pour les piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113.

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

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

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

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

#### Mesures de conductivité en continu : WKBH113, WKBH102, WKBH110

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

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

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

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

**Tableau 4.12 : Comparaison des mesures de conductivité manuelles et in situ**



### 4.5.3 Analyse des résultats et interprétation

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

Les principales variations ont été observées dans la zone d'alerte au pied de la berme :

Tout d'abord, le maximum en sulfates (24.3 mg/l) est mesuré dans les eaux souterraines au pied de la berme comme les années précédentes. Toutefois, ce bilan annuel met en évidence une tendance à l'augmentation au niveau du piézomètre WK6-12 depuis juillet 2010. Les valeurs mesurées à cette station sont largement inférieures au seuil mentionné dans la norme de potabilité des eaux, soit 150 mg/l. Mais cette évolution sera à surveiller au cours des prochains bilans de suivi.

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

Depuis 2008, le manganèse est faiblement détecté dans les eaux souterraines de la zone d'alerte, la zone tampon et près de la rivière Kwé Ouest. Les concentrations sont largement inférieures au seuil réglementaire de 1 mg/l mentionné dans l'arrêté. La teneur maximale enregistrée en 2012 est de 0.08 mg/l à la station WK6-11A, situé dans la zone d'alerte, au pied de la berme.

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

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

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

## 4.6 Qualité de l'eau douce de surface

### 4.6.1 Localisation

La figure 4.2 présente l'ensemble des points de suivi réglementaire cités dans les paragraphes concernant le suivi de la qualité physico-chimique des eaux de surface et le suivi de la nature et de la quantité de sédiments.

#### 4.6.1.1 Suivi qualitatif des eaux de surface

Au total, 6 stations ont été choisies pour le suivi physico-chimique des eaux de surface du bassin versant de la Kwé Ouest (KO). Les différents points de suivi sont présentés dans le tableau 4.13 et la figure 6.1 ci-après.

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence*	Raison d'être	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
3-A	KO	Physico-chimique	M	Arrêté n°1466-2008/PS	495575	211479
3-B	KO	Physico-chimique	M	Arrêté n°1466-2008/PS	496478,1	210820,1
3-D	KO	Physico-chimique	S	Arrêté n°1466-2008/PS	495869	210942
3-E	KO	Physico-chimique	S	Arrêté n°1466-2008/PS	496393	210775
WK 17	KO	Physico-chimique	H	Arrêté n°1466-2008/PS	495617,6	210613,3
WK 20	KO	Physico-chimique	H	Arrêté n°1466-2008/PS	495673,3	210663,6

\*H : Hebdomadaire, M : Mensuel, T : Trimestriel, S : Semestriel, A : Annuel.

**Tableau 4.13 : Localisation et description des points de suivi qualitatif des eaux de surface**

#### 4.6.1.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

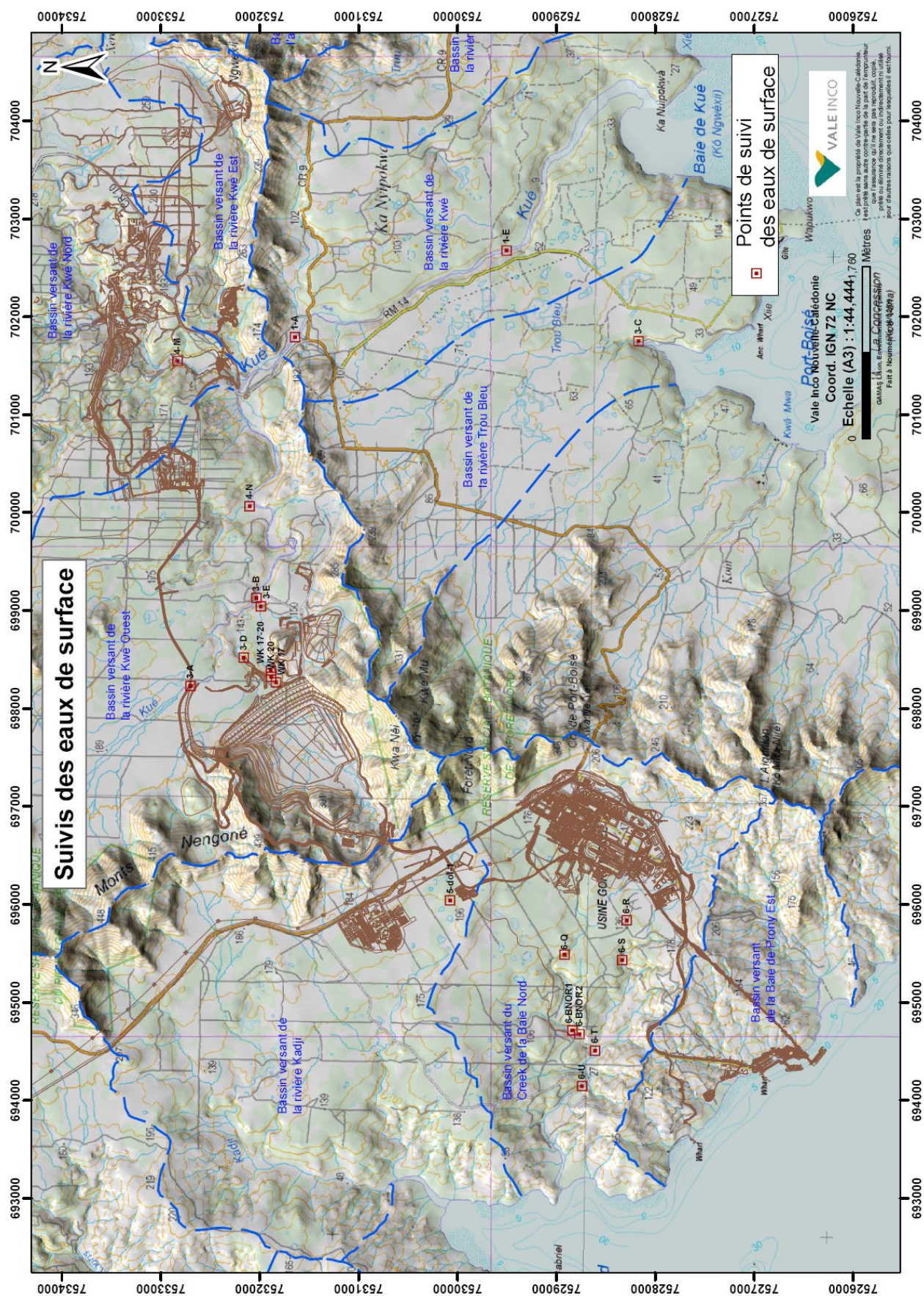
Au total, 2 stations ont été définies pour le suivi de la nature et de la quantité des sédiments du bassin versants de la Kwé Ouest. Les différents points de suivi sont présentés dans le tableau 4.14 et la figure 4.2 ci-après.

Nom	Bassin Versant	Type de suivi	Fréquence*	Raison d'être	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGN 91 Est	RGN 91 Nord
3-A	KO	Sédiments	M	Arrêté n°1466-2008/PS	698229	7532703	495575	211479
3-B	KO	Sédiments	M	Arrêté n°1466-2008/PS	698131	7532043	496478,1	210820,1

\* M : Mensuel, T : Trimestriel, S : Semestriel, A : Annuel.

**Tableau 4.14 : Localisation et description des points de suivi de la nature et de la quantité des sédiments**





**Figure 4.2 : Carte de localisation des stations de suivi des eaux de surface**



## 4.6.2 Méthodes de mesure

### Suivi qualitatif des eaux de surface

#### Mesures *in situ*

Les mesures *in situ* sont réalisées à l'aide du multi-paramètre portable *HachHQ40d* composé d'une sonde de pH, d'une sonde de température et d'une sonde de mesure de 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.

#### Mesure des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont mesurés par le laboratoire de Vale Nouvelle-Calédonie selon la norme NF T 90 114.

#### Mesure des paramètres physico-chimiques en solution

Les méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques sont décrites dans le tableau ci-dessous.

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	0.1	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	DCO	mg/L	10	SPE03	Analyse de la DCO	Méthode HACH 8000
Interne	TAC as CaCO3	mg/L	2	TIT11	Titration de l'alcalinité (TA et TAC)	
Interne	TA as CaCO3	mg/L	2	TIT11		
Interne	CrVI	mg/L	0.01	SPE01	Analyse du chrome VI dissous dans les eaux naturelles et usées	NF T 90-043 Octobre 1988
Interne	Turbidité	NTU	0.1	TUR01	Mesure de la turbidité	
Interne	SiO2	mg/L	1	CAL02	Calcul de SiO2 à partir de Si mesuré par ICP02	
Externe	DBO5	mg/L	2			NF EN 1899-2

**Tableau 4.15 : Méthodes d'analyse pour les paramètres physico-chimiques**

#### Mesure des métaux

Les méthodes d'analyse des métaux dans les eaux douces sont indiquées dans le tableau 4.16.

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	NFT90-210
Interne	As	mg/L	0.05	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		

**Tableau 4.16 : Méthode d'analyse pour les métaux**

#### 4.6.2.1 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

##### *Prélèvements*

Les prélèvements des sédiments des cours d'eau pour le suivi de leur nature sont effectués à l'aide d'une pelle de prélèvement. Selon la largeur du lit du cours d'eau plusieurs prélèvements sont effectués en vue de réaliser un échantillon composite. Cette méthode d'échantillonnage a été choisie dans l'optique d'obtenir un profil complet du transect étudié. Elle permet de définir la nature des sédiments déposés en surface.

##### *Nature granulométrique des sédiments prélevés*

L'analyse granulométrique permet de connaître la répartition des éléments transportés par les cours d'eau selon leur taille. Depuis janvier 2010 l'analyse granulométrique est réalisée en externe par le laboratoire Lab'Eau selon les normes françaises NF X 31-107 et NF ISO 11464. Ces limites sont détaillées dans le tableau suivant :

Taille (µm)	Élément
>2000	Graviers
2000-200	Sable grossier
200-50	Sable fin
50-20	Sable
<20	Limon, argile

**Tableau 4.17 : Catégories granulométriques des sédiments**

##### *Mesure des paramètres chimiques des sédiments*

Depuis janvier 2010 la composition chimique des sédiments est également déterminée en externe par le laboratoire Lab'Eau. Les principaux paramètres analysés sur les échantillons de sédiments composites sont :



- les métaux (arsenic, cadmium, cobalt, chrome, chrome VI, manganèse, nickel, plomb, zinc) ;
- les matières sèches.

### 4.6.3 Données disponibles

#### 4.6.3.1 Suivi qualitatif des eaux de surface

##### *Bilan*

Les types de paramètres physico-chimiques et la fréquence des mesures dépendent des réglementations en vigueur pour l'année 2012.

Le suivi hebdomadaire des eaux de surface concerne principalement les sources WK17 et WK20. Ce suivi a été réalisé en totalité.

La totalité des suivis semestriels et la quasi-totalité des suivis mensuels ont été réalisés.

##### *Qualité des données*

Les analyses sont réalisées par notre laboratoire interne (accrédité Cofrac depuis le 2 octobre 2008) et le laboratoire externe Lab'Eau qui a entrepris une démarche d'accréditation.

#### 4.6.3.2 Suivi de la nature et de la quantité des sédiments

##### *Bilan*

Le suivi imposé des sédiments des cours d'eau du projet porte sur la nature des sédiments. Celle-ci est essentiellement définie par l'analyse granulométrique et par les analyses chimiques réalisées sur les principaux métaux composant les sols des massifs miniers du Sud de la Nouvelle-Calédonie.

L'ensemble des stations imposées dans les arrêtés cités en introduction a été échantillonné. Toutefois, les résultats de la campagne de décembre 2012 ne sont pas encore disponibles.

##### *Qualité des données*

L'ensemble des données collectées depuis janvier 2010 ont été analysées par le laboratoire Lab'Eau.

Les classes granulométriques ont été modifiées pour être en accord avec les limites généralement utilisées.

### 4.6.4 Présentation des résultats

#### 4.6.4.1 Rappels des valeurs réglementaires

Seule une valeur limite de 50 µg/L en manganèse dans les eaux de surface est imposée par l'arrêté autorisant l'exploitation d'une aire de stockage de résidus sur le site de la Kwé Ouest.

#### 4.6.4.2 Résultats

Les résultats du suivi des eaux de surface de l'année 2012 sont présentés graphiquement en annexe :

- Annexe J : Évolution des paramètres physico-chimiques des stations d'eau de surface de la Kwé
- Annexe K : Évolution des paramètres physico-chimiques des sources WK17 et WK20
- Annexe L : Suivi des mesures en continu des sources de la Kwé ouest WK17 et WK20
- Annexe M : Tableau d'exploitation statistique des analyses (WK17 ET WK20)
- Annexe N : Suivi de la nature des sédiments

##### 4.6.4.2.1 Suivi de la qualité des eaux de surface

#### Stations de la rivière Kwé

En 2012, la limite de quantification du laboratoire interne n'a jamais été dépassée sur l'ensemble des stations de la Kwé pour les paramètres suivants : arsenic, cadmium, cobalt, phosphore, plomb, zinc, phosphates, titre alcalimétrique et hydrocarbures. L'aluminium et le cuivre sont détectés faiblement et de manière ponctuelle dans les eaux de surface du bassin versant de la Kwé.

Pour les éléments suivants, la limite de quantification est atteinte dans moins de 50% des mesures : calcium, chrome, chrome VI, fer, potassium, manganèse, étain, DCO et MES.

Les éléments sodium, nickel, soufre, silicium, nitrates, COT et titre alcalimétrique ont été quantifiés dans plus de 50% des analyses.

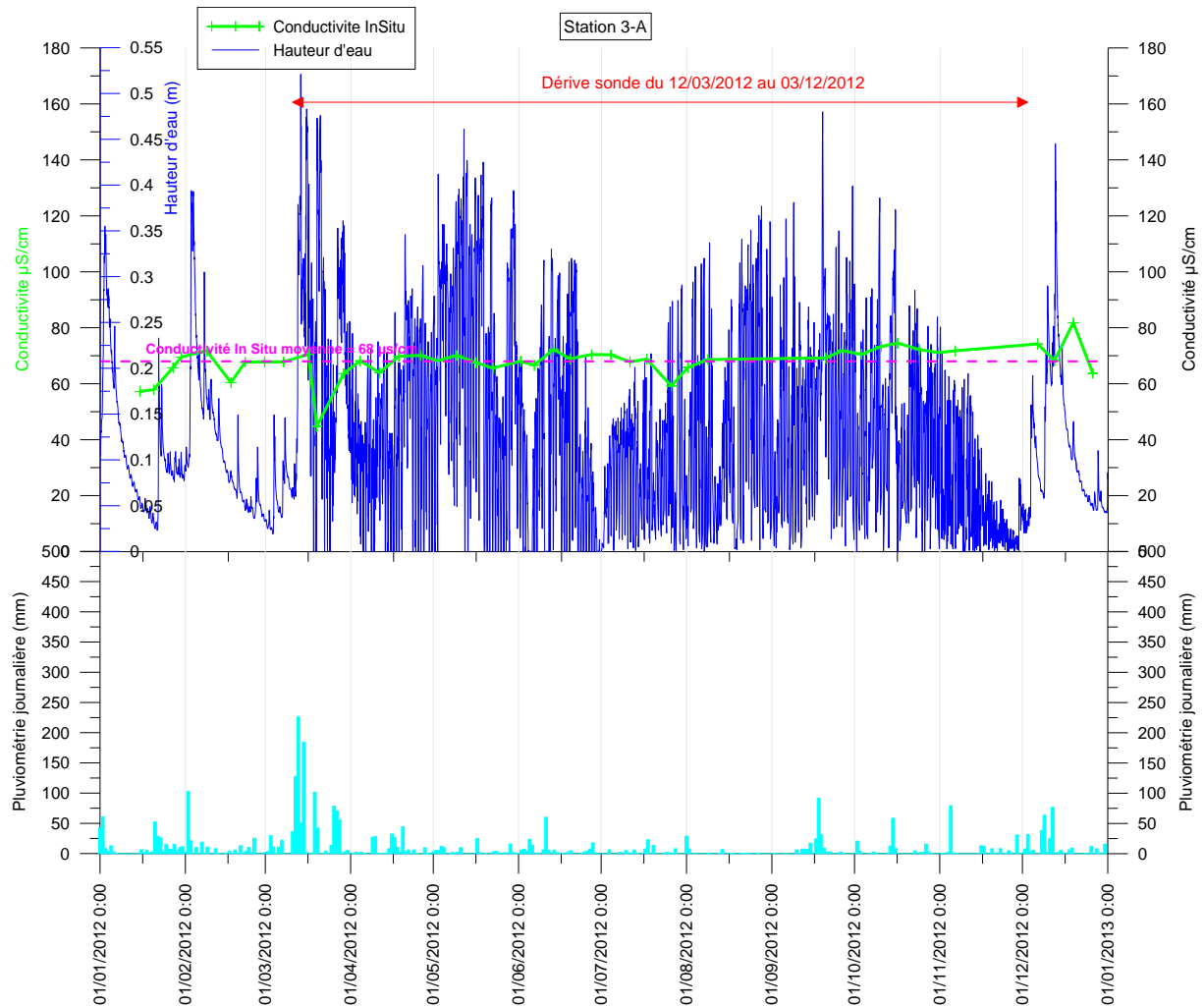
Les éléments pH, conductivité, potentiel d'oxydo-réduction, chlorure, magnésium, sodium, turbidité, SiO<sub>2</sub> et sulfates sont quantifiées sur l'ensemble des mesures en 2012.

Les représentations graphiques de l'annexe J montrent que pour la majorité des stations, les résultats sont conformes aux années précédentes sur l'ensemble des paramètres.

Les principales évolutions observées en 2012 sont les suivantes :

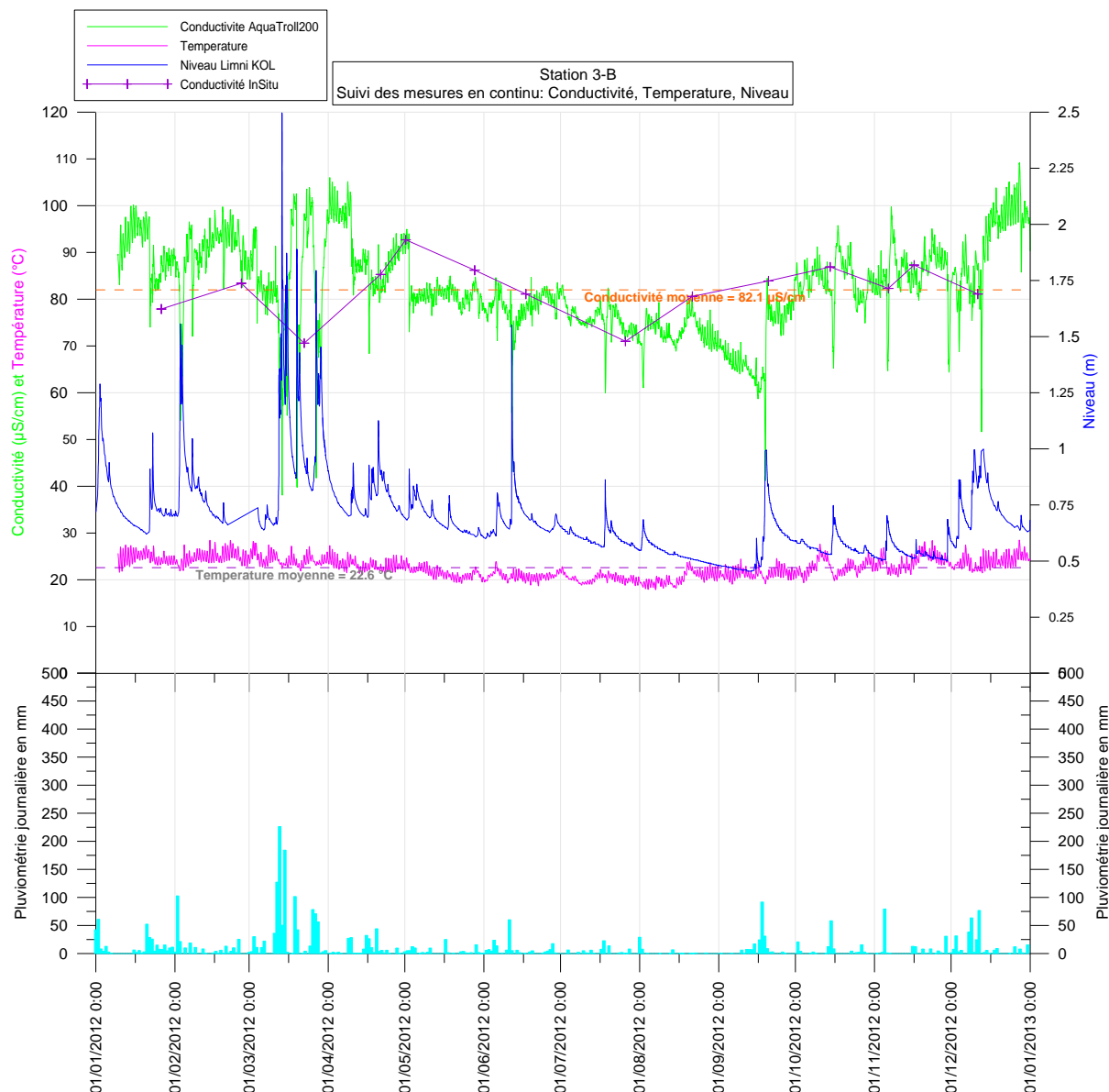
- **1-A** : on observe une légère tendance à l'augmentation de la conductivité à cette station au cours de l'année 2012. Depuis le début des suivis, la valeur la plus élevée, soit 162 µS/cm, est mesurée le 30 août 2012.
- **3-A** : un pic de concentration en chlorure de 25.3 mg/l est enregistré le 4 juillet. Les concentrations après cette date sont de nouveaux comparables aux années précédentes.
- **3-D** : les résultats de cette année en conductivité, magnésium, nitrates, sulfates et soufre montrent une tendance à l'augmentation au niveau de cette station.

Les données mesurées par la sonde de type Aqua Troll 200 installée au niveau des stations 3-A et 3-B sont représentées graphiquement dans les figures 3 et 4.



**Figure 4.3 : Suivi des mesures in-situ et continu à la station 3-A**

La conductivité reste globalement stable sur la période. On note toutefois une diminution de conductivité en mars et une augmentation au mois de décembre. Ces variations sont ponctuelles et consécutives à un épisode pluvieux. De plus, un dysfonctionnement de la sonde de type Level Troll500 engendre une instabilité des enregistrements de niveau d'eau à partir du 12 mars 2012 jusqu'au 1 décembre.



**Figure 4.4 : Suivi des mesures in-situ et continu à la station 3-B**

Pour 2012, la sonde de type Aqua Troll 200 a bien fonctionné au niveau de la station 3-B. Les mesures de conductivité en continu sont du même ordre que les mesures in-situ. Comme à la station 3-A, les variations de conductivité sont liées aux variations de la hauteur d'eau dans le creek. Généralement, une augmentation de niveau d'eau provoque une diminution de la conductivité in situ.

### **Sources WK17 et WK20**

Le tableau présenté en Annexe M montre les moyennes et maximums observés pour ces différents éléments.

En 2012 ; les éléments suivants n'ont jamais été détecté aux sources de la Kwé Ouest : aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, fer, phosphore, plomb, zinc, phosphates et titre alcalimétrique.

Le manganèse est détecté ponctuellement et faiblement le 22 février à la source WK20. La valeur mesurée est équivalente à la limite de détection du laboratoire soit 0.01 mg/L.

Les éléments calcium, cuivre, étain et MES ont été quantifiés dans moins de 50 % des mesures.

Les éléments chlorure, chrome, nickel, soufre, COT et nitrates ont été quantifiés dans plus de 50% des mesures effectuées.

Les éléments potassium, magnésium, sodium, silicium,  $\text{SiO}_2$ , sulfates, titre alcalimétrique complet, pH, potentiel d'oxydo-réduction et conductivité ont été quantifiés sur l'ensemble des mesures.

Les représentations graphiques de l'annexe K montrent que pour l'ensemble des paramètres, les résultats sont relativement stables et conformes aux années précédentes sur les stations WK17 et WK20.

Suite au ce bilan annuel, les principales évolutions constatées sont les suivantes :

- **Conductivité** : les résultats de 2012 ont mis en évidence une légère tendance à l'augmentation de la conductivité à la source WK17.
- **Nitrates** : globalement, les concentrations acquises depuis janvier 2009 révèlent une tendance à la baisse à WK17. Mais à partir d'octobre 2012, les résultats montrent une tendance à l'augmentation des concentrations en nitrates pour cette station. A WK20, les résultats montrent une tendance à la diminution depuis mars 2010. Le pic en nitrate observé à WK20 le 13 juin semble être une valeur douteuse au vue des concentrations régulièrement mesurées au niveau de cette station.
- **Sulfates** : l'augmentation des concentrations en sulfate amorcée en 2008 n'est pas confirmée par les résultats de 2012. Ceux-ci révèlent une tendance légère à la baisse des concentrations.
- **Chlorures** : deux pics de concentrations en chlorures sont enregistrés au niveau des sources de la Kwe Ouest. A WK17, la concentration mesurée est de 27.2 mg/l le 04 juillet. 48 jours après cette date, une concentration de 29.3 mg/l est enregistrée le 21 août à WK20. Les concentrations mesurées sont presque deux fois supérieures à la normale.
- **Magnésium** : on constate une augmentation de la concentration en magnésium depuis la fin de l'année 2011 à la station WK17.

Les mesures de conductivité, température et turbidité réalisées en continu au niveau des sources WK17 et WK20 en 2012 sont présentées en annexe L. Ces mesures sont issues de sondes autonomes de type Aqua Troll 200 installées au niveau des 2 sources, et des sondes asservies à l'échantillonneur automatique (Isco) positionné à WK17.

En 2012, les enregistrements de turbidité de l'échantillonneur montrent un maximum en turbidité de 282 NTU au niveau de WK17. L'épisode pluvieux du mois de mars est à l'origine de ce maximum.

Les enregistrements en continu révèlent une conductivité moyenne annuelle de 172.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à WK17 et de 141  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à la source WK20. Comme les années précédentes, des fluctuations régulières et importantes de conductivité sont enregistrées au niveau de WK17. Celles-ci ne correspondent ni à des variations de température ni de niveau. Au niveau de WK20, on note un décalage entre les enregistrements en continu du premier et second semestre.

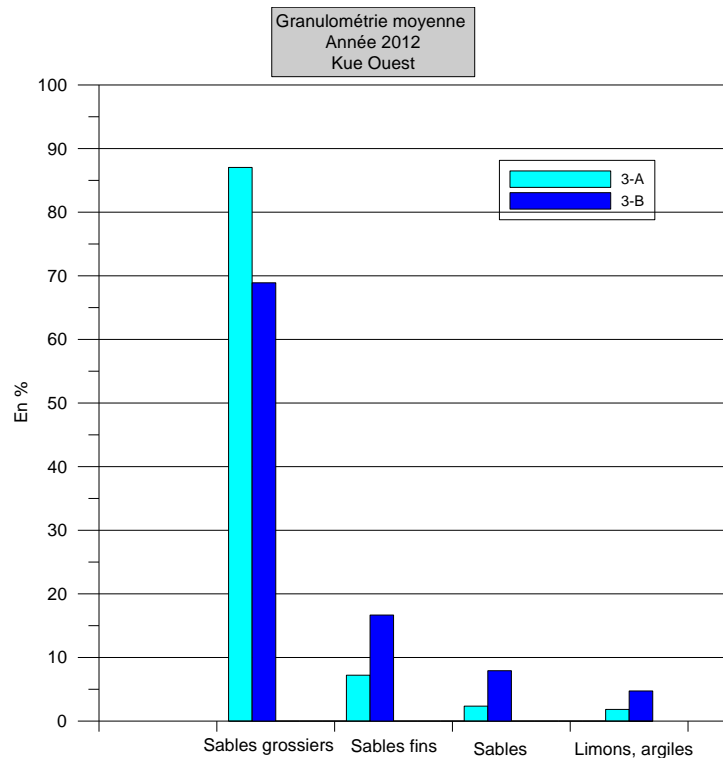
De plus, en comparant les mesures de conductivité en laboratoire et in-situ, on note à WK17 un écart moyen d'environ 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sur toute la période. A WK20, cet écart moyen est d'environ 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sur la période. Un dysfonctionnement de capteur est très probablement à l'origine des dérives et variations de mesures.



#### 4.6.4.2.2 Suivi de la nature des sédiments

##### Granulométrie

La figure 4.5 présente les résultats moyens obtenus lors campagnes d'échantillonnage en 2012 aux stations 3-A et 3-B, situées dans la rivière Kwé Ouest.



**Figure 4.5: Résultats des analyses granulométriques en 2012 aux stations 3-A et 3-B**

Ces stations présentent pratiquement les mêmes compositions granulométriques malgré leur position dans la rivière de la Kwé Ouest. La granulométrie des sédiments aux stations 3-A et 3-B, est largement dominée par des sédiments grossiers. (Graviers et sables grossiers).

##### Composition minérale des sédiments

La granulométrie des sédiments aux stations 3-A et 3-B est dominée par des sédiments grossiers (Graviers et sables grossiers). Ces stations présentent pratiquement les mêmes compositions granulométriques malgré leur position dans la rivière de la Kué Ouest.

##### Composition minérale des sédiments :

L'annexe N est une représentation graphique des teneurs en métaux contenus dans les sédiments des stations du Creek de la Baie Nord. Les principales observations en 2012 sont les suivantes :

- **Cadmium** : cet élément n'est jamais détecté dans les sédiments du Creek de la Baie Nord.
- **Manganèse** : la teneur maximale en 2012, soit 0.61% est enregistrée comme les années précédentes à la station 6-Q.
- **Nickel** : les teneurs sont comparables aux années précédentes dans le Creek de la Baie Nord.

- **Plomb** : cet élément est détecté faiblement au niveau de la station 6-Q entre mai et juin.
- **Chrome** : La teneur maximale, soit 7.1 %, est mesurée au niveau de la station 6-T.

La représentation graphique des teneurs en métaux en annexe N ne révèle aucune évolution particulière dans les sédiments du bassin versant de la Kwé..

Les teneurs en **cobalt**, **nickel** et **manganèse** montrent des variations depuis 2009 sans réelle tendance. Les teneurs en manganèse sont plus élevées au niveau de la station 3-B.

Le **cadmium** n'est jamais détecté dans les sédiments du bassin versant de la Kwé.

#### 4.6.5 Analyse des résultats et interprétation

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

##### 4.6.5.1 Qualité physico-chimique des eaux de surface

Malgré une légère tendance à l'augmentation de la conductivité observée au niveau de la station 1-A, les analyses d'eaux de la Kwé principale (stations 1-A et 1-E) attestent d'une bonne qualité physico-chimique.

Au niveau des stations situées en aval de l'UPM (4-M et 4-N), le bilan 2012 ne révèle aucune évolution particulière. Les concentrations restent du même ordre que les années précédentes.

Au niveau des stations situées en aval de l'aire de stockage des résidus, on peut noter une légère tendance à l'augmentation au niveau de la station 3-D pour les paramètres conductivité, magnésium, nitrates, soufre et sulfates. Pour les autres stations 3-A, 3-B et 3-E, les concentrations sont stables pour l'ensemble des paramètres.

Les mesures hebdomadaires au niveau de la station 3-A révèlent une conductivité in-situ moyenne de 68 µS/cm. Les mesures en continu au niveau de 3-B indiquent une conductivité moyenne en 2012 de 82.1 µS/cm. Les variations de concentrations au niveau de cette station sont associées aux variations de débit.

- Les analyses réalisées en 2012 au niveau des sources montrent des eaux de qualité comparables aux années précédentes. L'eau présente :
- Une minéralisation faible avec une conductivité de l'ordre de 142 µS/cm pour WK17 et de 114 µS/cm pour WK20.
- Un pH neutre, avec une moyenne pour WK17 de 7.5 et pour WK20, une moyenne de 7.4.

Les teneurs moyennes des principaux ions sont récapitulées dans le tableau 4.18 ci-dessous.

Paramètres	Unité	2009		2010		2011		2012	
		WK17	WK20	WK17	WK20	WK17	WK20	WK17	WK20
<b>Ca</b>	mg/l	0.6	0.4	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.4	0.1
<b>K</b>	mg/l	0.1	0.1	0.25	0.23	4.0	0.11	0.3	0.2
<b>Mg</b>	mg/l	15.1	10.6	15.5	11.5	16.2	11.3	18.2	11.6
<b>Na</b>	mg/l	5.8	5.8	6	6	6.1	6.2	6.1	6.1
<b>Cl</b>	mg/l	12.7	10.6	12.5	11	12.1	10.5	13.0	11.2
<b>NO3</b>	mg/l	7	3.4	6	3.8	5.2	3.1	6.0	3.1
<b>SO4</b>	mg/l	15.1	2.4	16.5	4.2	19.0	3.43	22.8	3.7
<b>HCO3-</b>	mg/l	48.1	48.7	38.9	42.7	52.9	49.1	55.4	47.9

**Tableau 4.18 : Teneurs moyennes des principaux ions des sources WK17 et WK20**

Pour les sources WK17 et WK20, les concentrations observées en 2012 restent conformes à celles mesurées en 2011. A l'exception des sulfates et du magnésium, où l'on observe à WK17 et WK20 une teneur légèrement plus élevée qu'en 2011.

Les eaux de ces sources restent de type bicarbonatées magnésienne et à tendance sulfatée pour WK17. La composition de ces sources se rapproche de celles des eaux souterraines de la Kwé Ouest.

#### **4.6.5.2 Suivi de la nature des sédiments**

Comme les années précédentes, l'analyse granulométrique des sédiments de la Kwé montrent une dominance en graviers et sables grossiers. La part des éléments fins reste mineure.

L'analyse de la composition minérale révèle que ces sédiments contiennent une grande quantité de métaux dont la nature est liée à la composition des sols latéritiques de la Nouvelle-Calédonie.

Ces résultats sont donc corrélés à l'origine terrigène des sédiments de la Kwé.

## 5 PLAN DE DEPOSITION

Le tableau 5.1 présente la production de minerai 2012.

Date révisée	Minerai	Rapport	Résidus	Rés. Cumul	Dst déposé par période	Résidus	Rés. Cumul
	tonne/mois	rés./minerai	tonne/mois	tonne	t/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /mois	m <sup>3</sup>
janv/2012	56 124	1.3	72 962	1 540 473	0.878	83 054	1 803 665
févr/2012	92 484	1.3	120 229	1 660 702	0.879	136 733	1 940 398
mars/2012	17 991	1.3	23 388	1 684 090	0.879	26 594	1 966 992
avr/2012	15 357	1.3	19 964	1 704 054	0.880	22 697	1 989 689
mai/2012	49 637	1.3	64 528	1 768 581	0.880	73 325	2 063 013
juin/2012	2 477	1.3	3 221	1 771 802	0.880	3 659	2 066 673
juil/2012	1 154	1.3	1 500	1 773 302	0.880	1 704	2 068 377
août/2012	1 154	1.3	1 500	1 774 802	0.880	1 704	2 070 082
sept/2012	50 000	1.3	65 000	1 839 802	0.881	73 821	2 143 903
oct/2012	50 000	1.3	65 000	1 904 802	0.881	73 785	2 217 688
nov/2012	50 000	1.3	65 000	1 969 802	0.881	73 748	2 291 436
déc/2012	92 000	1.3	119 600	2 089 402	0.882	135 573	2 427 009

**Tableau 5.1 Bilan de production de résidus**

À l'aide des courbes Volume-élévations développées pour les différentes étapes de déposition, le programme de déposition permet de définir les contraintes chronologiques des différentes étapes de la construction du barrage et de la mise en place de la géomembrane sur les flancs du Parc à résidus.

La figure 5.1., ci-après présente le phasage des étapes de la construction (installation de la géomembrane et rehaussement de la berme) en fonction du plan de production de la mine et de l'usine et des contraintes suivantes :

- Un niveau d'eau minimum à maintenir pour exonder et densifier les résidus ;
- Contenir l'accumulation de la crue centennale à l'intérieur de la géomembrane ;
- Contenir l'accumulation de la crue maximale probable à l'intérieur de l'aire de stockage jusqu'à l'achèvement du déversoir d'urgence.

Le programme de construction est alors ajusté en fonction des dates jalons qui en ressort.

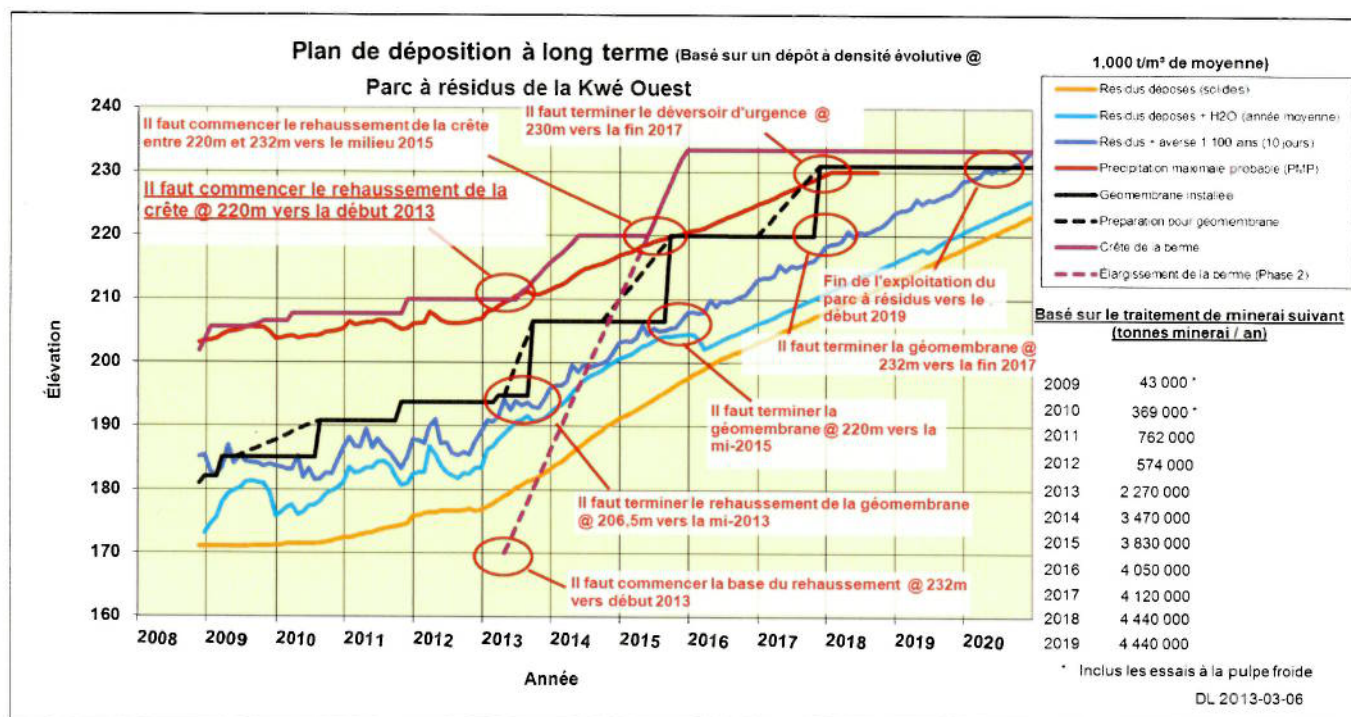


Figure 5-1 : Plan de déposition prévisionnel

## 6 INCIDENTS ET AUTRES ÉVÉNEMENTS EXCEPTIONNELS

Hormis l'arrêt de l'approvisionnement en acide sulfurique de l'usine entre les mois de mai et septembre 2012, qui a entraîné une modification qualitative et quantitative des résidus stockés, il n'y a pas eu d'incident ou d'événement exceptionnel au cours de l'année 2012 qui ait concerné l'exploitation du Parc à résidus.



# ANNEXES

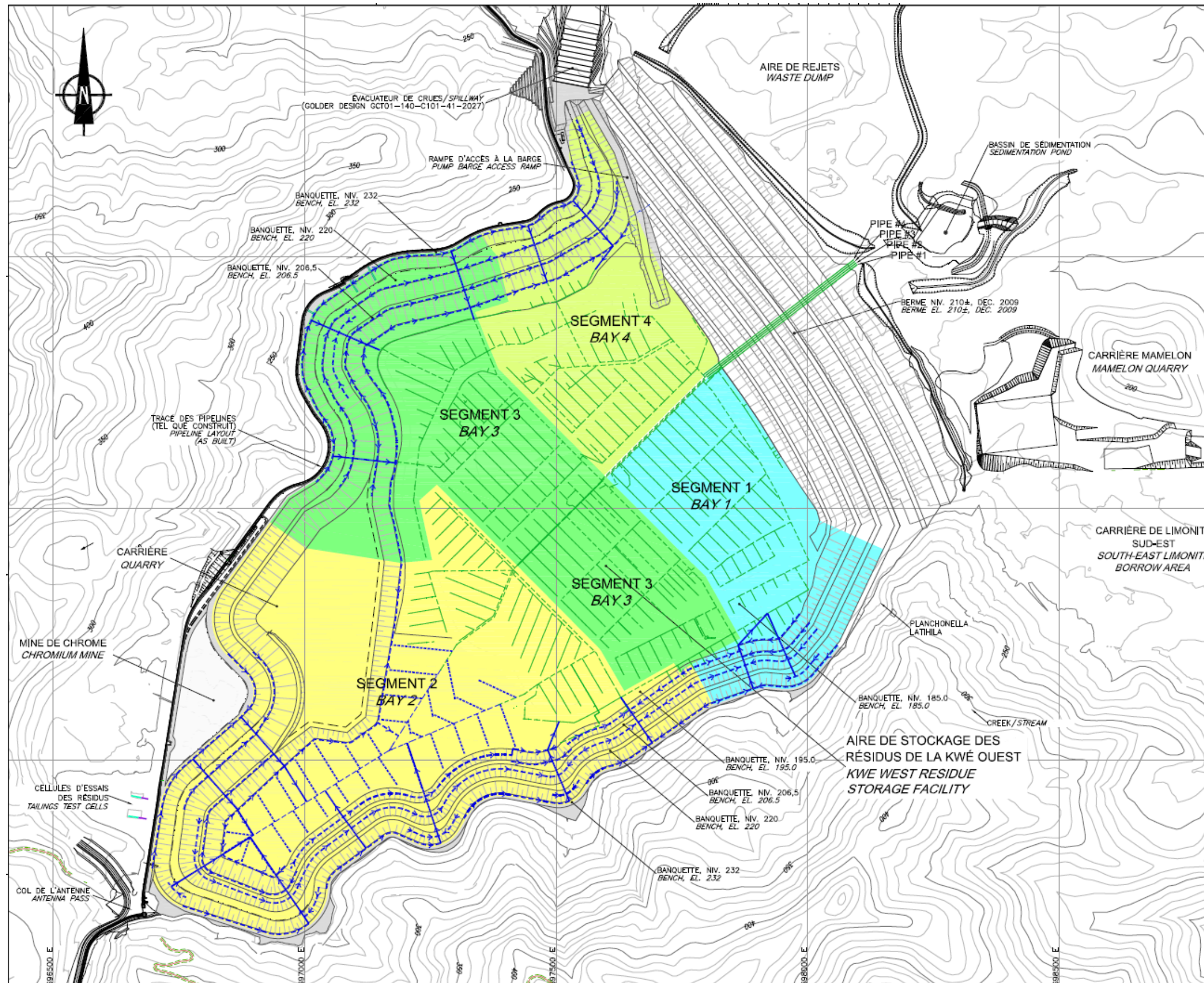


## ANNEXE A1 – PLAN DE LOCALISATION





## ANNEXE A2 – PLAN DE LOCALISATION DES ZONES DE LA GÉOMEMBRANE



## ANNEXE B – DEBITS JOURNALIERS DU CUMUL DES DRAINS SOUS LA MEMBRANE (4R6)

Débit journalier (m³/h) à 4R6												
Jour	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1	121	216	104	834	311	166	201	112	14	106	30	24
2	241	239	110	710	302	162	197	108	14	104	29	26
3	336	470	104	623	293	161	90	42	7	104	27	35
4	381	525	133	541	281	159	180	42	7	98	25	65
5	397	607	99	487	277	151	183	55	7	92	38	41
6	402	566	95	444	272	162	174	39	6	90	50	58
7	391	539	106	411	270	161	168	37	6	88	42	62
8	366	492	102	379	256	169	163	49	6	67	49	67
9	341	452	94	361	255	170	158	53	6	78	57	179
10	323	384	91	361	248	174	154	54	4	71	47	204
11	305	331	90	345	257	187	153	53	5	65	46	171
12	288	313	234	333	243	206	144	46	4	66	50	234
13	270	281	553	326	238	232	147	48	5	64	52	335
14	251	260	746	311	0	249	57	49	10	62	56	353
15	235	248	1060	312	0	259	136	42	11	60	47	368
16	220	227	1239	309	0	260	122	38	12	58	50	373
17	206	219	1090	290	224	259	129	39	15	57	53	366
18	193	208	953	311	232	258	132	40	38	60	48	325
19	181	196	921	306	229	249	135	25	100	55	44	351
20	171	178	1081	351	218	256	129	24	60	50	47	335
21	162	168	1072	359	212	244	129	23	42	45	49	323
22	175	155	972	389	206	238	124	21	43	40	42	308
23	218	152	855	405	206	233	126	20	44	36	39	285
24	200	147	724	399	198	239	49	19	45	46	41	271
25	216	137	644	390	194	227	47	18	75	48	37	255
26	218	134	600	367	191	219	121	17	98	43	34	238
27	221	131	0	350	185	212	46	25	105	42	32	229
28	221	114	0	345	179	214	116	15	106	40	29	228
29	220	107	0	329	160	216	113	13	110	37	52	211
30	219		1019	313	178	209	106	12	105	36	36	203
31	217		942		170		110	15		32		215



## ANNEXE C – HISTORIQUE D'ENTRETIEN DES POMPES

Rechercher ordres de travail							
Ordre trav.   Modifier   Affichage   Outils   Aide							
Sélection des critères principaux							
Type de Rech. Equip:	Equip ou N° Structuré d'Equi			Ind. Liste Eq:			
Réf. Equip:	285-PPP-009			Type Liste Eq:			
	Entité	Ordre trav.	Desc.	Référence équipement	Grpe de trav.	Equipe	Signalé le
20	9202	00095663	1A-AL-MAINTENANCE TIROIR MCC-ABB-(light)	285-PPP-009	LIXEIA1		27/06/2011
21	9202	00095849	VCM PUMP (CBM)	285-PPP-009	PMMEC1		29/06/2011
22	9202	00102419	WP-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-009	PMMEC1		18/08/2011
23	9202	00122679	AE-INSPECTION-PPP BARGE	285-PPP-009	PMMEC1		30/12/2011
24	9202	00128529	Remis paramètre débitmètre.	285-PPP-009	PMEIA1		6/02/2012
25	9202	00129962	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-009	PMMEC1		16/02/2012
26	9202	00137471	FIXATION TAG	285-PPP-009	PMEIA1		4/04/2012
27	9202	00138064	Emmener tiroir réparation usine centrale	285-PPP-009	PMEIA1		6/04/2012
28	9202	00143330	INSP - TIROIR 285	285-PPP-009	PMEIA1		14/05/2012
29	9202	00154955	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-009	PMMEC1		2/08/2012
30	9202	00183029	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-009	PMMEC1		17/01/2013

Rechercher ordres de travail							
Ordre trav.   Modifier   Affichage   Outils   Aide							
Sélection des critères principaux							
Type de Rech. Equip:	Equip ou N° Structuré d'Equi			Ind. Liste Eq:			
Réf. Equip:	285-PPP-010			Type Liste Eq:			
	Entité	Ordre trav.	Desc.	Référence équipement	Grpe de trav.	Equipe	Signalé le
16	9202	00081520	AE-VERIFICATION-DEMARREUR	285-PPP-010	PREENT1		10/03/2011
17	9202	00086000	AE-INSPECTION-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		11/04/2011
18	9202	00091939	AE-INSPECTION-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		28/05/2011
19	9202	00095664	1A-AL-MAINTENANCE TIROIR MCC-ABB-(light)	285-PPP-010	LIXEIA1		27/06/2011
20	9202	00102420	WP-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		18/08/2011
21	9202	00122680	AE-INSPECTION-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		30/12/2011
22	9202	00129963	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		16/02/2012
23	9202	00130506	Remplacer presse étoupe pompe barge	285-PPP-010	PMMEC1		17/02/2012
24	9202	00154956	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		2/08/2012
25	9202	00183030	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-010	PMMEC1		17/01/2013

Rechercher ordres de travail							
Ordre trav.   Modifier   Affichage   Outils   Aide							
Sélection des critères principaux							
Type de Rech. Equip:	Equip ou N° Structuré d'Equi			Ind. Liste Eq:			
Réf. Equip:	285-PPP-011			Type Liste Eq:			
	Entité	Ordre trav.	Desc.	Référence équipement	Grpe de trav.	Equipe	Signalé le
15	9202	00091940	AE-INSPECTION-PPP BARGE	285-PPP-011	PMMEC1		28/05/2011
16	9202	00095665	1A-AL-MAINTENANCE TIROIR MCC-ABB-(light)	285-PPP-011	LIXEIA1		27/06/2011
17	9202	00102421	WP-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-011	PMMEC1		18/08/2011
18	9202	00122681	AE-INSPECTION-PPP BARGE	285-PPP-011	PMMEC1		30/12/2011
19	9202	00129964	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-011	PMMEC1		16/02/2012
20	9202	00146098	Démonter PRV refoulement pompe	285-PPP-011	PMMEC1		2/06/2012
21	9202	00154957	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-011	PMMEC1		2/08/2012
22	9202	00158473	Reparer fuite PRV refoulement pompe	285-PPP-011	PMMEC1		28/08/2012
23	9202	00163234	Reparer fuite PRV refoulement pompe	285-PPP-011	PMMEC1		26/09/2012
24	9202	00183031	6M-AE-VIDANGE-PPP BARGE	285-PPP-011	PMMEC1		17/01/2013
25	9202	00187066	GRAISSER moteur électrique	285-PPP-011	PMEIA1		10/02/2013



Rechercher ordres de travail							
Ordre trav.    Editer    Affichage    Outils    Aide							
<div> <div>Ordre trav.</div> <div> Méthode Rech.: <span>Tous</span>    N° Ordre Travail: <input type="text"/> </div> <div> <div>Recherche</div> <div>Nouv. rech.</div> </div> </div>							
<div> <div>Sélection des critères principaux</div> <div> Type de Rech. Equip: <span>Equip ou N° Structuré d'Equi</span>    Ind. Liste Eq.: <input type="text"/> </div> <div> Réf. Equip: <span>285-PPP-021</span>    Type Liste Eq.: <input type="text"/> </div> </div>							
	Entité	Ordre trav.	Desc.	Référence équipement	Grpe de trav.	Equipe	Signalé le
23	9202	00104990	Remplacer press-étoupe de la pompe	285-PPP-021	PMMEC1		1/09/2011
24	9202	00104992	Ajustement du press-étoupe	285-PPP-021	PMMEC1		1/09/2011
25	9202	00148221	Reparation vanne 285-MV-08501	285-PPP-021	PMMEC1		16/06/2012
26	9202	00166267	OP-MESURE ISOL-MOTEUR	285-PPP-021	PMEIA1		14/10/2012
27	9202	00166269	Révision générale pompe	285-PPP-021	PMMEC1		14/10/2012
28	9202	00166396	préparer tuyau sykes puits de relevage	285-PPP-021	PMMEC1		15/10/2012
29	9202	00171555	travaux anti-cyclone puits de relevage	285-PPP-021	PMMEC1		14/11/2012
30	9202	00177674	Remplacer press-étoupe	285-PPP-021	PMMEC1		18/12/2012
31	9202	00178348	OP-Graissage après analyse vibratoire	285-PPP-021	PMMEC1		19/12/2012
32	9202	00187073	GRAISSER moteur électrique	285-PPP-021	PMEIA1		10/02/2013
33	9202	00196008	Investigation bruit pompe de relevage	285-PPP-021	PMMEC1		4/04/2013

Rechercher ordres de travail							
Ordre trav.    Editer    Affichage    Outils    Aide							
<div> <div>Ordre trav.</div> <div> Méthode Rech.: <span>Tous</span>    N° Ordre Travail: <input type="text"/> </div> <div> <div>Recherche</div> <div>Nouv. rech.</div> </div> </div>							
<div> <div>Sélection des critères principaux</div> <div> Type de Rech. Equip: <span>Equip ou N° Structuré d'Equi</span>    Ind. Liste Eq.: <input type="text"/> </div> <div> Réf. Equip: <span>285-PPP-022</span>    Type Liste Eq.: <input type="text"/> </div> </div>							
	Entité	Ordre trav.	Desc.	Référence équipement	Grpe de trav.	Equipe	Signalé le
11	9202	00051616	AE-ENTRETIEN-POMPE ATTENTE	285-PPP-022	PREENT1		23/06/2010
12	9202	00052270	AE-ENTRETIEN-POMPE ATTENTE	285-PPP-022	PREENT1		30/06/2010
13	9202	00065065	AE-ENTRETIEN-POMPE ATTENTE	285-PPP-022	PREENT1		4/11/2010
14	9202	00080356	AE-ENTRETIEN-POMPE ATTENTE	285-PPP-022	PREENT1		3/03/2011
15	9202	00081538	AE-VERIFICATION-COMMANDE	285-PPP-022	PREENT1		10/03/2011
16	9202	00081539	AE-VERIFICATION-DEMARREUR	285-PPP-022	PREENT1		10/03/2011
17	9202	00114174	remplacement cartouche de graisse	285-PPP-022	PMMEC1		4/11/2011
18	9202	00155457	inspecter sonde conductivité pump pit	285-PPP-022	PMEIA1		3/08/2012
19	9202	00166268	OP-MESURE ISOL-MOTEUR	285-PPP-022	PMEIA1		14/10/2012
20	9202	00166270	Révision générale pompe	285-PPP-022	PMMEC1		14/10/2012
21	9202	00187077	GRAISSER moteur électrique	285-PPP-022	PMEIA1		10/02/2013

## ANNEXE D – DEBITS PROVENANT DES DRAINS DE LA BERME

date	débit instantané (m3/h)		
	4R7	4R8	4R9
02/01/2012	36	202	53
09/01/2012	1	9	5
16/01/2012	0	50	4
23/01/2012	7	105	21
30/01/2012	1	14	8
06/02/2012	6	11	15
13/02/2012	3	8	10
20/02/2012	0	5	8
27/02/2012	0	4	8
05/03/2012	1	4	
12/03/2012	63	195	6
19/03/2012	20	13	
26/03/2012	21	21	
02/04/2012	21	12	
10/04/2012	23	44	
16/04/2012	1	11	
23/04/2012	4	12	
30/04/2012	1	5	
07/05/2012	1	5	
14/05/2012	0	2	
21/05/2012	0	3	
28/05/2012	0	1	
04/06/2012	0	8	
18/06/2012		2	
25/06/2012		0	
02/07/2012		0	
09/07/2012		0	
16/07/2012		0	
23/07/2012		2	
30/07/2012		0	
06/08/2012	0		2
16/08/2012		0	
20/08/2012		1	
27/08/2012		0	
03/09/2012	0	0	0
10/09/2012	0	0	0
17/09/2012	0	0	0
24/09/2012	1	4	1
01/10/2012	0	1	1
08/10/2012	0	1	1
15/10/2012	0	10	1
22/10/2012	0	1	0
29/10/2012	0	1	1
05/11/2012	0	15	1
12/11/2012	0	1	1
19/11/2012	0	3	1
26/11/2012		1	1
03/12/2012	0	4	1
10/12/2012	8	89	27
17/12/2012	3	8	10
24/12/2012	1	4	2
31/12/2012	0	4	1

## ANNEXE E – DONNEES DE PRECIPITATIONS JOURNALIERES

Précipitations journalières en mm

Jour	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1	62	3	2	0	3	0	0	29	0	0	0	1
2	61	103	3	0	5	6	0	8	0	21	0	8
3	8	21	30	2	5	7	0	0	0	4	0	31
4	4	0	11	0	12	4	6	1	0	0	2	3
5	13	10	1	2	10	24	0	0	0	0	79	6
6	3	0	11	1	0	14	0	0	1	0	1	0
7	1	19	22	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	0	1	0	0	2	1	2	0	0	3	0	38
9	0	11	0	27	1	0	0	0	0	0	0	64
10	0	0	0	28	2	6	5	0	6	0	0	2
11	0	0	36	1	10	60	1	0	0	0	0	24
12	0	8	127	1	0	5	1	0	7	0	0	77
13	0	0	226	1	0	0	6	0	7	0	0	0
14	0	0	50	0	0	6	1	7	7	12	0	2
15	0	0	184	8	0	2	0	0	17	58	0	6
16	6	1	2	32	0	0	0	0	0	8	13	0
17	2	4	0	26	25	0	8	0	24	0	12	0
18	5	0	0	10	2	0	23	0	92	0	0	6
19	0	6	102	2	0	3	0	0	31	0	0	9
20	3	0	42	44	1	5	14	0	9	0	8	0
21	52	13	0	4	0	0	0	0	2	0	1	0
22	29	1	1	6	0	0	0	0	3	0	0	0
23	26	4	4	1	3	0	0	1	0	4	8	0
24	4	10	0	6	4	1	1	0	0	0	0	0
25	15	2	13	0	1	3	2	0	0	2	0	0
26	8	25	78	0	1	4	0	0	3	2	5	12
27	7	0	71	0	2	7	0	1	0	16	2	0
28	15	0	56	10	0	18	8	0	0	3	0	8
29	5	0	1	0	16	1	0	0	0	1	31	1
30	10	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
31	11	0	5	-	0	-	0	0	-	0	-	15
<b>Total Mois</b>	351	243	1 084	213	106	176	78	47	209	134	163	314
<b>Cumul Année</b>	351	594	1 677	1 891	1 997	2 172	2 250	2 298	2 507	2 641	2 804	3 118
<b>Mois (prévision)</b>	374	300	363	410	243	276	142	142	128	69	146	261
<b>Cumul Année (prévision)</b>	374	674	1 037	1 447	1 690	1 966	2 108	2 250	2 378	2 447	2 593	2 854

## ANNEXE F – QUALITE DES EAUX ISSUS DU PARC A RESIDUS

DECANT Eaux du parc à résidus (4R2)							
Date	Température	pH	Conductivité électrique	MES	SO <sub>4</sub>	Mg	Mn
unité	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inférieure							
Limite supérieure	30						
2012/01/05		7,3	2860	110	1880	318	8,24
2012/01/11		7,6	4280	< 5	3080	542	8,24
2012/01/18		7,5	5540	< 5	4290	764	11,7
2012/01/25		7,2	5580	7,9	4170	774	15,2
2012/02/01		8	5710	7,7	4370	786	14,6
2012/02/08		7,3	4380	6	3070	570	16,1
2012/02/16		7,9	6090	14	4860	948	22
2012/02/22		6,9	7230	< 5	5990	1290	46,6
2012/02/29		6,9	9140	6,2	7910	1750	62,2
2012/03/07		7,3	9970	5,8	9350	2080	105
2012/03/16		7,3	1670	6,1	1050	204	7,64
2012/03/21		6,9		< 5	893	192	6,46
2012/03/28		7	1570	< 5	845	192	6,22
2012/04/04		7,6	1810	< 5	977	224	6,68
2012/04/11		7,8	1830	20	953	212	6,48
2012/04/25		7,4	3120	< 5	2090	450	14,3
2012/05/03		7,4	3450	10	2440	508	15,5
2012/05/09		6,9	3800	< 5	2780	590	18,1
2012/05/30		7,3	4860	9,8	3730	706	17,6
2012/06/06		7,3	3710	12	2600	532	11,7
2012/06/13		6,7	5450	120	3340	630	11,8
2012/06/21		7,8	4400	10	3790	738	13,6
2012/06/27		8	5100	< 5	4030	720	11,6
2012/07/04		8,1	4280	< 5	3510	658	8,72
2012/07/11		6,8	4290	7,7	3750	708	9,32
2012/07/18		7,5	4850	83	3840	692	8,6
2012/07/25		8,1	4640	14	5530	610	6,64
2012/08/01		7,6	4870	< 5	3620	620	7,36
2012/08/08		7,9	4720	23	3120	536	5,54
2012/08/15		7,8	4720	11	3490	600	5,1
2012/08/22		7,3	4680	< 5	3260	588	4,06
2012/09/05		8,6	4810	15	3340	588	3,02
2012/09/12		8,6	4850	22	3330	568	3
2012/09/19		7,8	2090	42	1210	204	0,95
2012/09/26		7,8	4150	20	2900	480	1,55
2012/10/03		6,5	5150	19	4090	748	2,8
2012/10/10		7	5810	9,3	5450	1090	16,6
2012/10/17		7,1	4990	8,1	4450	826	10,7
2012/10/24		6,4	5420	27	5070	952	14,5
2012/10/31		7,8	6770	285	5970	1310	16,7
2012/11/14		7,9	6850	< 5	6050	1310	11,6
2012/11/21		8	6240	8,7	5090	1040	10,3
2012/11/28		7,2	6970	14	5430	1130	7,96
2012/12/20		7,7	3710		2740	429	6,24
2012/12/26		6,1	4130	6,7	3390	594	8,74

GEO1 Drain no 1 sous la membrane										Cr assimilé à Cr-IV									
Date	Température	Conductivité électrique	pH	MES	P	SO <sub>4</sub>	As	Cr <sup>+6</sup>	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Mn	Fe	Co	Mg	Ca	Si
unité	°C	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inf.			5,5																
Limite sup.	30		8,5	35	10		0,05	0,1	0,5	0,5	0,5	2	2	1	5				
2012/01/05		368	8	< 5	< 0,1	77,3	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	23,8	8	6
2012/01/11		349	7,4	< 5	< 0,1	74,9	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	22	8	5
2012/01/18		326	7,4	< 5	< 0,1	94,1	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	24,4	10	5
2012/01/25		279	7,3	< 5	< 0,1	94,7	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	24,6	10	5
2012/02/01		306	7,4	< 5	< 0,1	92,3	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	21	8	5
2012/02/08		260	7,2	< 5	< 0,1	65,3	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,5	7	5
2012/02/16		264	7,1	5,9	< 0,1	74,9	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,8	8	5
2012/02/22		301	7	< 5	< 0,1	85,1	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	23,8	9	5
2012/02/29		670	5,8	< 5	< 0,1	91,7	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	25	9	5
2012/03/07		473	7,6	< 5	< 0,1	105	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	28,4	10	6
2012/03/16		309	7,4	< 5	< 0,1	85,7	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	23,6	8	5
2012/03/21		296	7,1	< 5	< 0,1	82,7	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	23,6	10	4
2012/03/28		267	7,5	< 5	< 0,1	74,3	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22	8	4
2012/04/04		287	7,2	< 5	< 0,1	75,5	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	22,2	7	4
2012/04/11		330	7,2	< 5	< 0,1	97,1	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	26,8	9	4
2012/04/12		332	8,5	< 5	< 0,1	100	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	27,4	10	4
2012/04/14		264	7,2		< 0,1	97,1	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	0,03	27,6	10	4
2012/04/18		345	7,1	< 5	< 0,1	113	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	29,4	10	4
2012/04/25		336	7	< 5	< 0,1	97,1	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	26,4	9	4
2012/05/03		345	7,6	< 5	< 0,1	113	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	29,5	10	5
2012/05/09		371	7,8	< 5	< 0,1	119	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	31,2	11	5
2012/05/30		370	7	< 5	< 0,1	118	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	31	11	5
2012/06/06		371	7	< 5	< 0,1	120	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	32,9	11	6
2012/06/13		342	7,3	< 5	< 0,1	92,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26,6	9	5
2012/06/21		306	7,8	< 5	< 0,1	83,9	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	24,6	8	5
2012/06/27		318	7,5	< 5	< 0,1	95,9	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	26,2	9	5
2012/07/04		655	7,9	< 5	< 0,1	99,5	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	28	9	5
2012/07/11		344	7,6	< 5	< 0,1	106	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	30,4	10	6
2012/07/18		367	8	< 5	< 0,1	119	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	32,6	10	6
2012/07/25		371	8	< 5	< 0,1	179	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	31,4	10	6
2012/08/01		390	7,2	< 5	< 0,1	125	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	34,2	11	6
2012/08/08		405	7,9	< 5	< 0,1	126	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	34,2	11	6
2012/08/15		398	7,6	< 5	< 0,1	129	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	35,2	11	6
2012/08/22		416	8	< 5	< 0,1	146	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	39,8	12	6
2012/08/29		538	7,4	< 5	< 0,1	162	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	42,4	13	6
2012/09/05		525	7,3	< 5	< 0,1	170	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	48,2	16	6
2012/09/12		706	7,6	< 5	< 0,1	285	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	67,2	23	6
2012/09/19		898	7,6	< 5	< 0,1	473	< 0,05	0,06	0,06	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	107	39	6
2012/09/26		403	7,3	< 5	< 0,1	127	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	36	10	6
2012/10/03		398	7	< 5	< 0,1	125	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	34,4	11	6
2012/10/10		410	7,6	< 5	< 0,1	131	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	35,2	11	6
2012/10/17		398	7,6	< 5	< 0,1	134	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	35,4	11	6
2012/10/24		397	7,8	< 5	< 0,1	144	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	37,6	11	6
2012/10/31		424	7,1	< 5	< 0,1	153	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,03	< 0,1	< 0,01	41,4	13	6
2012/11/07		424	7,2	< 5	< 0,1	143	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	38,8	12	6
2012/11/14		422	7,8	6,2	< 0,1	143	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	40	12	6
2012/11/21		501	7,7	< 5	< 0,1	156	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	41,4	13	6
2012/11/28		495	7,4	< 5	< 0,1	165	< 0,02	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	0,1	< 0,01	44	14	6
2012/12/05		458	6,9	< 5	< 0,1	153	< 0,02	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	41,4	13	6
2012/12/12		854	7,2	< 5	< 0,1	119	< 0,02	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	34,4	11	6
2012/12/19		349	7,4	< 5	< 0,1	91,7	< 0,02	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26	8	5
2012/12/26		332	6,8	< 5	< 0,1	97,7	< 0,02	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	27,8	9	5



GEO2 Drain no 2 sous la membrane																			
Date	Température	Conductivité électrique	pH	MES	P	SO <sub>4</sub>	As	Cr <sup>+6</sup>	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Mn	Fe	Co	Mg	Ca	Si
unité	°C	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inf.			5,5																
Limite sup.	30		8,5	35	10		0,05	0,1	0,5	0,5	0,5	2	2	1	5				
2012/01/05		297	7,9	< 5	< 0,1	50,9	< 0,05	0,15	0,15	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,1	0,05	< 0,1	< 0,01	30,8	3	4
2012/01/11		280	7	< 5	< 0,1	50,8	< 0,05	0,1	0,1	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26,6	3	4
2012/01/18		281	7,1	< 5	< 0,1	58,3	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	27,6	3	4
2012/01/25		227	7,1	< 5	< 0,1	33,1	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	21,2	1	6
2012/02/01		255	7,2	< 5	< 0,1	33,3	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	19,8	2	5
2012/02/08		242	7,1	< 5	< 0,1	38,5	< 0,05	0,09	0,09	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	22,4	2	4
2012/02/16		213	7	< 5	< 0,1	32,4	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,8	2	5
2012/02/22		173	7	15	< 0,1	12	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	15,5	1	6
2012/02/29		158	6,7	< 5	< 0,1	9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14	1	7
2012/03/07		179	7,5	< 5	< 0,1	15,5	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	15,2	2	6
2012/03/16		265	7,4	< 5	< 0,1	38,6	< 0,05	0,16	0,16	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	27,2	3	4
2012/03/21		236	7,2	< 5	< 0,1	35,1	< 0,05	0,12	0,12	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	23,4	2	4
2012/03/28		226	7,4	< 5	< 0,1	34	< 0,05	0,14	0,14	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	23,4	2	4
2012/04/04		219	7,1	< 5	< 0,1	31,8	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	19,8	2	4
2012/04/11		210	7,2	< 5	< 0,1	27,3	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,2	2	5
2012/04/12		206	7,4	< 5	< 0,1	25,8	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18,7	2	5
2012/04/14		157	7,1		< 0,1	27,9	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	0,03	18,6	2	5
2012/04/18		227	7,2	< 5	< 0,1	33,1	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22,2	2	5
2012/04/25		194	6,9	< 5	< 0,1	26,2	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18,3	2	5
2012/05/03		181	7,6	< 5	< 0,1	18,3	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,7	2	6
2012/05/09		60,8	6,7	< 5	< 0,1	9,6	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,5	1	6
2012/05/30		163	7,3	< 5	< 0,1	14,5	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	14,6	2	6
2012/06/06		387	7,3	< 5	< 0,1	78,7	< 0,05	0,13	0,13	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	42,7	5	2
2012/06/13		161	7,5	< 5	< 0,1	10,1	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,2	< 1	6
2012/06/21		148	7,6	< 5	< 0,1	6,4	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,1	1	6
2012/06/27		56,1	7,7	< 5	< 0,1	8,6	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13	1	6
2012/07/04		151	8,2	< 5	< 0,1	9,8	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,5	1	6
2012/07/11		163	7	< 5	< 0,1	12,5	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	< 0,01	< 0,1	0,01	14	2	6
2012/07/18		185	8,1	< 5	< 0,1	18,7	< 0,05	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,6	3	6
2012/07/25		233	8,5	< 5	< 0,1	58,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,05	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,4	7	6
2012/09/19		385	7,9	6,6	< 0,1	54,9	< 0,05	0,16	0,16	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	45,6	3	< 1
2012/09/26		173	7,1	< 5	< 0,1	21,3	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,9	3	6
2012/10/03		208	7,1	< 5	< 0,1	29,9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,5	5	7
2012/10/03		222	7,6	< 5	< 0,1	32,2	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18,3	5	6
2012/10/17		513	7,6	< 5	< 0,1	102	< 0,05	0,21	0,21	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	59	4	1
2012/11/07		507	7,4	< 5	< 0,1	87,5	< 0,05	0,23	0,23	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	57,8	4	1
2012/11/14		123	7,6	< 5	< 0,1	3,7	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	11,9	< 1	6
2012/12/05		457	7,5	< 5	< 0,1	74,3	< 0,02	0,19	0,19	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	52,2	3	3
2012/12/12		212	7,5	< 5	< 0,1	28	< 0,02	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,6	3	5
2012/12/19		236	7,5	< 5	< 0,1	33,9	< 0,02	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22,8	3	6
2012/12/26		176	6,9	< 5	< 0,1	10,1	< 0,02	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	15,5	1	6

Les quelques dépassements en chrome sont soit liés au drainage par les eaux souterraines des flancs du parc à résidus dont certains secteurs sont connus pour avoir des teneurs en chrome non négligeables ; soit dus à des ruissellements sur ces mêmes secteurs (ancienne mine de chrome sur le flanc Sud du parc) qui aboutissent dans les dispositifs de drainage du secteur 2 parce qu'il n'est pas encore totalement imperméabilisé.

GEO3	Drain no 3 sous la membrane							Cr assimilé à Cr-IV											
Date	Température	Conductivité électrique	pH	MES	P	SO <sub>4</sub>	As	Cr <sup>6</sup>	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Mn	Fe	Co	Mg	Ca	Si
unité	°C	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inf.			5,5																
Limite sup.	30		8,5	35	10		0,05	0,1	0,5	0,5	0,5	2	2	1	5				
2012/01/05		223	7,1	< 5	< 0,1	25,8	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,8	2	5
2012/01/11		186	6,8	< 5	< 0,1	19,2	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,7	1	6
2012/01/18		164	7,2	< 5	< 0,1	13,9	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,5	1	6
2012/01/25		162	7,2	< 5	< 0,1	11,7	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,9	< 1	6
2012/02/01		159	7,2	< 5	< 0,1	11,9	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,3	< 1	6
2012/02/08		160	7,1	< 5	< 0,1	12,2	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,9	< 1	6
2012/02/16		150	6,9	< 5	< 0,1	11,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,6	< 1	6
2012/02/22		155	7,1	< 5	< 0,1	10,5	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14	< 1	6
2012/02/29		156	6,8	< 5	< 0,1	9,5	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,6	< 1	6
2012/03/07		162	7,4	< 5	< 0,1	11,8	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	14,7	< 1	7
2012/03/16		175	7,5	< 5	< 0,1	15	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,9	1	5
2012/03/21		163	7,2	< 5	< 0,1	12,5	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	0,04	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	15,3	1	6
2012/03/28		152	7,7	< 5	< 0,1	11,1	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,7	< 1	6
2012/04/04		155	7,2	< 5	< 0,1	11,8	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,5	< 1	6
2012/04/11		156	7,2	< 5	< 0,1	11,1	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,9	< 1	6
2012/04/12		155	8,4	< 5	< 0,1	10,8	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14	< 1	6
2012/04/14		156	7,1		< 0,1	23,9	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,8	< 1	6
2012/04/18		151	7,2	< 5	< 0,1	11,1	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,1	< 1	6
2012/04/25		152	7	< 5	< 0,1	11	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,5	< 1	6
2012/05/03		150	7,6	< 5	< 0,1	10,8	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,1	< 1	6
2012/05/09		152	7,6	< 5	< 0,1	10	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,9	< 1	6
2012/05/30		157	7,2	< 5	< 0,1	9,6	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,1	< 1	6
2012/06/06		155	7,7	< 5	< 0,1	10,5	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,7	< 1	7
2012/06/13		136	7,5	< 5	< 0,1	7,1	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	12,3	< 1	6
2012/06/21		155	7,8	< 5	< 0,1	9,5	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,1	< 1	6
2012/06/27		154	7,7	< 5	< 0,1	9,8	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14	< 1	6
2012/07/04		167	8	< 5	< 0,1	10,1	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,2	< 1	6
2012/07/11		155	7	< 5	< 0,1	9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,2	< 1	7
2012/07/18		152	8	< 5	< 0,1	8,7	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,8	< 1	7
2012/07/25		152	7,7	< 5	< 0,1	12,1	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,7	< 1	7
2012/08/01		146	8	< 5	< 0,1	6,1	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,4	< 1	7
2012/08/08		152	8,4	< 5	< 0,1	4,4	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,1	< 1	7
2012/08/15		144	7,8	< 5	< 0,1	4	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	11,4	< 1	6
2012/08/22		139	7,9	< 5	< 0,1	4,3	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,2	< 1	7
2012/08/29		135	7,4	< 5	< 0,1	4,1	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	12,3	< 1	7
2012/09/05		131	7,4	< 5	< 0,1	3,7	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	11,7	< 1	6
2012/09/12		135	7,7	< 5	< 0,1	5,7	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	12,7	< 1	7
2012/09/19		306	8	< 5	< 0,1	60,5	< 0,05	0,1	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	35,8	3	1
2012/09/26		164	7,3	< 5	< 0,1	9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,7	< 1	7
2012/10/03		156	7,1	< 5	< 0,1	8,4	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,3	< 1	7
2012/10/10		153	7,6	< 5	< 0,1	8,9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,3	< 1	7
2012/10/17		156	7,8	< 5	< 0,1	7	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,7	< 1	7
2012/10/24		148	7,2	< 5	< 0,1	6,9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,4	< 1	6
2012/10/31		144	7,5	< 5	< 0,1	5,4	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,4	< 1	7
2012/11/07		147	7,6	< 5	< 0,1	3,8	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,6	< 1	7
2012/11/14		150	7,6	< 5	< 0,1	5,9	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,2	< 1	7
2012/11/21		151	7,6	< 5	< 0,1	5,2	< 0,05	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14	< 1	7
2012/11/28		147	6,8	< 5	< 0,1	4,6	< 0,02	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,1	< 1	6
2012/12/05		154	6,9	< 5	< 0,1	5,2	< 0,02	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	13,9	< 1	7
2012/12/12		179	7,4	< 5	< 0,1	11,9	< 0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,9	1	7
2012/12/19		160	7,6	< 5	< 0,1	11,3	< 0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,3	< 1	6
2012/12/26		164	7	< 5	< 0,1	10,1	< 0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	14,6	< 1	6

GEO4	Drain no 4 sous la membrane							Cr assimilé à Cr-IV											
Date	Température	Conductivité électrique	pH	MES	P	SO <sub>4</sub>	As	Cr <sup>6+</sup>	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Mn	Fe	Co	Mg	Ca	Si
unité	°C	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inf.			5,5																
Limite sup.	30		8,5	35	10		0,05	0,1	0,5	0,5	0,5	2	2	1	5				
2012/01/05		1450	7,8	< 5	< 0,1	773	< 0,05	0,37	0,37	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	0,59	< 0,1	< 0,01	176	50	3
2012/01/11		1080	7	< 5	< 0,1	525	< 0,05	0,27	0,27	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,36	< 0,1	< 0,01	122	35	3
2012/01/18		840	7,2	< 5	< 0,1	405	< 0,05	0,19	0,19	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,01	91,4	27	2
2012/01/25		740	7,1	< 5	< 0,1	321	< 0,05	0,16	0,16	< 0,01	0,03	0,02	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,01	73,8	22	3
2012/02/01		760	7,2	< 5	< 0,1	333	< 0,05	0,17	0,17	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,01	74,2	22	2
2012/02/08		809	7,2	< 5	< 0,1	354	< 0,05	0,21	0,21	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,01	84,2	24	3
2012/02/16		699	7	< 5	< 0,1	318	< 0,05	0,18	0,18	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,01	73	21	2
2012/02/22		597	7,1	< 5	< 0,1	250	< 0,05	0,14	0,14	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,01	61	17	2
2012/02/29		434	6,8	< 5	< 0,1	154	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,05	< 0,1	< 0,01	39,6	12	2
2012/03/07		370	7,6	< 5	< 0,1	128	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	32,4	12	3
2012/03/16		593	7,2	< 5	< 0,1	250	< 0,05	0,17	0,17	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,09	< 0,1	< 0,01	60,8	16	3
2012/03/21		637	6,8	< 5	< 0,1	260	< 0,05	0,15	0,15	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,01	64,4	18	3
2012/03/28		576	7	< 5	< 0,1	236	< 0,05	0,14	0,14	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,01	59,2	17	3
2012/04/04		579	7	< 5	< 0,1	215	< 0,05	0,14	0,14	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,01	55,8	15	3
2012/04/11		592	7	< 5	< 0,1	232	< 0,05	0,12	0,12	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,01	57	16	3
2012/04/12		598	7,9	< 5	< 0,1	237	< 0,05	0,11	0,11	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,01	58	16	3
2012/04/14		385	7,3		< 0,1	267	< 0,05	0,11	0,11	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,14	< 0,1	0,03	57,4	16	2
2012/04/18		703	7	< 5	< 0,1	251	< 0,05	0,11	0,11	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,01	59,4	17	2
2012/04/25		571	6,9	< 5	< 0,1	228	< 0,05	0,12	0,12	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,01	54,8	15	2
2012/05/03		571	7,4	< 5	< 0,1	240	< 0,05	0,12	0,12	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,01	57,3	16	3
2012/05/09		529	6,8	< 5	< 0,1	217	< 0,05	0,11	0,11	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,01	53,6	15	2
2012/05/30		336	7	< 5	< 0,1	110	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	28,4	10	2
2012/06/06		345	7,2	< 5	< 0,1	113	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	29	12	2
2012/06/13		367	7,2	< 5	< 0,1	107	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,03	< 0,1	< 0,01	30	8	2
2012/06/21		413	7,4	< 5	< 0,1	146	< 0,05	0,12	0,12	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,05	< 0,1	< 0,01	39	11	2
2012/06/27		332	7,4	< 5	< 0,1	108	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,01	29,8	8	2
2012/07/04		282	7,8	< 5	< 0,1	82,1	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	23,6	8	2
2012/07/11		297	6,8	< 5	< 0,1	93,5	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	0,01	24	9	2
2012/07/18		330	8,2	< 5	< 0,1	108	< 0,05	0,06	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26,4	12	2
2012/07/25		349	7,8	< 5	< 0,1	177	< 0,05	0,06	0,06	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26,8	14	2
2012/08/01		353	7,1	< 5	< 0,1	111	< 0,05	0,06	0,06	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	25,8	14	2
2012/08/08		383	8,2	< 5	< 0,1	115	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26	15	2
2012/08/15		365	7,9	< 5	< 0,1	113	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	25,6	14	2
2012/08/22		361	7,9	< 5	< 0,1	114	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	26,4	15	2
2012/08/29		341	7,2	< 5	< 0,1	107	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	24,2	13	3
2012/09/05		326	7,8	< 5	< 0,1	85,1	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22	12	2
2012/09/26		363	7	< 5	< 0,1	103	< 0,05	0,13	0,13	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	24,8	12	2
2012/10/03		319	7	< 5	< 0,1	94,7	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	27	10	2

Même remarque que pour le drain n°2. L'origine du chrome est probablement naturelle. La structure du sous-sol est ici très rocheuse.

À noter que ce drain est globalement beaucoup plus conducteur que les autres. Ses débits sont néanmoins les plus faibles des 4 dispositifs de drainage.

GEOTOT		Ensemble des drains sous la membrane (4R6)							Cr assimilé à Cr-IV										
Date	Température	Conductivité électrique	pH	MES	P	SO <sub>4</sub>	As	Cr <sup>+6</sup>	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Mn	Fe	Co	Mg	Ca	Si
unité	°C	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inf.			5,5																
Limite sup.	30		8,5	35	10		0,05	0,1	0,5	0,5	0,5	2	2	1	5				
2012/01/05		219	8	< 5	< 0,1	26,1	< 0,05	0,07	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	21	2	5
2012/01/11		201	7,3	< 5	< 0,1	26,8	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,6	2	5
2012/01/18		210	7,5	< 5	< 0,1	38,7	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,7	4	6
2012/01/25		204	7,2	< 5	< 0,1	29,4	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,4	2	6
2012/02/01		201	7,2	< 5	< 0,1	28,4	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,4	2	6
2012/02/08		220	7	< 5	< 0,1	35,8	< 0,05	0,06	0,06	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	19,4	3	5
2012/02/16		196	6,8	8,6	< 0,1	33,3	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,5	3	5
2012/02/22		187	7,2	< 5	< 0,1	28	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17	3	6
2012/02/29		190	6,9	< 5	< 0,1	25,4	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,2	2	6
2012/03/07		203	7,5	13	< 0,1	29,1	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,3	3	6
2012/03/16		227	7,4	< 5	< 0,1	31,9	< 0,05	0,09	0,09	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22,2	2	4
2012/03/21		215	7,3	6,3	< 0,1	32,4	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,2	3	5
2012/03/28		203	7,2	< 5	< 0,1	30	< 0,05	0,08	0,08	< 0,01	0,02	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,9	2	5
2012/04/04		208	7,1	< 5	< 0,1	32,7	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	17,9	2	5
2012/04/11		213	7,1	< 5	< 0,1	35,4	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	18,5	3	5
2012/04/14		341	7,1		< 0,1	42,6	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	0,02	0,2	0,03	19,1	3	5
2012/04/18		222	7,2	27	< 0,1	40,3	< 0,05	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,3	3	5
2012/04/25		207	7	< 5	< 0,1	35,6	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	18,4	3	5
2012/05/03		206	7,6	< 5	< 0,1	37,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18,8	3	6
2012/05/09		206	6,9	< 5	< 0,1	36,6	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18,3	3	6
2012/05/30		210	7,7	< 5	< 0,1	34,8	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18	3	6
2012/06/06		238	7,9	< 5	< 0,1	42	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22,3	4	6
2012/06/13		197	7,4	< 5	< 0,1	28,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17	3	6
2012/06/21		189	7,6	< 5	< 0,1	26,4	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,7	2	6
2012/06/27		192	7,8	6,8	< 0,1	27,4	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	16,6	3	6
2012/07/04		194	7,7	< 5	< 0,1	30,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,5	3	6
2012/07/11		203	7	< 5	< 0,1	32,4	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18	3	6
2012/07/18		217	7,9	< 5	< 0,1	41	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,2	4	7
2012/07/25		219	8,3	< 5	< 0,1	60,5	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,4	3	6
2012/08/01		229	7,2	< 5	< 0,1	42,2	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,7	4	6
2012/08/08		237	8	< 5	< 0,1	43,6	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,2	4	6
2012/08/15		241	7,9	< 5	< 0,1	48,7	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	21	4	6
2012/08/22		258	7,9	< 5	< 0,1	60,5	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	24	5	6
2012/09/05		511	7,7	< 5	< 0,1	170	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	47,2	15	6
2012/09/12		134	7,8	< 5	< 0,1	5,2	< 0,05	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	12,6	< 1	7
2012/09/26		229	7,4	< 5	< 0,1	35,2	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,6	3	6
2012/10/03		318	7	< 5	< 0,1	37,9	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	19,5	3	6
2012/10/10		224	7,5	< 5	< 0,1	42,1	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,4	4	6
2012/10/17		224	7,7	< 5	< 0,1	41,5	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20	4	6
2012/10/24		229	7,1	< 5	< 0,1	46	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	20,6	4	6
2012/10/31		280	7,4	< 5	< 0,1	50,3	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22	4	6
2012/11/07		265	7,3	< 5	< 0,1	48,4	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	22	4	6
2012/11/14		234	7,7	< 5	< 0,1	44,2	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	21,2	4	6
2012/11/21		248	7,7	< 5	< 0,1	54,9	< 0,05	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	0,01	< 0,1	< 0,01	23	5	6
2012/11/28		281	7,6	< 5	< 0,1	64,1	< 0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	24,6	6	6
2012/12/05		408	7,5	< 5	< 0,1	58,4	< 0,02	0,08	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	40,6	5	4
2012/12/19		211	7,7	< 5	< 0,1	33,3	< 0,02	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	18,6	3	5
2012/12/26		204	7	< 5	< 0,1	29,1	< 0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,1	< 0,01	< 0,1	< 0,01	17,8	3	6

4R7 Drain nord (4R7)							
Date	Température	pH	Conductivité électrique	Matières en suspension	SO <sub>4</sub>	Mg	Mn
unité	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inférieure		5,5					
Limite supérieure	30	8,5		35			1
2012/01/05		7,7	145	< 5	20	12,2	0,01
2012/01/25		7,6	133	71	21,5	10	< 0,01
2012/02/01		7,5	141	< 5	16,4	10,6	< 0,01
2012/02/08		7,1	154	< 5	24,4	13,5	< 0,01
2012/02/16		7,5	145	< 5	18,2	12,7	< 0,01
2012/03/16		7,4	146	< 5	29,5	13,7	< 0,01
2012/03/21		7,3	163	< 5	29,9	15,6	< 0,01
2012/03/28		7,3	142	< 5	24,3	13,8	< 0,01
2012/04/04		7,4	151	< 5	20,8	13	< 0,01
2012/04/11		7,3	147	< 5	22	13,2	< 0,01
2012/04/18		7,2	145	< 5	24,9	13,9	< 0,01
2012/04/25		7,2	150	< 5	22,6	13,9	< 0,01
2012/05/03		7,6	156	< 5	22	14,4	< 0,01
2012/05/09		6,9	154	< 5	19	13,3	< 0,01
2012/06/06		7,4	266	30	34,8	24,7	< 0,01
2012/06/13		7,4	161	< 5	18,9	12,6	< 0,01
2012/06/21		7,6	166	< 5	22,7	15,2	< 0,01
2012/07/18		7,9	122	580	15,4	9,7	< 0,01
2012/07/25		7,9	176	< 5	34	17,2	< 0,01
2012/09/19		8	282	190	34	32	< 0,01
2012/09/26		7,9	185	< 5	23	17	< 0,01
2012/10/17		7,7	216	< 5	32,1	21	< 0,01
2012/12/05		7,3	177	150	28	17,4	< 0,01
2012/12/12		7,4	281	340	39,5	26,6	< 0,01
2012/12/19		7,4	197	< 5	20,1	15,6	< 0,01
2012/12/26		7,2	161	< 5	14,4	13,6	< 0,01

Les travaux de terrassement à proximité, liés à la construction de la phase 2 de la berme, provoquent sporadiquement des teneurs élevées en Matière en Suspension (MES).

Les valeurs de conductivité sont plus faibles en saison des pluies (influence des ruissellements).

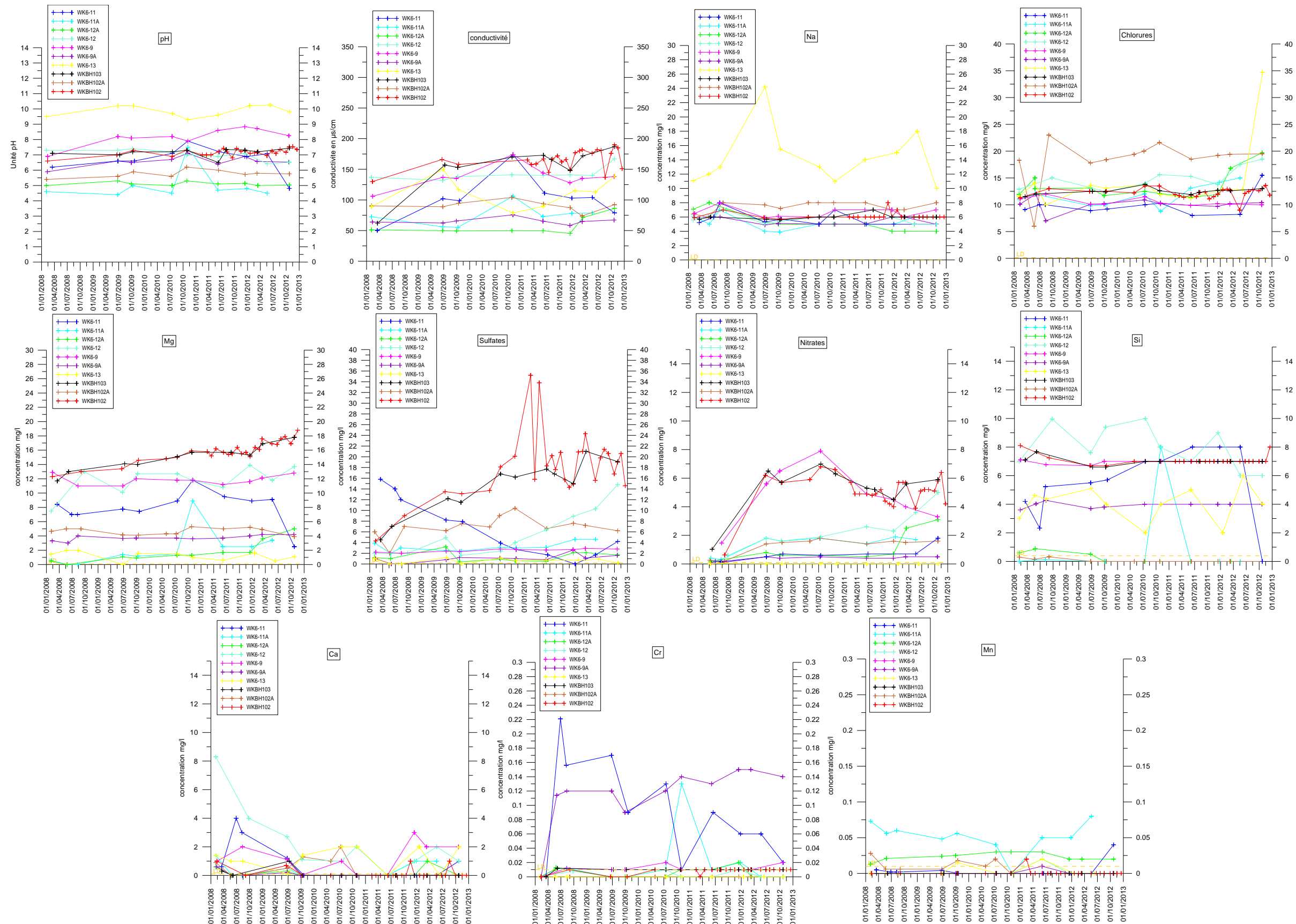


4R8 Drain sud (4R8)							
Date	Température	pH	Conductivité électrique	Matières en suspension	SO <sub>4</sub>	Mg	Mn
unité	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inférieure		5,5					
Limite supérieure	30	8,5		35			1
2012/01/05		7,5	347	14	68,9	36,2	0,01
2012/01/11		7,5	396	< 5	81,5	42,8	< 0,01
2012/01/18		8	404	< 5	91,7	45	< 0,01
2012/01/25		7,7	330	27	69,5	33,4	< 0,01
2012/02/01		8	378	21	80,3	35,4	< 0,01
2012/02/08		7,8	351	21	68,9	36,4	< 0,01
2012/02/16		7,9	376	16	88,7	42	< 0,01
2012/02/22		8	385	8,5	108	46,6	0,13
2012/02/29		7,5	372	< 5	93,5	38,8	< 0,01
2012/03/07		7,6	421	15	65,9	28,2	< 0,01
2012/03/16		7,6	262	15	48,3	28,8	< 0,01
2012/03/21		7,4	272	18	50,9	30	< 0,01
2012/03/28		7,5	226	97	40	25,8	< 0,01
2012/04/04		7,8	350	< 5	73,1	38	< 0,01
2012/04/11		7,4	328	14	67,7	35,4	< 0,01
2012/04/18		7,8	319	45	57,9	35,4	< 0,01
2012/04/25		7,7	334	12	76,1	36,8	< 0,01
2012/05/03		7,6	350	12	91,8	38,6	< 0,01
2012/05/09		7,6	256	< 5	49,9	23,4	< 0,01
2012/05/30		7,6	391	37	98,3	42	< 0,01
2012/06/06		7,9	475	24	50,6	51,6	< 0,01
2012/06/13		7,6	397	20	56,4	44	< 0,01
2012/06/21		7,7	342	< 5	86,3	36	< 0,01
2012/07/04		7,6	278	51	63,5	28,8	0,01
2012/07/25		8,2	446	< 5	118	48,2	< 0,01
2012/08/01		8	404	< 5	80,3	42,6	< 0,01
2012/08/08		8	467	< 5	67,1	48	< 0,01
2012/09/19		8,1	536	12	40,1	61,4	< 0,01
2012/09/26		7,2	456	< 5	70,1	49,6	< 0,01
2012/10/03		7	375	< 5	80,3	41	< 0,01
2012/10/10		7,6	361	< 5	88,7	39,2	0,01
2012/10/17		7,8	605	< 5	67,1	66,4	< 0,01
2012/10/24		8,4	473	< 5	78,5	51,6	< 0,01
2012/10/31		8	431	< 5	77,3	47	< 0,01
2012/11/07		7,8	626	< 5	66,5	70,6	< 0,01
2012/11/14		8,1	534	< 5	73,7	60,4	< 0,01
2012/11/21		8,2	554	< 5	73,1	61,4	< 0,01
2012/11/28		7,9	553	< 5	76,7	59,4	< 0,01
2012/12/05		8,2	634	< 5	65,9	70,8	< 0,01
2012/12/12		7,7	489	< 5	61,1	56,6	< 0,01
2012/12/19		7,5	460	< 5	73,7	49,6	< 0,01
2012/12/26		7	466	< 5	81,5	48,4	< 0,01

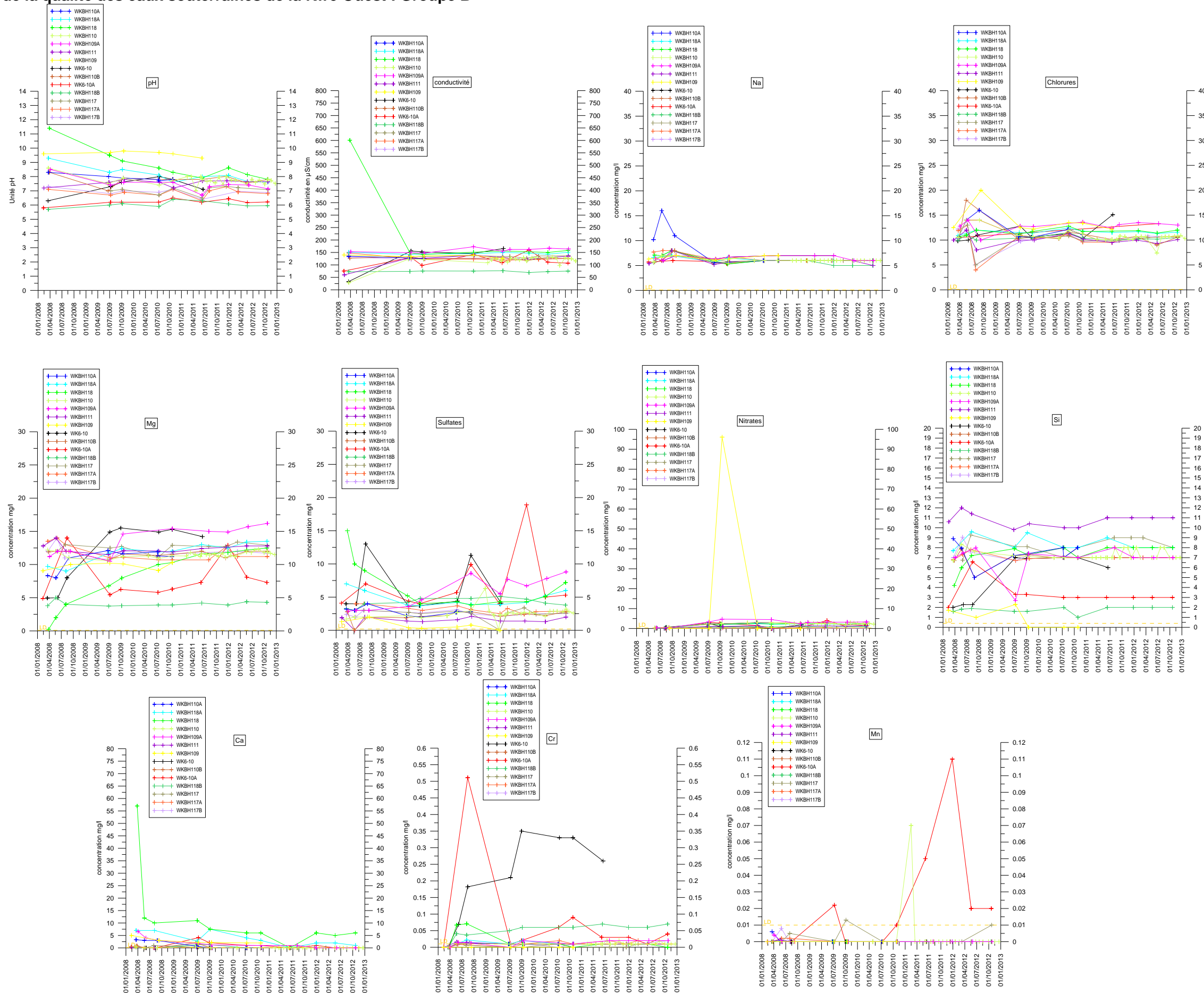
4R9 Drain central (4R9)							
Date	Température	pH	Conductivité électrique	Matières en suspension	SO <sub>4</sub>	Mg	Mn
unité	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Limite inférieure		5,5					
Limite supérieure	30	8,5		35			1
2012/01/05		7,2	285	< 5	51,5	25,4	< 0,01
2012/01/11		6,9	229	< 5	41,2	18,7	< 0,01
2012/01/18		7,4	215	< 5	52,5	19,2	0,06
2012/01/25		7,2	238	120	50,8	20,4	< 0,01
2012/02/01		7,3	219	< 5	42,4	18,3	< 0,01
2012/02/08		7,2	235	< 5	44,5	20,8	< 0,01
2012/02/16		7,3	206	25	40,3	17,6	< 0,01
2012/02/22		7	232	< 5	36,7	17,2	< 0,01
2012/02/29		7,5	207	8,1	35,8	16,8	< 0,01
2012/03/07		7,6	244	260	51,6	21,8	< 0,01
2012/03/16		7,7	272	10	46,9	29,8	< 0,01
2012/03/21		7,4	281	8,5	50,2	30,2	< 0,01
2012/03/28		7,6	276	< 5	52	31,4	< 0,01
2012/04/04		7,8	281	< 5	48,9	26,8	< 0,01
2012/04/11		7,8	272	< 5	48,6	27,2	< 0,01
2012/04/18		7,9	269	< 5	52,9	29,1	< 0,01
2012/04/25		7,7	259	< 5	51,7	25	< 0,01
2012/05/03		7,7	254	27	52,2	23,6	< 0,01
2012/05/09		7,2	353	< 5	81,5	37,4	< 0,01
2012/05/30		7,8	304	5,4	60,5	28,8	< 0,01
2012/06/06		7,6	451	5,3	55,6	48,3	< 0,01
2012/06/13		7,6	336	< 5	51,5	33,4	< 0,01
2012/06/21		7,6	271	< 5	50,4	25,4	< 0,01
2012/07/18		7,8	311	64	64,7	30,4	< 0,01
2012/07/25		8,2	287	< 5	77,3	28,2	< 0,01
2012/08/08		8,3	313	< 5	49,1	29,6	< 0,01
2012/08/15		8,3	304	< 5	49,2	27,2	< 0,01
2012/08/22		7,9	276	< 5	46,9	26,8	< 0,01
2012/09/19		8,2	639	< 5	54,2	72,4	< 0,01
2012/09/26		7,8	335	< 5	46,7	32	< 0,01
2012/10/03		7,1	289	< 5	46,1	28,2	< 0,01
2012/10/10		7,6	289	< 5	47,5	27,8	< 0,01
2012/10/17		7,8	513	16	61,7	53	< 0,01
2012/10/24		7	308	< 5	45,4	28,6	< 0,01
2012/10/31		7,7	302	< 5	43,9	29,4	< 0,01
2012/11/07		7,8	491	< 5	57,5	51,8	< 0,01
2012/11/14		7,6	312	< 5	43,6	31	< 0,01
2012/11/21		7,9	348	< 5	45,2	31,6	< 0,01
2012/11/28		7,8	302	< 5	42,6	29	< 0,01
2012/12/05		7,6	470	140	57,6	49,4	< 0,01
2012/12/12		7,7	463	9	53,6	48,6	< 0,01
2012/12/19		7,6	408	< 5	57,1	41,4	< 0,01
2012/12/26		7,1	334	< 5	47	32	< 0,01

## ANNEXE G – RESULTATS DU SUIVI DES PIEZOMETRES DES GROUPES A, B, C ET D

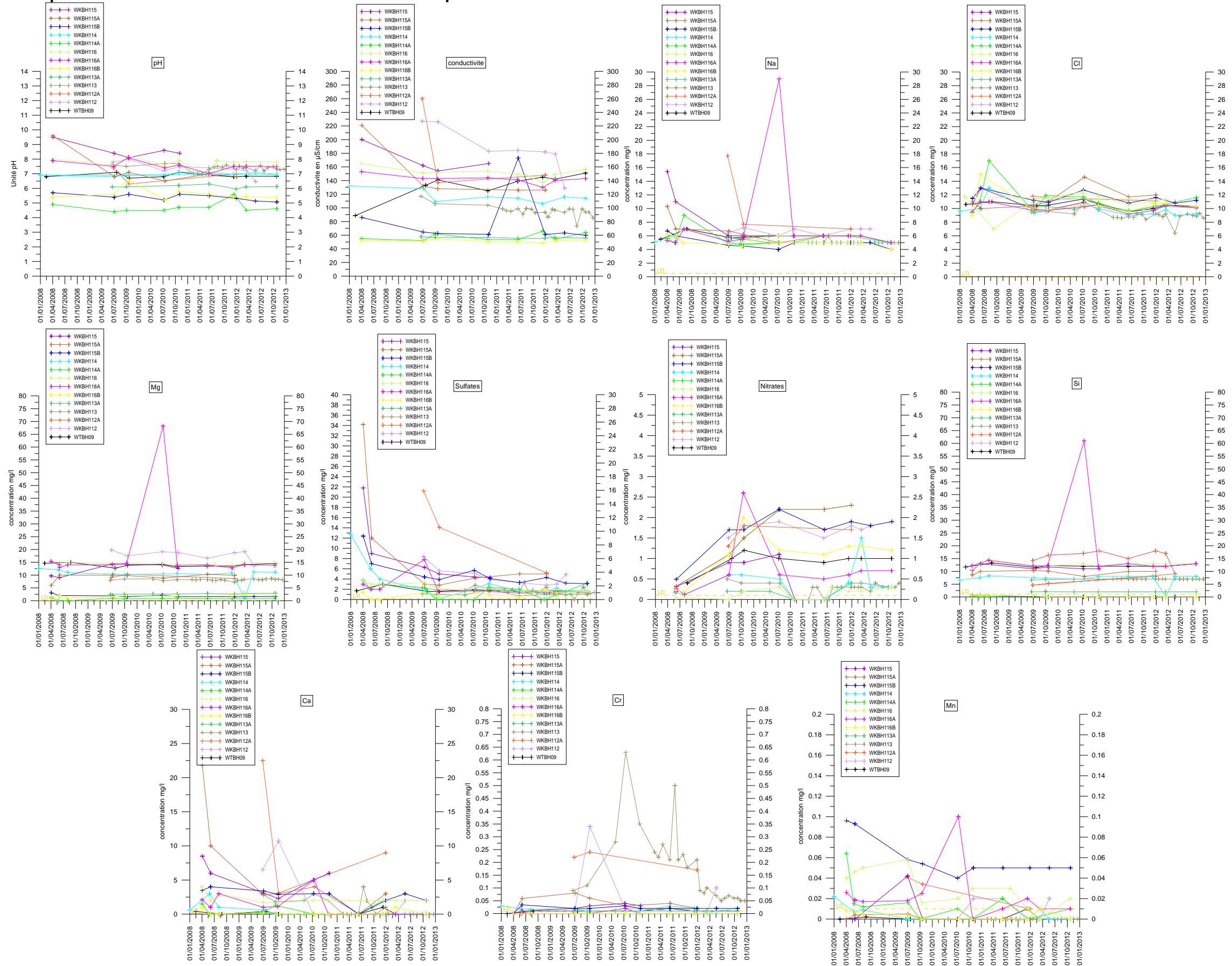
### Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe A



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

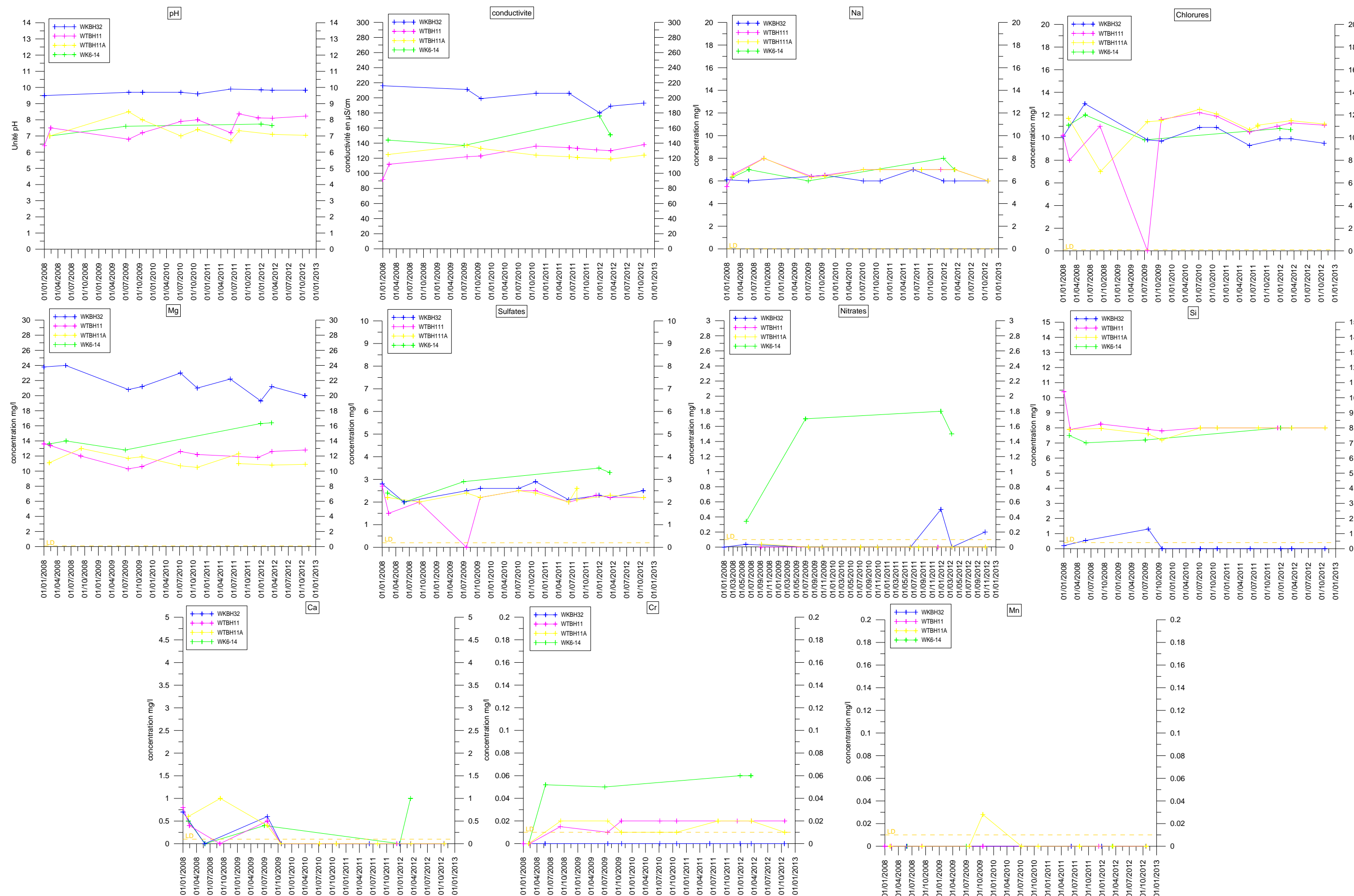


## Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe C

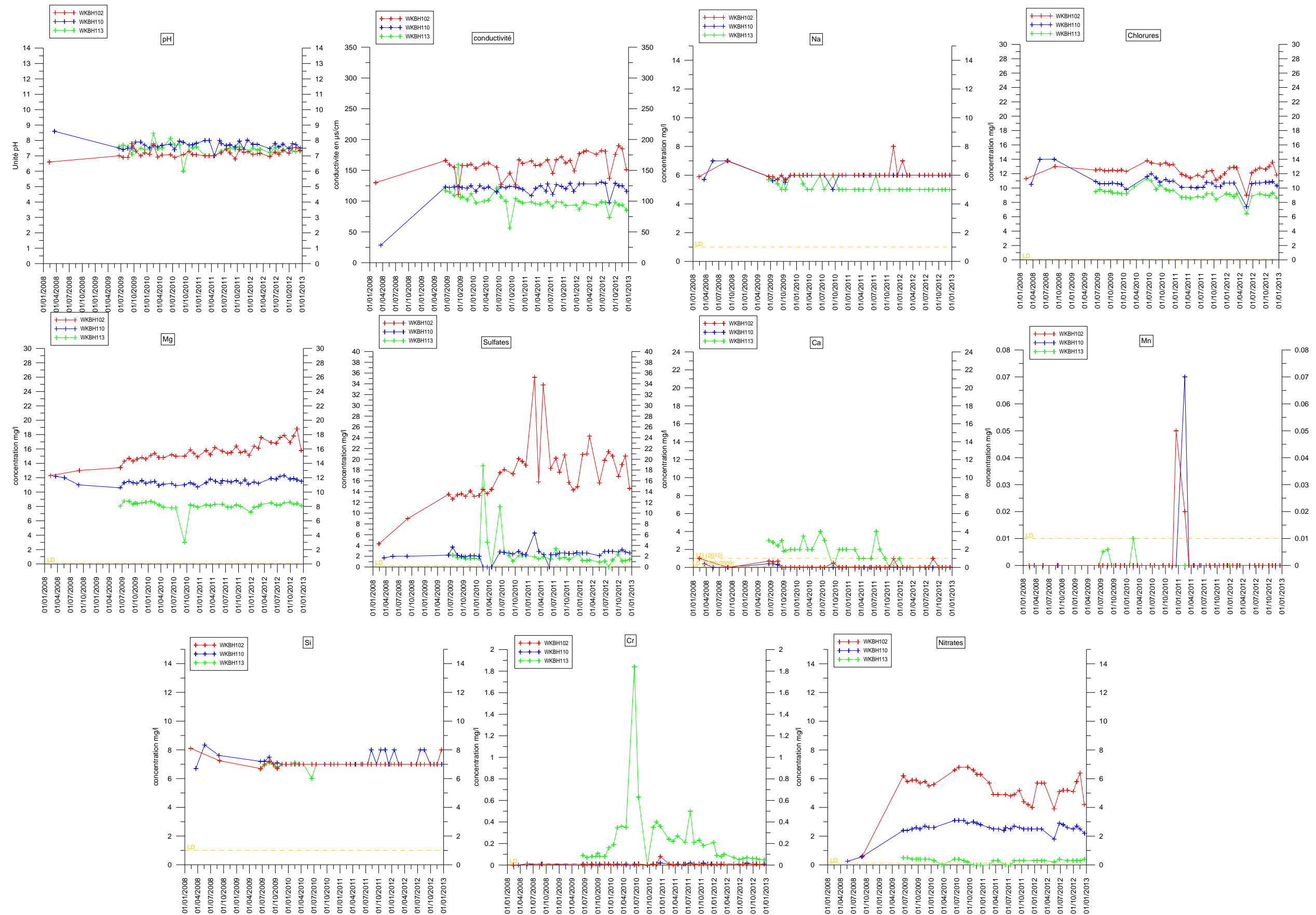




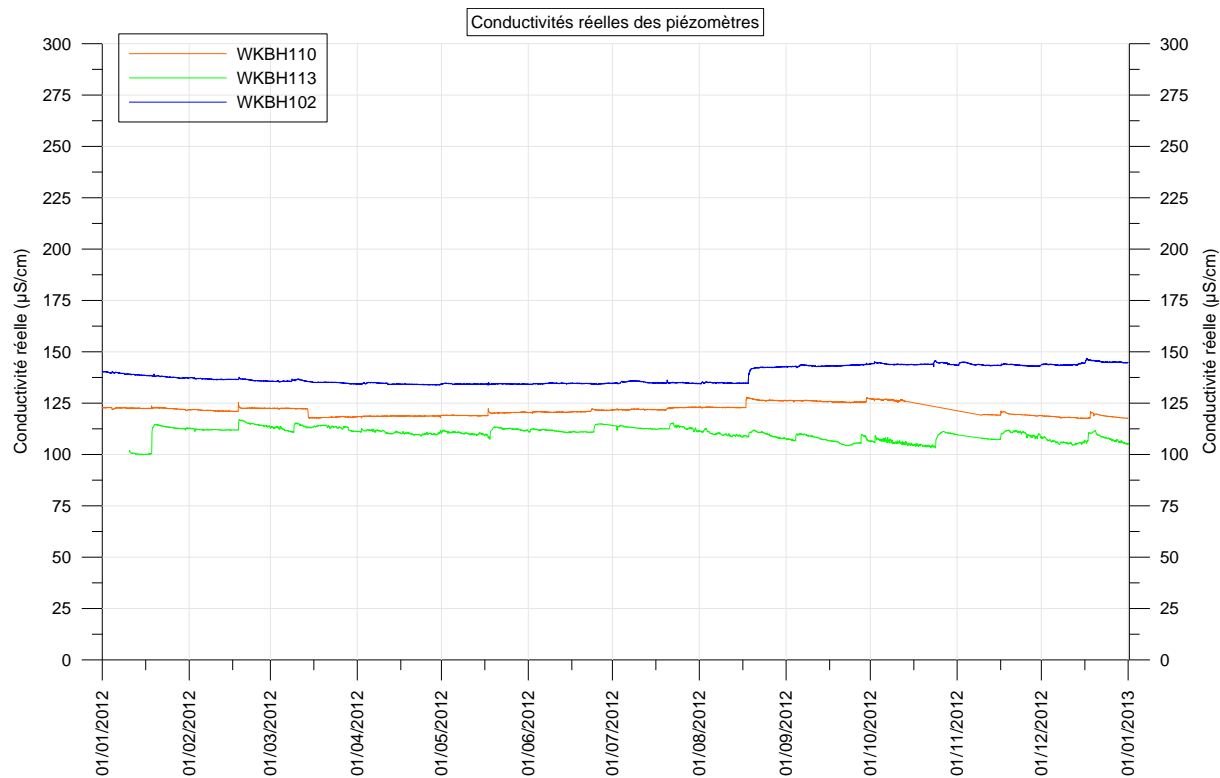
## Résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines de la Kwé Ouest : Groupe D



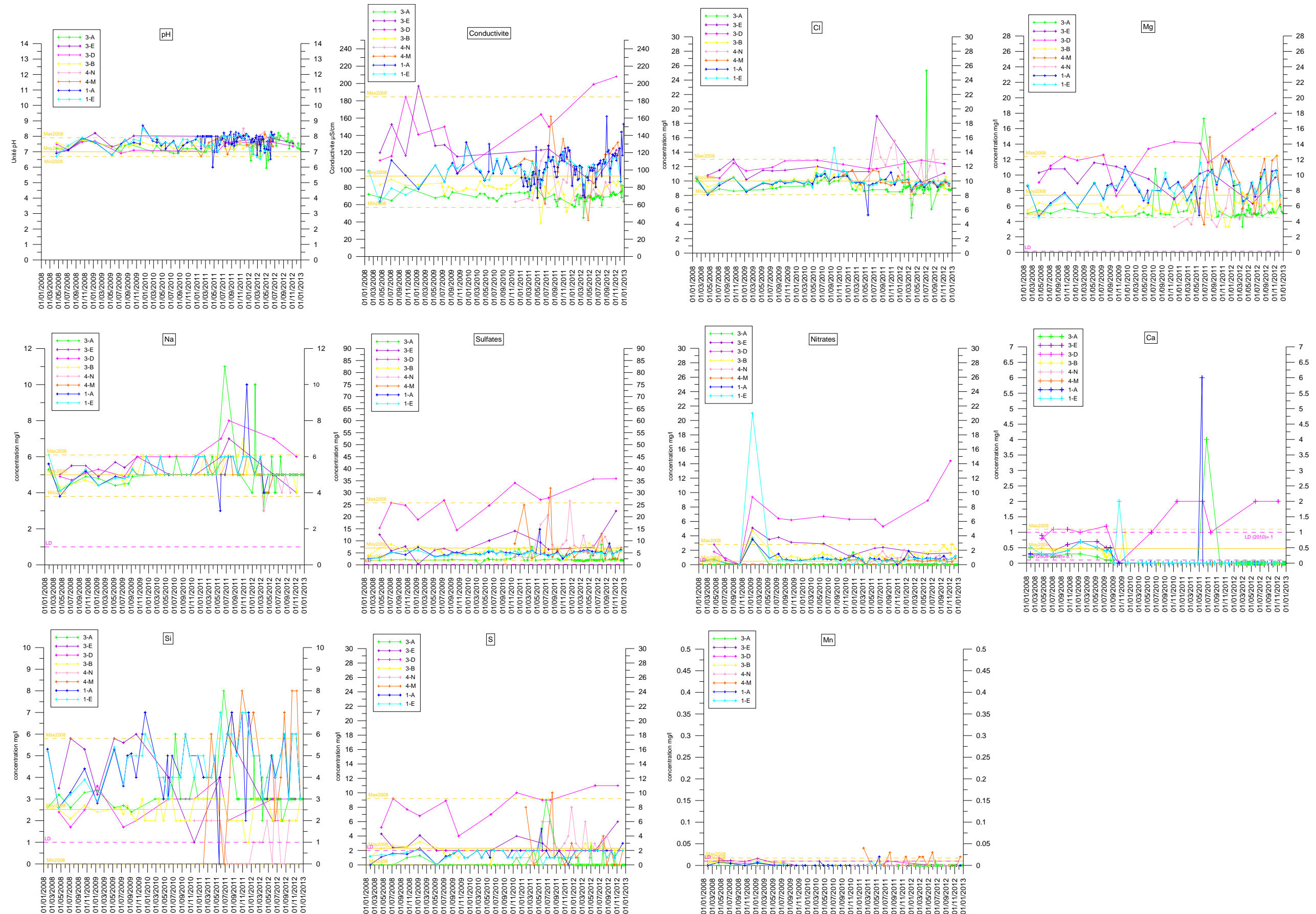
## ANNEXE H – Suivi de la qualité des eaux souterraines Piézomètres WKBH102, WKBH110, WKBH113



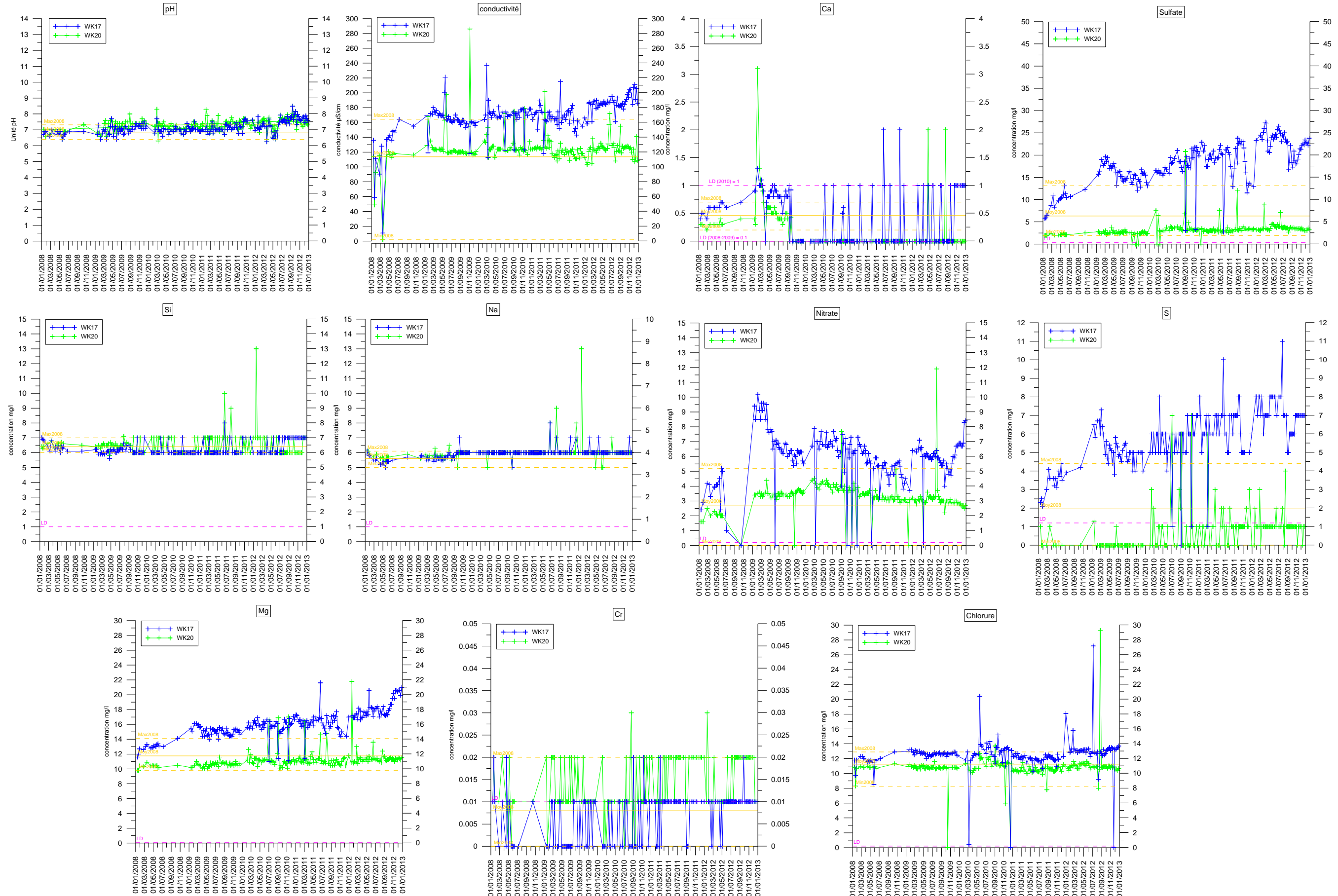
## ANNEXE I – Suivi des mesures en continu WKBH102, WKBH110, WKBH113



## ANNEXE J – Évolution des paramètres physico-chimiques des stations d'eau de surface de la Kwé



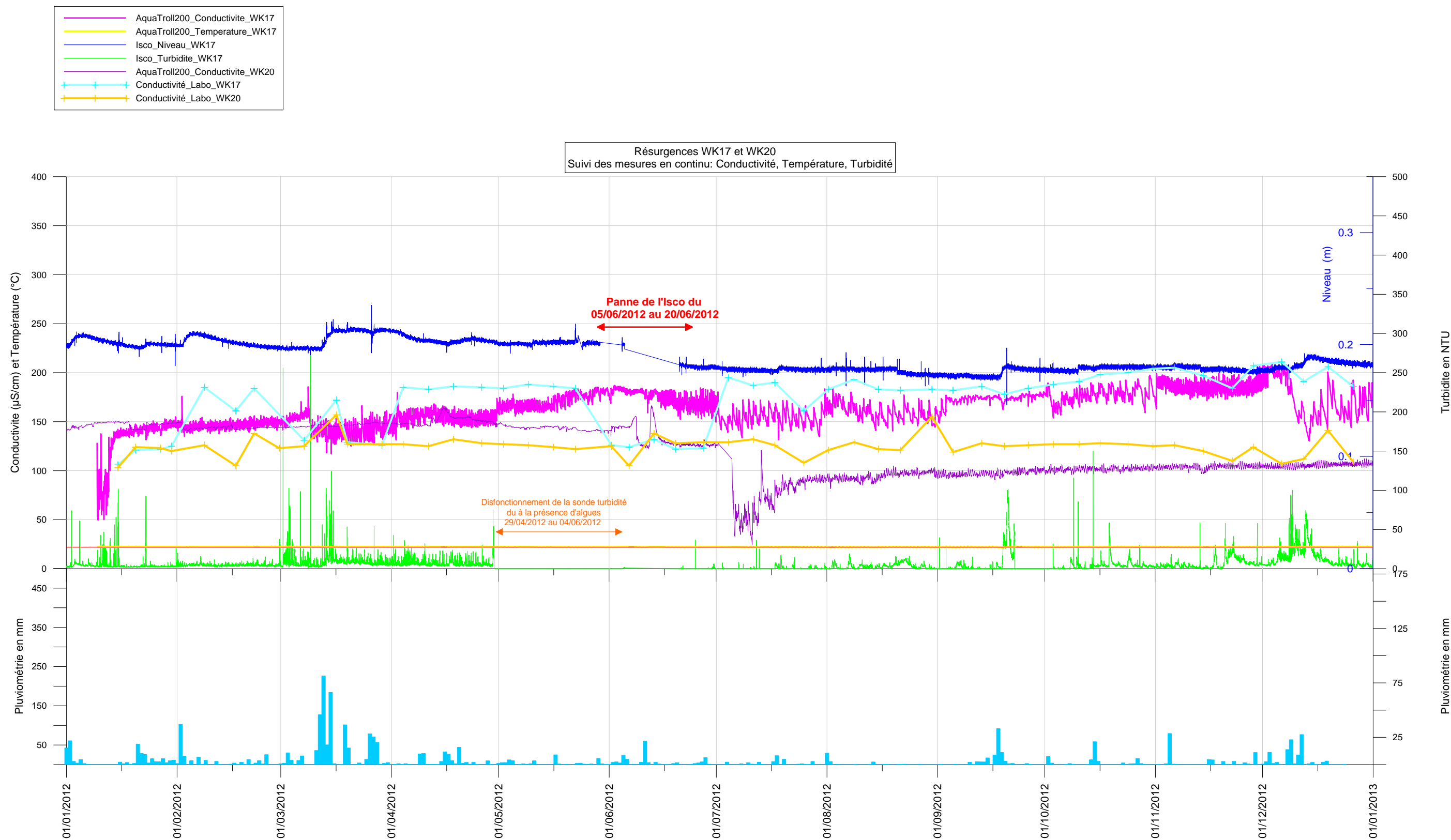
## ANNEXE K – Évolution des paramètres physico-chimiques des sources WK17 ET WK20







## ANNEXE L – Suivi des mesures en continu des sources de la Kwé Ouest



## ANNEXE M – Tableau d'exploitation statistique des analyses (WK17 ET WK20)

Sources KW17 et WK20			2010								2011Sources KW17 et WK20								2012Sources KW17 et WK20										
Paramètres	LD	Unité	Total Analyse	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyse	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Total Analyses	Nb Analyses < LD	% Valeurs Exploitable	Moy	Min	Max	Ecart-type	Mediane	Paramètres	LD	Unité
pH			79	0	100	7.108	6.3	8.30	0.258	7.1	93	0	100	7.263	6.7	8.30	0.296	7.3	102	0	100	7.450	6.25	8.49	0.393	7.5	pH		
Cond	0.1	µS/cm	79	0	100	148.646	113.0	237.00	26.748	144.0	93	0	100	144.338	108	215.00	25.803	136.0	103	0	100	156.388	103	211.00	33.080	161.0	Cond	0.1	µS/cm
ORP	-	mV	18	0	100	227.333	135.0	430.00	94.611	175.5	51	2	96	319.529	<LD	428.00	85.391	335.0	99	0	100	300.687	129.0	693.00	108.863	289.0	ORP	-	mV
Al	0.1	mg/l	89	87	2	0.004	<LD	0.20	0.030	0.0	93	92	1	<LD	0.10	0.010	0.0		99	99	0						Al	0.1	mg/l
As	0.05	mg/l	89	89							93	93	0						99	99	0						As	0.05	mg/l
Ca	0.1	mg/l	89	84	6	0.046	<LD	1.00	0.197	0.0	93	86	8	0.097	<LD	2.00	0.363	0.0	99	78	21	0.232	<LD	2.00	0.470	0.0	Ca	0.1	mg/l
Cd	0.01	mg/l	89	89							93	93	0						99	99	0						Cd	0.01	mg/l
Cl		mg/l	77	2	97	11.690	<LD	20.40	2.848	11.9	89	0	100	11.266	7.8	18.10	1.160	11.0	99	1	99	12.110	<LD	29.30	2.896	11.4	Cl		mg/l
Co	0.01	mg/l	89	87	2	0.000	<LD	0.02	0.003	0.0	93	93	0						99	99							Co	0.01	mg/l
Cr	0.01	mg/l	89	33	63	0.008	<LD	0.03	0.007	0.0	93	7	92	0.013	<LD	0.02	0.006	0.0	99	4	96	0.012	<LD	0.03	0.005	0.0	Cr	0.01	mg/l
CrVI	0.01	mg/l	0								2	1	50	0.005	<LD	0.01	0.007	0.0	0								CrVI	0.01	mg/l
Cu	0.01	mg/l	89	82	8	0.007	<LD	0.33	0.039	0.0	93	89	4	0.001	<LD	0.05	0.006	0.0	99	95	4	0.001	<LD	0.02	0.003	0.0	Cu	0.01	mg/l
Fe	0.1	mg/l	89	87	2	0.006	<LD	0.30	0.038	0.0	93	92	1	<LD	0.10	0.010	0.0		99	99	0						Fe	0.1	mg/l
Hg	0.1	mg/l	2	2							0								0								Hg	0.1	mg/l
K	0.1	mg/l	89	4	96	0.240	<LD	0.50	0.080	0.2	124	98	21	2.544	<LD	43.00	6.192	0.0	99	0	100	0.274	0.2	1.40	0.131	0.3	K	0.1	mg/l
Mg	0.1	mg/l	64	0	100	14.270	10.3	17.10	2.360	15.6	93	0	100	13.678	10.4	21.60	2.763	14.4	99	0	100	14.801	10.7	21.80	3.641	13.6	Mg	0.1	mg/l
Mn	0.01	mg/l	89	83	7	0.003	<LD	0.13	0.015	6.0	93	82	12	0.004	<LD	0.14	0.016	0.0	99	98	1		<LD	0.01			Mn	0.01	mg/l
Na	0.5	mg/l	89	0	100	5.966	5.0	6.00	0.181	6.0	93	0	100	6.129	6	9.00	0.494	6.0	99	0	100	6.081	5	13.00	0.752	6.0	Na	0.5	mg/l
Ni	0.01	mg/l	89	17	81	0.015	<LD	0.22	0.025	0.0	93	4	96	0.016	<LD	0.06	0.010	0.0	99	19	81	0.014	<LD	0.20	0.027	0.0	Ni	0.01	mg/l
P	0.1	mg/l	89	89							93	93	0						99	99	0						P	0.1	mg/l
Pb	0.01	mg/l	89	89							93	93	0						99	99	0						Pb	0.01	mg/l
S	1	mg/l	89	28	69	3.135	<LD	8.00	2.781	3.0	93	14	85	3.548	<LD	10.00	2.910	3.0	99	5	95	4.020	<LD	11.00	3.175	3.0	S	1	mg/l
Si	0.4	mg/l	89	0	100	6.213	6.0	7.00	0.412	6.0	93	0	100	6.452	6	10.00	0.684	6.0	99	0	100	6.525	6	13.00	0.825	6.0	Si	0.4	mg/l
Sn	0.01	mg/l	89	84	6	0.017	<LD	0.80	0.112	0.0	93	87	6	0.001	<LD	0.03	0.005	0.0	99	94	5	0.001	<LD	0.01	0.002	0.0	Sn	0.01	mg/l
Zn	0.1	mg/l	89	87	2	0.002	<LD	0.10	0.015	0.0	93	92	1		<LD	0.20	0.021	0.0	99	99	0						Zn	0.1	mg/l
COT	0.3	mg/l	10	7	30	0.140	<LD	0.50	0.227	0.0	53	25	53	0.791	<LD	6.10	1.318	0.3	99	34	66	0.977	<LD	14.10	1.852	0.6	COT	0.3	mg/l
DBO	1	mg/l	0								0								0								DBO	1	mg/l
DCO	10	mg/l	4	4	0						0								0								DCO	10	mg/l
HT	0.5	mg/kg	0								93	0	100	0.258	0.2	0.40	0.058	0.3	0								HT	0.5	mg/kg
MES	5	mg/l	37	36	3	0.351	<LD	13.00	2.137	0.0	0								100	88	12	1.201	<LD	23.00	3.831	0.0	MES	5	mg/l
Turbidite		NTU	56	0	100	1.825	0.4	9.40	1.647	1.3	35	0	100	15.083	1.1	51.60	10.850	16.7	0								Turbidite		NTU
NO2	0.01	mg/l	2	1	50		<LD	0.20			0								0								NO2	0.01	mg/l
NO3	0.1	mg/l	77	8	90	4.827	<LD	7.90	2.199	4.2	89	3	97	4.130	<LD	6.80	1.417	3.5	99	2	98	4.504	<LD	11.90	1.920	3.6	NO3	0.1	mg/l
PO4	0.2	mg/l	79	79							89	89	0						99	99	0						PO4	0.2	mg/l
SiO2	1	mg/l	22	0	100	13.745	13.0	14.20	0.297	13.8	49	0	100	28.112	12.8	403.40	69.853	13.8	99	0	100	14.146	12.3	28.10	1.565	13.9	SiO2	1	mg/l
SO4	0.2	mg/l	81	4	95	10.199	<LD	22.90	7.904	4.9	89	0	100	10.939	2.6	23.80	8.359	4.0	99	0	100	12.944	2.7	27.40	9.758	7.1	SO4	0.2	mg/l
Temperature		C°	0								41	0	100	22.944	21	29.60	1.486	22.8	100	0	100	22.738	21.4	25.60	0.808	22.6	Temperature		C°
TA as CaCO3	25	mg/l	18	16	11	4.000	<LD	38.00	11.662	0.0	55	55	0						99	99	0						TA as CaCO3	25	mg/l
TAC as CaCO3	25	mg/l	18	2	89	35.222	<LD	41.00	12.855	39.5	55	0	100	41.745	37	48.00	2.295	42.0	99	0	100	42.283	34	57.00	4.821	41.0	TAC as CaCO3	25	mg/l

## ANNEXE N – Suivi de la nature des sédiments

