



ISD de GADJI

Qualité des eaux de la résurgence sous le casier E1

Septembre 2023

DEPARTEMENT: Environnement

Rapport n° : A001.23042.001



Agence Nouméa • 1Bis rue Berthelot, BP 3583, 98846 Nouméa Cedex
Tél. (687) 28 34 80 • Fax (687) 28 83 44 • secretariat@soproner.nc

Le système qualité de GINGER SOPRONER est certifié ISO 9001-2015 par



Évolution du document

Vers.	Date	Chef de projet	Chargé d'études	Description des mises à jour
1	Juillet 2023	Nicolas GUIGUIN	Pierre-Yves BOTHOREL	Création du document
2	Septembre 2023			Modification suite à la demande du client

Sommaire

1.	Contexte.....	4
2.	Evolution des résultats d'analyses – E1.....	5
2.1	Evolution temporelle.....	8
2.1.1	DBO ₅ , DCO et COT.....	8
2.1.2	Azote global.....	8
2.1.3	Métaux.....	9
2.1.4	Chlorures et minéraux.....	10
2.1.5	Mesures in-situ : Conductivité et potentiel redox.....	11
2.1.6	AOX.....	12
2.2	Débit de la résurgence E1.....	13
3.	Comparaison avec les résultats sur les piézomètres.....	14
3.1	Résultats sur les piézomètres historiques.....	14
3.1.1	Evolution des résultats sur les piézomètres historiques depuis 2008.....	15
3.1.2	Comparaison des résultats sur les piézomètres historiques et la résurgence E1.....	16
3.1.2.1	Mesures in-situ.....	18
3.1.2.2	MES, DBO ₅ , DCO et COT.....	18
3.1.2.3	Chlorures, sulfates et fluorures.....	19
3.1.2.4	Minéraux.....	19
3.1.2.5	Nitrates, nitrites et ammonium.....	19
3.1.2.6	Métaux.....	19
3.1.2.7	AOX.....	20
3.2	Résultats sur les piézomètres situés à l'aval de la résurgence E1.....	20
3.2.1	Rappel des dates clés par rapport à l'incident du bassin de lixiviat BG1.....	23
3.2.2	Evolution des paramètres in-situ, conductivité et potentiel redox.....	23
3.2.3	Evolution de la DCO et du COT.....	24
3.2.4	Evolution de l'azote global et du phosphore.....	24
3.2.5	Evolution des métaux totaux, du fer et du manganèse.....	25
3.2.6	Evolution des AOX.....	26

Liste des figures

Figure 1 – Localisation des drains et réseaux – Image drone 05/12/2022.....	4
Figure 2 : Evolution de la DBO ₅ , DCO et COT.....	8
Figure 3 : Evolution de l'azote global.....	9
Figure 4 : Evolution des métaux totaux, du fer et du manganèse.....	9
Figure 5 : Evolution des chlorures et minéraux.....	11
Figure 6 : Evolution de la conductivité et du potentiel d'oxydoréduction.....	12
Figure 7 : Evolution des AOX.....	12
Figure 8 : Evolution du débit de la résurgence E1.....	13
Figure 9 : Plan de situation des piézomètres de suivi historique.....	14
Figure 10 : Plan d'implantation des piézomètres PA1, PA3 et PZ7.....	20
Figure 11 : Evolution de la conductivité et du potentiel redox sur E1, PA1, PA3 et PZ7.....	23
Figure 12 : Evolution de la DCO et du COT sur E1, PA1, PA3 et PZ7.....	24
Figure 13 : Evolution de l'azote global et du phosphore sur E1, PA1, PA3 et PZ6.....	24
Figure 14 : Evolution des métaux totaux sur E1, PA1, PA3 et PZ7.....	25

Figure 15 : Variation du fer, manganèse et aluminium sur les piézomètres et la résurgence E1.....	26
Figure 16 : Evolution des AOX sur E1, PA1, PA3 et PZ7	27

Liste des tableaux

Tableau 1 : liste des paramètres retenus pour le suivi restreint.....	5
Tableau 2 : Suivi de la qualité des eaux de la résurgence E1	6
Tableau 3 : Débit de la résurgence E1	13
Tableau 4 : Résultats sur les piézomètres historique depuis 2008	15
Tableau 5 : Comparaison entre les résultats d'analyse sur E1 et sur les piézomètres historiques	17
Tableau 6 : Résultats d'analyses sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7	22

1. Contexte

Lors de la phase de terrassement du casier E1 en 2019-2020, deux résurgences d'eau souterraine avaient été identifiées au niveau du fond du casier. Pour éviter tout désordre au niveau de la barrière passive (argile), il avait alors été décidé de capter et drainer ces eaux sous la barrière de sécurité passive et de les renvoyer vers le milieu naturel (Figure 1).

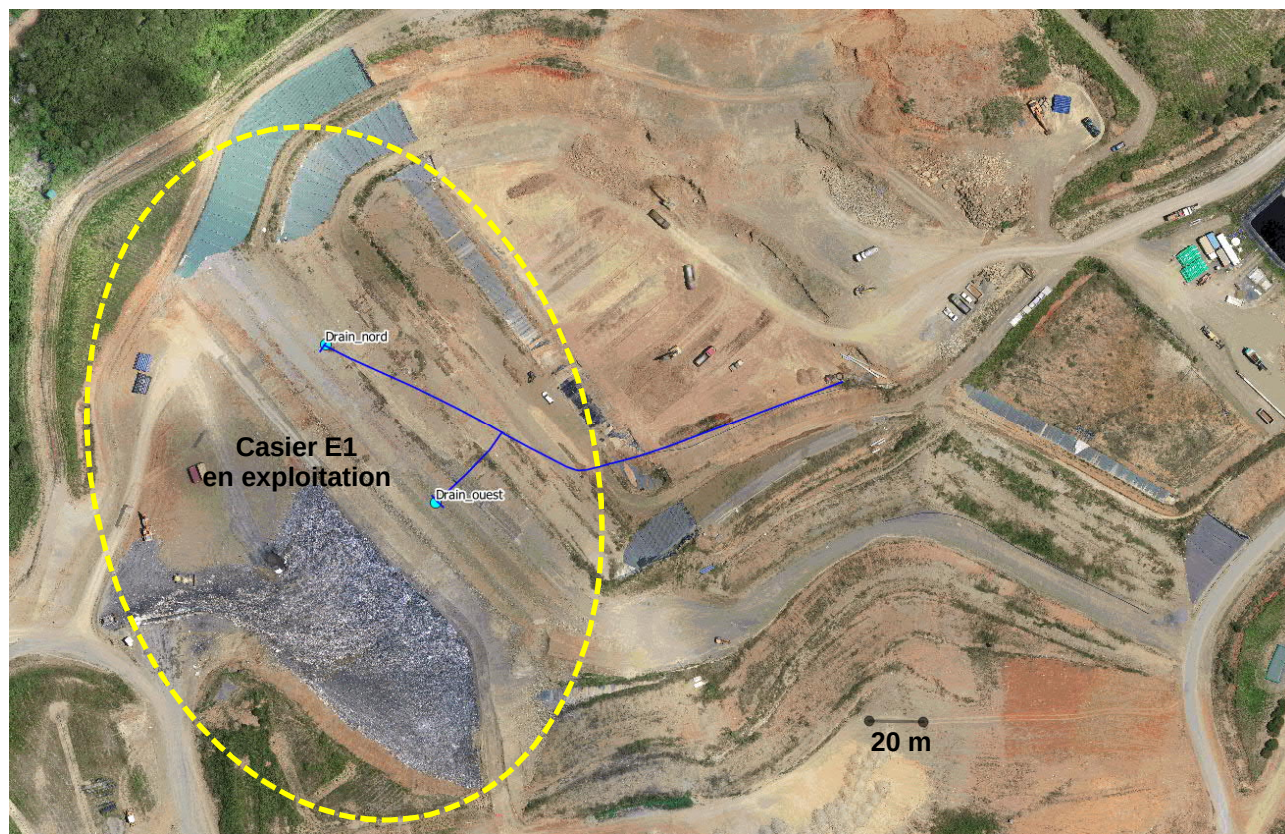


Figure 1 – Localisation des drains et réseaux – Image drone 05/12/2022

Dès lors, un suivi de la qualité physico-chimique des eaux drainées sous le casier E1 a été engagé, de manière volontaire, par l'exploitant de l'ISD de Gadji peu après la mise en exploitation de ce casier (début d'exploitation mars 2021 / début du suivi avril 2021).

Lors du prélèvement de juin 2022, certains paramètres ont commencé à évoluer à la hausse sans toutefois dépasser les seuils réglementaires de rejet vers le milieu naturel définis dans l'arrêté ICPE de l'ISD. La tendance à la hausse de ces paramètres s'est par la suite confirmée en octobre 2022 et amplifiée sur les campagnes suivantes : janvier, février et mars 2023.

Suite aux préconisations de la note de mars 2023 (rapport SOPRONER A001.23016.001), il a été décidé d'augmenter la fréquence des campagnes de mesures en se focalisant sur les paramètres présentant des dépassements des seuils réglementaires. Le but étant également d'assurer un suivi des eaux souterraines en aval de l'ISD sur les ouvrages PA1, PA3 et PZ7. La fréquence de suivi a d'abord été bimensuelle (mars-avril) puis mensuelle à partir de mai.

Le tableau ci-dessous présente les paramètres retenus pour le suivi restreint :

Tableau 1 : liste des paramètres retenus pour le suivi restreint

Programme analytique Résurgence E1 & piézomètres PA3, PA1 et PZ7	
DCO	Phosphore
COT	AOX
Azote globale	Métaux totaux (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Sn, Mn, Ni, Pb, Zn Hg)

Ce document présente l'évolution des résultats d'analyses observés sur la résurgence E1. Plusieurs axes ont été étudiés et notamment les comparaisons avec :

- Les valeurs limites de rejet vers le milieu naturel, à titre indicatif,
- Les résultats d'analyse sur les lixiviats du casier E1,
- Les résultats d'analyse des bilans ioniques réalisés sur les concentrats et les lixiviats du bassin BG1,
- Les résultats d'analyse sur les piézomètres historiques du site ainsi que les piézomètres nouvellement créés aux alentours du bassin BG1,

L'influence de la pluviométrie sur la qualité de la résurgence E1 a également été étudiée.

L'objectif de ce document est d'étudier et de comparer les données disponibles afin de chercher l'origine éventuelle des dérives constatées au niveau de la résurgence E1 ainsi que de vérifier l'impact potentiel sur les eaux souterraines du site.

2. Evolution des résultats d'analyses – E1

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyse des différentes campagnes de mesure avec en comparaison les valeurs seuils de l'arrêté ICPE de l'ISD de Gadj. Cette comparaison est ici présentée à titre informatif puisqu'aucun rejet au milieu naturel n'est opéré sans traitement préalable depuis octobre 2022.

Tableau 2 : Suivi de la qualité des eaux de la résurgence E1

Paramètre	Unité	E1															Méthode/Norme	Valeurs limites pour rejet au milieu naturel
		15/04/2021	19/10/2021	21/06/2022	18/10/2022	25/01/2023	14/02/2023	02/03/2023	17/03/2023	28/03/2023	11/04/2023	26/04/2023	10/05/2023	14/06/2023	13/07/2023	17/08/2023		
Ph	Ph	6,57	6,72	6,48	6,59	6,35	6,4	6,54	6,32	6,36	6,37	6,3	6,34	6,61	6,4	6,46	-	
Conductivité	mS/cm	1,252	1,879	2,056	4,234	4,368	4,094	3,936	3,769	4,162	4,342	3,909	4,287	5,099	3,798	3,71	-	
T°	°C	26,7	29,1	28,59	32,4	36,2	34,89	34,15	31,7	32,24			30,87	30,64			-	
Résistivité	ohm.cm	799	532	486	236	229	244	254	265	240	230	256	233	196	263	270	-	
Redox	mV	154	208	-12	-92	-123	-126	-116	-95	-109	-114	-54	-98	-98	-33	-40	-	
MES	mg/l	2.24	3.64	92.6	26.57	451.76	17.42	25.27	6.34								NF EN 872	100
DBO5	mg/l	13	16	12	26	31	65	55									OXITOP	100
DCO	mg/l	10	10	53	250	422	211	198	245	233	215	228	288	38	270	30	ISO 15705	300
COT	mg/l	5.5	1.9	9.1	76	77	61	59	25.5	23	22.2	11.3	32	45	59.5	40.2	NF EN 1484	70
Chlorures	mg/l Cl	310	299	319	700	698	651	678									NF ISO 15923-1	
Sulfates	mg/l	53.4	85.5	84.7	56.6	48.7	46.6	47.1									NF ISO 15923-1	
Fluorures	mg/l	-	0.57	-	0.61	0.61	0.54	0.5									NF T 90-004	15
Phénols	µg/l	50	50	80	50	70	90	50									NF EN ISO 14402	100
Cyanure libre	µg/l	-	10	-	10	10	10	10									NF EN ISO 14403-2	100
Calcium soluble	mg/l	156	153	168	341	222	228	235									NF EN ISO 11885	
Magnésium soluble	mg/l	29.1	32.9	34.2	70.2	64.8	63.3	60.7									NF EN ISO 11885	
Potassium soluble	mg/l	2.25	3.06	7.24	28.4	45	41.8	36.4									NF EN ISO 11885	
Sodium soluble	mg/l	171	197	182	335	345	326	306									NF EN ISO 11885	
Manganèse soluble	mg/l	0.102	0.61	6.23	20.8	11.4	11.3	11.5		13.3	12.7	14	13	14.2	13.2	11.4	NF EN ISO 17294-2	
Orthophosphates	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1									NF ISO 15923-1	
Nitrates	mg/l	3.87	1	1	55	1	1	1									NF ISO 15923-1	
Nitrites	mg/l	0,04	0,04	0.43	0,04	0,04	0,04	0,04									NF ISO 15923-1	
Ammonium	mg/l	0,05	0,05	4.06	37.6	88.1	80.1	64.4									NF ISO 15923-1	
Azote kjeldahl	mg/l	-	0.6	-	33.6	76.7	66.6	54									NF EN 25663	
Azote globale	mg/l	-	0.72	-	46	76.8	66.7	54.1		20.8	19.4	21.3	74.3	7.6	14.8	36	Calcul	30
Aluminium	mg/l		0,05		0,05	0.64	0,05	0,05		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	NF EN ISO 11885	
Arsenic	mg/l		0.017	0.00185	0.014	0.027	0.019	0.018		0.0266	0.0226	0.0199	0.0294	0.0276	0.0126	0.00701	NF EN ISO 11885	0,1
Cadmium	mg/l	0,005	0,005	0.00283	0,005	0.02	0,005	0,005		0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	NF EN ISO 11885	0,2
Chrome	mg/l	0,005	0,005	0.00155	0.007	0.008	0.01	0,005		0.00734	0.00536	0.00644	0.00668	0.00682	0.00656	0.00517	NF EN ISO 11885	
Chrome hexavalent	mg/l		0,01		0,01	0,01	0,01	0,01									Méthode interne	0,1
Cuivre	mg/l	0,01	0,01	0.0007	0,01	0.02	0,01	0,01		0.00057	0.00069	0.00068	0.0007	0.00062	0.00055	0.0005	NF EN ISO 11885	
Fer	mg/l		0.03		1.54	5.92	3.91	2.17		10.3	9.56	7.72	12.9	12	4.74	0.67	NF EN ISO 11885	
Etain	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	NF EN ISO 17294-2	
Manganèse	mg/l	0.102	0.61	6.23	20.8	11.4	11.3	11.5		13.3	12.7	14	13	14.2	13.2	11.4	NF EN ISO 17294-2	
Nickel	mg/l	0.007	0.018	0.0463	0.161	0.116	0.092	0.078		0.078	0.0684	0.0798	0.0762	0.0763	0.0767	0.0714	NF EN ISO 11885	
Phosphore	mg/l		0.029		0.117	0.139	0.084	0.053		0,1	0.2	0,1	0,1	0,1	0.1	0.3	NF EN ISO 11885	10
Plomb	mg/l	0,005	0,005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005		0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	NF EN ISO 11885	0,5
Zinc	mg/l	0,02	0,02	0,005	0,02	0.05	0,02	0,02		0.0103	0.0051	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	NF EN ISO 11885	
Mercure	µg/l	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	NF EN ISO 17852	50
Métaux totaux (11)	mg/l	-	<0,754	-	<22,6	<18,18	<15,4	<13,84		<23,75	<22,39	<21,86	<26,04	<26,34	<18,08	<12,2	Calcul	15
AOX	mg/l	0.03	0.06	0.23	0.51	0.84	0.57	0.56		0.55	0.53	1	0.1	0.41	0.36	0.3	NF EN ISO 9562	1
Indice hydrocarbure	mg/l	-	0,03	-	0,03	0,03	0,03	0,03									NF EN ISO 9377-2	10
Somme des PCB	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01									Méthode interne	
BTEX	µg/l	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,2	5,08									NF ISO 11423-1	
Benzo (a) pyrène	µg/l	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075									Méthode interne	
Somme des 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04									Calcul	
E.coli	ufc/100 ml	5	0	1150	0	0	0	-									NF EN ISO 9308-3	
Coliformes totaux	ufc/100 ml	8	20	1200	0	0	0	-									NF EN ISO 9308-1	
Entérocoques	ufc/100 ml	2	6	1300	560	0	0	-									NF EN ISO 7899-1	
Salmonelles	ufc/100 ml	0	0	0	0	0	0	-									NF ISO 19250	

Légende : Les données soulignées en bleu correspondent aux résultats d'analyses situés au-dessus des seuils de détection de la méthode d'analyse du laboratoire. Les cases du tableau qui sont en rouge présentent, pour un paramètre donné, des valeurs qui sont supérieures au seuil de l'arrêt d'autorisation. Au contraire les cases en vert sont les données qui sont inférieures aux seuils de l'arrêt.

Depuis la mission d'octobre 2022, des dépassements des valeurs limites de rejet ont été observés et notamment pour les paramètres COT, azote global et métaux totaux. Sur la mission de janvier 2023, les paramètres MES et DCO dépassent également les valeurs limites de rejet.

A partir de mars 2023, suite à la mise en place des analyses restreintes, on observe systématiquement des dépassements pour les métaux totaux, liés à la présence importante de fer et de manganèse. La valeur la plus élevée est observée en juin 2023 avec une concentration de 26,34 mg/L. Lors de la campagne d'août, les métaux totaux passent sous le seuil des 15 mg/L, notamment dû à une baisse importante des concentrations en fer. Les concentrations en azote global sont très variables avec des dépassements fréquents observés sur six missions, un maximum de 76,8 mg/L est observé lors de la mission de janvier 2023.

Par ailleurs, une augmentation importante des concentrations en chlorures, en minéraux (magnésium, potassium, sodium et dans une moindre mesure le calcium) ainsi que certains éléments métalliques (fer et manganèse) est également observée à partir du prélèvement d'octobre 2022. Ces derniers paramètres ne possèdent toutefois pas de valeurs limites de rejet et n'ont plus fait l'objet d'un suivi à partir de mars 2023. Pour autant, le suivi in-situ de la conductivité témoigne toujours d'une eau plus minéralisée qu'en 2021.

En effet, concernant les paramètres mesurés in-situ, la conductivité affiche des valeurs plus élevées depuis la mission d'octobre 2022, cette mesure est corrélable avec la présence de chlorures, de minéraux et d'éléments métalliques. La valeur la plus élevée est enregistrée lors de la mission de juin 2023 avec une valeur de 5,099 mS/cm. On note également une baisse importante du potentiel d'oxydoréduction (redox), affichant des valeurs négatives à partir de la mission d'octobre 2022, caractéristique d'un milieu réducteur (absence d'oxygène).

Les paramètres sulfates, fluorures, AOX, cyanures, orthophosphates, phosphore et indice phénol présentent des variations beaucoup moins importantes que les autres paramètres. On note toutefois une augmentation du paramètre AOX à partir d'octobre 2022 et un pic de concentration en avril 2023 (au niveau du seuil de rejet).

Sur près d'un an, les composés organiques (hydrocarbures totaux, HAP et BTEX) affichent des concentrations inférieures aux limites de quantification du laboratoire d'analyse. Ce constat est également valable pour les PCB. Ces paramètres ont donc été supprimés à partir du mois de mars.

On peut enfin noter la quasi absence de bactériologie depuis octobre 2022 et l'absence totale de coliformes totaux, *Escherichia Coli*, entérocoques et salmonelles sur janvier et février 2023. Fort de ce constat, la bactériologie a été supprimée de la liste des paramètres suivis à compter de mars 2023.

Le chapitre suivant présente les évolutions temporelles des principaux paramètres qui ont évolué depuis le lancement des campagnes de suivi.

2.1 Evolution temporelle

2.1.1 DBO₅, DCO et COT

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des paramètres DBO₅, DCO et COT :

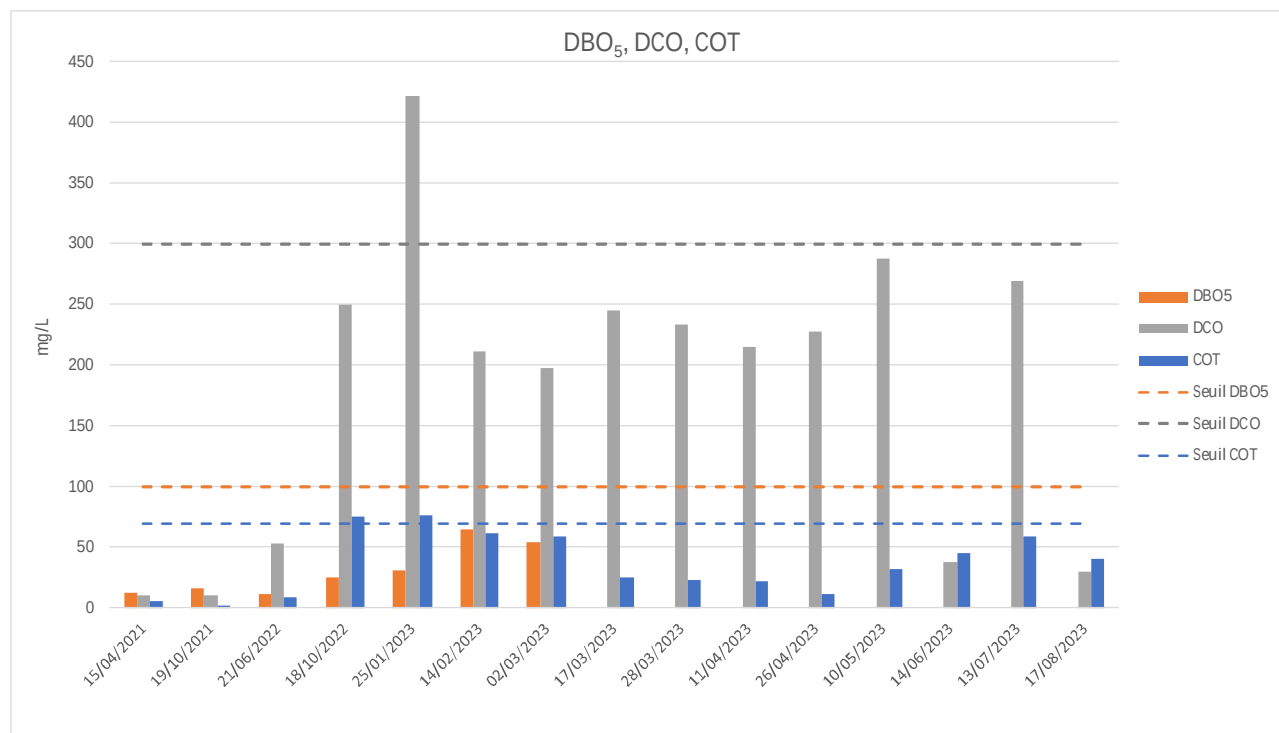


Figure 2 : Evolution de la DBO₅, DCO et COT

On peut observer une augmentation des paramètres DBO₅, DCO et COT à compter de la mission d'octobre 2022.

Un pic est observable en janvier 2023 pour le paramètre DCO avec une concentration de 422 mg/L, pour une valeur limite de rejet fixée à 300 mg/L (seul dépassement pour ce paramètre). Depuis cette campagne, les concentrations mesurées sont plus faibles et inférieures au seuil de rejet. On note une légère remontée lors de la mission de mai (288 mg/L), puis une baisse importante sur la mission de juin avec la valeur la plus basse (38 mg/L) enregistrée depuis juin 2022. Une forte augmentation est de nouveau observable en juillet avec une concentration de 270 mg/L, valeur inférieure au seuil de rejet. Puis à nouveau une baisse importante en août avec une concentration de 30 mg/L.

Les concentrations en DBO₅ ont augmenté à compter d'octobre 2022 sans pour autant dépasser la valeur limite de rejet. Ces valeurs restent relativement faibles et inférieures à 65 mg/l pour un seuil de rejet de 100 mg/l. Ce paramètre, n'ayant jamais affiché de dépassement, n'est plus suivi depuis mars.

Les concentrations en COT présentent également des valeurs élevées à partir d'octobre 2022 et supérieures au seuil de rejet fixé à 70 mg/L sur les missions d'octobre 2022 et janvier 2023. La concentration en COT diminue de février à avril 2023 avec des valeurs inférieures au seuil réglementaire. Une remontée progressive est observée sur les missions de mai (32 mg/L), juin (45 mg/L) et juillet (59,5 mg/L). On observe à nouveau une diminution lors de la mission d'août (40,2 mg/L). Les concentrations restent toutefois élevées au regard des valeurs enregistrées avant octobre 2022.

2.1.2 Azote global

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de l'azote global :

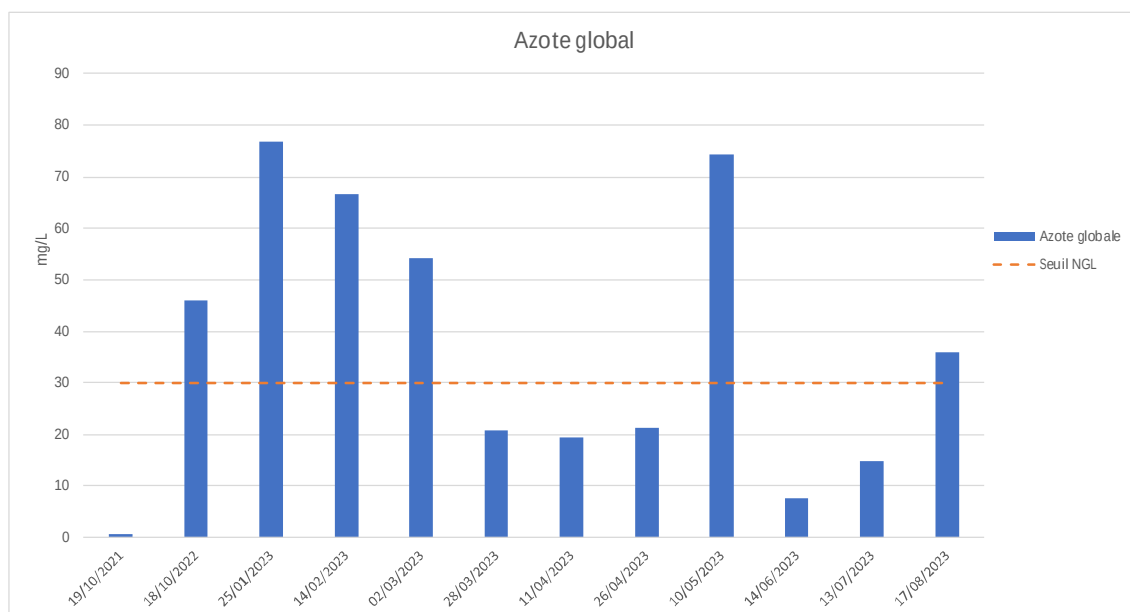


Figure 3 : Evolution de l'azote global

Les concentrations en azote global dépassent régulièrement le seuil de rejet fixé à 30 mg/L avec une concentration maximale de 78,6 mg/L observée en janvier 2023. Une tendance à la baisse des concentrations est observable en février et mars 2023 avec des valeurs toutefois supérieures au seuil de rejet. On observe une baisse significative à partir de la mission de fin mars 2023 jusqu'en avril avec des concentrations inférieures à la valeur seuil. Puis un nouveau dépassement est observé en mai 2023 avec une concentration de 74,3 mg/L, valeur élevée qui n'est toutefois pas confirmée en juin 2023 avec la valeur la plus faible observée (7,6 mg/L) depuis octobre 2022. Une augmentation est observable en juillet et août avec un nouveau dépassement de la valeur limite de rejet avec une concentration de 36 mg/L.

2.1.3 Métaux

Les figures ci-dessous présentent l'évolution des concentrations en métaux totaux ainsi que du fer et du manganèse :

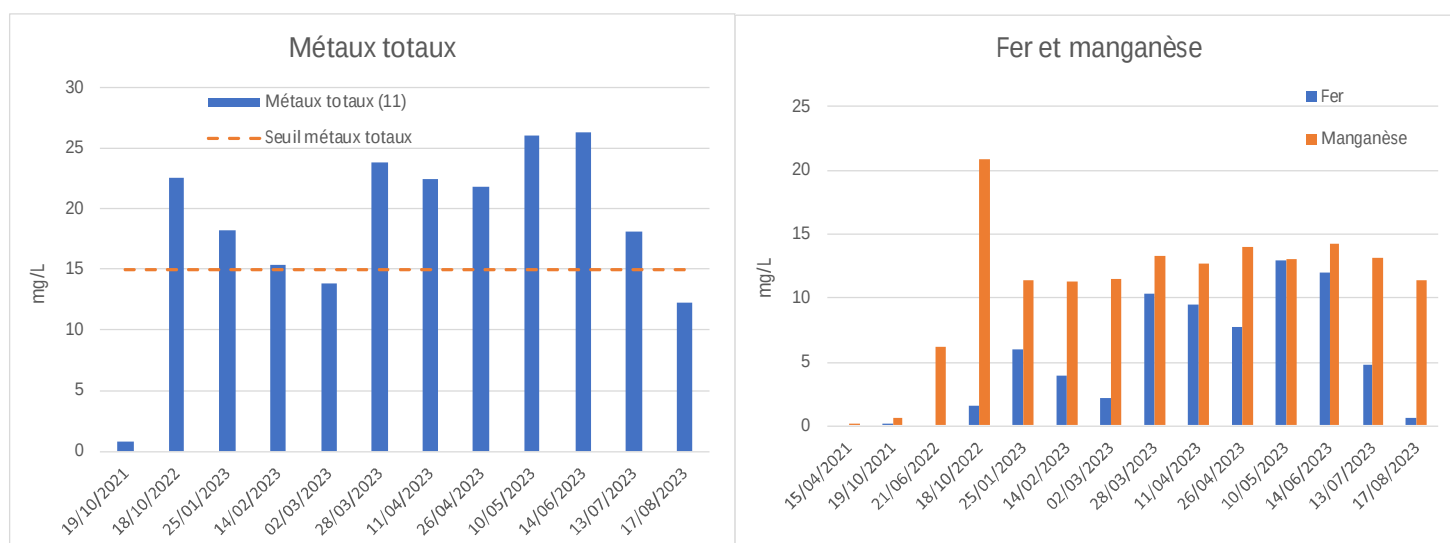


Figure 4 : Evolution des métaux totaux, du fer et du manganèse

L'indicateur « métaux totaux » présente une augmentation très importante entre octobre 2021 (0,754 mg/L) et octobre 2022 (22,6 mg/L) dépassant donc le seuil de rejet fixée à 15 mg/L. Une baisse est observée par la suite en janvier, février et début mars 2023 atteignant une valeur inférieure au seuil de rejet sur cette dernière campagne (13,84 mg/L). Par la suite, les valeurs observées augmentent à nouveau et dépassent la valeur seuil. La valeur maximum est observée lors de la campagne de juin 2023 avec une concentration de 26,34 mg/L. Les concentrations diminuent par la suite et passe sous la valeur seuil de rejet en août 2023 avec une concentration de 12,2 mg/L, valeur la plus basse observée depuis octobre 2022.

Les principaux éléments métalliques présents sont le fer et le manganèse qui constituent à eux deux entre 95% et 99% des métaux totaux, ce qui est particulièrement vrai pour le manganèse en octobre 2022 avec une concentration maximale de 20,8 mg/L. Lors des missions suivantes la part de manganèse diminue largement mais continue d'afficher des valeurs importantes et du même ordre de grandeur (comprises entre 11,3 mg/L (02 mars 2023) et 14,2 mg/L (juin 2023)). Il est à noter que les concentrations en manganèse ont commencé à augmenter à partir de la mission de juin 2022 en affichant une valeur de 6,23 mg/L (analyse de fer non réalisée sur cette campagne). Depuis juin 2023, les concentrations en manganèse diminuent mais restent élevée et supérieures à 10 mg/L.

La part de fer, moins importante, présente plus de variations mais augmente également depuis octobre 2022. Les concentrations les plus élevées sont observables sur les dernières missions de mai et de juin 2023 se rapprochant des concentrations observées pour le manganèse. La concentration maximale observée pour le fer est de 12,9 mg/L en mai 2023. Une diminution importante est observée depuis juin 2023, en août 2023 la concentration en fer est de 0,67 mg/L, concentration la plus faible observée depuis octobre 2022.

Les autres éléments métalliques présentent des valeurs très inférieures et insignifiantes par rapport au fer et manganèse. On note toutefois que l'étain, le plomb et le mercure ne dépassent jamais les limites de quantification du laboratoire d'analyses. On observe la présence ponctuelle de cadmium et de zinc en très faible quantité, et de manière plus régulière du chrome et du cuivre. Les paramètres arsenic et nickel dépassent systématiquement la limite de quantification du laboratoire tout en restant très faibles.

2.1.4 Chlorures et minéraux

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des paramètres chlorures et des minéraux (calcium, magnésium, potassium, sodium et manganèse) :

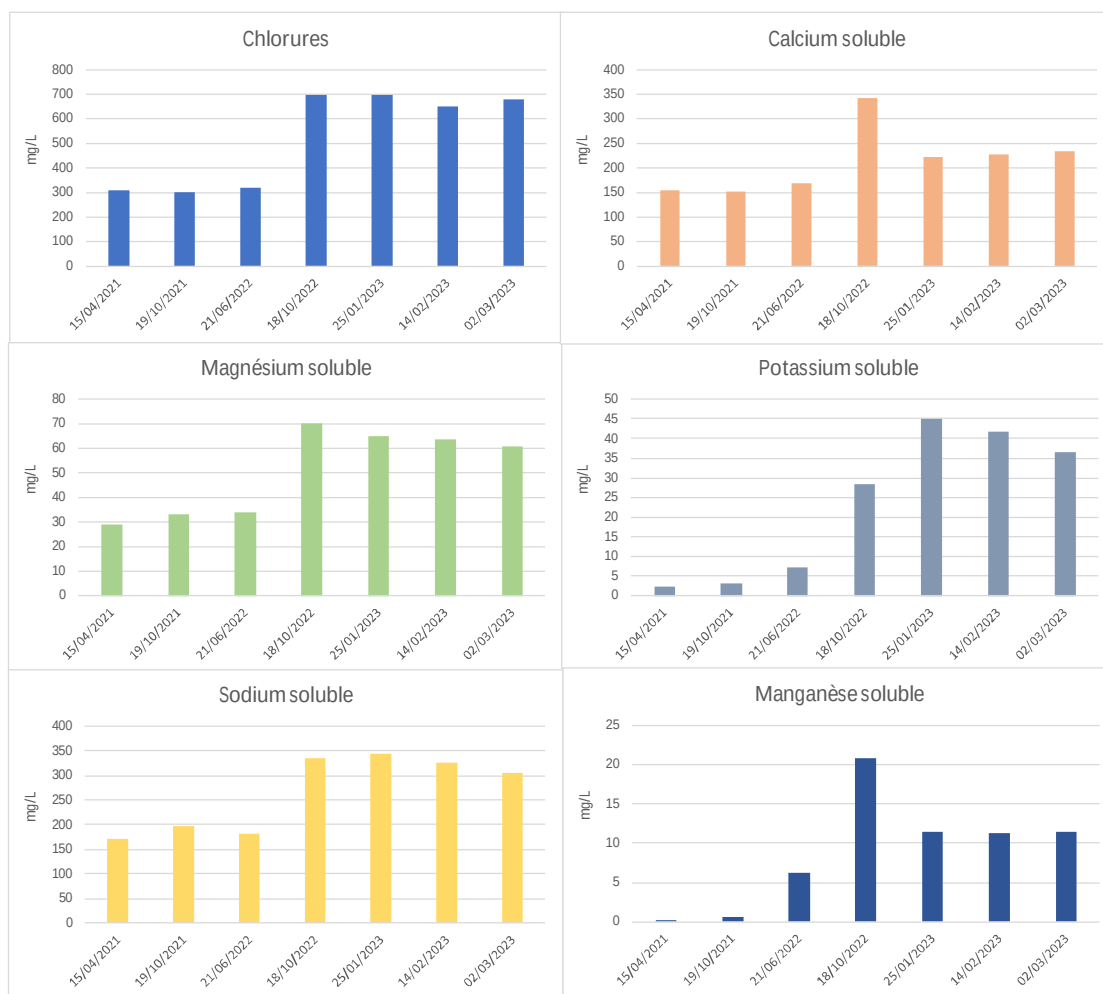


Figure 5 : Evolution des chlorures et minéraux

Concernant les paramètres chlorure et minéraux (calcium, magnésium, potassium, sodium et manganèse), les augmentations sont très visibles à partir d'octobre 2022. Ces augmentations sont de l'ordre du double, voir plus sur l'ensemble de ces paramètres. Depuis octobre 2022, les concentrations sont en légère diminution pour quasiment tous les paramètres hormis pour les chlorures qui affichent des valeurs encore élevées sur les dernières campagnes.

Ces paramètres, qui ne présentent pas de valeurs seuils de rejet, ne sont plus suivis depuis mars 2023.

2.1.5 Mesures in-situ : Conductivité et potentiel redox

La figure ci-dessous présente l'évolution de la conductivité et du potentiel d'oxydoréduction :

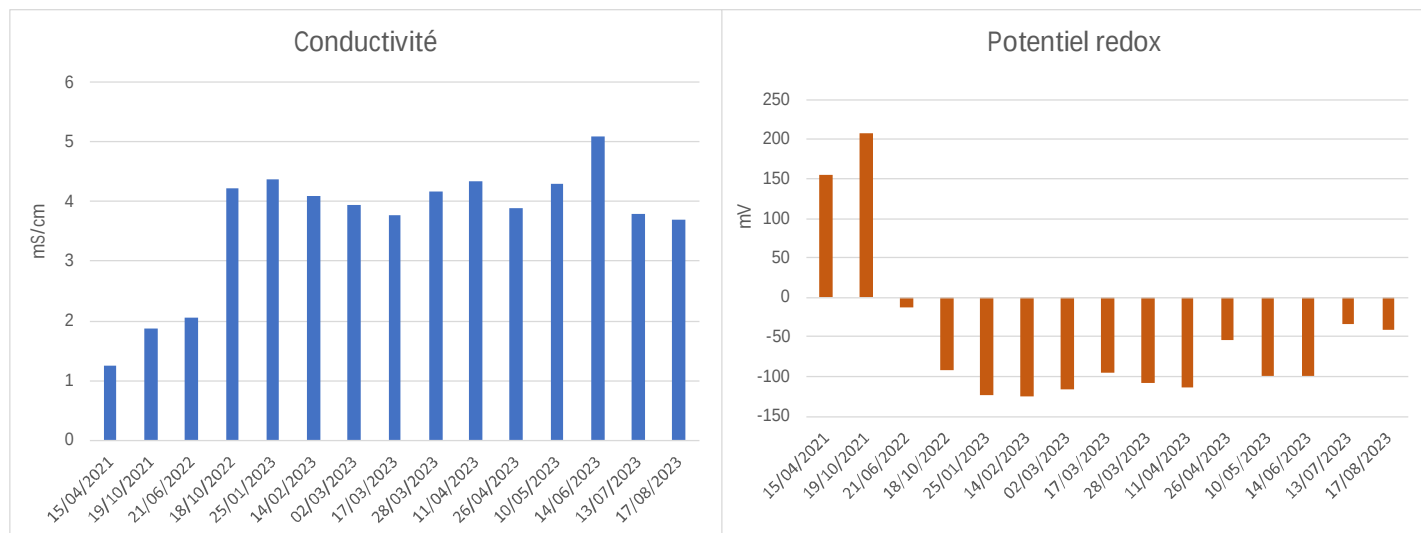


Figure 6 : Evolution de la conductivité et du potentiel d'oxydoréduction

La conductivité présente des valeurs élevées à partir de la mission d'octobre 2022, ces valeurs sont, depuis cette date, généralement supérieures à 4 mS/cm. Les données observées restent du même ordre de grandeur depuis octobre 2022, on note toutefois une légère baisse entre janvier et mi-mars 2023, puis les valeurs repartent à la hausse avec un maximum de 5,099 mS/cm en juin 2023. Par la suite, la conductivité diminue et présente des valeurs inférieures à 4 mS/cm.

Le potentiel d'oxydoréduction affiche des valeurs négatives à partir de juin 2022, alors qu'elles étaient positives auparavant. Ce constat se confirme lors des missions suivantes. Une légère remontée est observée en avril 2023, mais de manière générale les valeurs observées sont du même ordre de grandeur (≈ -100 mV). Une augmentation est observée pour les mois de juillet et d'août.

2.1.6 AOX

La figure ci-dessous présente l'évolution des concentrations en AOX :

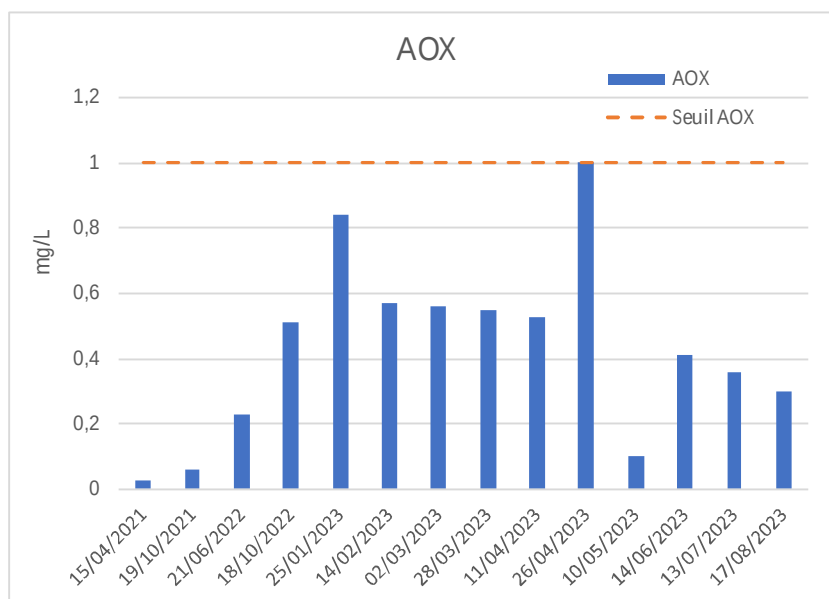


Figure 7 : Evolution des AOX

Le paramètre AOX (halogène organique absorbable) correspond à la quantité d'halogènes (chlore, brome et iode, mais pas fluor) contenus dans les substances organiques absorbables sur du charbon actif. Ce paramètre est purement qualitatif, car il ne permet pas de séparer les composés dangereux de ceux qui ne le sont pas. Toutefois, les composés halogénés organiques sont généralement classés parmi les substances très toxiques. Ce paramètre comporte un seuil de rejet au milieu naturel fixé à 1 mg/L.

Une augmentation importante est observée depuis avril 2021 jusqu'en janvier 2023 avec une valeur de 0,84 mg/L, puis une diminution est observée sur les missions suivantes jusqu'à début avril 2023 avec des concentrations légèrement supérieures à 0,5 mg/L. La valeur de fin avril 2023 présente une concentration de 1 mg/L, atteignant la valeur seuil de rejet. Par la suite les concentrations sont moins importantes, notamment lors de la mission de mai 2023 (0,1 mg/L). On observe une nouvelle augmentation en juin (0,41 mg/L) puis une nouvelle diminution sur les missions de juillet et d'août.

2.2 Débit de la résurgence E1

Des estimations du débit ont été réalisées à la sortie de la résurgence E1 en février 2023 et à partir de juin 2023. Les mesures ont été réalisées par empotage dans un contenant de 1L.

Le tableau ci-dessous présente les mesures de débit réalisé sur la résurgence E1 :

Tableau 3 : Débit de la résurgence E1

Débit de la résurgence E1				
Date	14/02/2023	14/06/2023	13/07/2023	17/08/2023
Débit en L/s	360	300	260	180

Depuis février 2023, le débit présente une baisse continue pour arriver à un débit 2 fois moins important en août avec un débit de 180 L/s. Ces variations de débit sont directement corrélables avec la pluviométrie observée sur la période.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du débit de la résurgence E1 :

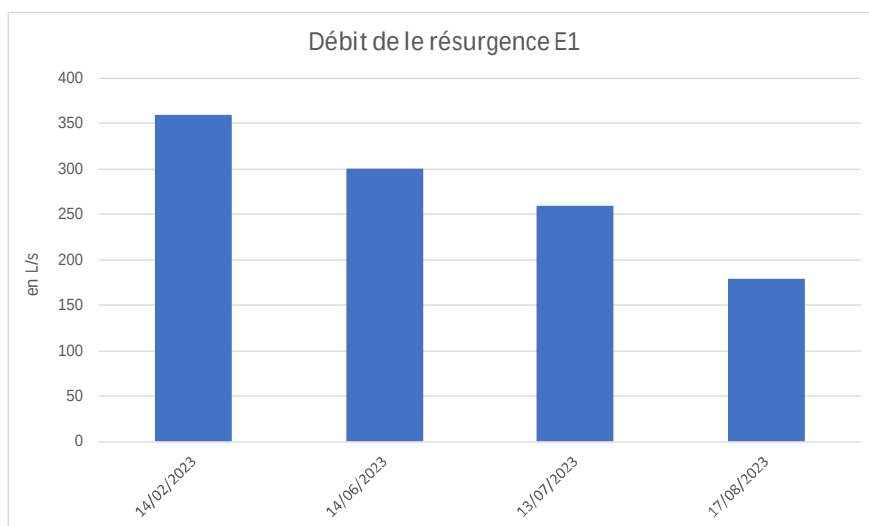


Figure 8 : Evolution du débit de la résurgence E1

3. Comparaison avec les résultats sur les piézomètres

3.1 Résultats sur les piézomètres historiques

Un suivi réglementaire des eaux souterraines sur le site de l'ISD de Gadj est en place depuis septembre 2008 pour les ouvrages PZ5, PZ6 et PZ7 (voir plan ci-dessous). Deux types de suivi sont effectués : un suivi trimestriel avec des analyses réduites (COT et mesures in-situ) et un suivi quadriennal pour des analyses complètes.



Figure 9 : Plan de situation des piézomètres de suivi historique

3.1.1 Evolution des résultats sur les piézomètres historiques depuis 2008

Le tableau ci-dessous présente les résultats observés lors des missions quadriennales sur les piézomètres historiques depuis 2008 :

Tableau 4 : Résultats sur les piézomètres historique depuis 2008

Paramètre	Unité	PZ5					PZ6					PZ7					Méthode/Norme
		11/09/2008	20/06/2011	09/09/2015	18/06/2019	23/01/2023	11/09/2008	19/06/2012	09/09/2015	18/06/2019	25/01/2023	11/09/2008	20/06/2011	09/09/2015	18/06/2019	23/01/2023	
Ph	Ph	6,96	6,84	6,75	6,62	6,07	6,55	6,97	7,24	6,69	6,54	5,8	5,98	6,83	5,9	5,66	-
Conductivité	µS/cm	1,373	1,988	3,208	2,981	1,884	1,317	1,981	1,459	1,764	1,964	0,682	1,26	2,468	2,261	1,627	-
T°	°C	25,3	25,6	27,74	26,23	26,28	25,6	26,76	24,55	26,7	27,77	25,5	20,6	25,14	23,61	26,3	-
Résistivité	ohm.cm	728	503	312	335	531	759	505	685	567	509	1466	794	405	442	615	-
Redox	mV	-21,3	271	-61	125	-66	-23,7	291	122	95,3	98	-9,2	241	139	93	-118	-
MES	mg/l		102	14	40,61	22,62		9090	1120	7469,7	936,13		4710	17	83,47	33,29	NF EN 872
DBO5	mg/l	10	9	14	9	1	5	9	6	6	7	14	22	7	11	9	OXITOP
DCO	mg/l	30	38	30	35	37	30	104	33	710	10	30	87	30	39	10	ISO 15705
COT	mg/l	0,8	2,5	9,5	3	6,7	5,8	17	11	4,3	0,53	3,7	25	8,9	2,2	1,4	NF EN 1484
Chlorures	mg/l Cl	81,7	224	572	725	350	214	440	250	405	426	149	505	747	367	472	NF ISO 15923-1
Sulfates	mg/l	83,8	119	139	159	40,5	26,7	46,9	40,5	68,2	35,7	32,9	21,3	15,2	18,4	15	NF ISO 15923-1
Fluorures	mg/l					0,15					0,5					0,24	NF T 90-004
Phénols	µg/l			5	230	50			5	50	80			5	50	50	NF EN ISO 14402
Calcium soluble	mg/l	44,2	83,7	123	125	74,4	110	295	144	187	203	2,7	40,2	64,6	21,7	30,3	NF EN ISO 11885
Magnésium soluble	mg/l	17,4	2,98	45	46,3	22,8	27,6	65,2	31,3	46,8	39,1	4,3	47,4	67,8	25,4	32,9	NF EN ISO 11885
Potassium soluble	mg/l	1,99	1,9	2,84	2,89	2,3	1,55	2,57	1,47	2,45	1,63	0,57	3,72	1,72	1,1	1,4	NF EN ISO 11885
Sodium soluble	mg/l	220	13,1	469	524	256	85	161	122	150	149	101	321	281	173	221	NF EN ISO 11885
Manganèse soluble	mg/l	0,141	0,005	1,04	1,13	1,63	0,111	0,243	0,0475	0,341	0,0664	0,31	2,11	1,84	1,09	1,47	NF EN ISO 17294-2
Orthophosphates	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,69	0,32	NF ISO 15923-1
Nitrates	mg/l	1	1,4	1	1	1	1	1	2,57	1,25	3,66	1	1,66	1	1	1	NF ISO 15923-1
Nitrites	mg/l	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	NF ISO 15923-1
Ammonium	mg/l	0,05	1,97	0,05	0,11	0,05	0,06	0,15	0,05	0,05	0,05	0,07	0,1	0,05	0,05	1,26	NF ISO 15923-1
Arsenic	mg/l					0,00326					0,0003					0,00027	NF EN ISO 11885
Cadmium	mg/l	0,005	0,005	0,0002	0,0002	0,0002	0,005	0,005	0,0002	0,0002	0,0002	0,005	0,005	0,00022	0,0002	0,0002	NF EN ISO 11885
Chrome	mg/l	0,024	0,123	0,00277	0,00293	0,00163	0,029	0,005	0,00812	0,016	0,00079	0,019	0,02	0,0027	0,00292	0,0005	NF EN ISO 11885
Cuivre	mg/l	0,01	0,01	0,00171	0,00086	0,00084	0,04	0,17	0,0359	0,0386	0,00228	0,01	0,04	0,00124	0,002	0,0005	NF EN ISO 11885
Etain	mg/l	0,02	0,02	0,001	0,001	0,001	0,02	0,02	0,001	0,001	0,001	0,02	0,02	0,001	0,001	0,001	NF EN ISO 17294-2
Manganèse	mg/l	0,265	0,279	1,04	1,13	1,63	0,226	0,243	0,0475	0,341	0,0664	0,334	2,34	1,84	1,09	1,47	NF EN ISO 17294-2
Nickel	mg/l	0,018	0,014	0,0092	0,0061	0,0033	0,031	0,013	0,0104	0,0245	0,0035	0,017	0,03	0,0072	0,0104	0,0037	NF EN ISO 11885
Plomb	mg/l	0,011	0,005	0,00055	0,0005	0,00066	0,015	0,018	0,00659	0,0134	0,00099	0,031	0,015	0,0016	0,00061	0,0005	NF EN ISO 11885
Zinc	mg/l	0,04	0,02	0,0284	0,031	0,0628	0,07	0,02	0,0316	0,0479	0,0099	0,02	0,05	0,0109	0,0181	0,005	NF EN ISO 11885
Mercure	µg/l	0,2	0,27	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,44	0,2	0,1	0,2	0,32	0,21	0,2	0,1	NF EN ISO 17852
AOX	mg/l	0,02	0,02	0,21	0,18	0,06	0,05	0,14	0,12	0,09	0,07	0,04	0,02	0,04	0,09	0,03	NF EN ISO 9562
Somme des PCB	µg/l	0,07	0,07	0,07	0,07	0,01	0,07	0,07	0,07	0,07	0,01	0,07	0,07	0,07	0,07	0,01	Méthode interne
BTEX	µg/l	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	28,5	4,5	4,5	4,5	4,5	NF ISO 11423-1
Benzo (a) pyrène	µg/l		0,02	0,01	0,0075	0,0075		0,01	0,01	0,0075	0,0075		0,02	0,01	0,0075	0,0075	Méthode interne
Somme des 4 HAP	µg/l		0,08	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04		0,08	0,04	0,04	0,04	Calcul
E.coli	ufc/100 ml	0	0	0	0	15	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	NF EN ISO 9308-3
Coliformes totaux	ufc/100 ml	8164	0	0	0	24	> 24196	300	0	0	0	20	0	0	0	0	NF EN ISO 9308-1
Entérocoques	ufc/100 ml	0	7	0	10	46	20	300	0	50	68	0	0	0	10	0	NF EN ISO 7899-1
Salmonelles	ufc/100 ml	0	0	0	0	Présence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NF ISO 19250

LEGENDE :

- Nom du paramètre écrit en noir : référence SEQ eau souterraine - qualité de l'eau par classe d'altération
- Nom du paramètre écrit en bleu : référence SEQ eau superficielle - qualité de l'eau par classe d'altération
- Nom du paramètre écrit en vert : référence Décret 2001-1220 du 20/12/2001 fixant les limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.
- Résultats des analyses laissés en blanc : limite de quantification du laboratoire insuffisante pour définir une qualité ou paramètre sans seuils de référence
- Les données soulignées en bleu correspondent aux résultats d'analyses situés au-dessus des seuils de détection de la méthode d'analyse du laboratoire.

Le code de couleur présenté dans le tableau page suivante est défini par le SEQ eaux souterraines/eau superficielle métropolitain. Il permet d'un point de vue général de donner un avis sur la qualité de l'eau pour un paramètre donné et/ou pour une classe d'altération donnée. Ce code couleur est donnée à titre indicatif.

Ce code signifie :

	Eau de très bonne qualité
	Eau de bonne qualité
	Eau de qualité moyenne
	Eau de qualité médiocre
	Eau de mauvaise qualité

Sur l'ensemble des ouvrages certains des paramètres présentent des valeurs élevées et classe les eaux en mauvaises qualité. C'est notamment le cas pour les paramètres chlorures, sodium (sauf pour PZ6), manganèse (sauf pour PZ6) et ponctuellement les MES, la DCO et le COT sur l'ouvrage PZ6.

La dernière campagne d'analyse complète s'est déroulée en janvier 2023, soit après que des anomalies soient constatées sur la résurgence E1 (octobre 2022). Aucune évolution notable n'est observée pour l'ensemble des ouvrages et sur l'ensemble des paramètres par rapport à la campagne de 2019. On peut noter l'augmentation de certains paramètres comme les chlorures sur PZ6 et PZ7, le sodium sur PZ7, l'ammonium sur PZ7, ou encore le manganèse sur PZ5 et PZ7. Toutefois, ce sont des valeurs qui ont déjà été observées sur ces ouvrages.

3.1.2 Comparaison des résultats sur les piézomètres historiques et la résurgence E1

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats d'analyse observés sur la résurgence E1 et ceux de la dernière campagne de prélèvement pour analyses complètes sur les piézomètres historique.

Tableau 5 : Comparaison entre les résultats d'analyse sur E1 et sur les piézomètres historiques

Paramètre	Unité	E1														PZ5	PZ6	PZ7	Méthode/Norme
		15/04/2021	19/10/2021	21/06/2022	18/10/2022	25/01/2023	14/02/2023	02/03/2023	28/03/2023	11/04/2023	26/04/2023	10/05/2023	14/06/2023	13/07/2023	17/08/2023	23/01/2023	25/01/2023	23/01/2023	
Ph	Ph	6,57	6,72	6,48	6,59	6,35	6,4	6,54	6,36	6,37	6,3	6,34	6,61	6,4	6,46	6,07	6,54	5,66	-
Conductivité	µS/cm	1252	1879	2056	4234	4368	4094	3936	4162	4342	3909	4287	5099	3798	3710	1,884	1,964	1,627	-
T°	°C	26,7	29,1	28,59	32,4	36,2	34,89	34,15	32,24			30,87	30,95			26,28	27,77	26,3	-
Résistivité	ohm.cm	799	532	486	236	229	244	254	240	230	256	233	196	263	270	531	509	615	-
Redox	mV	154	208	-12	-92	-123	-126	-116	-109	-114	-54	-98	-98	-33	-40	-66	98	-118	-
MES	mg/l	2,24	3,64	92,6	26,57	451,76	17,42	25,27								22,62	936,13	33,29	NF EN 872
DBO5	mg/l	13	16	12	26	31	65	55								1	7	9	OXITOP
DCO	mg/l	10	10	53	250	422	211	198	233	215	228	288	38	270	30	37	10	10	ISO 15705
COT	mg/l	5,5	1,9	9,1	76	77	61	59	23	22,2	11,3	32	45	59,5	40,2	6,7	0,53	1,4	NF EN 1484
Chlorures	mg/l Cl	310	299	319	700	698	651	678								350	426	472	NF ISO 15923-1
Sulfates	mg/l	53,4	85,5	84,7	56,6	48,7	46,6	47,1								40,5	35,7	15	NF ISO 15923-1
Fluorures	mg/l	-	0,57	-	0,61	0,61	0,54	0,5								0,15	0,5	0,24	NF T 90-004
Phénols	µg/l	50	50	80	50	70	90	50								50	80	50	NF EN ISO 14402
Cyanure libre	µg/l	-	10	-	10	10	10	10											NF EN ISO 14403-2
Calcium soluble	mg/l	156	153	168	341	222	228	235								74,4	203	30,3	NF EN ISO 11885
Magnésium soluble	mg/l	29,1	32,9	34,2	70,2	64,8	63,3	60,7								22,8	39,1	32,9	NF EN ISO 11885
Potassium soluble	mg/l	2,25	3,06	7,24	28,4	45	41,8	36,4								2,3	1,63	1,4	NF EN ISO 11885
Sodium soluble	mg/l	171	197	182	335	345	326	306								256	149	221	NF EN ISO 11885
Manganèse soluble	mg/l	0,102	0,61	6,23	20,8	11,4	11,3	11,5	13,3	12,7	14	13	14,2	13,2	11,4	1,63	0,0664	1,47	NF EN ISO 17294-2
Orthophosphates	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1	0,32	NF ISO 15923-1
Nitrates	mg/l	3,87	1	1	55	1	1	1								1	3,66	1	NF ISO 15923-1
Nitrites	mg/l	0,04	0,04	0,43	0,04	0,04	0,04	0,04								0,04	0,04	0,04	NF ISO 15923-1
Ammonium	mg/l	0,05	0,05	4,06	37,6	88,1	80,1	64,4								0,05	0,05	1,26	NF ISO 15923-1
Azote kjeldahl	mg/l	-	0,6	-	33,6	76,7	66,6	54											NF EN 25663
Azote globale	mg/l	-	0,72	-	46	76,8	66,7	54,1	20,8	19,4	21,3	74,3	7,6	14,8	36				Calcul
Aluminium	mg/l	-	0,05	-	0,05	0,64	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05				NF EN ISO 11885
Arsenic	mg/l	-	0,017	0,00185	0,014	0,027	0,019	0,018	0,0266	0,0226	0,0193	0,0294	0,0276	0,0126	0,00701	0,00326	0,0003	0,00027	NF EN ISO 11885
Cadmium	mg/l	0,005	0,005	0,00283	0,005	0,02	0,005	0,005	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	NF EN ISO 11885
Chrome	mg/l	0,005	0,005	0,00155	0,007	0,008	0,01	0,005	0,00734	0,00536	0,00644	0,00668	0,00682	0,00656	0,00517	0,00163	0,00079	0,0005	NF EN ISO 11885
Chrome hexavalent	mg/l	-	0,01	-	0,01	0,01	0,01	0,01											Méthode interne
Cuivre	mg/l	0,01	0,01	0,0007	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00057	0,00069	0,00068	0,0007	0,00062	0,00055	0,0005	0,00084	0,00228	0,0005	NF EN ISO 11885
Fer	mg/l	-	0,03	-	1,54	5,92	3,91	2,17	10,3	9,56	7,72	12,9	12	4,74	0,67				NF EN ISO 11885
Etain	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	NF EN ISO 17294-2
Manganèse	mg/l	0,102	0,61	6,23	20,8	11,4	11,3	11,5	13,3	12,7	14	13	14,2	13,2	11,4	1,63	0,0664	1,47	NF EN ISO 17294-2
Nickel	mg/l	0,007	0,018	0,0463	0,161	0,116	0,092	0,078	0,078	0,0684	0,0798	0,0762	0,0763	0,0767	0,0714	0,0033	0,0035	0,0037	NF EN ISO 11885
Phosphore	mg/l	-	0,029	-	0,117	0,139	0,084	0,053	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3				NF EN ISO 11885
Plomb	mg/l	0,005	0,005	0,0005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00066	0,00099	0,0005	NF EN ISO 11885
Zinc	mg/l	0,02	0,02	0,005	0,02	0,05	0,02	0,02	0,0103	0,0051	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0628	0,0099	0,005	NF EN ISO 11885
Mercure	µg/l	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	NF EN ISO 17852
Métaux totaux (11)	mg/l		0,75		22,60	18,18	15,40	13,84	23,75	22,39	21,86	26,04	26,34	18,08	12,2	1,70	0,09	1,48	Calcul
AOX	mg/l	0,03	0,06	0,23	0,51	0,84	0,57	0,56	0,55	0,53	1	0,1	0,41	0,36	0,3	0,06	0,07	0,03	NF EN ISO 9562
Indice hydrocarbure	mg/l	-	0,03	-	0,03	0,03	0,03	0,03											NF EN ISO 9377-2
Somme des PCB	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01								0,01	0,01	0,01	Méthode interne
BTEX	µg/l	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,2	5,08								4,5	4,5	4,5	NF ISO 11423-1
Benzo (a) pyrène	µg/l	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075								0,0075	0,0075	0,0075	Méthode interne
Somme des 4 HAP	µg/l	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04								0,04	0,04	0,04	Calcul
E.coli	ufc/100 ml	5	0	1150	0	0	0	-								15	0	0	NF EN ISO 9308-3
Coliformes totaux	ufc/100 ml	8	20	1200	0	0	0	-								24	0	0	NF EN ISO 9308-1
Entérocoques	ufc/100 ml	2	6	1300	580	0	0	-								46	68	0	NF EN ISO 7899-1
Salmonelles	ufc/100 ml	0	0	0	0	0	0	-								Présence	0	0	NF ISO 19250

LEGENDE :

- Nom du paramètre écrit en noir : référence SEQ eau souterraine - qualité de l'eau par classe d'altération
- Nom du paramètre écrit en bleu : référence SEQ eau superficielle - qualité de l'eau par classe d'altération
- Nom du paramètre écrit en vert : référence Décret 2001-1220 du 20/12/2001 fixant les limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.
- Résultats des analyses laissés en blanc : limite de quantification du laboratoire insuffisante pour définir une qualité ou paramètre sans seuils de référence
- Les données soulignées en bleu correspondent aux résultats d'analyses situés au-dessus des seuils de détection de la méthode d'analyse du laboratoire.

Le code de couleur présenté dans le tableau page suivante est défini par le SEQ eaux souterraines/eau superficielle métropolitain. Il permet d'un point de vue général de donner un avis sur la qualité de l'eau pour un paramètre donné et/ou pour une classe d'altération donnée. Ce code couleur est donnée à titre indicatif.

Ce code signifie :

	Eau de très bonne qualité
	Eau de bonne qualité
	Eau de qualité moyenne
	Eau de qualité médiocre
	Eau de mauvaise qualité

3.1.2.1 Mesures in-situ

Concernant le pH, les valeurs observées sur E1 présentent peu de variabilité avec un pH moyen légèrement acide (6,5), du même ordre de grandeur que sur PZ6. Les valeurs observées sur les ouvrages PZ5 et PZ7 présentent des valeurs plus acides.

La conductivité est élevée sur la résurgence E1 et comprise entre 4 et 5 mS/cm depuis octobre 2022, ces valeurs sont largement supérieures à celles observées sur les piézomètres historiques qui présentent des valeurs inférieures à 2 mS/cm.

Le potentiel d'oxydoréduction affiche des valeurs négatives (milieu réducteur) sur E1, du même ordre de grandeur que celles observées sur les piézomètres PZ5 et PZ7. A contrario, l'ouvrage PZ6 présente une valeur positive (milieu oxydant).

3.1.2.2 MES, DBO₅, DCO et COT

Concernant les MES, les valeurs observées sur la résurgence E1 restent faibles (en écartant la valeur aberrante de janvier 2023) et sont proches des valeurs observées sur PZ5 et PZ7. L'ouvrage PZ6 présente une valeur beaucoup plus élevée mais pas inhabituelle.

Les valeurs de DBO₅ augmentent sur E1 à partir d'octobre avec une valeur maximale de 65 mg/L. Les piézomètres historiques affichent des valeurs très inférieures avec un maximum de 9 mg/L sur PZ7.

La DCO affiche des valeurs variables pour la résurgence E1 avec un maximum de 422 mg/L en janvier 2023. Les valeurs sont très inférieures sur les piézomètres avec un maximum de 37 mg/L sur PZ5.

Le COT présente également des valeurs fortement supérieures sur la résurgence E1 (maximum de 77 mg/L) par rapport aux valeurs observées sur les piézomètres (maximum de 6,7 mg/L sur PZ5).

3.1.2.3 Chlorures, sulfates et fluorures

Les chlorures présentent des concentrations élevées sur la résurgence E1 à partir d'octobre 2022 et comprises entre 651 mg/L et 700 mg/L. Les piézomètres affichent des valeurs plus faibles mais qui restent tout de même élevées et comprises entre 350 mg/L (PZ5) et 472 mg/L (PZ7).

Les sulfates présentent des concentrations de l'ordre de 60 mg/L, ces valeurs sont légèrement plus élevées que celles observées sur les piézomètres en 2023 (maximum de 40,5 mg/L sur PZ5). Toutefois, des valeurs plus élevées ont déjà pu être observées sur les piézomètres.

Les concentrations en fluorures restent faibles sur la résurgence E1 et sont légèrement supérieures à celles observées sur les piézomètres.

3.1.2.4 Minéraux

Les concentrations en calcium sont comprises entre 153 mg/L et 341 mg/L pour la résurgence E1 avec une valeur moyenne de 215 mg/L supérieures aux valeurs observées sur les piézomètres (maximum de 203 mg/L sur PZ6).

Les valeurs moyennes de magnésium sont de 65 mg/L pour la résurgence E1 depuis octobre 2022, supérieures à celles observées sur les piézomètres (maximum de 39,1 mg/L sur PZ6). Toutefois des valeurs plus élevées ont déjà été observées sur les piézomètres (67,8 mg/L sur PZ7 en 2015).

Les concentrations en potassium présentent plus de variabilité sur la résurgence E1 avec des valeurs comprises entre 2,25 mg/L et 45 mg/L, et une valeur moyenne de 38 mg/L depuis octobre 2022. Les valeurs affichées sur les piézomètres sont beaucoup plus faibles avec un maximum observé de 2,3 mg/L (PZ5).

Le sodium affiche une valeur moyenne de 328 mg/L pour la résurgence E1 depuis octobre 2022, supérieures par rapport aux valeurs observées sur les piézomètres, comprises entre 149 mg/L (PZ6) et 256 mg/L (PZ5). Toutefois des valeurs plus élevées ont pu être observées sur les piézomètres avec un maximum de 524 mg/L sur PZ5 en 2019.

Le manganèse affiche des valeurs élevées à partir de juin 2022 avec un maximum enregistré de 20,8 mg/L et une valeur moyenne de 13,6 mg/L depuis octobre 2022. Ces valeurs sont très supérieures à celles observées sur les piézomètres (maximum de 1,63 mg/L sur PZ5).

3.1.2.5 Nitrates, nitrites et ammonium

Les nitrates présentent généralement des concentrations faibles, voir négligeables, sur la résurgence E1. On note toutefois un pic sur la campagne d'octobre 2022 avec une concentration de 55 mg/L. Les valeurs observées sur les piézomètres sont plus faibles voir négligeables.

Les concentrations en nitrites restent très faibles, voir négligeables, sur la résurgence E1 ainsi que sur les piézomètres.

Concernant l'ammonium, les concentrations ont augmenté sur la résurgence E1 à partir d'octobre 2022 avec un maximum de 88,1 mg/L. Les piézomètres affichent des valeurs beaucoup plus faibles avec un maximum de 1,26 mg/L sur PZ7.

3.1.2.6 Métaux

Les concentrations des différents métaux présentent des valeurs généralement faibles voir négligeables hormis pour les éléments fer et manganèse sur les eaux de la résurgences E1. On peut noter que les concentrations en arsenic, chrome, nickel sont supérieures sur E1. Les concentrations en manganèse sont largement supérieures sur la résurgence E1 avec un maximum enregistré à 20,8 mg/L, les piézomètres affichent une valeur maximale de 1,63 mg/L sur PZ5.

A partir d'octobre 2022, les concentrations en métaux totaux sont biens supérieures au niveau de la résurgence E1 par rapport aux concentrations observées sur les piézomètres. A noter que sur les piézomètres, les analyses d'aluminium et de fer ne sont pas réalisées lors de ce type de campagne, le calcul des métaux totaux est donc à titre indicatif.

3.1.2.7 AOX

Les concentrations en AOX présentent des valeurs variables sur E1, avec une moyenne de 0,52 mg/L depuis octobre 2022. Les piézomètres affichent des valeurs bien inférieures avec une concentration maximale de 0,07 mg/L pour PZ6.

3.2 Résultats sur les piézomètres situés à l'aval de la résurgence E1

Suite à l'incident survenu sur le bassin de lixiviat BG1 fin janvier 2023, la CSP a fait réaliser deux piézomètres complémentaires aux alentours du bassin BG1 :

- PA1 : situé en aval hydraulique des bassins BG1 et BG3 et au droit, à l'Ouest, du canal d'évacuation des eaux pluviales du site et donc en aval de la résurgence E1 ;
- PA3 : situé en amont hydraulique des bassins BG1 et BG3 et en aval hydraulique des casiers de stockage de déchets de l'ISD et donc en aval de la résurgence E1 ;
- Le piézomètre historique PZ7 fait également l'objet du suivi concernant la résurgence E1. Situé en aval hydraulique de BG1 et BG3 et à l'est du canal d'évacuation des eaux pluviales du site.

Un suivi de la qualité des eaux a été mis en place sur ces ouvrages à partir de février 2023. Dans un premier temps le suivi a été initié par la CSP suite à l'incident survenu sur le bassin de lixiviat BG1 avec le programme analytique suivant : DCO, COT, Azote global et Phosphore. Dans un second temps, à partir de mai 2023, le suivi a été mis en place par rapport aux anomalies observées sur la résurgence E1. Aux paramètres analysés précédemment s'est ajouté les métaux totaux ainsi que les AOX pour lesquels des dérives ont été constatés sur E1.

A noter qu'il n'existe pas de valeurs de référence pour ces ouvrages, c'est-à-dire pré-incident sur le bassin de lixiviat et pré-anomalie détectée sur la résurgence E1.

La figure ci-dessous présente l'implantation des piézomètres PA1, PA3 et PZ7.



Figure 10 : Plan d'implantation des piézomètres PA1, PA3 et PZ7

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des analyses réalisés sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7 en comparaison avec les valeurs seuils de l'arrêté de l'ISD de Gadji. Cette comparaison est ici présentée à titre informatif puisqu'aucun rejet au milieu naturel n'est opéré sans traitement préalable.

Tableau 6 : Résultats d'analyses sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7

Paramètre	Unité	E1										PA1										Valeurs limites pour rejet au milieu naturel
		14/02/2023	02/03/2023	17/03/2023	28/03/2023	11/04/2023	26/04/2023	10/05/2023	14/06/2023	13/07/2023	17/08/2023	14/02/2023	28/02/2023	14/03/2023	28/03/2023	11/04/2023	26/04/2023	10/05/2023	05/06/2023	13/07/2023	17/08/2023	
Conductivité	mS/cm	4,094	3,936	3,769	4,162	4,342	3,909	4,287	5,099	3,798	3,71	10,395	17,328	9,352	10,033	16,038	2,164	6,704	11,282	15,896	16,11	
Conductivité	µS/cm	4094	3936	3769	4162	4342	3909	4287	5099	3798	3710	10395	17328	9352	10033	16038	2164	6704	11282	15896	16110	
pH	-	6,4	6,54	6,32	6,36	6,37	6,3	6,34	6,61	6,4	6,46	6,07	6,09	6,12	6,22	6,16	7	6,36	6,31	6,16	6,24	
Redox		-126	-116	-95	-109	-114	-54	-98	-98	-33	-40	23	15	36	-10	7	121	29	-15	96	53	
DCO	mg/l	211	198	245	233	215	228	288	38	270	30	820	490	395	261	90	93	299	45	43	27	300
COT	mg/l	61	55	25,5	23	22,2	11,3	32	45	59,5	40,2	90	14	23	20	28	23	23,5	54	35	24,2	70
NGL	mg/l	66,7	54,1		20,8	19,4	21,3	74,3	7,6	14,8	36	84	0,2	0,1	0,2	1	2,1	1,7	0,8	0,5	3,5	30
Pt	mg/l	0,084	0,053		0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	8,1	0,1	10,4	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,1	0,9	10
Aluminium	mg/l	0,05	0,05		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05							1,6	1,8	2,4	2,66	
Fer	mg/l	3,91	2,17		10,3	9,56	7,72	12,9	12	4,74	0,67							1,78	1,84	8,56	15,7	
Mercure	µg/l	0,2	0,2		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1							0,1	0,14	0,1	0,16	
Arsenic	mg/l	0,019	0,018		0,0266	0,0226	0,0199	0,0294	0,0276	0,0126	0,00701							0,00286	0,00225	0,00379	0,00379	
Cadmium	mg/l	0,005	0,005		0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002							0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
Chrome	mg/l	0,01	0,005		0,00734	0,00536	0,00644	0,00668	0,00682	0,00656	0,00517							0,0102	0,00695	0,01	0,00539	
Cuivre	mg/l	0,01	0,01		0,00057	0,00069	0,00068	0,0007	0,00062	0,00055	0,0005							0,0104	0,00815	0,0149	0,00647	
Etain	mg/l	0,001	0,001		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001							0,001	0,001	0,001	0,001	
Manganèse	mg/l	11,3	11,5		13,3	12,7	14	13	14,2	13,2	11,4							0,67	1,59	2,62	2,82	
Nickel	mg/l	0,092	0,078		0,078	0,0684	0,0798	0,0762	0,0763	0,0767	0,0714							0,0164	0,018	0,0259	0,0267	
Plomb	mg/l	0,005	0,005		0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005							0,00337	0,00249	0,005	0,00445	
Zinc	mg/l	0,02	0,02		0,0103	0,0051	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005							0,0201	0,0191	0,0447	0,022	
Métaux totaux	mg/l	15,42	13,84		23,75	22,39	21,86	26,04	26,34	18,08	12,2							4,11	5,28	13,68	18,52	15
AOX	mg/l	0,57	0,56		0,55	0,53	1	0,1	0,41	0,36	0,3							0,14	0,4	0,28	0,62	1

Paramètre	Unité	PA3										PZ7										Valeurs limites pour rejet au milieu naturel
		14/02/2023	28/02/2023	14/03/2023	28/03/2023	11/04/2023	26/04/2023	10/05/2023	05/06/2023	13/07/2023	17/08/2023	14/02/2023	28/02/2023	14/03/2023	28/03/2023	11/04/2023	26/04/2023	10/05/2023	05/06/2023	13/07/2023	17/08/2023	
Conductivité	mS/cm	2,297	3,003	3,161	2,584	2,896	2,349	2,787	2,907	2,956	3,003	1,669	1,961	1,938	2,147	2,145	2,091	2,129	2,123	2,184	2,258	
Conductivité	µS/cm	2297	3003	3161	2584	2896	2349	2787	2907	2956	3003	1669	1961	1938	2147	2145	2091	2129	2123	2184	2258	
pH	-	6,87	6,61	6,53	6,63	6,63	6,57	6,6	6,62	6,6	6,61	5,63	5,68	5,78	6,12	5,79	5,73	5,84	5,88	5,94	5,95	
Redox		-111	-26	-36	-19	-22	143	-20	-61	2	73	-22	18	25	32	10	48	29	17	101	111	
DCO	mg/l	26	97	131	81	17	55	111	14	21	104	10	3	17	3	5	3	24	5	3	6	300
COT	mg/l	17,8	10,8	11,5	1,8	27	14,5	11	2	6,5	7,3	10	3,3	9,5	1,4	10,7	25,5	9	6	5,5	4	70
NGL	mg/l	0,5	0,1	0,1	0,1	1,4	1,4	0,7	0,2	0,2	3,8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,9	0,1	0,3	0,1	30
Pt	mg/l	1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	1,7	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	1,3	0,1	0,2	0,1	0,3	10
Aluminium	mg/l							4,23	2,82	2,86	2,83							0,33	0,11	0,06	0,11	
Fer	mg/l							3,91	2,19	2,23	1,53							0,98	0,69	0,79	1,06	
Mercure	µg/l							0,1	0,1	0,1	0,1							0,1	0,1	0,1	0,1	
Arsenic	mg/l							0,00116	0,00101	0,00101	0,00144							0,00031	0,00022	0,0002	0,00036	
Cadmium	mg/l							0,0002	0,0002	0,0002	0,0002							0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
Chrome	mg/l							0,00702	0,00562	0,00399	0,00263							0,00121	0,00089	0,0005	0,00085	
Cuivre	mg/l							0,0175	0,0231	0,025	0,0288							0,0005	0,0005	0,0005	0,00054	
Etain	mg/l							0,001	0,001	0,001	0,001							0,001	0,001	0,001	0,001	
Manganèse	mg/l							1,32	0,692	0,467	1,22							2,13	1,79	2	2,31	
Nickel	mg/l							0,0088	0,0131	0,0077	0,01							0,0044	0,004	0,0037	0,0048	
Plomb	mg/l							0,006	0,00591	0,00771	0,0088							0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
Zinc	mg/l							0,021	0,0263	0,018	0,021							0,005	0,0085	0,005	0,0058	
Métaux totaux	mg/l							9,52	5,78	5,62	5,65							3,45	2,6	2,86	3,49	15
AOX	mg/l							0,01	0,2	0,19	0,28							0,06	0,03	0,09	0,08	1

Légende : Les données soulignées en bleu correspondent aux résultats d'analyses situés au-dessus des seuils de détection de la méthode d'analyse du laboratoire. Les cases du tableau qui sont en rouge présentent, pour un paramètre donné, des valeurs qui sont supérieures au seuil de l'arrêté d'autorisation. Au contraire les cases en vert sont les données qui sont inférieures aux seuils de l'arrêté.

3.2.1 Rappel des dates clés par rapport à l'incident du bassin de lixiviat BG1

Les dates clés liées à l'incident survenu sur le bassin de lixiviat BG1 sont rappelées ci-dessous afin de permettre une lecture cohérente des résultats vis-à-vis de la résurgence E1. En effet, certaines anomalies détectées sur PA1, PA3 et PZ7 pouvant être imputables à l'incident du bassin de lixiviat BG1.

- 18 janvier 2023 : Détection d'une fuite de lixiviat dans le réseau d'évacuation des eaux pluviales
- Du 24 février au 3 mars 2023 : Transfert des lixiviats vers le bassin d'eau pluvial BG3
- Du 2 au 13 mars 2023 : Réparation du bassin de lixiviat
- Du 20 au 22 mars 2023 : Remise en eau du bassin de lixiviat BG1

3.2.2 Evolution des paramètres in-situ, conductivité et potentiel redox

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la conductivité et du potentiel redox sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7.

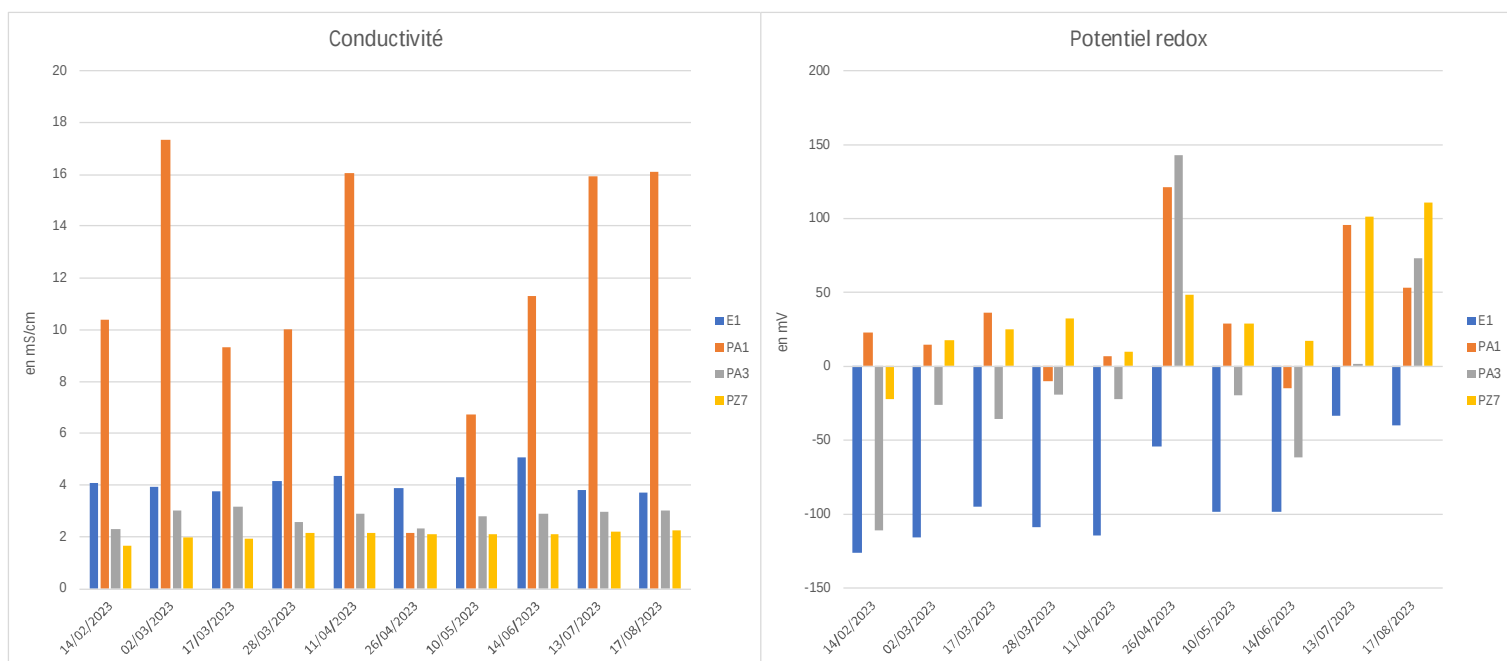


Figure 11 : Evolution de la conductivité et du potentiel redox sur E1, PA1, PA3 et PZ7

Les mesures de conductivité entre les ouvrages s'organisent généralement comme suit : $PA1 > E1 > PA3 > PZ7$, hormis lors de la mission du 26 avril où la conductivité de PA1 est inférieure à celle observée sur E1 et PA3. Depuis février, les valeurs observées sur E1, PA3 et PZ7 présentent peu de variation, on peut observer une légère augmentation sur E1 lors de la mission du 14 juin. L'ouvrage PA1 présente plus de variation et présente les plus fortes conductivités, n'ayant pas de valeur de référence (pré-incident BG1 et pré-anomalie E1), il est difficile d'avoir une analyse pertinente. Les ouvrages PA3 et PZ7 présentent des valeurs inférieures présentant peu de variations. Les valeurs observées sur PZ7 sont du même ordre de grandeur que les valeurs historiques.

Concernant la mesure du potentiel d'oxydoréduction, les valeurs observées sur E1 sont systématiquement négatives (milieu réducteur) et comprises entre -126 mV et -33 mV. L'ouvrage PA3 affiche généralement des valeurs négatives hormis lors de la mission du 26 avril et à partir de la mission de juillet. Les ouvrages PA1 et PZ7 affichent des valeurs positives (milieu oxydant), excepté pour PA1 en mars et juin 2023 qui présente de légères valeurs négatives.

3.2.3 Evolution de la DCO et du COT

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la DCO et du COT sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7.

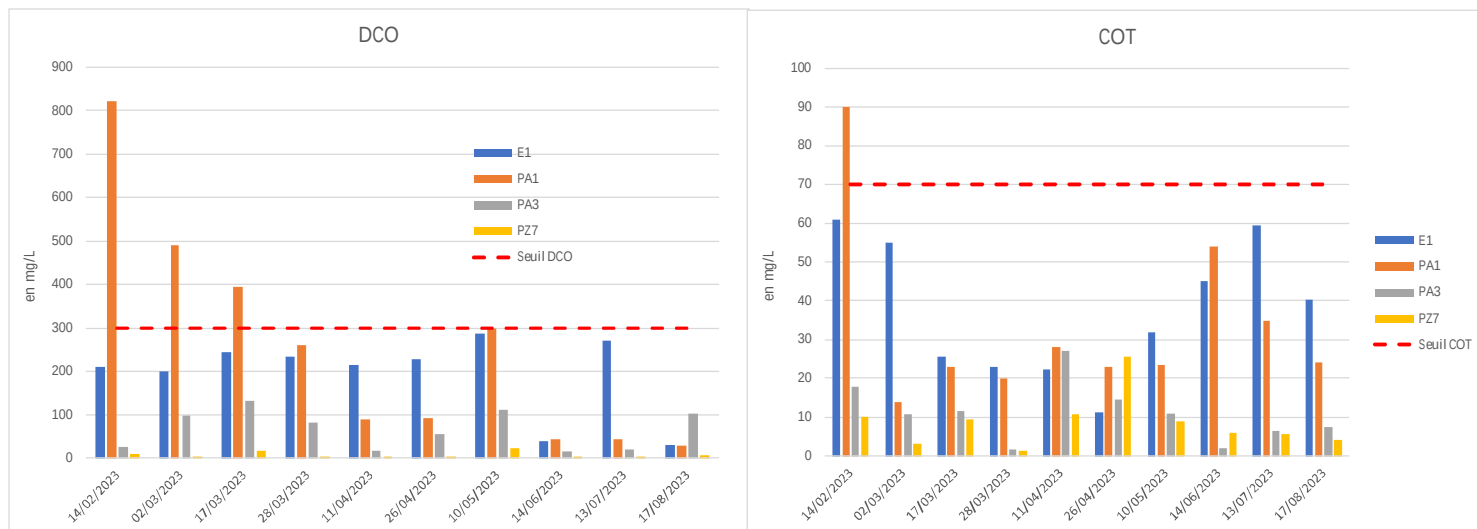


Figure 12 : Evolution de la DCO et du COT sur E1, PA1, PA3 et PZ7

Les seuils de rejet au milieu naturel sont ici indiqués à titre indicatif.

Entre le 14 février et le 28 mars, l'ouvrage PA1 affiche des valeurs supérieures à celles de E1, des dépassements de la valeur seuil (prise à titre indicatif) sont observés lors des trois premières missions. Une diminution importante est observée sur PA1 jusqu'en juin, hormis le pic observé lors de la mission du 10 mai. E1 affiche des valeurs moins variables et comprises entre 198 mg/L et 288 mg/L jusqu'en mai. La concentration observée en juin est inférieure, un nouveau pic est observé en juillet puis une nouvelle diminution en août. Les ouvrages PA3 et pZ7 affichent des concentrations très inférieures à E1 et PA1, hormis lors de la mission d'août où PA3 affiche la valeur la plus élevée (104 mg/L).

Concernant le COT, les valeurs observées présentent plus de variations sur l'ensemble des ouvrages que pour la DCO. Le piézomètre PA1 affiche un pic important en février avec une concentration de 90 mg/L, puis des valeurs plus faibles. Les concentrations observées sur PA3 et PZ7 sont généralement plus faibles que sur E1 et PA1, hormis lors des missions d'avril. De manière générale les ouvrages présentent des concentrations en COT comme suit : E1>PA1>PA3>PZ7.

3.2.4 Evolution de l'azote global et du phosphore

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de l'azote global et du phosphore sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7.

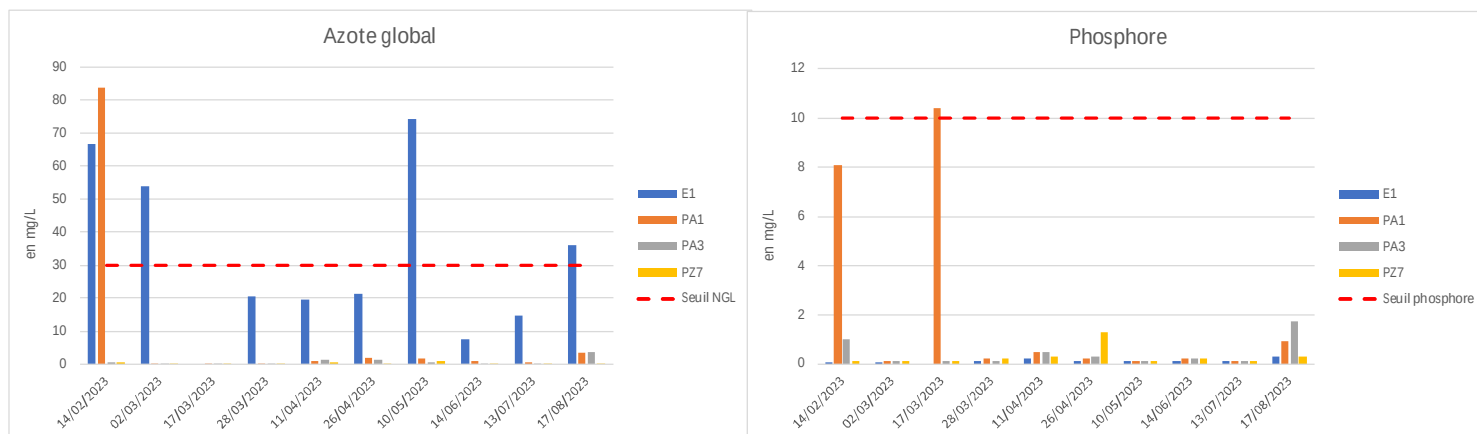


Figure 13 : Evolution de l'azote global et du phosphore sur E1, PA1, PA3 et PZ7

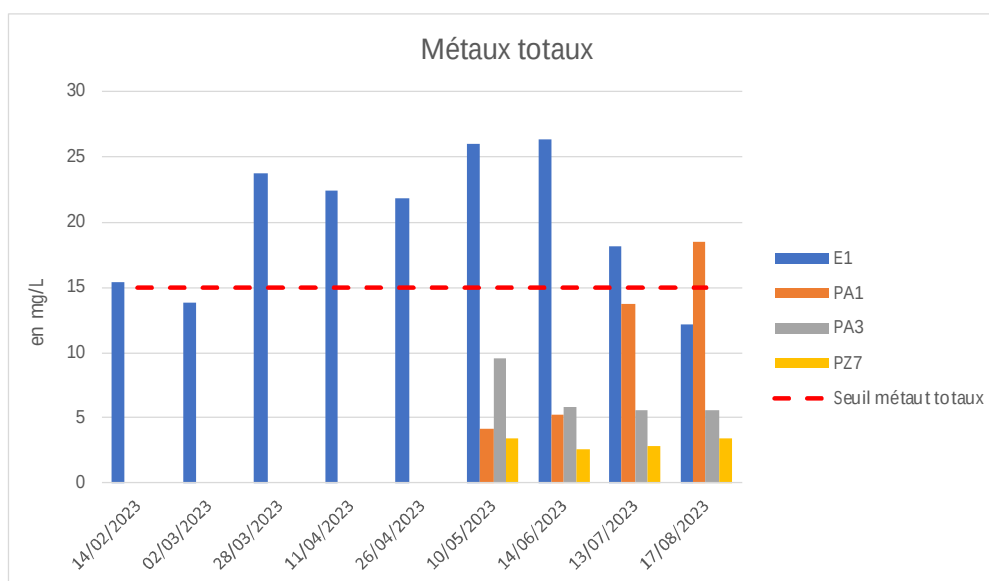
Les seuils de rejet au milieu naturel sont ici indiqués à titre indicatif.

Les concentrations en azote global sont généralement négligeables sur l'ensemble des piézomètres, hormis le pic observé sur PA1 en février. La résurgence E1 affiche des valeurs beaucoup plus importantes avec des dépassements observés lors de 4 missions (14 février, 02 mars, 10 mai et 17 août).

Concernant le phosphore, les valeurs sont généralement très faibles, voir négligeables, sur l'ensemble des piézomètres et la résurgence E1. Deux pics sont observables sur le piézomètre PA1, le 14 février (8,1 mg/L) et le 17 mars (10,4 mg/L) avec un dépassement de la valeur seuil. Une légère augmentation est observée sur la mission d'août sur les ouvrages PA1 (0,9 mg/L) et PA3 (1,7 mg/L).

3.2.5 Evolution des métaux totaux, du fer et du manganèse

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des métaux totaux sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7.



NB : le suivi des métaux totaux a été intégré au suivi des piézomètres à partir de mai 2023.

Figure 14 : Evolution des métaux totaux sur E1, PA1, PA3 et PZ7

Les seuils de rejet au milieu naturel sont ici indiqués à titre indicatif.

Le suivi des métaux totaux a été intégré au suivi des piézomètres uniquement à partir de la mission de mai.

Les concentrations observées sur E1 sont élevées et généralement supérieures à la valeur seuil fixée à 15 mg/L, une baisse est observée à partir de juin. Les concentrations observées sur les piézomètres sont largement inférieures jusqu'à août, sans toutefois être négligeables. On observe une augmentation de la concentration en métaux au niveau de PA1 à partir de juillet, avec une valeur dépassant le seuil de rejet en août, avec une concentration de 18,52 mg/L. L'ouvrage PA3 affiche une valeur maximum de 9,52 mg/L, et le piézomètre PZ7 affiche des valeurs plus faibles.

Les graphiques ci-dessous présentent les variations des éléments fer, manganèse et aluminium sur les piézomètres et la résurgence E1.

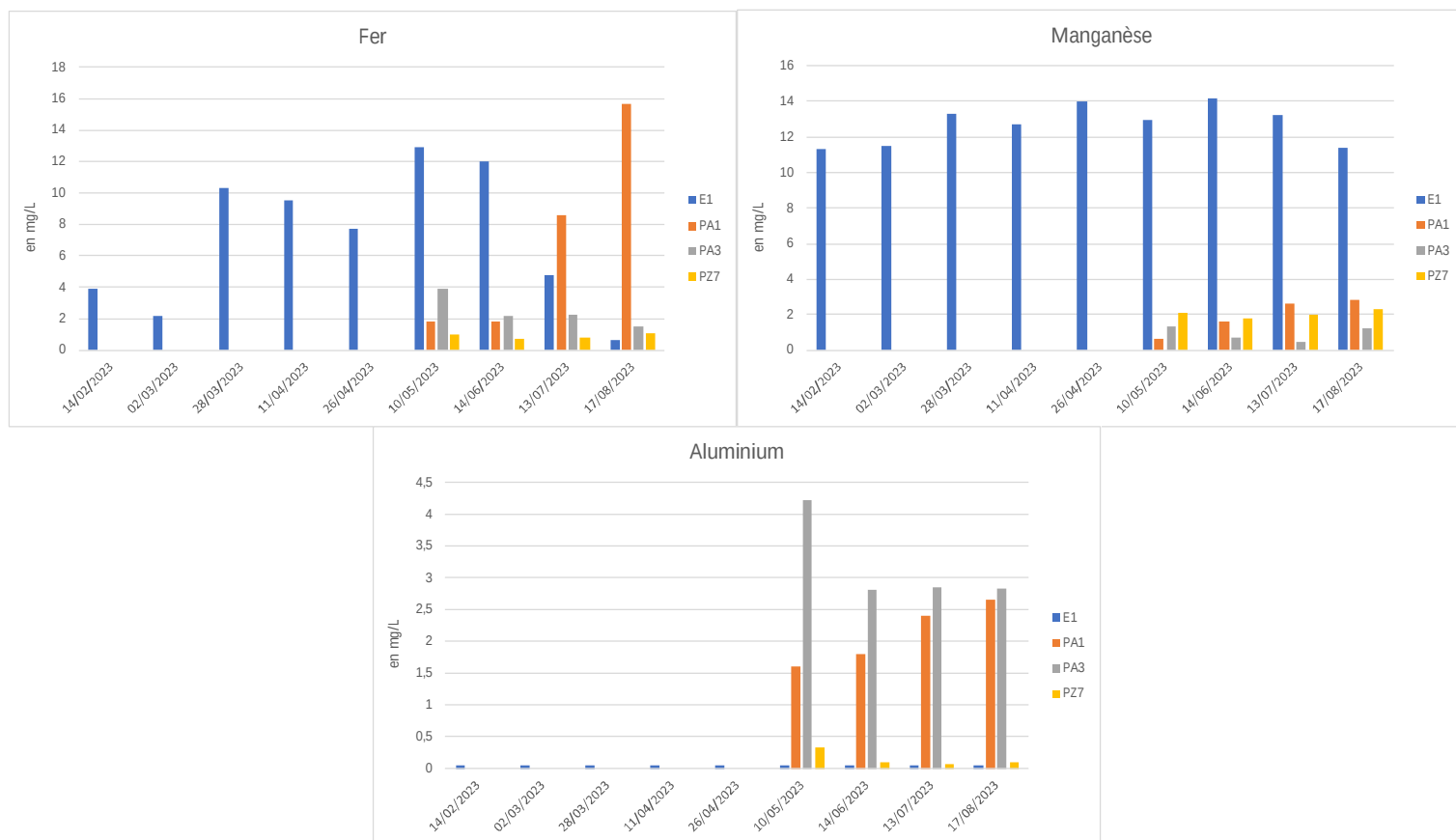


Figure 15 : Variation du fer, manganèse et aluminium sur les piézomètres et la résurgence E1

Pour la résurgence E1, les fortes concentrations en métaux totaux sont imputables aux fortes concentrations en fer et en manganèse qui représentent à eux deux 99% des métaux totaux. Une baisse très importante des concentrations en fer est observée à partir juillet 2023. Le paramètre manganèse présente des valeurs plus élevées, et supérieures à 11 mg/L. On note l'absence d'aluminium.

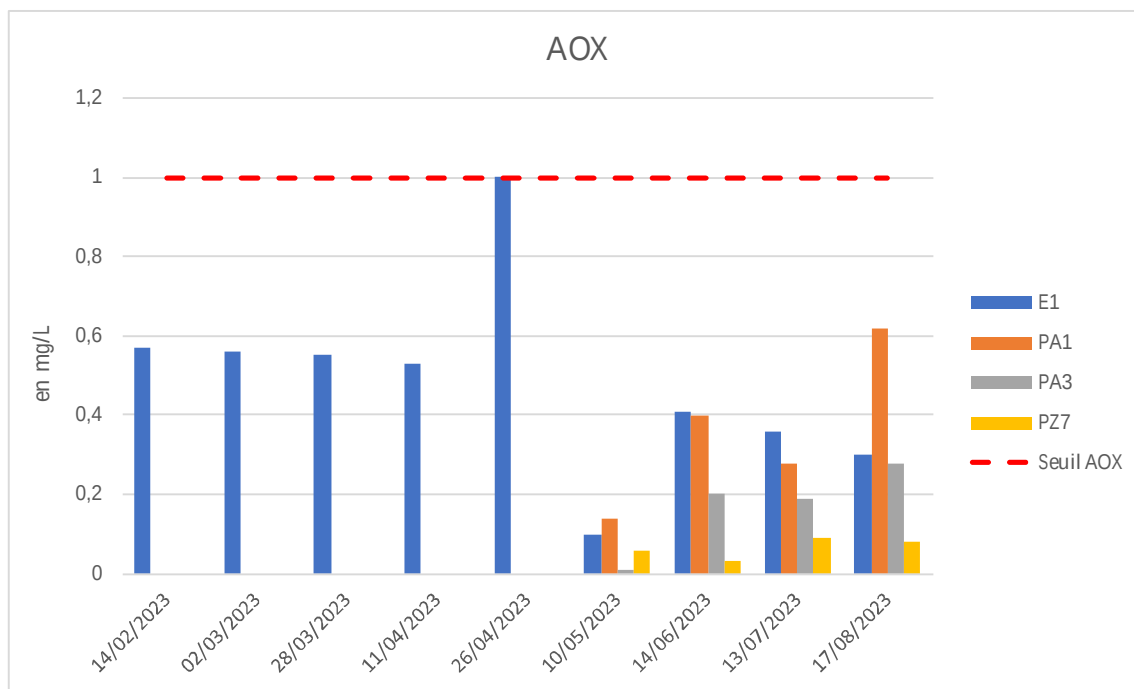
Sur l'ouvrage PA1, les métaux majoritaires sont également le fer et le manganèse auquel s'ajoute l'aluminium. On note que les concentrations en fer augmentent de manière importante à partir de juillet, on observe une concentration de 15,7 mg/L en août. Les concentrations en aluminium et en manganèse présentent également des augmentations mais de manière moins importante.

Pour PA3, les métaux majoritaires sont l'aluminium et le fer, et dans une moindre mesure le manganèse, la proportion fer et manganèse est de l'ordre de 50 à 60%. Depuis mai, la concentration en fer diminue, et les concentrations en manganèse sont plus variables. Pour l'aluminium, après une valeur >4mg/L observée en mai, les concentrations observées en juin, juillet et août sont du même ordre de grandeur aux alentours de 2,8 mg/L.

Le piézomètre PZ7, qui affiche des concentrations en métaux totaux beaucoup plus faibles, présente des parts de fer et manganèse plus proches de celles observées sur E1, de l'ordre de 90% des métaux totaux.

3.2.6 Evolution des AOX

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des AOX sur la résurgence E1 et les piézomètres PA1, PA3 et PZ7.



NB : le suivi des AOX a été intégré au suivi des piézomètres à partir de mai 2023

Figure 16 : Evolution des AOX sur E1, PA1, PA3 et PZ7

Le seuil de rejet au milieu naturel est ici indiqué à titre indicatif.

A l'image des métaux totaux, le suivi des AOX a été intégré au suivi des piézomètres uniquement à partir de la mission de mai.

Les concentrations en AOX présentent peu de variations sur E1 entre le 14 février et le 11 avril, puis un pic est observable à 1 mg/L le 26 avril. Les concentrations sont plus faibles par la suite. L'ouvrage PA1 affiche des valeurs du même ordre de grandeur que sur E1 lors des missions de mai et de juin, puis affiche une valeur en augmentation lors de la mission d'août avec une concentration observée de 0,62 mg/L. Les piézomètres PA3 et PZ7 présentent des valeurs plus faibles.