

Site Minier de Salsigne

MINELIS	DPSMMOS21A-b-2201	Version 2
<h1>Surveillance des stockages et sols pollués</h1> <h2>Rapport annuel 2021</h2>		

Version	Date	Corrections et modification
1	15/03/22	Première version publiée
2	19/05/22	Deuxième version publiée – Remarques du BRGM DPSM SUD



Domaine A / ATTES



0604 / 0811 / 0804



Site Minier de Salsigne
Surveillance des stockages et sols pollués
Rapport annuel 2021

Auteurs : MINELIS Christophe GROSSIN	Code du document : DPSMMOS21A-b-2201 Numéro de version : 2 Date : 15/03/2022
--	---

Identification du client : BRGM – DPSM UTAM SUD Quartier la Plaine Puits Yvon MORANDAT 13120 GARDANNE	Référence du contrat : HASUD190920
Représentant : Aurélié LABASTIE, Rémi ALBINET Chefs de Projet Surveillance et Travaux	Responsable du projet : MINELIS Nicolas SAUZAY, Superviseur Christophe GROSSIN, Chef de projet

CONTROLE INTERNE		
Responsable du document : MINELIS	Nom et fonction : Christophe GROSSIN Chef de Projet	Date et signature : 15/03/22 
Relecture : MINELIS	Nom et fonction : Ségolène MAGHE, Ingénieur environnement	Date et signature : 15/03/22 
Contrôle qualité : MINELIS	Nom et fonction : Nicolas SAUZAY, Superviseur	Date et signature : 15/03/22 

PREAMBULE

Le présent rapport est rédigé à l'usage exclusif du client et est conforme à la proposition commerciale de MINELIS. Il est établi au vu des informations fournies à MINELIS et des connaissances techniques, réglementaires et scientifiques connues au jour de la commande. La responsabilité de MINELIS ne peut être engagée si le client lui a transmis des informations erronées ou incomplètes.

Toute utilisation partielle ou inappropriée des données contenues dans ce rapport, ou toute interprétation dépassant les conclusions émises, ne saurait engager la responsabilité de MINELIS.

SOMMAIRE

Résumé non technique	12
Résumé technique.....	13
INTRODUCTION	15
1 Stockage de Montredon	16
1.1 Etat général.....	16
1.2 Fonctionnement du système de drainage.....	17
1.2.1 <i>Pompage interne au stockage</i>	17
1.2.2 <i>Drains périphériques</i>	17
1.2.3 <i>Drain de pied du flanc ouest de Montredon</i>	18
1.3 Végétalisation et comportement à l'érosion	20
1.3.1 <i>Flanc Ouest du stockage de Montredon</i>	20
1.3.2 <i>Flanc sud du stockage de Montredon</i>	22
1.3.3 <i>Flanc Est du stockage de Montredon</i>	23
1.3.4 <i>Partie sommitale du stockage de Montredon</i>	25
1.4 Stabilité	26
1.4.1 <i>Relevés inclinométriques</i>	32
1.4.2 <i>Relevés des cellules de pression interstitielle</i>	34
1.4.3 <i>Relevés des plots topographiques</i>	39
1.5 Qualité des eaux de surface et souterraines (A220 et A270).....	43
1.5.1 <i>Présentation des différents points de prélèvements</i>	43
1.5.2 <i>Méthodologie des prélèvements</i>	50
1.5.3 <i>Résultats d'analyses des eaux de surface (A270)</i>	52
1.5.4 <i>Résultats d'analyses des eaux souterraines (A270)</i>	56
2 Stockage de l'Artus	97
2.1 Etat général.....	97
2.2 Fonctionnement du drainage	99
2.3 Végétalisation et comportement à l'érosion	100
2.4 Stabilité – relevés des plots topographiques	102
2.5 Qualité des eaux de surface et souterraines.....	106
2.5.1 <i>Présentation des différents points de prélèvements</i>	106
2.5.2 <i>Résultats d'analyses des eaux de surface (A220)</i>	113
2.5.3 <i>Résultats d'analyses des eaux souterraines (A210)</i>	115
2.5.4 <i>Analyses des drains de l'Artus (A210)</i>	132
2.5.5 <i>Analyses des bassins de stockage et d'évaporation (A220)</i>	142
3 Usine de l'Artus et Champ Magné.....	151
3.1 Etat général.....	151
3.2 Surveillance des eaux souterraines (A210)	153
3.2.1 <i>Présentation des points de prélèvements</i>	153
3.2.2 <i>Résultats d'analyses des eaux souterraines</i>	156
4 Plages et Usine de la Caunette.....	161
4.1 Zone des anciennes plages de la Caunette	161
4.2 Zone de l'ancienne usine de la Caunette	163

4.3	Surveillance des eaux souterraines (A210)	164
4.3.1	<i>Présentation des points de prélèvements</i>	164
4.3.2	<i>Résultats d'analyses des eaux souterraines</i>	165
5	Schéma conceptuel	170
6	Conclusion	171
	ANNEXES.....	172

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Situation géographique du stockage de Montredon (d'après Géoportail)	16
Figure 2 : Zone d'écoulement du drain de pied de Montredon	19
Figure 3 : Fiche inclinomètre IC5	26
Figure 4 : Fiche inclinomètre IC6	27
Figure 5 : Fiche inclinomètre IC7	28
Figure 6 : Fiche cellule de pression interstitielle « A »	29
Figure 7 : Fiche cellules de pression interstitielle « E1 et E2 »	29
Figure 8 : Fiche cellule de pression interstitielle « C »	30
Figure 9 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO1	30
Figure 10 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO3	31
Figure 11 : Evolution des déplacements ponctuels sur IC5 et IC6 depuis novembre 2019 (source FONDASOL)	33
Figure 12 : Relevé de pression interstitielle de la cellule A en fonction du temps	37
Figure 13 : Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2 en fonction du temps	38
Figure 14 : Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 en fonction du temps	38
Figure 15 : Position des 11 plots topographiques à Montredon	39
Figure 16 : Tassement en partie sommitale à Montredon avant travaux	41
Figure 17 : Tassement en partie sommitale à Montredon après travaux	41
Figure 18 : Fiche piézomètre SPI	43
Figure 19 : Fiche piézomètre SPJ	43
Figure 20 : Fiche piézomètre SPB	44
Figure 21 : Fiche piézomètre PZ09-03	44
Figure 22 : Fiche piézomètre PZO	45
Figure 23 : Fiche piézomètre PZ5	46
Figure 24 : Fiche piézomètre PZ6	46
Figure 25 : Fiche piézomètre MST11	47
Figure 26 : Fiche prélèvements RM1 et RM2	47
Figure 27 : Fiche piézomètre Pz central (ex Drain Central)	48
Figure 28 : Fiche drains D1 et D2	49
Figure 29 : Fiche conduite unique Montredon	49
Figure 30 : Concentrations en arsenic total et dissous sur le RM1	53
Figure 31 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM1	54
Figure 32 : Concentrations en arsenic total et dissous sur le RM2	54
Figure 33 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM2	55
Figure 34 : Courbes hydro-isohypses des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – juin 2021	57
Figure 35 : Courbes hydro-isohypses des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – décembre 2021	58
Figure 36 : Analyses du piézomètre PZ5	59
Figure 37 : Analyses du piézomètre PZ6	59
Figure 38 : Analyses du piézomètre SPI	59
Figure 39 : Analyses du piézomètre MST11	60
Figure 40 : Niveau d'eau du PZ5 et pluviométrie	61
Figure 41 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ5	61
Figure 42 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ5	62
Figure 43 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie	62
Figure 44 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6	63
Figure 45 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6	63
Figure 46 : Niveau d'eau du SPI et pluviométrie	64
Figure 47 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPI	64
Figure 48 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPI	65
Figure 49 : Niveau d'eau du MST11 et pluviométrie	65
Figure 50 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le MST11	66
Figure 51 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le MST11	66
Figure 52 : Analyses du piézomètre SPJ	67
Figure 53 : Analyses du piézomètre PZ09-03	67

Figure 54 : Analyses du piézomètre PZO	68
Figure 55 : Niveau d'eau du SPJ et pluviométrie	69
Figure 56 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPJ.....	69
Figure 57 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPJ.....	70
Figure 58 : Niveau d'eau du PZO et pluviométrie.....	70
Figure 59 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZO	71
Figure 60 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZO	71
Figure 61 : Niveau d'eau du SPB puis PZ09-03 et pluviométrie	72
Figure 62 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03	72
Figure 63 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03	73
Figure 64 : Niveau de l'eau dans le piézomètre central à Montredon	75
Figure 65 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D1	77
Figure 66 : Flux en arsenic total et dissous du drain D1 et pluviométrie	78
Figure 67 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D1.....	78
Figure 68 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D2	79
Figure 69 : Flux en arsenic total et dissous du drain D2 et pluviométrie	79
Figure 70 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D2.....	80
Figure 71 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit de la conduite unique de Montredon	80
Figure 72 : Flux en arsenic total et dissous de la conduite unique de Montredon et pluviométrie.....	81
Figure 73 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit de la conduite unique de Montredon	81
Figure 74 : implantation des piézomètres de surveillance de Montredon durant les travaux	83
Figure 75 : Niveaux d'eau des piézomètres en partie sommitale de Montredon après travaux	84
Figure 76 : Niveaux d'eau des piézomètres sur les flancs Sud et Est de Montredon après travaux	84
Figure 77 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-01.....	86
Figure 78 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-02.....	86
Figure 79 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-01.....	88
Figure 80 : Concentrations en As total et dissous et cyanures totaux et libres sur le PZ19-02.....	88
Figure 81 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ central.....	90
Figure 82 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-03	91
Figure 83 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-04	92
Figure 84 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-05	93
Figure 85 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-09	94
Figure 86 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-10	95
Figure 87 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-13	96
Figure 88 : Situation géographique des plages de l'Artus (d'après Géoportail).....	97
Figure 89 : Position des plots topographiques à l'Artus	102
Figure 90 : Tassement en partie sommitale du stockage de l'Artus.....	104
Figure 91 : Tassement sur les talus Nord et Sud du stockage de l'Artus	105
Figure 92 : Fiche piézomètre SEPS 1.....	106
Figure 93 : Fiche piézomètre SEPS 2.....	106
Figure 94 : Fiche piézomètre L2.....	107
Figure 95 : Fiche piézomètre L5.....	107
Figure 96 : Fiche piézomètre SC7	108
Figure 97 : Fiche piézomètre PZ14	108
Figure 98 : Fiche piézomètre PZ15	109
Figure 99 : Fiche prélèvement drain supérieur sud.....	109
Figure 100 : Fiche prélèvement drain supérieur nord.....	110
Figure 101 : Fiche prélèvement drain supérieur central	110
Figure 102 : Fiche prélèvement drains inférieurs.....	111
Figure 103 : Fiche prélèvement Orbiel amont des plages de l'Artus.....	111
Figure 104 : Fiche prélèvement Orbiel aval des plages de l'Artus.....	112
Figure 105 : Implantation des piézomètres à l'Artus	115
Figure 106 : Niveau d'eau du SEPS1 et pluviométrie semestrielle	120
Figure 107 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SEPS1.....	121
Figure 108 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SEPS1	121
Figure 109 : Niveau d'eau du SEPS2 et pluviométrie semestrielle	122

Figure 110 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SEPS2.....	122
Figure 111 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SEPS2	123
Figure 112 : Niveau d'eau du L5 et pluviométrie semestrielle	123
Figure 113 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le L5.....	124
Figure 114 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le L5	124
Figure 115 : Niveau d'eau du PZ14 et pluviométrie semestrielle.....	125
Figure 116 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le PZ14	125
Figure 117 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ14	126
Figure 118 : Niveau d'eau du PZ15 et pluviométrie semestrielle.....	126
Figure 119 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le PZ15	127
Figure 120 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ15	127
Figure 121 : Niveau d'eau du SC7 et pluviométrie semestrielle.....	128
Figure 122 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SC7	128
Figure 123 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SC7	129
Figure 124 : Niveau d'eau du L2 et pluviométrie semestrielle	129
Figure 125 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le L2.....	130
Figure 126 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le L2	130
Figure 127 : Analyses des drains et penstocks à l'Artus en 2021	133
Figure 128 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Sud.....	134
Figure 129 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Sud	135
Figure 130 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Sud	135
Figure 131 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Nord	136
Figure 132 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Nord	136
Figure 133 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Nord.....	137
Figure 134 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Central.....	137
Figure 135 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Central.....	138
Figure 136 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Central	138
Figure 137 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit des drains inférieurs	139
Figure 138 : Débits et flux en arsenic total et dissous des drains inférieurs	139
Figure 139 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit des drains inférieurs.....	140
Figure 140 : Débits sur les drains Artus depuis le début de la surveillance	140
Figure 141 : Concentrations moyennes dans les bassins Artus en 2021 pour les principaux éléments	149
Figure 142 : Synoptique de gestion des eaux de l'Artus et moyennes analytiques en 2021 des éléments principaux	150
Figure 143 : Fiche piézomètre PZ8	154
Figure 144 : Fiche piézomètre BP11	154
Figure 145 : Niveau d'eau dans le PZ8 et pluviométrie semestrielle	157
Figure 146 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ8.....	158
Figure 147 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le PZ8	158
Figure 148 : Niveau d'eau dans le BP11 et pluviométrie semestrielle	159
Figure 149 : Concentrations en arsenic total, dissous et niveau d'eau dans le BP11.....	159
Figure 150 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le BP11.....	160
Figure 151 : Fiche piézomètre PZ7	164
Figure 152 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie semestrielle.....	166
Figure 153 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6.....	167
Figure 154 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6.....	167
Figure 155 : Niveau d'eau dans le PZ7 et pluviométrie semestrielle	168
Figure 156 : Concentrations en arsenic total, dissous et niveau d'eau dans le PZ7	168
Figure 157 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le PZ7	169
Figure 158 : Schéma conceptuel des pollutions et transferts potentiels	170
Photo 1 : Puits et raccordement au complexe d'étanchéité (16/03/21).....	17
Photo 2 : Puits protégé par un regard bétonné (13/10/21)	17
Photo 3 : Jonction des deux nouvelles conduites des drains D1 et D2 (10/05/21)	18
Photo 4 : Nouvelle conduite unique du drain Montredon et des 4 puits de pompage au niveau du regard de la station (24/08/21)	18

Photo 5 : Raccordement des puits de pompage à la conduite de Montredon	18
Photo 6 : Sortie du drain de pied du flanc est de Montredon (26/01/21)	19
Photo 7 : Descente d'eau vers le drain de pied du flanc Est de Montredon	19
Photo 8 : Flanc Ouest de Montredon (30/06/21).....	20
Photo 9 : Flanc Ouest de Montredon (17/12/21).....	20
Photo 10 : Descente d'eau avec membrane bitumineuse flanc Ouest (20/12/21)	20
Photo 11 : Descente d'eau vue vers le nord (20/12/21)	20
Photo 12 : Fluage de la géomembrane - Flanc Ouest (09/09/21)	21
Photo 13 : Déchaussement d'un drain - Flanc ouest (09/09/21)	21
Photo 14 : Fossé sur la plateforme +248m NGF (14/12/21).....	21
Photo 15 : Caniveau avec stagnation d'eau + 248 m NGF (14/12/21)	21
Photo 16 : Exutoire milieu plateforme +248m NGF (14/12/21).....	22
Photo 17 : Exutoire début de la plateforme +248mNGF (vue d'en bas) (14/12/21).....	22
Photo 18 : Drains sub-horizontaux sur le talus aval du flanc ouest (14/12/21)	22
Photo 19 : Piste du flanc sud (16/11/21).....	23
Photo 20 : Portail du flanc sud (13/10/21)	23
Photo 21 : Traces d'érosion superficielles (14/12/21)	23
Photo 22 : Erosion jusqu'à l'accroche terre (14/12/21)	23
Photo 23 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (21/05/21)	24
Photo 24 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (22/11/21)	24
Photo 25 : Vue de la partie sommitale de Montredon (29/11/21)	25
Photo 26 : Erosion en bordure de géomembrane (09/09/21)	25
Photo 27 : Matériel de prélèvement des eaux souterraines.....	51
Photo 28 : Point de vue n°1 – flanc ouest (30/08/21).....	98
Photo 29 : Point de vue n°2 – flanc nord (30/08/21)	98
Photo 30 : Point de vue n°3 – flanc nord-ouest (30/08/21)	98
Photo 31 : Point de vue n°3 – flanc nord-ouest et piste refaite (30/08/21)	98
Photo 32 : Point de vue n°3 – détérioration piste flanc nord-ouest (25/05/21)	98
Photo 33 : Débordement au regard n°5 Sud (16/02/21).....	99
Photo 34 : Colmatage du drain de collecte Sud (16/02/21)	99
Photo 35 : Bassin de collecte des drains inférieurs (09/09/21).....	99
Photo 36 : Déversoir amont vers le bassin de dissipation d'énergie (09/09/21)	100
Photo 37 : Bassin de dissipation d'énergie vue depuis le déversoir amont (09/09/21).....	100
Photo 38 : Désordre n°4 – Fossé et flanc non recouverts (05/01/22).....	100
Photo 39 : Désordre n°7 - Fossé de collecte des eaux pluviales - Sables non recouverts (05/01/22).....	100
Photo 40 : Localisation des désordres identifiés sur l'Artus (source FONDASOL)	101
Photo 41 : Vue des six bassins d'évaporation (septembre 2021).....	142
Photo 42 : Zone de l'ancienne usine Artus (21/06/21)	151
Photo 43 : Zone du champ Magné (21/06/21).....	151
Photo 44 : Zone de l'ancienne usine Artus (17/17/21)	151
Photo 45 : Zone du champ Magné (17/12/21)	151
Photo 46 : Caniveau d'évacuation des eaux pluviales traversant le champ Magné (21/06/21)	152
Photo 47 : Caniveau d'évacuation des eaux pluviales traversant le champ Magné (29/12/21)	152
Photo 48 : Bassin de dissipation (19/07/21)	152
Photo 49 : Bassin de dissipation (29/11/21)	152
Photo 50 : Situation des piézomètres / anciennes unités ICPE (sur fond Géoportail)	155
Photo 51 : Vue aérienne du site des anciennes plages de la Caunette (fond de carte Géoportail)	161
Photo 52 : Vue générale du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon	161
Photo 53 : Vue sur le château de la Caunette depuis l'ancienne plage de la caunette (30/08/21)	162
Photo 54 : Végétation au niveau des anciennes plages (30/08/21).....	162
Photo 55 : Piste entourant les anciennes plages (30/08/21)	162
Photo 56 : Caniveau ceinturant le site avec une végétation très dense (30/08/21)	162
Photo 57 : Accès condamné à l'ancienne plage (30/08/21).....	163
Photo 58 : Vue du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon (21/05/21).....	163

Tableau 1 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 1 ^{er} trimestre 2021.....	34
Tableau 2 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 2 ^{ème} trimestre 2021	35
Tableau 3 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 3 ^{ème} trimestre 2021	36
Tableau 4 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon	40
Tableau 5 : Analyses des eaux superficielles autour de Montredon	52
Tableau 6 : Analyses des drains périphériques de Montredon jusqu'en avril 2021	76
Tableau 7 : Analyses de la conduite unique des eaux de Montredon à partir de mai 2021	76
Tableau 8 : Caractéristiques des piézomètres suivi renforcé de Montredon.....	82
Tableau 9 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-01.....	85
Tableau 10 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-02	85
Tableau 11 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-01	87
Tableau 12 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-02	87
Tableau 13 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ Central.....	89
Tableau 14 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-03.....	90
Tableau 15 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-04.....	92
Tableau 16 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-05.....	93
Tableau 17 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-09.....	94
Tableau 18 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-10.....	95
Tableau 19 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-13.....	96
Tableau 20 : Relevés topographiques sur le stockage de l'Artus	103
Tableau 21 : Analyses dans l'Orbiel en amont et en aval du site de l'Artus	113
Tableau 22 : Analyses sur le piézomètre L5 en amont du site de l'Artus	116
Tableau 23 : Analyses sur le piézomètre PZ14 sur le site de l'Artus	116
Tableau 24 : Analyses sur le piézomètre PZ15 sur le site de l'Artus	117
Tableau 25 : Analyses sur le piézomètre SC7 en aval du site de l'Artus.....	117
Tableau 26 : Analyses sur le piézomètre L2 en aval du site de l'Artus	118
Tableau 27 : Analyses sur le piézomètre SEPS1 en aval du site de l'Artus	118
Tableau 28 : Analyses sur le piézomètre SEPS2 en aval du site de l'Artus	119
Tableau 29 : Analyses des bassins de l'Artus (janvier 2021)	143
Tableau 30 : Analyses des bassins de l'Artus (février 2021)	143
Tableau 31 : Analyses des bassins de l'Artus (mars 2021)	144
Tableau 32 : Analyses des bassins de l'Artus (avril 2021).....	144
Tableau 33 : Analyses des bassins de l'Artus (mai 2021)	145
Tableau 34 : Analyses des bassins de l'Artus (juin 2021)	145
Tableau 35 : Analyses des bassins de l'Artus (juillet 2021)	146
Tableau 36 : Analyses des bassins de l'Artus (août 2021)	146
Tableau 37 : Analyses des bassins de l'Artus (septembre 2021)	147
Tableau 38 : Analyses des bassins de l'Artus (octobre 2021)	147
Tableau 39 : Analyses des bassins de l'Artus (novembre 2021)	148
Tableau 40 : Analyses des bassins de l'Artus (décembre 2021)	148
Tableau 41 : Analyses sur le piézomètre PZ8	156
Tableau 42 : Analyses sur le piézomètre BP11	156
Tableau 43 : Analyses du piézomètre PZ6	165
Tableau 44 : Analyses du piézomètre PZ7	165

Résumé non technique

Le BRGM DPSM UTAM-SUD a mandaté MINELIS pour surveiller les stockages et sols pollués de divers sites autour de Combe du Saut.

Les stockages principaux sont Montredon et l'Artus.

Le stockage de Montredon ne présente pas d'évolution notable pendant et après les travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage qui se sont terminés en mai 2021. Une surveillance renforcée du bassin a été menée afin de vérifier que les travaux n'entraînent pas de désordres imprévus. Les plots topographiques, autres que ceux présents en partie sommitale qui ont été déposés durant les travaux, n'ont pas présenté d'évolutions importantes. De même, les cellules de pression interstitielles ne montrent pas d'évolution particulière liée aux travaux. Les inclinomètres IC5 et IC6 sur le flanc Ouest, complétés par IC7 sur le flanc Est n'ont montré aucun mouvement significatif en 2021.

Le niveau des piézomètres autour de Montredon suit dans l'ensemble les fluctuations pluviométriques saisonnières. La qualité des eaux souterraines est également conforme à celle observée les années précédentes.

Les anciennes plages de l'Artus ne présentent pas non plus d'évolution notable, sauf localement une progression des zones d'érosion déjà identifiées. Celles-ci ont fait l'objet d'une expertise par Fondasol en 2021 qui a défini 10 zones à traiter en priorité avec un programme de travaux et un chiffrage transmis au BRGM.

Les niveaux des piézomètres de l'Artus suivent les fluctuations pluviométriques saisonnières. La qualité des eaux souterraines est également homogène à celles observées les années précédentes.

Pour les autres sites comme les emplacements de l'ancienne usine Artus et le champ Magné, aucun désordre important n'est observé. Le caniveau d'évacuation des eaux pluviales au milieu du champ Magné est propre et il n'y a pas d'obstacle à l'écoulement des eaux. La végétation se développe normalement sur ces deux zones.

Les anciennes plages et l'usine de la Caunette ne présentent pas de problème particulier. La végétation s'y développe normalement, même si celle-ci reste assez clairsemée dans l'ensemble.

Résumé technique

Synthèse	
Client	BRGM DPSM UTAM-SUD
Site	SALSIGNE
Contexte de l'étude	Surveillance des stockages et sols pollués pour l'année 2021
	<p><u>Stockage de Montredon pour l'année 2021</u></p> <p>Les travaux de rétablissement du confinement étanche du stockage se sont terminés en mai 2021. La surveillance renforcée durant les travaux depuis août 2020 a été arrêtée en juin 2021.</p> <p>Les niveaux d'eau des piézomètres installés en partie sommitale contrôlés toutes les semaines durant les travaux sont à nouveau surveillés mensuellement depuis juin 2021 (après les travaux de couverture). L'ensemble des niveaux d'eau n'a pas montré d'évolution significative durant la période de travaux et il semble que les niveaux d'eaux diminuent depuis juin avec le pompage des 4 puits mis en place en partie sommitale.</p> <p>En termes de qualité, les piézomètres les plus impactés restent ceux ciblant les eaux internes au stockage avec des concentrations en arsenic importantes (comme sur les ouvrages SD18-09 et SD18-10) Les concentrations en arsenic ont fortement augmenté au cours des travaux au fur et à mesure de l'enlèvement de l'ancienne membrane et le remodelage des matériaux, comme il a été constaté sur les piézomètres SD18-09, SD18-10 et SD18-13. En revanche, les niveaux d'eau ont progressivement diminué dans ces mêmes piézomètres une fois la couverture mise en place.</p> <p>Les autres piézomètres en périphérie du bassin n'ont pas montré d'évolution des concentrations en arsenic ou en cyanures.</p> <p>Les contrôles inclinométriques sont maintenant réalisés à l'aide de 3 ouvrages (IC5 et IC6 sur le flanc Ouest et IC7 sur le flanc Est). Les résultats ne montrent pas d'évolutions significatives des mouvements pendant ni après les travaux.</p> <p>Les cellules de pression interstitielles qui montraient avant les travaux que le stock se saturait légèrement mais progressivement semblent montrer une diminution de la pression, mais cela est trop tôt pour affirmer qu'il s'agit des premiers effets des travaux. Cela sera suivi en 2022.</p> <p>Les plots topographiques n'indiquent pas de mouvements significatifs pendant ni après les travaux.</p> <p><u>Plages de l'Artus pour l'année 2021</u></p> <p>L'état général des plages de l'Artus n'a pas beaucoup évolué en 2021. On notera toutefois que suite aux divers épisodes pluvieux de 2018 et de mai juin 2020, les zones d'érosion déjà identifiées ont tendance à progresser, mettant à nu les résidus miniers. Une expertise menée par Fondasol en 2021 a permis de caractériser 10 désordres à traiter en priorité. Un programme de travaux à réaliser avec chiffrage a été transmis au BRGM.</p>

	<p>Usine Artus et champ Magné pour l'année 2021 L'état général de l'ancienne zone de l'usine Artus et du champ Magné ne présente pas d'évolutions majeures pour l'année 2021 par rapport aux années précédentes.</p> <p>Plages et usine de la Caunette pour l'année 2021 L'état général des anciennes plages et de l'usine de la Caunette ne présente pas d'évolutions majeures pour l'année 2021 par rapport aux années précédentes.</p>
Prestation élémentaire A210 – Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	
<p>Eaux souterraines - Résultats analytiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour Montredon : les drains D1 et D2 ont été regroupés dans un drain unique en avril 2021. Ce drain récupère également les eaux des 4 puits de pompage de Montredon. Ce drain s'écoule normalement et les eaux sont traitées à la station. On ne note pas d'évolution en termes de qualité aussi bien sur l'arsenic que les cyanures. - En règle générale, les concentrations en arsenic total et dissous dans les piézomètres autour du bassin de Montredon restent sensiblement identiques en 2021 par rapport aux valeurs précédentes. - Pour l'Artus : Les deux piézomètres situés dans les plages de l'Artus Pz14 et Pz15 présentent toujours des concentrations élevées en arsenic total (48,1 mg/L pour le PZ14 et 7,47 mg/L pour le PZ15 en moyenne sur 2021). Ces eaux contiennent également des cyanures totaux, mais pas de cyanures libres. On notera que les piézomètres PZ14 et PZ15 sont situés dans les schlamms (granulométrie fine) constituant le stockage de l'Artus, avec une plus faible perméabilité et sont donc probablement moins directement influencés par les pluies. - Sur les piézomètres en périphérie de l'Artus, l'arsenic se trouve majoritairement sous forme particulaire (L5, SC7, L2, SEPS1 et SEPS2) et les concentrations en arsenic total sont globalement stables. On détecte sur tous ces piézomètres des traces de cyanures totaux, et peu ou pas de cyanures libres. - On observe peu d'évolutions des niveaux d'eau par rapport aux précédentes mesures. Ces évolutions restent calées sur les cycles pluviométriques. - Pour l'usine Artus et le champ Magné : Les concentrations en arsenic sont restées stables en 2021 et homogènes avec les années précédentes. Aucune trace de cyanures n'est détectée dans le BP11 et très faibles dans le PZ8. - Pour l'usine et les plages de la Caunette : Pour le piézomètre PZ7 les concentrations en arsenic sont restées stables en 2021 et conformes aux concentrations relevées les précédentes années.
Conclusion et préconisations	
<p>Surveillance des stockages</p> <p>Eaux souterraines</p>	<p>La surveillance des stockages va se poursuivre en 2022 selon le marché de travaux HASUD210716.</p> <p>Les évolutions semblent suivre celles déjà observées les années précédentes. Un décolmatage de tous les piézomètres suivis sur l'ensemble des sites est programmé en 2022, ainsi que le remplacement de certains ouvrages de diamètre trop réduit pour une purge correcte.</p>

INTRODUCTION

Depuis le 1^{er} Juillet 2006, le BRGM, et plus particulièrement le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM), a en charge la surveillance de l'ancien site minier de Salsigne. Le BRGM a mandaté le bureau d'études MINELIS pour effectuer cette surveillance depuis cette date.

Les sites à surveiller sont les suivants :

- ✓ Stockage de Montredon : bassin de stockage des concentrés de flottation ;
- ✓ Stockage de l'Artus : plages de dépôt des stériles de flottation ;
- ✓ Usine de l'Artus et Champ Magné : ex-usine de cyanuration des stériles de la SNC Lastours puis centre de transfert des stériles MOS vers l'Artus, et l'ancien stockage MPCS ;
- ✓ Plages de la Caunette : stockages de stériles et concentrés de flottation ;
- ✓ Usine de la Caunette : unité de la Caunette MOS.

La surveillance de ces sites est multiple et variable selon les sites. Elle consiste en des vérifications de stabilité, de qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines et de l'état de la végétation. Le suivi géotechnique est réalisé par notre sous-traitant FONDASOL, basé à l'Union près de Toulouse.

Les résultats des analyses réalisées par le laboratoire EUROFINs de Saverne sur l'ensemble des prélèvements effectués dans le cadre de cette surveillance sont rassemblés dans un document annexe.

Le présent rapport rassemble une présentation du site et les résultats de son suivi environnemental effectué par le bureau d'études MINELIS sur l'année 2021 ainsi que la comparaison avec les années précédentes.

Cette prestation SUIVI suit la norme NF X31-620-2 sur relative aux prestations relatives aux sites et sols pollués – Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle. Elle inclue les prestations élémentaires :

- A210 : prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines ;
- A220 : prélèvements, mesures, observations et /ou analyses sur les eaux superficielles ;
- A270 : Interprétation des résultats des investigations.

1 Stockage de Montredon

1.1 Etat général

Le flanc Ouest du site de Montredon avait fait l'objet de lourds travaux de confortement en 2017. Ces travaux avaient pour but de conforter le talus en stabilisant définitivement l'ensemble des mouvements profonds de faible amplitude observés sur les inclinomètres, ainsi que de reprendre les glissements superficiels affectant la tête de digue côté ouest.

Suite au constat de défauts d'étanchéité du stockage de Montredon, des travaux visant à rétablir le confinement étanche débutés en août 2020 se sont terminés en mai 2021. Ces travaux ont consisté à remplacer la membrane bentonitique défailante (GSB) en la remplaçant par une géomembrane PEHD, de mettre en place des puits de pompage afin de traiter la saturation du stockage ainsi que de neutraliser le défaut d'étanchéité du flanc Est. Les travaux ont également permis d'évacuer des dépôts miniers anciens en pied de digue Est avant la mise en place de la nouvelle couverture étanche.

L'ensemble de la gestion des eaux du site a été reprise sur la partie sommitale et sur les flancs avec la mise en place de descentes d'eau en membrane bitumineuse. Une végétalisation a été réalisée sur l'ensemble du site avec un ensemencement par projection hydraulique ainsi que la mise en place de plants. Enfin, le site a été sécurisé par la pose d'une clôture périphérique et de 3 portails d'accès.



Figure 1 : Situation géographique du stockage de Montredon (d'après Géoportail)

1.2 Fonctionnement du système de drainage

1.2.1 Pompage interne au stockage

En 2021, les travaux de rétablissement de la couverture étanche de Montredon, comprenaient la mise en place de 4 puits de pompage. Ces 4 puits doivent permettre à terme d'éliminer la nappe perchée présente au sein du stockage ainsi que neutraliser le défaut d'étanchéité du flanc Est.



Photo 1 : Puits et raccordement au complexe d'étanchéité (16/03/21)



Photo 2 : Puits protégé par un regard bétonné (13/10/21)

1.2.2 Drains périphériques

Jusqu'en avril 2021, les drains périphériques D1 et D2 récupéraient les eaux du flanc ouest selon deux tracés Sud (D1) et Nord (D2). Ces conduites présentaient de nombreux raccords parfois fuyards comme en 2020 (cf. rapport de DPSMMOS20A-b-2101_V3). En avril 2021, ces deux conduites ont été remplacées en partie haute (sur 400m environ) puis réunies dans une seule nouvelle conduite unique sur les 900m restant jusqu'à la station de traitement de la Combe du Saut. Les eaux s'écoulent par gravité jusqu'à la station. Le débit est relevé toutes les semaines par le prestataire de la station de la Combe du Saut et tous les mois par MINELIS (cf. § 1.5.4.4.).

A noter qu'à partir de mai 2021, les eaux des 4 puits de pompage intermittents sont raccordées à cette même conduite dans sa partie amont.



Photo 3 : Jonction des deux nouvelles conduites des drains D1 et D2 (10/05/21)



Photo 4 : Nouvelle conduite unique du drain Montredon et des 4 puits de pompage au niveau du regard de la station (24/08/21)

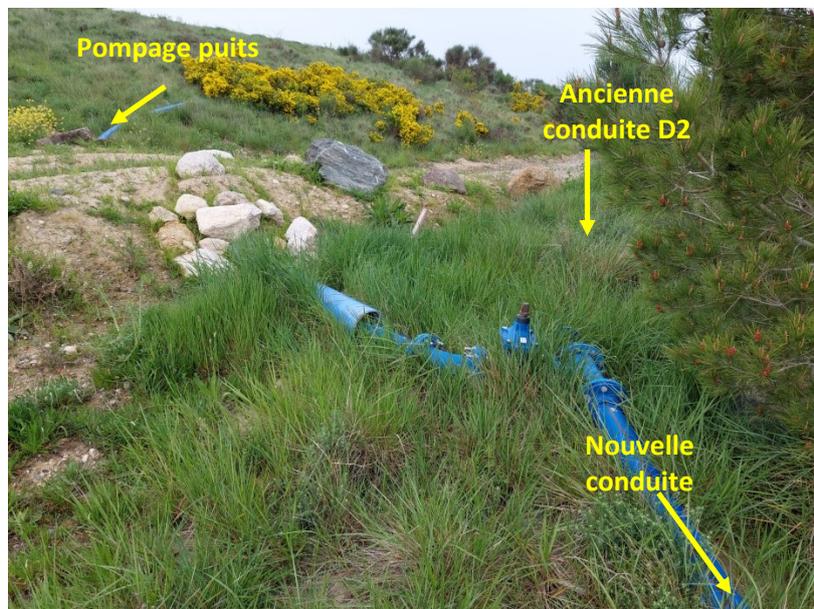


Photo 5 : Raccordement des puits de pompage à la conduite de Montredon

1.2.3 Drain de pied du flanc ouest de Montredon

Le drain de pied du flanc Ouest canalise une source qui était déjà présente dans le talweg avant l'édification du stockage de Montredon. Il permet également de contrôler l'étanchéité de l'argile du bassin si l'on détecte des analyses élevées en cyanures et/ou arsenic.

Le drain continue de s'écouler normalement dans le talweg et rejoint le ruisseau du Gourg-Peyris en aval, puis le Ru Sec. L'accès a été considérablement amélioré lors des travaux 2020-2021 de Montredon avec la création d'une descente d'eau à proximité.

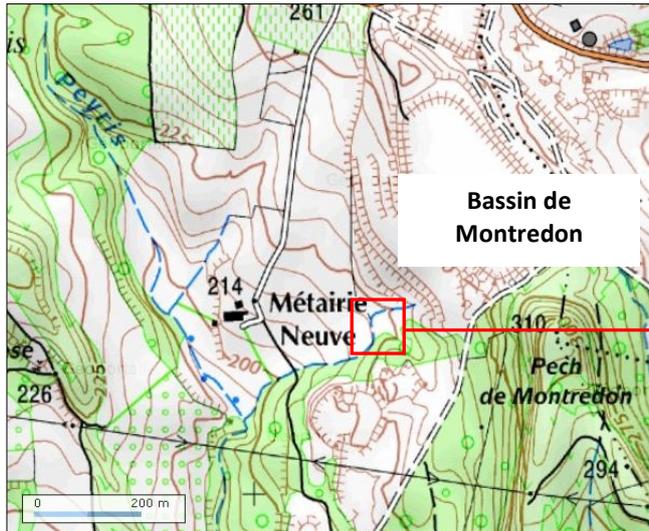


Figure 2 : Zone d'écoulement du drain de pied de Montredon



Photo 6 : Sortie du drain de pied du flanc est de Montredon (26/01/21)



Photo 7 : Descente d'eau vers le drain de pied du flanc Est de Montredon

1.3 Végétalisation et comportement à l'érosion

1.3.1 Flanc Ouest du stockage de Montredon

En mai 2021, les travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage de Montredon se sont terminés. Sur le flanc ouest, qui avait été conforté en 2017 par la mise en place de pieux, les travaux de 2020-2021 ont consisté à reprendre la gestion des eaux pluviales par la mise en place de descentes d'eaux enrochées et de fossés protégés par membranes bitumineuses.



Photo 8 : Flanc Ouest de Montredon (30/06/21)



Photo 9 : Flanc Ouest de Montredon (17/12/21)



Photo 10 : Descente d'eau avec membrane bitumineuse flanc Ouest (20/12/21)



Photo 11 : Descente d'eau vue vers le nord (20/12/21)

Les 9-10 septembre et 23-24 novembre 2021, des épisodes pluviométriques remarquables sont intervenus : environ 100 mm de pluie en 2 jours. Les pluies ont générés quelques désordres.

On notera quelques ravinements, des mouvements de géomembranes sur les descentes d'eau, ou le déchaussement d'un drain. Ces travaux ont été listés par la MOE de suivi des travaux MICA environnement et devront être traités en 2022.



**Photo 12 : Fluage de la géomembrane - Flanc Ouest
(09/09/21)**



**Photo 13 : Déchaussement d'un drain - Flanc ouest
(09/09/21)**

Le caniveau longitudinal à la plateforme +248 m NGF a été reprofilé et recalibré lors des travaux de 2020. Quelques zones de stagnation d'eau résiduelles sont visibles après des pluies comme en décembre 2021, mais de faible hauteur (maximum 2cm). Un exutoire en enrochements bétonnés a été créé en milieu de plateforme afin de permettre l'évacuation des eaux de cette plateforme.



**Photo 14 : Fossé sur la plateforme +248m NGF
(14/12/21)**



**Photo 15 : Caniveau avec stagnation d'eau + 248 m
NGF (14/12/21)**

Les exutoires de cette plateforme sont en bon état et n'ont pas subis de désordres depuis leur reprise en enrochements bétonnés.



**Photo 16 : Exutoire milieu plateforme +248m NGF
(14/12/21)**



**Photo 17 : Exutoire début de la plateforme
+248mNGF (vue d'en bas) (14/12/21)**

Le talus aval du flanc Ouest ne présente pas de désordres particuliers : les drains sub horizontaux installés en 2017 sont bien en place.



Photo 18 : Drains sub-horizontaux sur le talus aval du flanc ouest (14/12/21)

1.3.2 Flanc sud du stockage de Montredon

Le flanc sud du stockage de Montredon a été en partie repris lors des travaux de 2020-2021. Ce flanc a été de plus sécurisé par la mise en place de la clôture et d'un portail.



Photo 19 : Piste du flanc sud (16/11/21)



Photo 20 : Portail du flanc sud (13/10/21)

Quelques traces d'érosion sont apparues sur ce flanc Sud suite aux divers épisodes pluvieux de la fin d'année 2021, avec par endroit la découverte jusqu'à l'accroche terre.



Photo 21 : Traces d'érosion superficielles (14/12/21)



Photo 22 : Erosion jusqu'à l'accroche terre (14/12/21)

1.3.3 Flanc Est du stockage de Montredon

Le talus général du flanc est de Montredon ne présente pas de trace de ravinement important. La végétation de ce flanc est plus ou moins bien développée en fonction de la période de l'année (cf. photo 22 et 23). Les travaux de Montredon ont repris la gestion des eaux pluviales sur le site, notamment en créant des descentes d'eau sur le flanc est du stockage.



Photo 23 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (21/05/21)

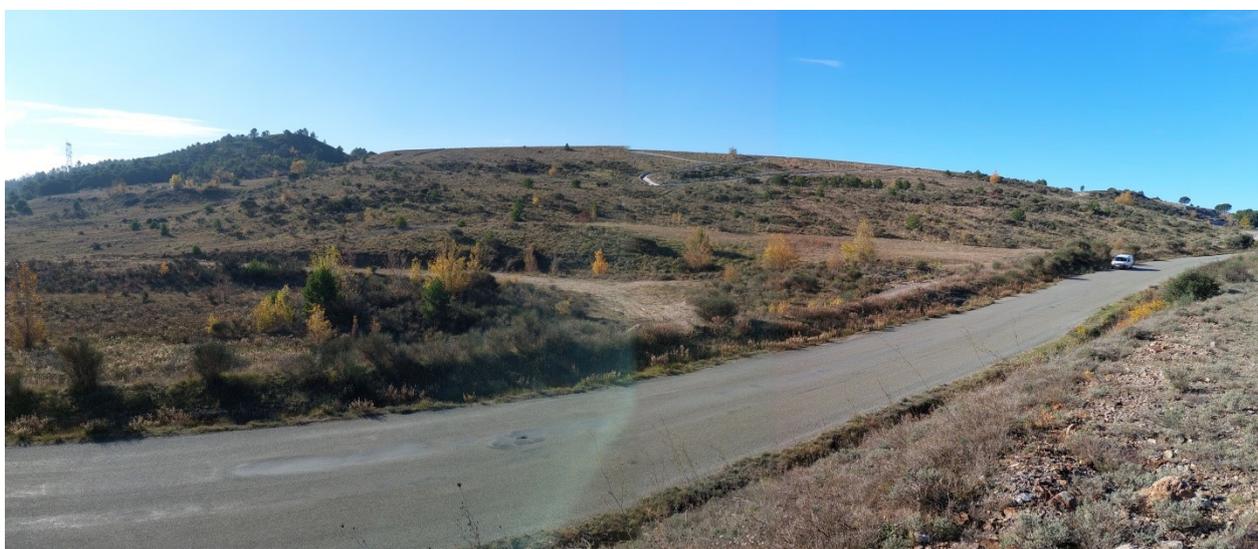


Photo 24 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (22/11/21)

1.3.4 Partie sommitale du stockage de Montredon

La partie sommitale de Montredon a été entièrement reprise pour refaire le complexe d'étanchéité. Un remodelage a été réalisé afin de diriger au mieux les eaux de ruissellement vers les descentes d'eaux respectives des flancs Ouest et Est. Une végétalisation par projection hydraulique a été réalisée (1^{ère} passe) en novembre 2021.



Photo 25 : Vue de la partie sommitale de Montredon (29/11/21)

On notera, suites aux pluies de septembre et novembre 2021, l'apparition de quelques zones d'érosion en bordure de géomembrane même à faible pente sur la partie sommitale. Ces zones seront traitées en 2022.



Photo 26 : Erosion en bordure de géomembrane (09/09/21)

1.4 Stabilité

Nous avons fait appel à la société FONDASOL pour réaliser le relevé des inclinomètres selon la norme NF-P-94-500 de décembre 2006 (modifiée en novembre 2013) définissant les missions d'ingénierie géotechnique, et qui correspond dans notre cas à une mission de diagnostic géotechnique (G5).

Ce bassin est surveillé à partir des ouvrages suivants :

- **2 inclinomètres** : IC5 sur la banquette +247 m et IC6 sur la banquette +263 m (côté Ouest) ; IC7 sur la banquette +268 m (coté Est créé en septembre 2020) ;
- **6 cellules de pression interstitielle** : A, E1, E2 et C côté ouest, SCO1 et SCO3 au sommet ;
- **4 piézomètres** SPI, SPJ, SPB et PzO côté ouest ; **3 piézomètres** Pz6, Pz5 et PzE Bis coté est ;
- **11 plots topographiques** au sommet.

Les caractéristiques des ouvrages sont données dans les **Figure 3** à **Figure 10** pages suivantes.

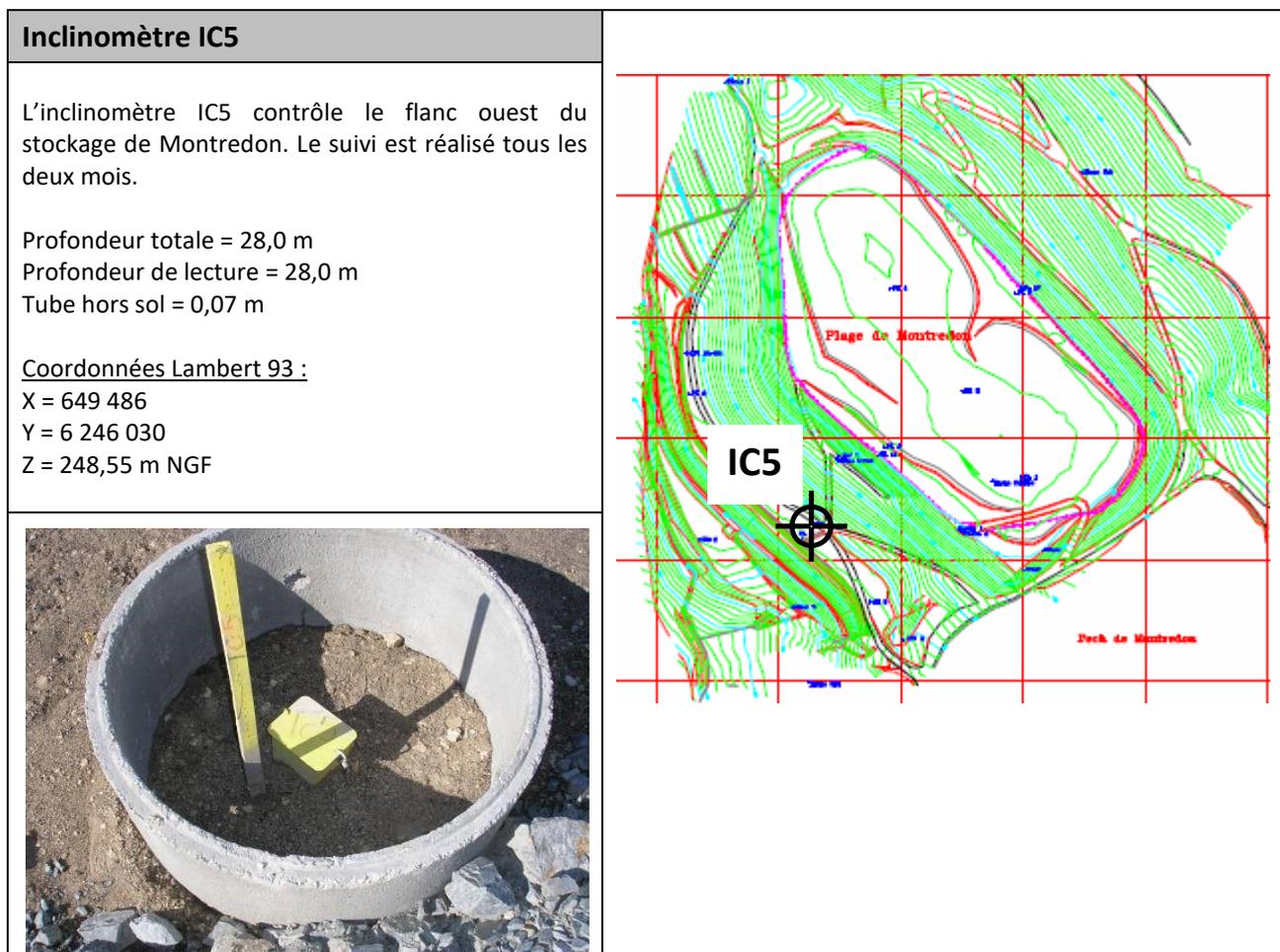


Figure 3 : Fiche inclinomètre IC5

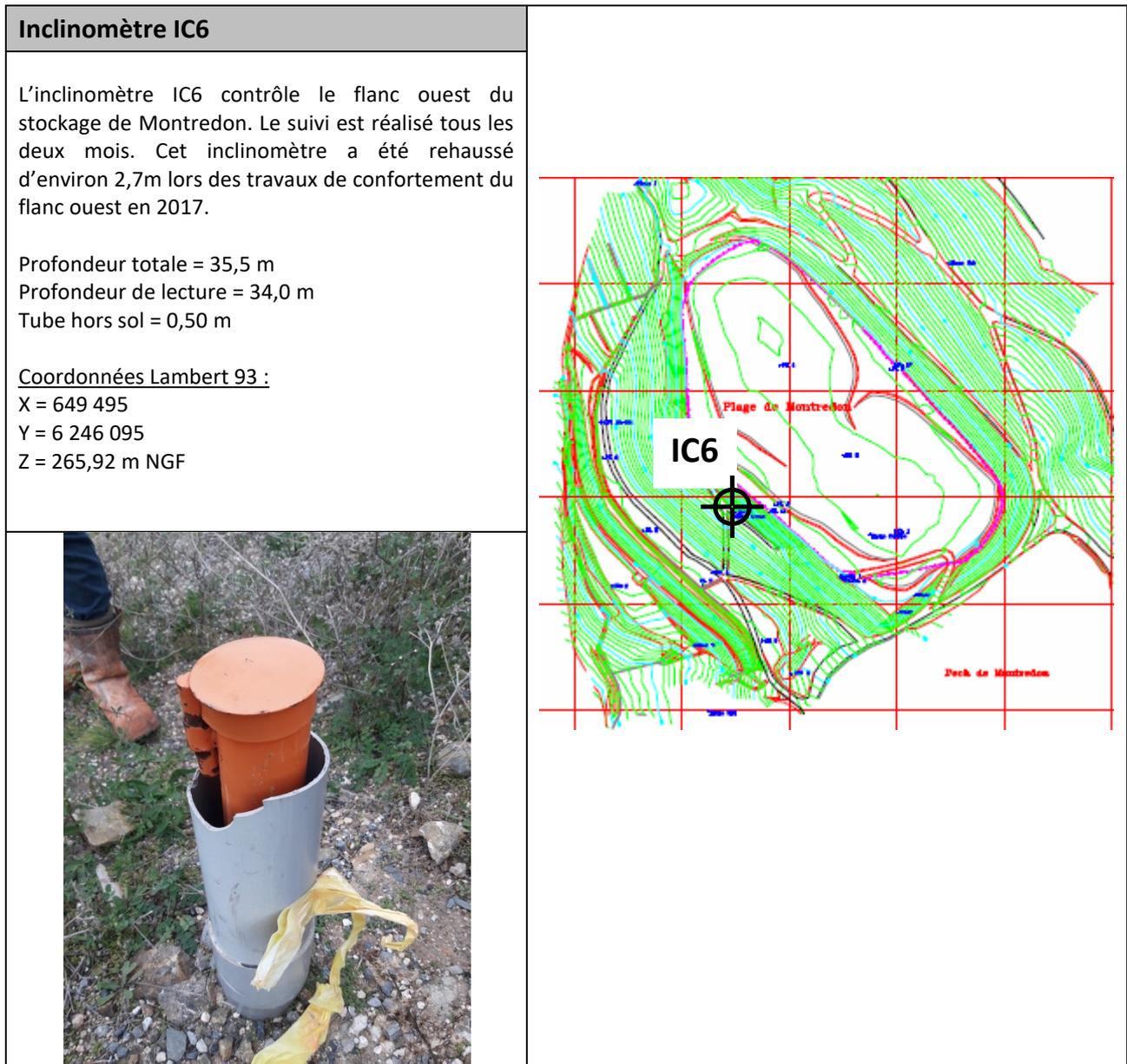


Figure 4 : Fiche inclinomètre IC6

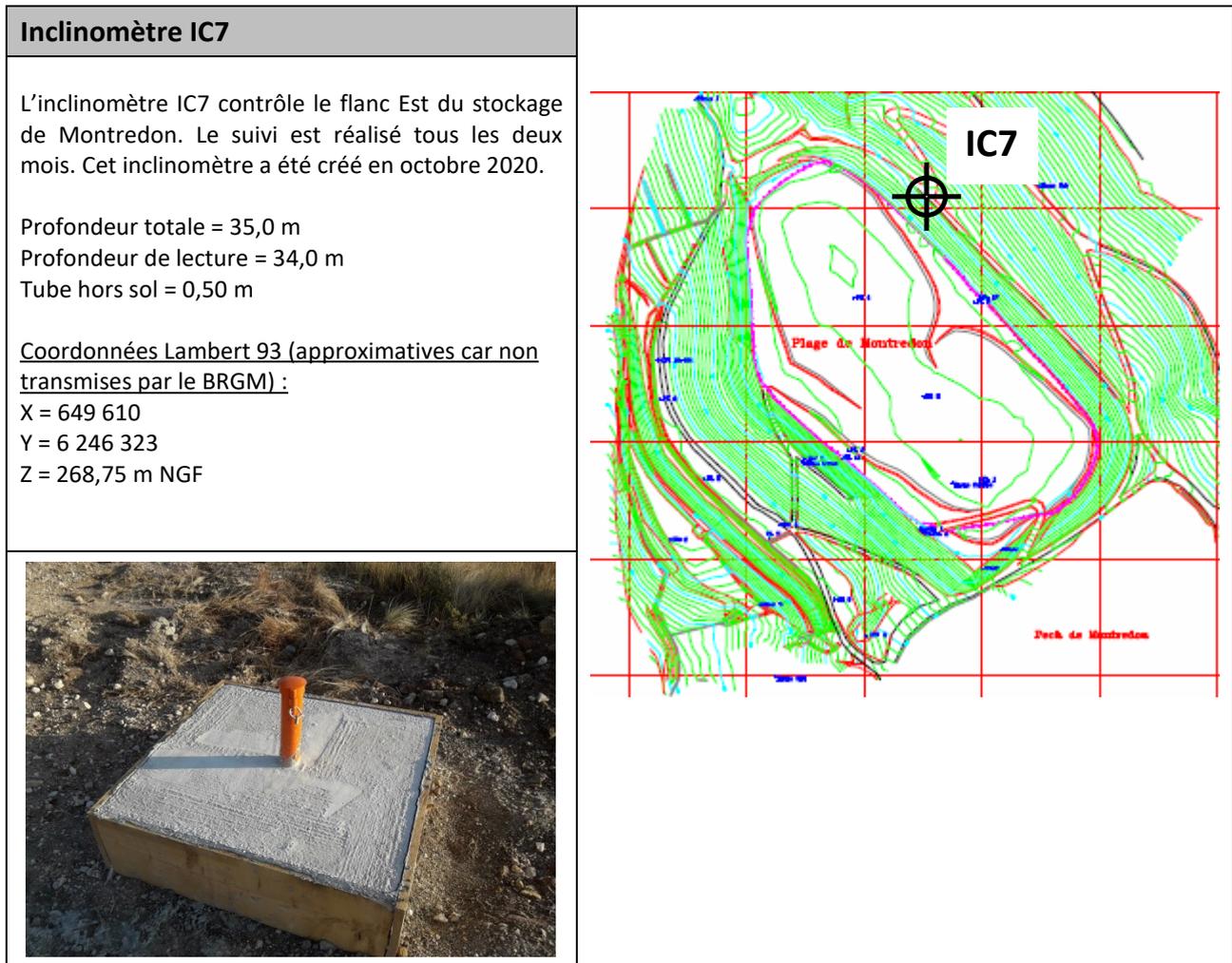


Figure 5 : Fiche inclinomètre IC7

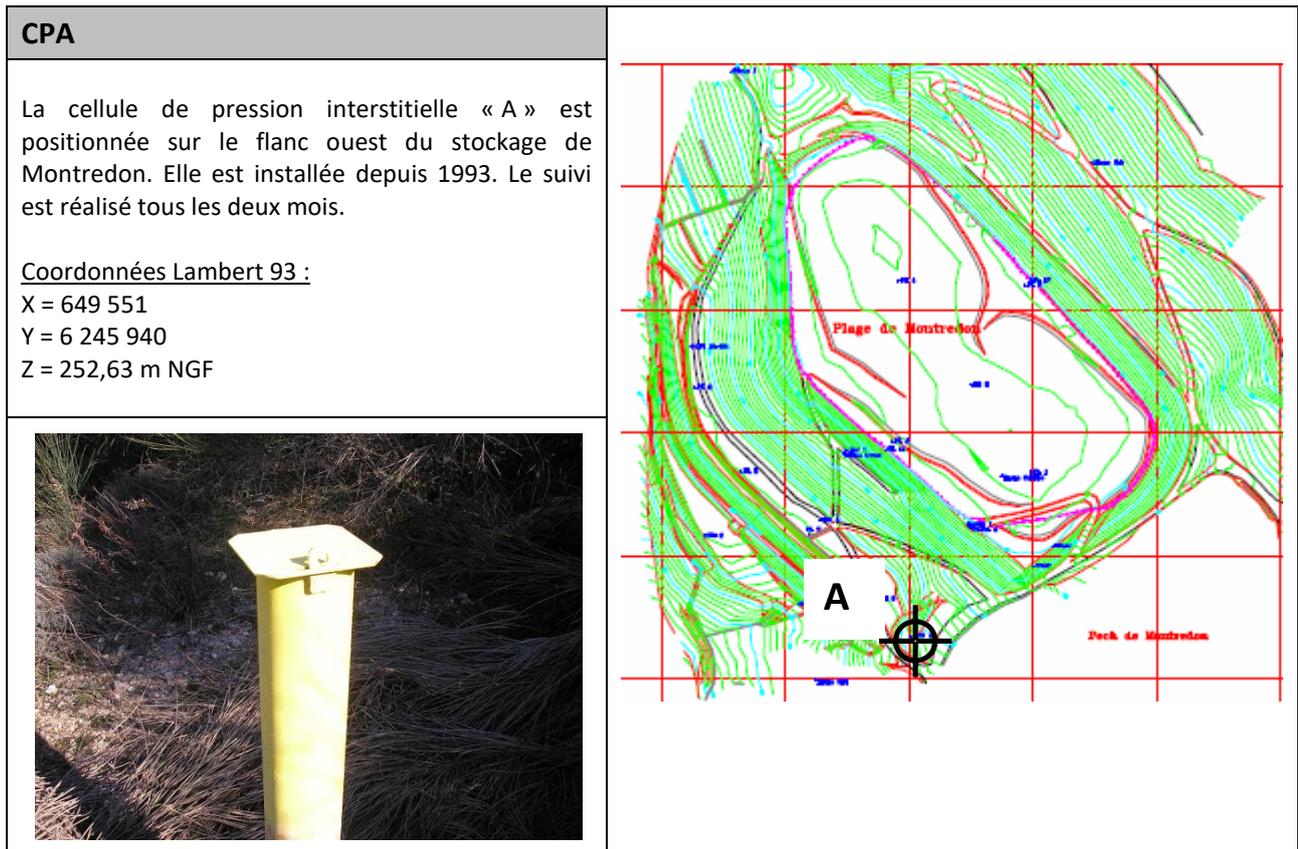


Figure 6 : Fiche cellule de pression interstitielle « A »

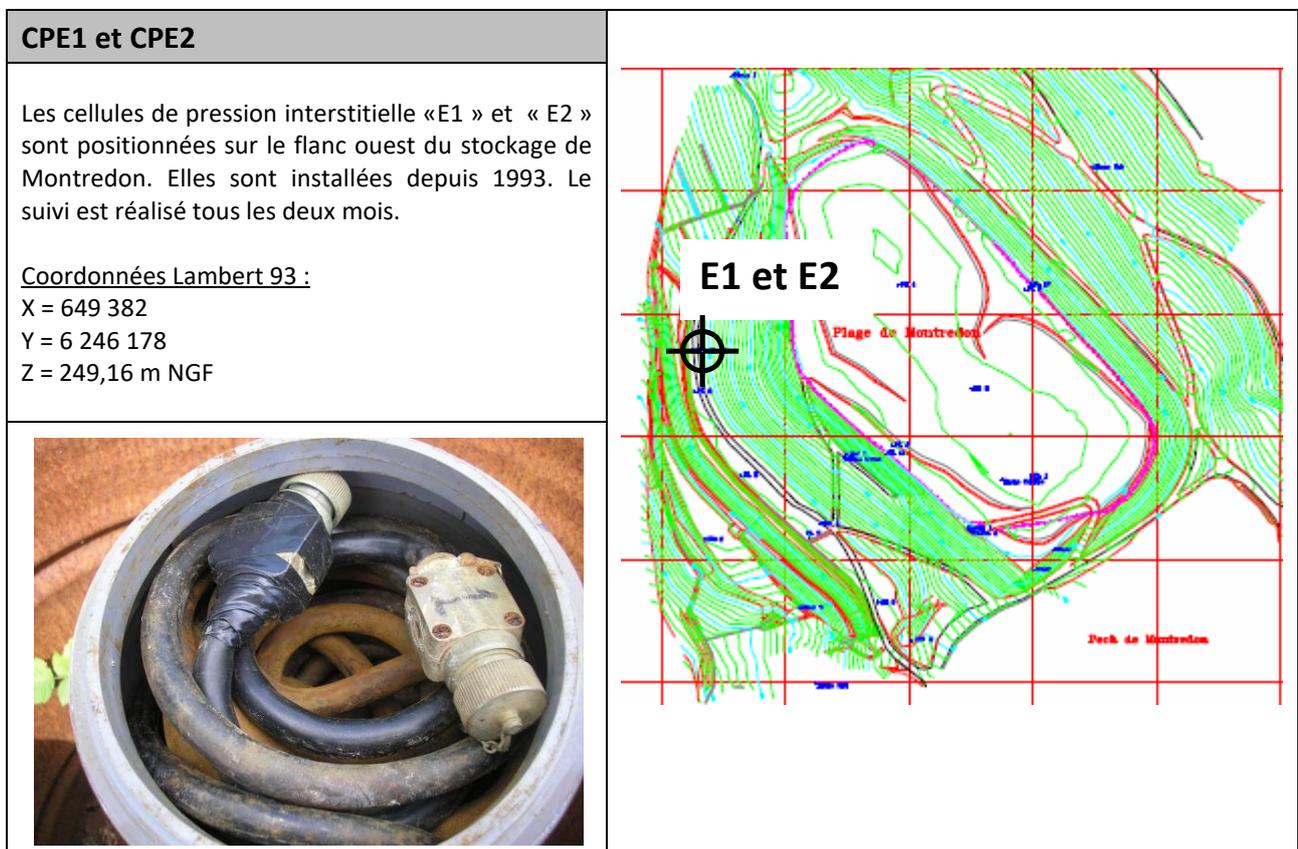


Figure 7 : Fiche cellules de pression interstitielle « E1 et E2 »

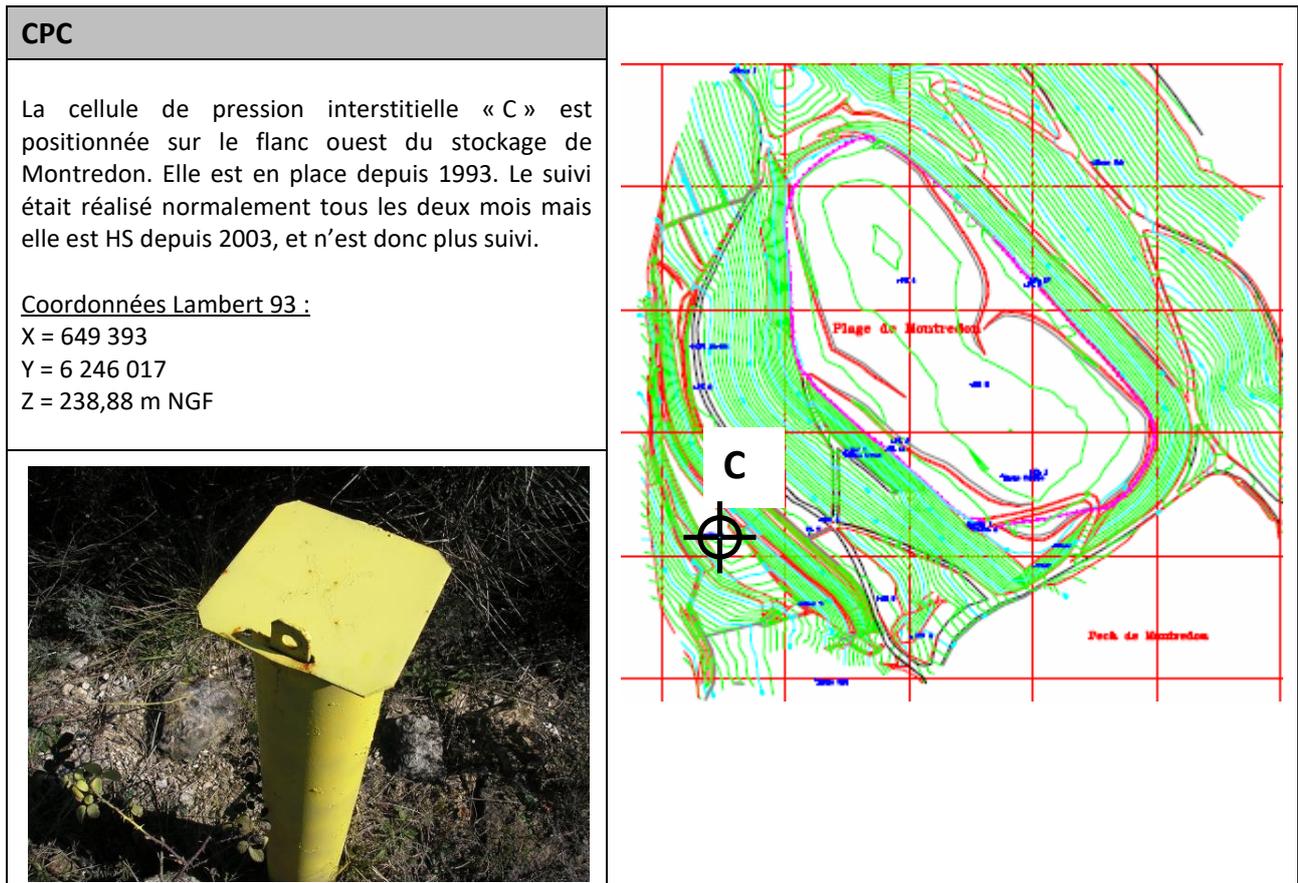


Figure 8 : Fiche cellule de pression interstitielle « C »

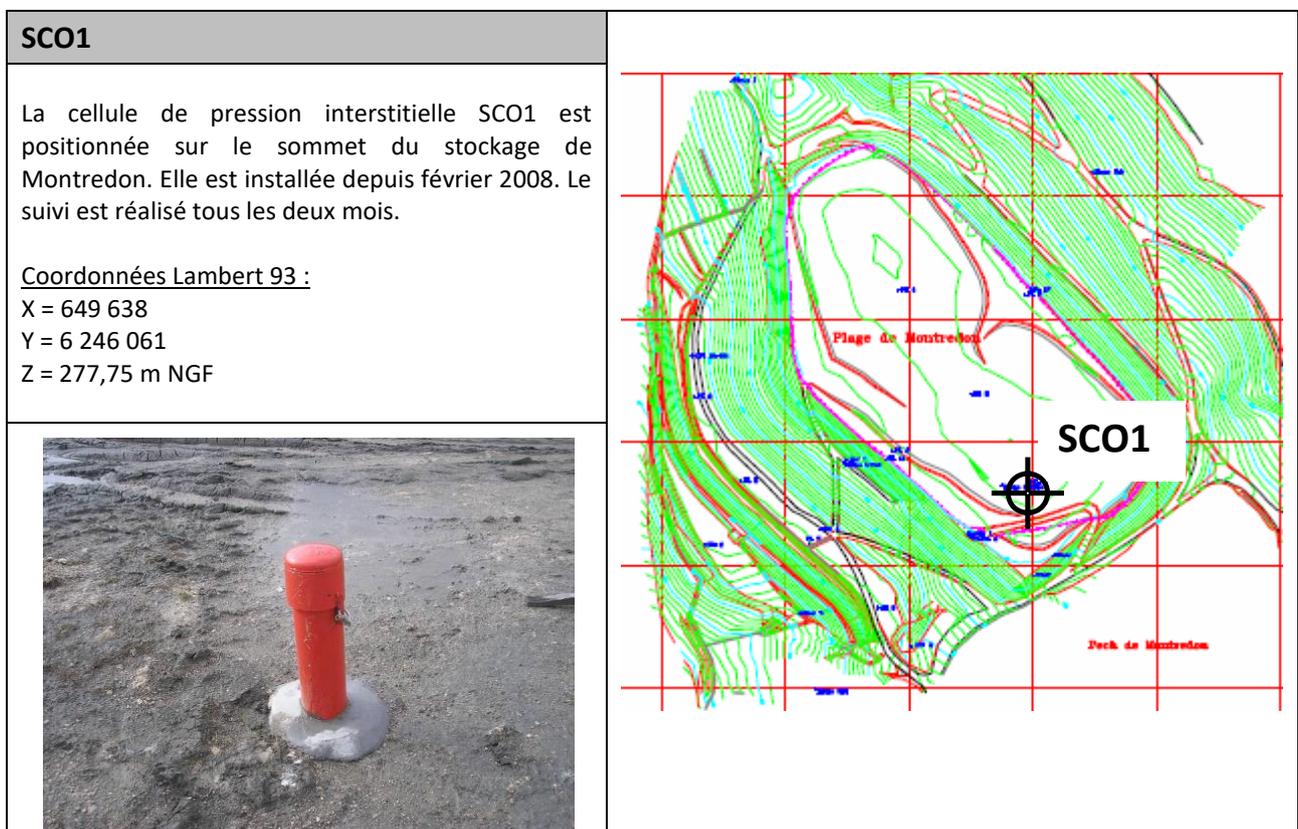


Figure 9 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO1

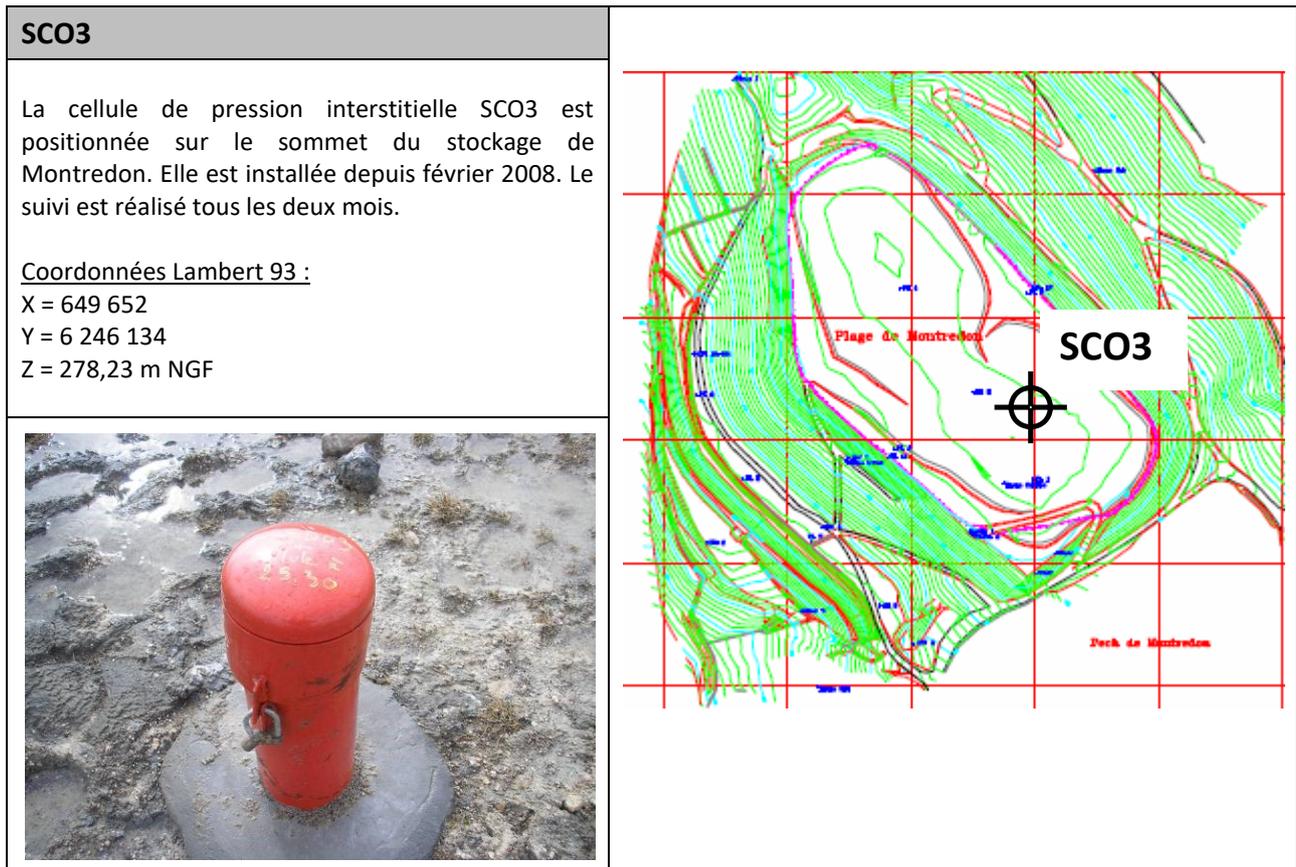


Figure 10 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO3

1.4.1 Relevés inclinométriques

Le contrôle des inclinomètres est réalisé tous les deux mois. Le suivi est effectué depuis 2013 par FONDASOL. Le contrôle des inclinomètres est une opération extrêmement délicate mesurant des déplacements de l'ordre du 1/10^{ème} de millimètres. Ces mesures, pour être fiables, dépendent de l'appareillage et de l'opérateur réalisant l'opération.

Pour 2021, les relevés inclinométriques ont été réalisés aux dates suivantes :

- 14 janvier 2021,
- 24 février 2021,
- 19 mai 2021,
- 15 juin 2021,
- 12 juillet 2021,
- 14 octobre 2021,
- 14 décembre 2021.

Note : La fréquence des dates des relevés a été perturbée durant la crise sanitaire.

On rappellera ici les principales conclusions données par FONDASOL à l'issue du dernier levé de décembre 2021. Les rapports de contrôle inclinométriques sont donnés en ANNEXE.

Inclinomètre IC5 :

- Comparé à Novembre 2019, on note un déplacement oscillant autour de 0 indiquant l'absence de mouvements significatifs au droit de cet ouvrage.
- Les déplacements ponctuels suivis depuis Novembre 2019 sont proches de 0 mm à 2 mm vers l'aval à 12 m, 12,5 m et 20,5 m, en cours de stabilisation.

Inclinomètre IC6 :

NB : FONDASOL rappelle que la rehausse de cet ouvrage lors des travaux de confortement du flanc Ouest de 2017 serait d'environ 2,2 m suivant les éléments topographiques communiqués en juin 2019 comparés aux données topographiques du profil en travers figurant en annexe 1 du présent compte rendu. Ceci implique qu'il ne faut pas prendre en compte les mesures effectuées sur les 3 premiers mètres au minimum.

- La comparaison, effectuée entre novembre 2019 et décembre 2021, indique une diminution des déplacements cumulés qui passeraient de 1,4 cm à 1 cm à 5 m de profondeur. En appliquant strictement la Norme, ils n'atteindraient que 1 mm à partir de 3 m de profondeur.
- L'évolution des déplacements ponctuels montreraient de très faibles variations autour de 25 / 26 m de profondeur (proches de 1 à 3 mm vers l'aval), **avec néanmoins une inversion de tendance** pour revenir à une valeur proche de celle mesurée en juillet 2021.

Inclinomètre IC7 :

- Avec un ancrage supposé à 29m, les déplacements cumulés diminueraient pour passer de 5 mm à 3 mm vers l'amont et seraient nuls avec une interprétation stricte de la Norme.
- Les déplacements calculés peuvent donc être considérés comme négligeables.

En synthèse, les mesures réalisées depuis Novembre 2019 sur IC5 et IC6 sont de bonne qualité et ont montré l'absence de mouvements significatifs dans le cadre d'une application stricte de la Norme.

En mesure brute, il semblerait que le léger mouvement observé sur IC6 ait arrêté sa dynamique vers l'aval avec un retour aux valeurs de déplacements calculées en juillet 2021. L'évolution de cette nouvelle tendance est à suivre.

Enfin, suite à la réalisation de l'inclinomètre IC7, les mesures inclinométriques de décembre 2021 ne mettent pas en évidence de mouvements significatifs par rapport à la mesure de référence réalisée en octobre 2020.

Note : Les essais et interprétations sont faits selon la Norme NFP 94-156. On considère qu'un mouvement est significatif si les déplacements mesurés, par comparaison des séries des demi-différences, dépassent l'incertitude de mesure (soit 2 fois l'écart type).

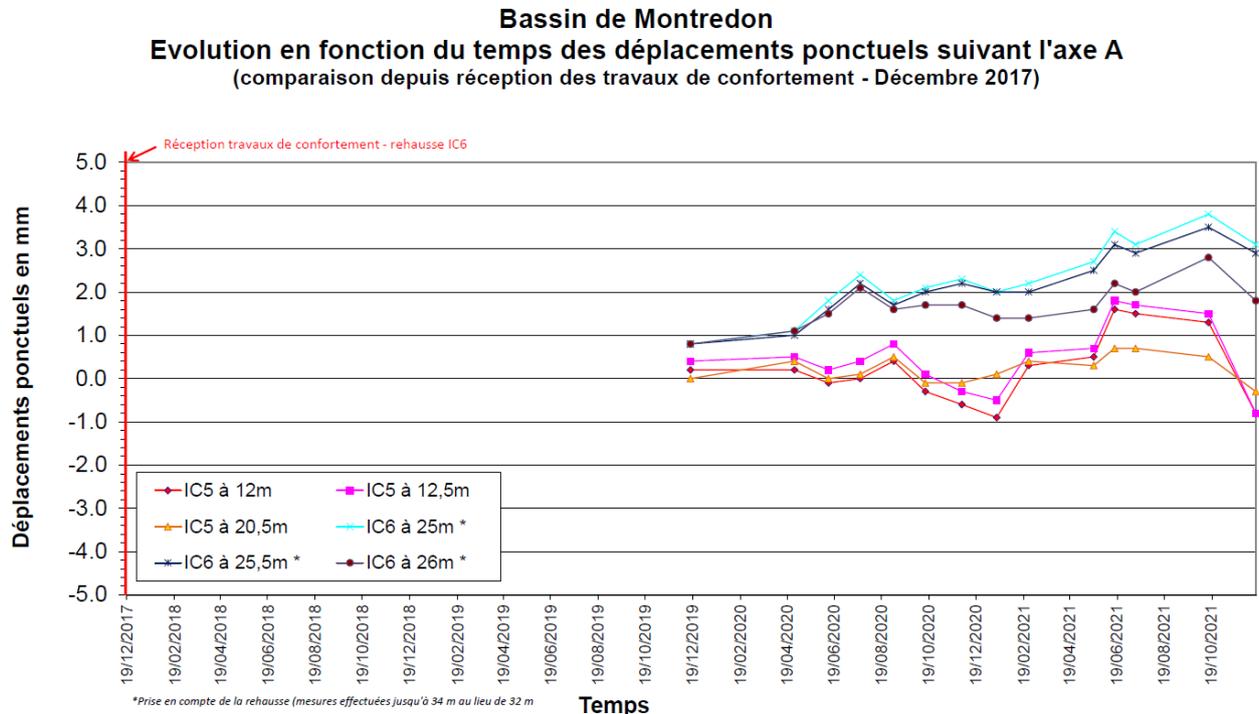


Figure 11 : Evolution des déplacements ponctuels sur IC5 et IC6 depuis novembre 2019 (source FONDASOL)

1.4.2 Relevés des cellules de pression interstitielle

Les mesures des cellules de pression interstitielle sont normalement réalisées tous les deux mois à l'aide de l'appareil TELEMAT PC6 sur le site de Montredon. Toutefois pendant les travaux les contrôles ont été réalisés mensuellement jusqu'en juin 2021,.

Note : La cellule CPC-C n'est plus suivi depuis 2003.

Pour l'année 2021, les mesures sont rassemblées dans les tableaux ci-après :

CPI N° (cote du sol)	Prof. CPI	Cote CPI m NGF	Coefficient $k \cdot 10^{-6}$	N_0 (Hz)	N (Hz)	$P =$ $K \cdot (N^2 - N_0^2) \cdot 100$ (kPa)	Cote de pression interstitielle
Mesures du 25/01/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	988,9	39,12	+235,95
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,8	105,38	+227,87
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,5	8,78	+263,88
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,5	12,54	+253,95
Mesures du 22/02/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	989,0	38,93	+235,93
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,6	105,75	+227,90
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,4	8,98	+263,90
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	893,0	11,65	+253,87
Mesures du 22/03/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	990,1	36,90	+235,73
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	962,0	105,02	+227,83
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,2	9,38	+263,94
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,7	12,19	+253,92

Tableau 1 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 1^{er} trimestre 2021

CPI N° (cote du sol)	Prof. CPI	Cote CPI m NGF	Coefficient $k \cdot 10^{-6}$	N_0 (Hz)	N (Hz)	$P =$ $K \cdot (N^2 - N_0^2) \cdot 100$ (kPa)	Cote de pression interstitielle
Mesures du 26/04/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	991,3	34,69	+235,51
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,9	105,20	+227,85
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,0	9,78	+263,98
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,5	12,54	+253,95
Mesures du 25/05/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	992,0	33,39	+235,38
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	962,2	104,65	+227,79
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,1	9,58	+263,96
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,3	12,90	+253,99
Mesures du 30/06/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	992,2	33,02	+235,34
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,9	105,20	+227,85
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	994,8	10,17	+264,02
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,2	13,08	+254,01

Tableau 2 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 2^{ème} trimestre 2021

Mesures du 23/08/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	993,7	30,25	+235,06
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,9	107,03	+228,03
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	993,8	12,16	+264,22
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	893,2	11,29	+253,83
Mesures du 13/10/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	994,3	29,14	+234,95
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,8	107,21	+228,05
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	994,1	11,57	+264,16
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	893,9	10,04	+253,70
Mesures du 07/12/21							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	995,2	27,47	+234,79
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,9	107,03	+228,03
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,3	9,18	+263,92
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	894,7	8,61	+253,56

Tableau 3 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 3^{ème} et 4^{ème} trimestre 2021

Commentaires :

Ces résultats indiquent des pressions interstitielles, hors cellule A, comprises entre 8,6 et +39,1 kPa suivant les points. Concernant la cellule A, celle-ci présente toujours une pression élevée aux alentours de 106 kPa en moyenne pour 2021, mais cette valeur est proche de la valeur initiale de 1993. Cette cellule contrôle à une plus grande profondeur (35,25 m) par rapport aux autres cellules de Montredon.

Ces mesures n'apparaissent pas excessives d'après FONDASOL, et sont parfaitement cohérentes avec les précédentes mesures effectuées depuis 1995.

A noter que la cellule E2 ne fonctionne plus depuis août 2019 en raison d'une détérioration de la fiche du câble de mesure.

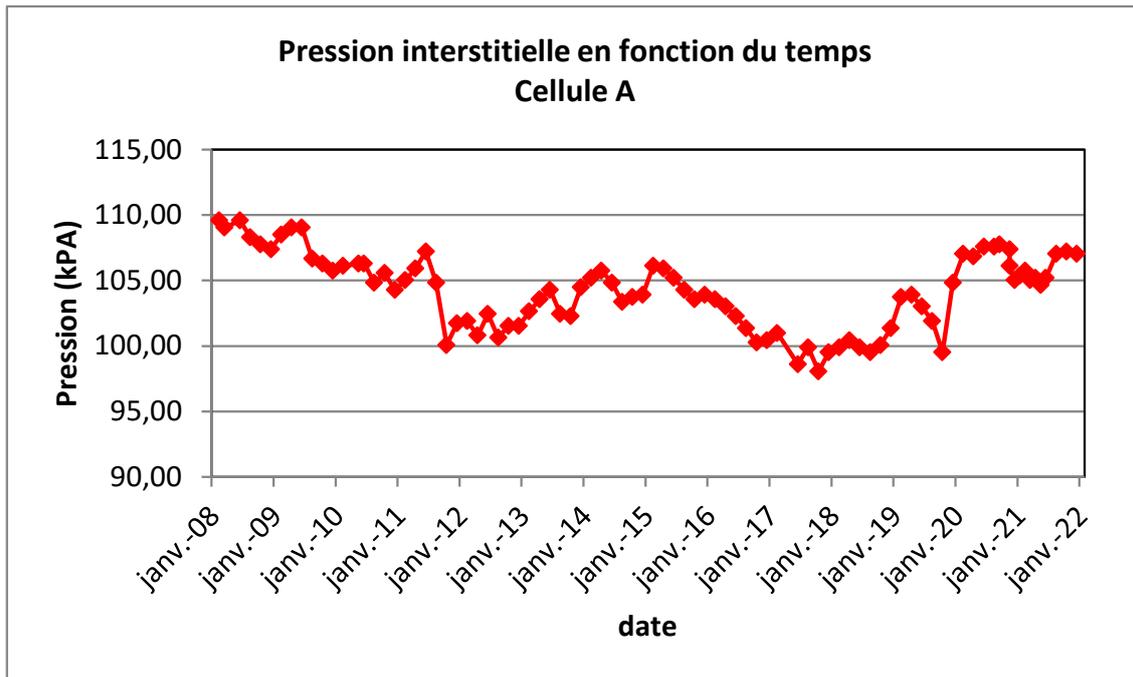


Figure 12 : Relevé de pression interstitielle de la cellule A en fonction du temps

Les cellules de pression interstitielle SC01 et SC03 indiquent une tendance à la stabilisation des pressions interstitielles entre 2015 et 2016, sur des valeurs hautes après une phase d'augmentation régulière de 2008 à fin 2014. De 2015 à 2017, SC01 et SC03 indiquent des abaissements de l'ordre de 1m de la pression jusqu'en juin et octobre 2017. Entre ces deux valeurs, les niveaux restent parmi les plus hauts enregistrés.

Les niveaux sont remontés encore légèrement durant l'hiver 2020, en atteignant des cotes record en SC01 (264,45/264,28mNGF en hiver 2019) et en SC03 (254,04 mNGF). **Ceci indiquait que le stock se sature légèrement et progressivement, ce qui est préjudiciable à la stabilité générale.**

En 2021, les niveaux semblent diminuer, peut-être un premier effet des travaux de reprise de l'étanchéité. Cela sera à suivre lors des prochains mois.

Les cotes de pression mesurées en SC01 et SC03 et le niveau piézométrique observé sur « le piézo centre » sont différents et indiquent que le stock présente des contrastes de perméabilité sur sa hauteur permettant la création de niveaux de saturation discontinus.

A l'extérieur du stock, E1 enregistre un niveau piézométrique naturel (ou pseudo naturel) avec une fluctuation saisonnière et des niveaux bas en 2015 et 2016 liés à la faible pluviométrie et en accord avec les suivis piézométriques. En octobre 2016 et octobre 2017, les pressions mesurées en E1 sont les plus basses jamais enregistrées en relation avec le déficit pluviométrique enregistré sur la période.

Les fluctuations sont normales en E1 en 2018, 2019, 2020 avec une tendance à la baisse en 2021.

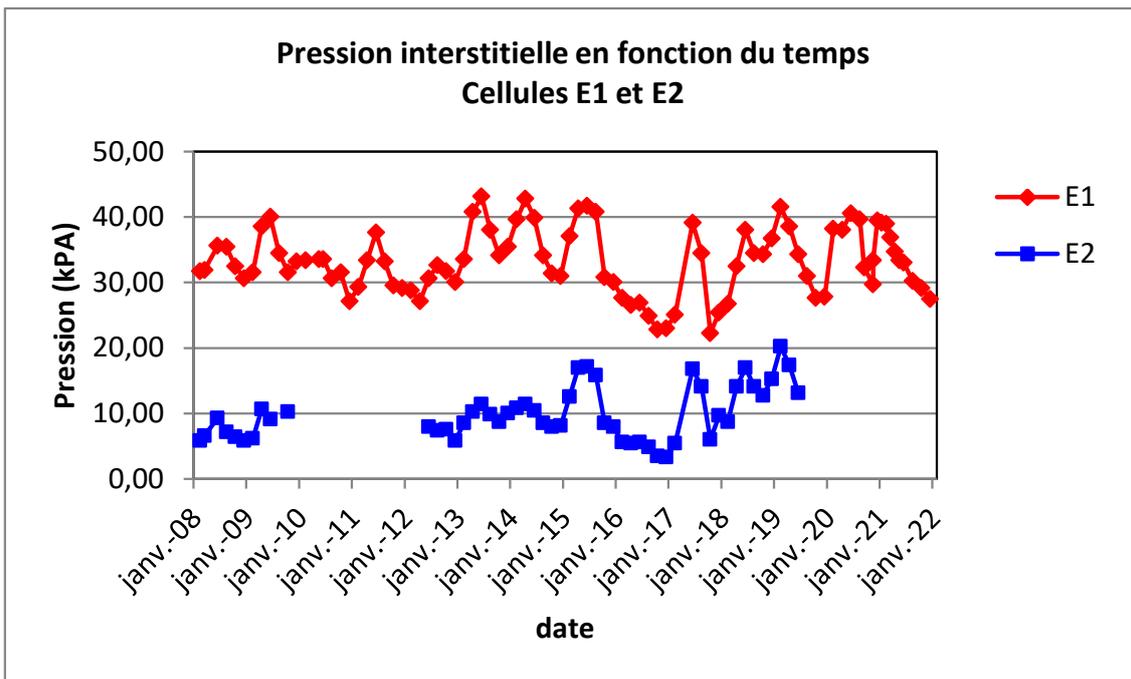


Figure 13 : Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2 en fonction du temps

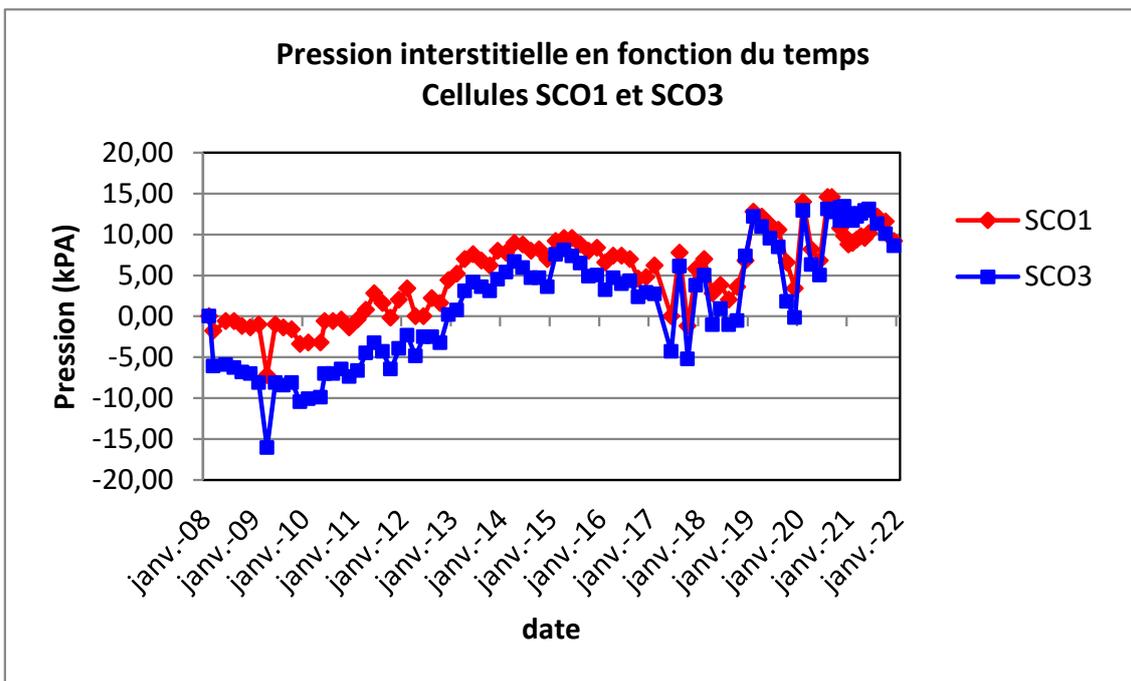


Figure 14 : Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 en fonction du temps

1.4.3 Relevés des plots topographiques

Le positionnement des plots est rappelé sur la carte ci-dessous :

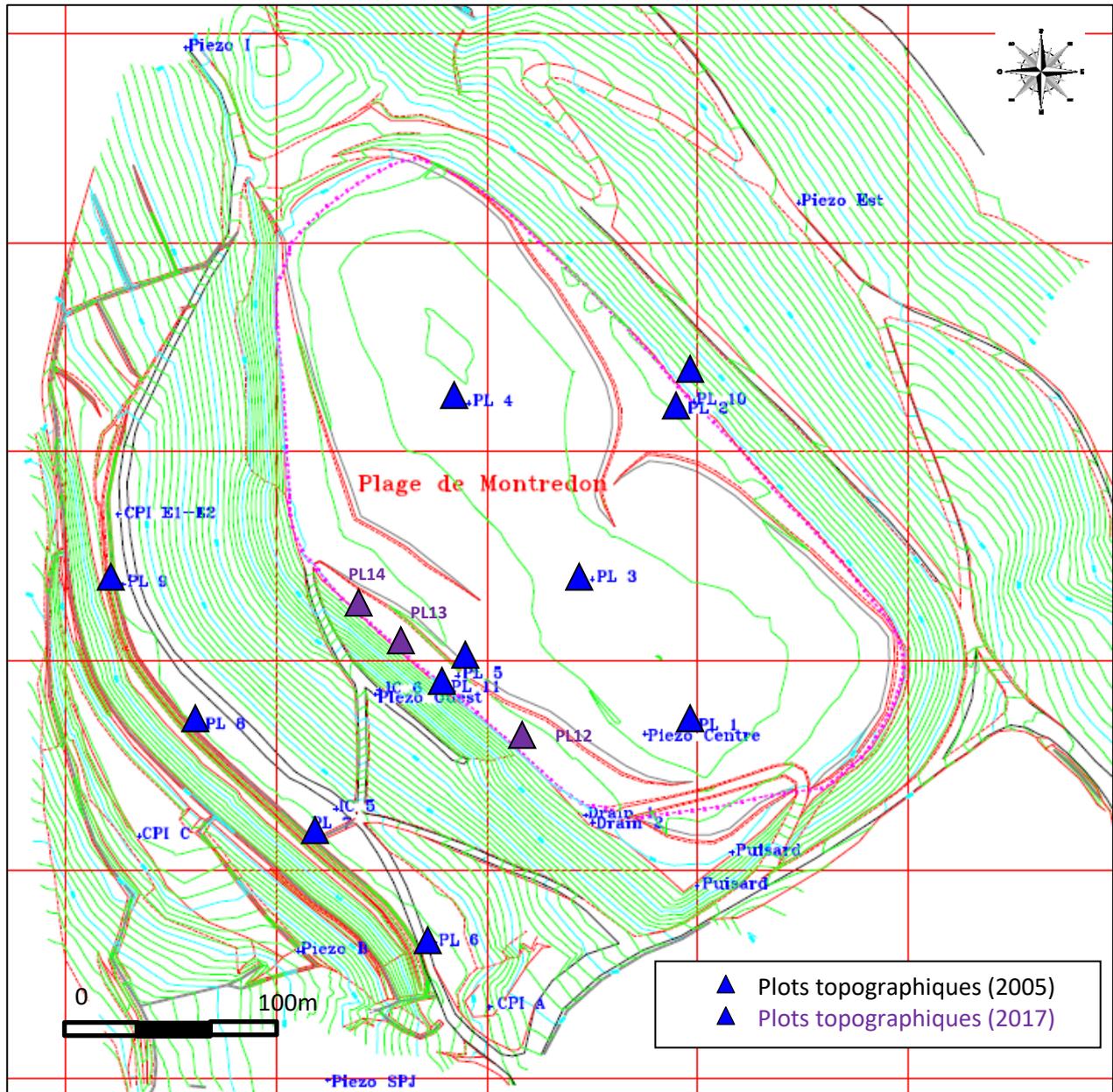


Figure 15 : Position des 11 plots topographiques à Montredon

Les relevés des plots topographiques ont été réalisés tous les deux mois en 2020 jusqu'au début des travaux de Montredon. Durant les travaux, les relevés ont été réalisés tous les mois sur les plots 6, 7, 8, 9 et 10 jusqu'en juin 2021 (fin des travaux) puis tous les deux mois (cadence normale) jusqu'en décembre. Les autres plots remis en place après les travaux ont été relevés tous les deux mois à partir de juin 2021, et ont été renumérotés « bis » pour repartir sur une nouvelle référence (1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13 et 14).

Les déplacements cumulés sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

N°	Position	Date T ₀	Date T	ΔX (m) entre le T° et T	ΔY (m) entre le T° et T	ΔZ (m) entre le T° et T	ΔZ (m) Sur les 6 derniers mois
				<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>	<i>6 derniers mois</i>
1Bis	Sud	07/06/21	03/01/22	-0,007	+0,012	-0,019	-0,019
2Bis	Centre/Est	07/06/21	03/01/22	-0,012	+0,012	-0,010	-0,010
3Bis	Centre	07/06/21	03/01/22	+0,007	+0,017	-0,030	-0,030
4Bis	Nord	07/06/21	03/01/22	+0,014	+0,017	-0,017	-0,017
5Bis	Centre/Ouest	07/06/21	03/01/22	-0,002	+0,024	-0,001	-0,001
6	Plateforme +247 Sud	05/06/06	03/01/22	+0,012	+0,010	+0,063	+0,063
7	Plateforme +247 Centre1	05/06/06	03/01/22	-0,177	-0,017	+0,099	+0,099
8	Plateforme +247 Centre2	05/06/06	03/01/22	-0,200	-0,068	+0,081	+0,081
9	Plateforme +247 Nord	05/06/06	03/01/22	-0,019	-0,040	+0,087	+0,087
10Bis	Sommet digue Est	07/06/21	03/01/22	-0,031	+0,029	-0,020	-0,020
11Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/22	+0,015	+0,034	-0,046	-0,046
12Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/22	+0,002	+0,016	+0,002	+0,002
13Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/22	+0,016	+0,041	-0,005	-0,005
14Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/22	+0,004	+0,021	-0,005	-0,005

Tableau 4 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon

Commentaires :

Les levés sont réalisés depuis 2017 par le cabinet GUENERET de Carcassonne.

En partie sommitale (PL1 à 5, PL10 et PL11 et PL12 à PL14)

Durant la période de suivi, la tendance est globalement au ralentissement des tassements, voire à une stabilisation relative.

L'ensemble des plots ne montre quasiment plus de mouvements depuis 2017, et 2018 pour les plots 12 à 14.

Les tassements les plus importants sur les plots 1, 3 et 4 sont rassemblés dans la **Figure 16** ci-après. La surveillance de ces plots s’est arrêtée en juillet 2020 en raison des travaux de Montredon. Ces plots qui ont été enlevés durant les travaux ont été remis en place en mai 2021. La surveillance a donc repris en juin 2021 avec une nouvelle référence **Figure 17** . Les premiers tassements observés après travaux sont très faibles sur les 6 premiers mois (entre 1 et 2 cm).

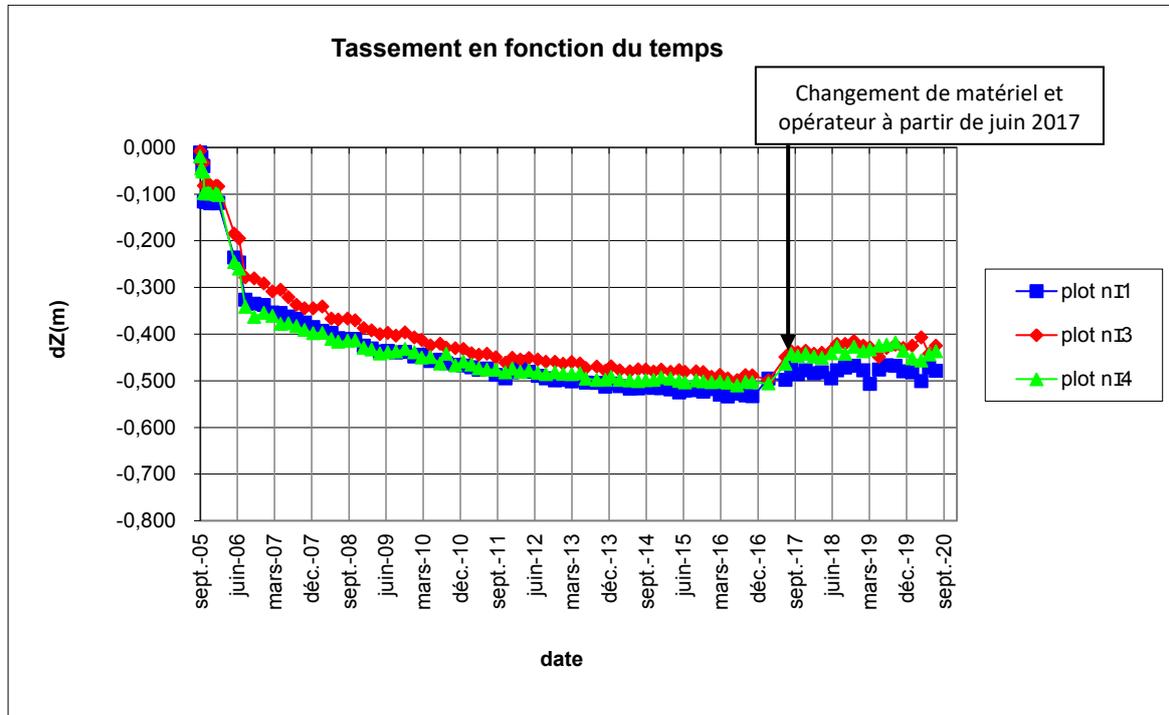


Figure 16 : Tassement en partie sommitale à Montredon avant travaux

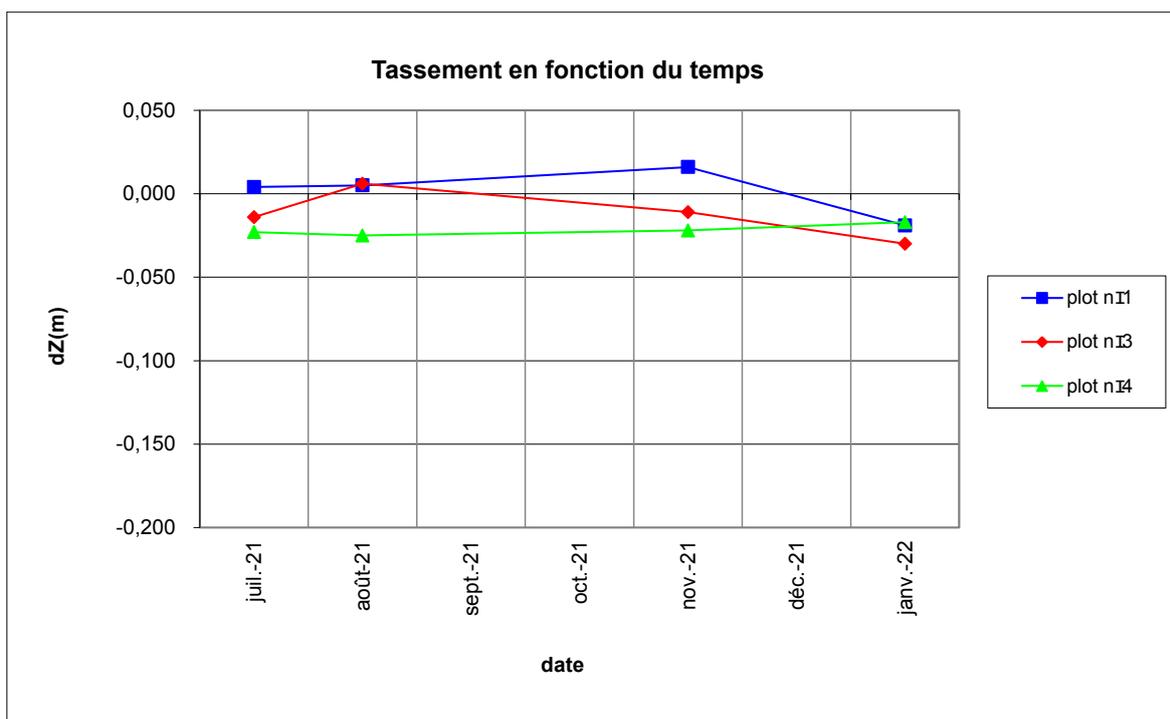


Figure 17 : Tassement en partie sommitale à Montredon après travaux

En partie Ouest sur banquette (PL6 à PL9)

Les mesures de juin 2006 à juillet 2017 indiquent une stabilisation globale des tassements.

Les mesures depuis juillet 2017 indiquent des variations centimétriques non cohérentes avec la dynamique observée avant, certainement liées à la nouvelle méthodologie de mesure appliquée par le nouveau prestataire topographique. Néanmoins depuis 2017, aucun mouvement significatif n'est observé. On note que le plot 6 subit depuis juillet 2020 un déplacement en X et Y de quelques centimètres avec une cinétique franche, certainement lié aux travaux à proximité : cela sera suivi spécifiquement au cours des prochaines mesures.

Depuis juin 2021, après les travaux, le plot 6 semble présenter moins de mouvement mais il est encore trop tôt pour voir les effets des travaux sur la stabilisation. Cela sera suivi en 2022.

En conclusion, si l'on considère un écart entre les anciennes références et celles prises par le nouveau prestataire en topographie en juillet 2017, ainsi qu'une incertitude sur les mesures de +/- 2cm, les contrôles topographiques effectués depuis 2017 n'indiquent pas de mouvements significatifs du stockage de Montredon.

1.5 Qualité des eaux de surface et souterraines (A220 et A270)

1.5.1 Présentation des différents points de prélèvements

Les caractéristiques des ouvrages surveillés sont données ci-après (Figure 18 à Figure 28).

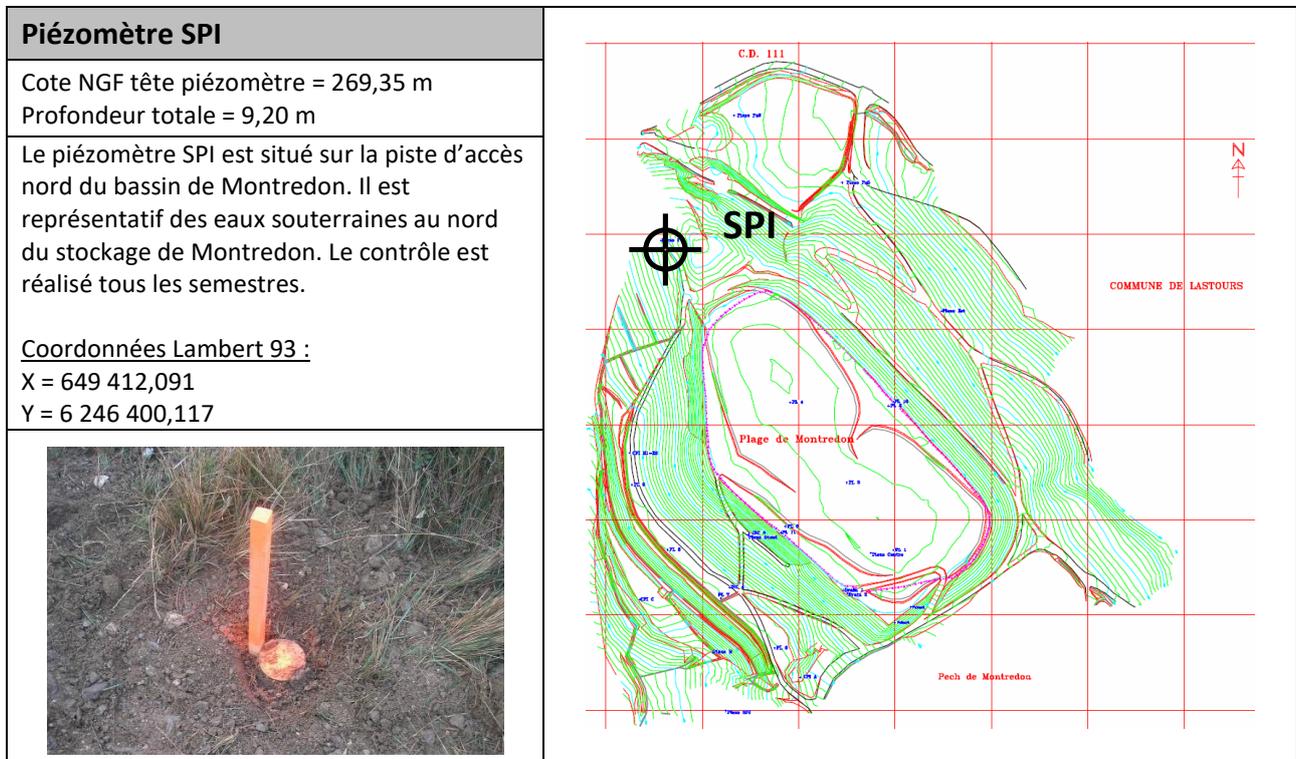


Figure 18 : Fiche piézomètre SPI

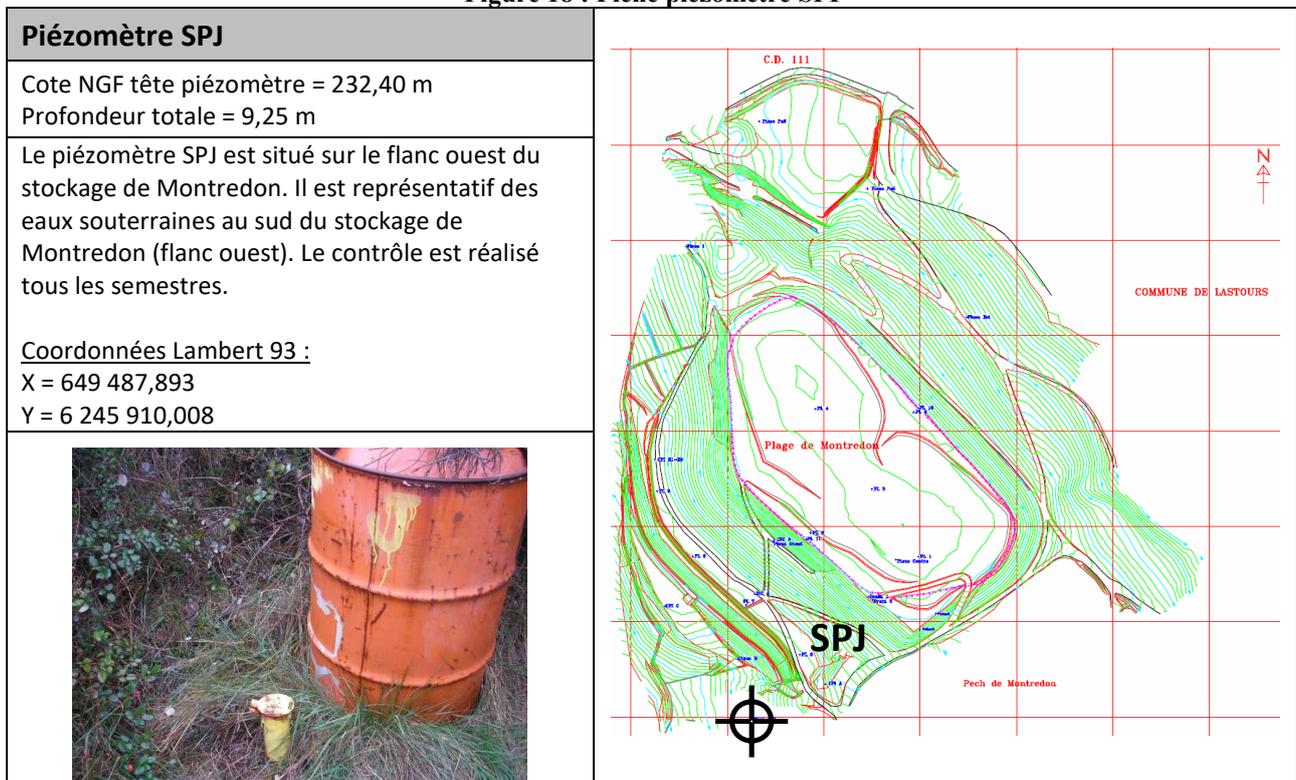


Figure 19 : Fiche piézomètre SPJ

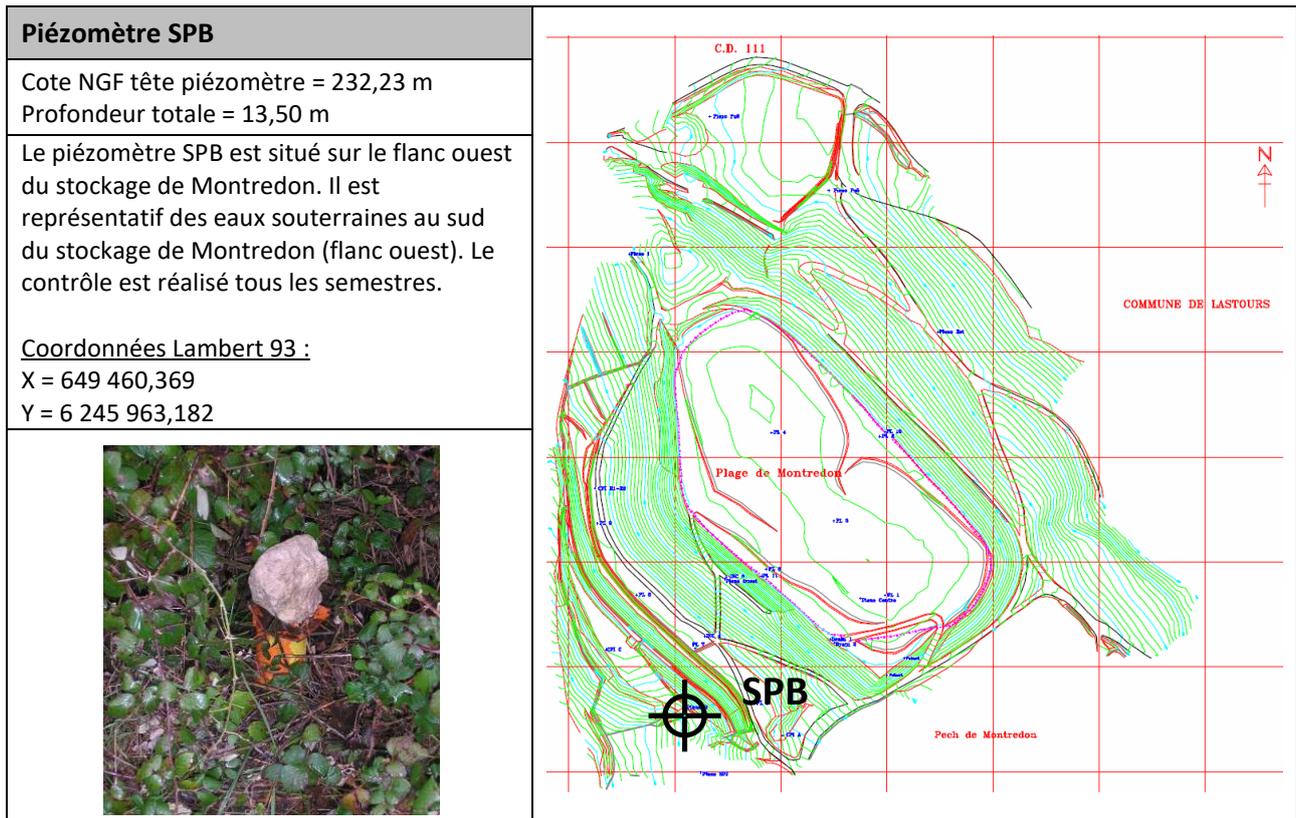


Figure 20 : Fiche piézomètre SPB

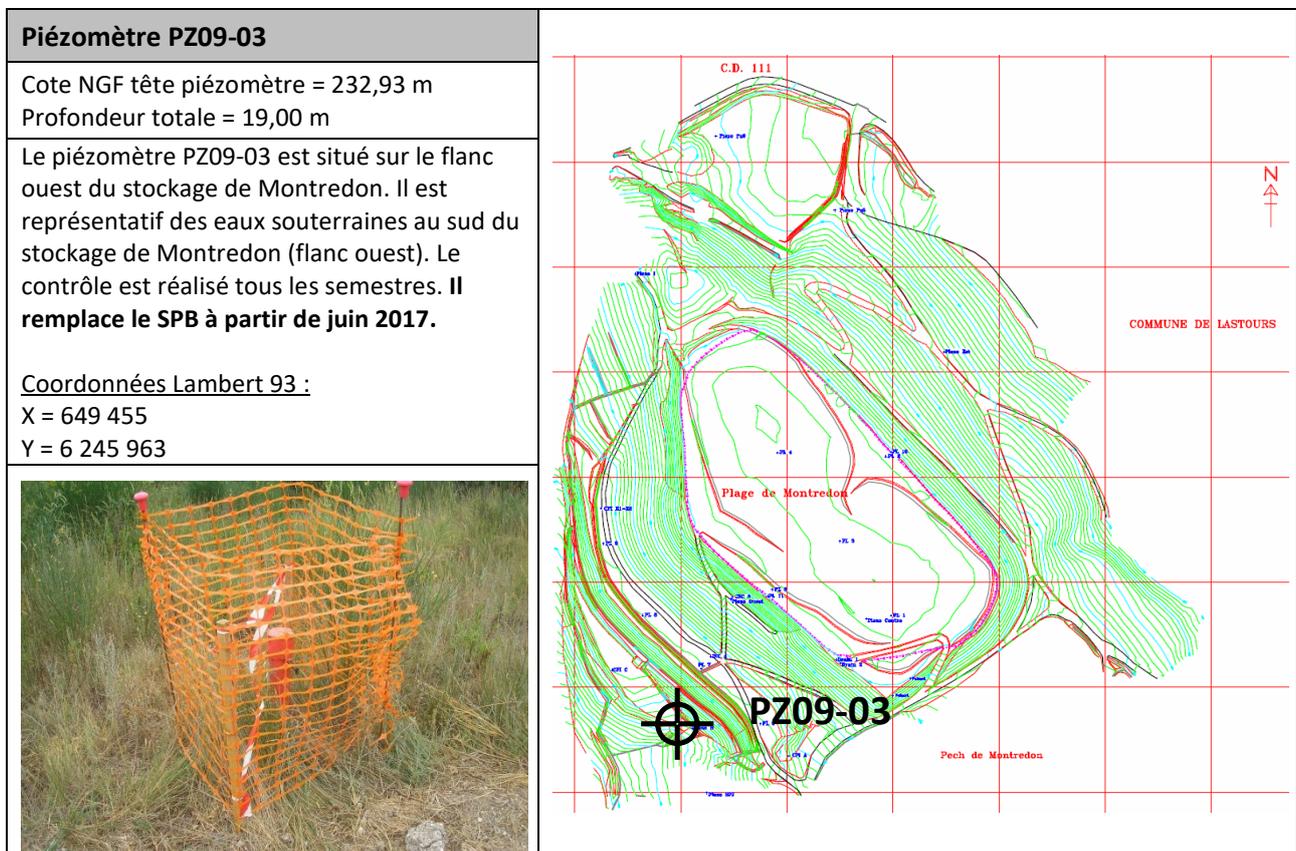


Figure 21 : Fiche piézomètre PZ09-03

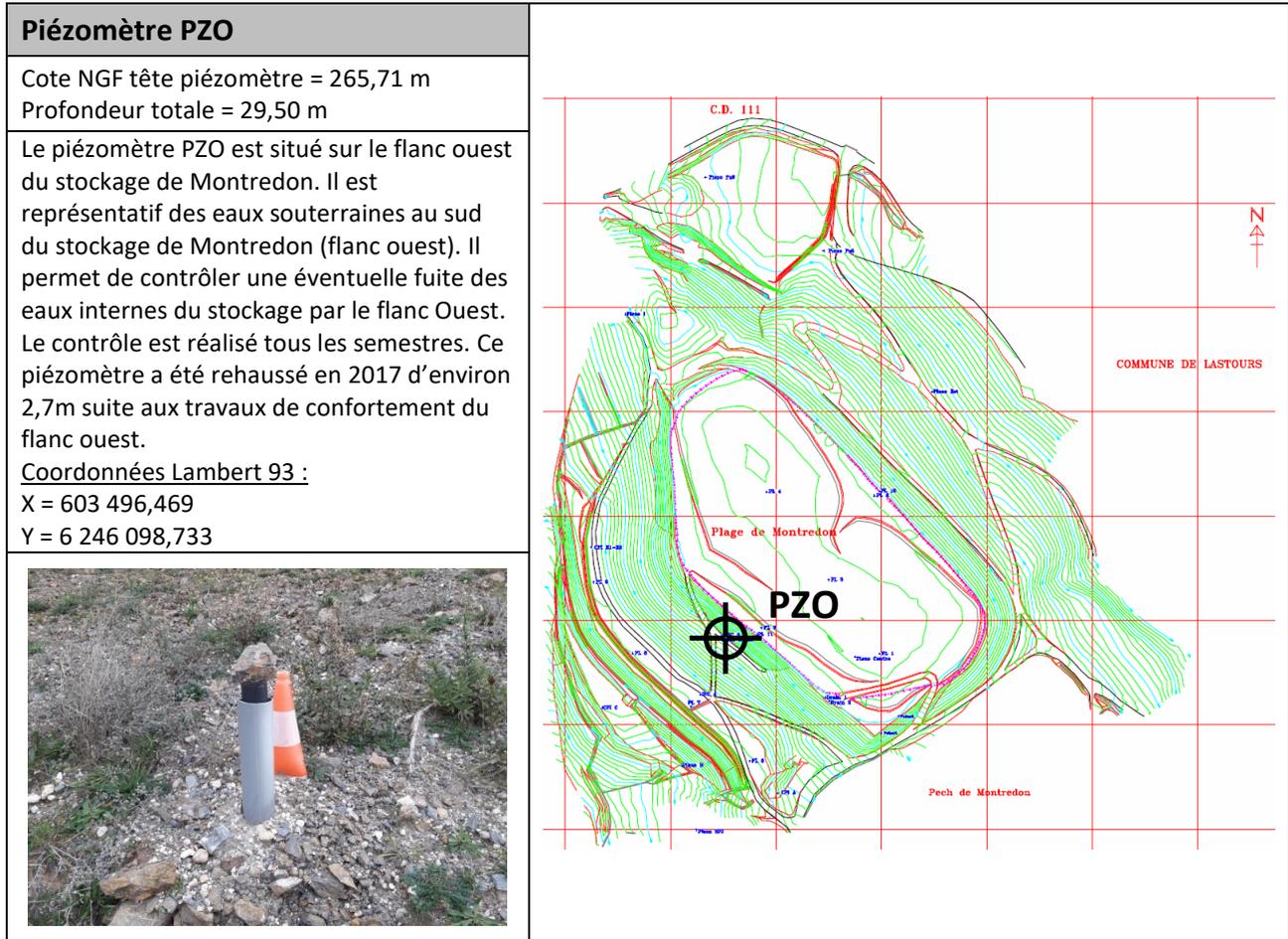


Figure 22 : Fiche piézomètre PZO

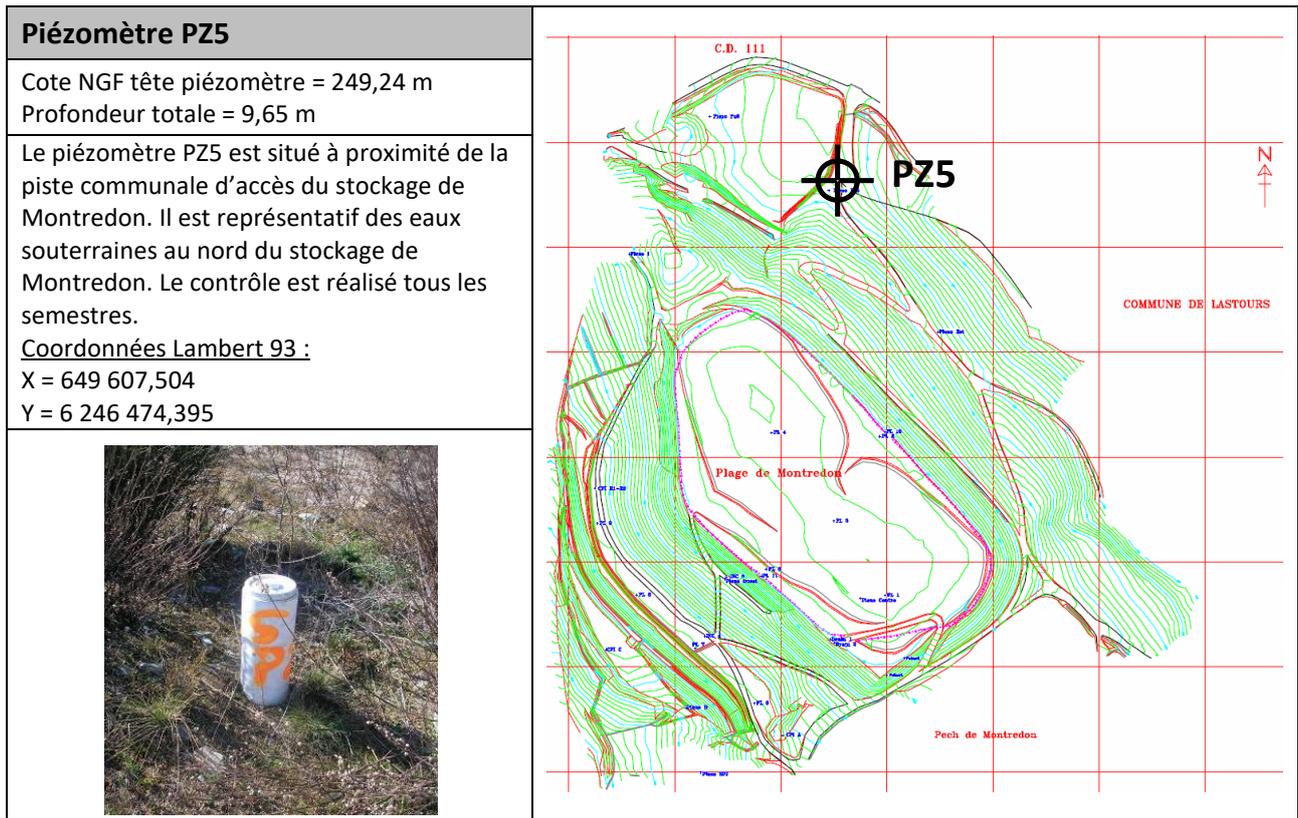


Figure 23 : Fiche piézomètre PZ5

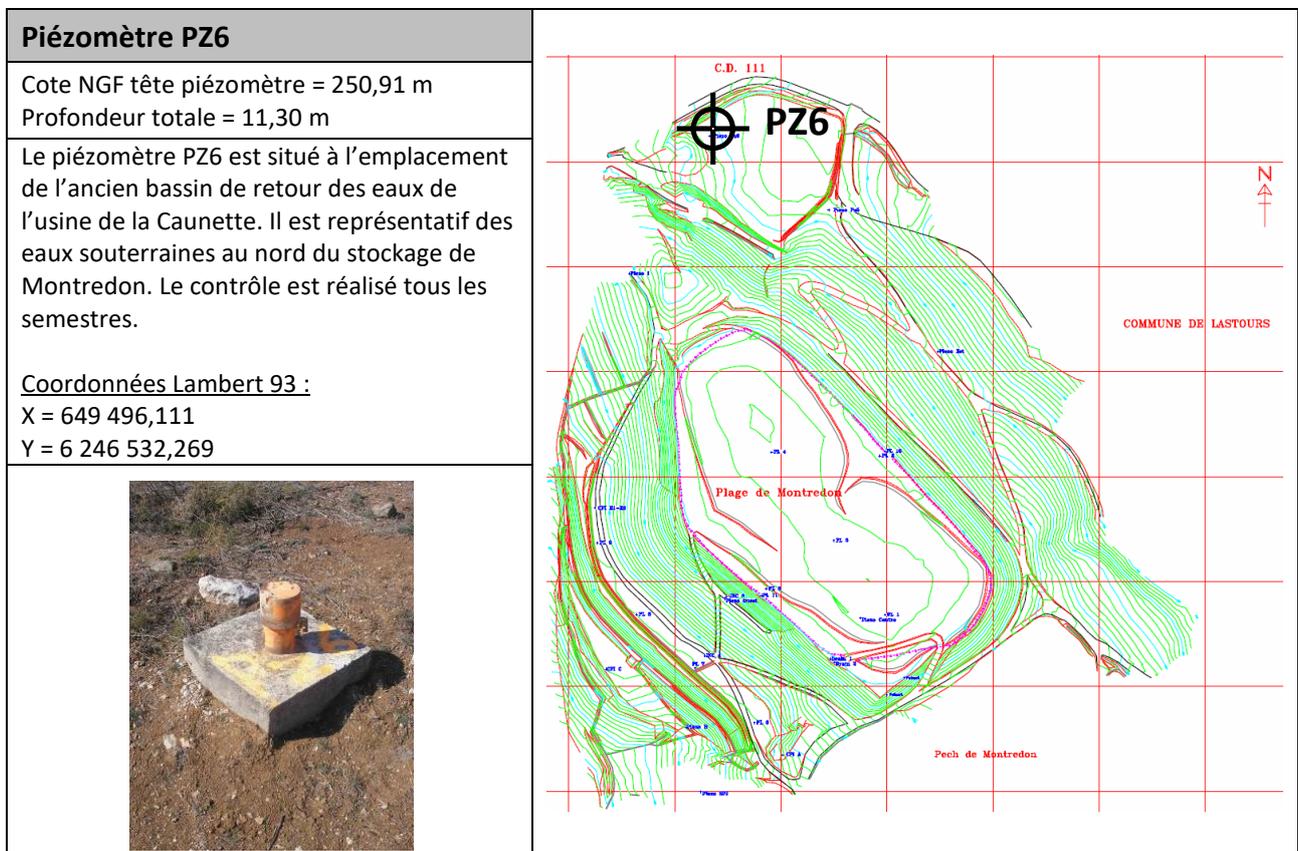


Figure 24 : Fiche piézomètre PZ6

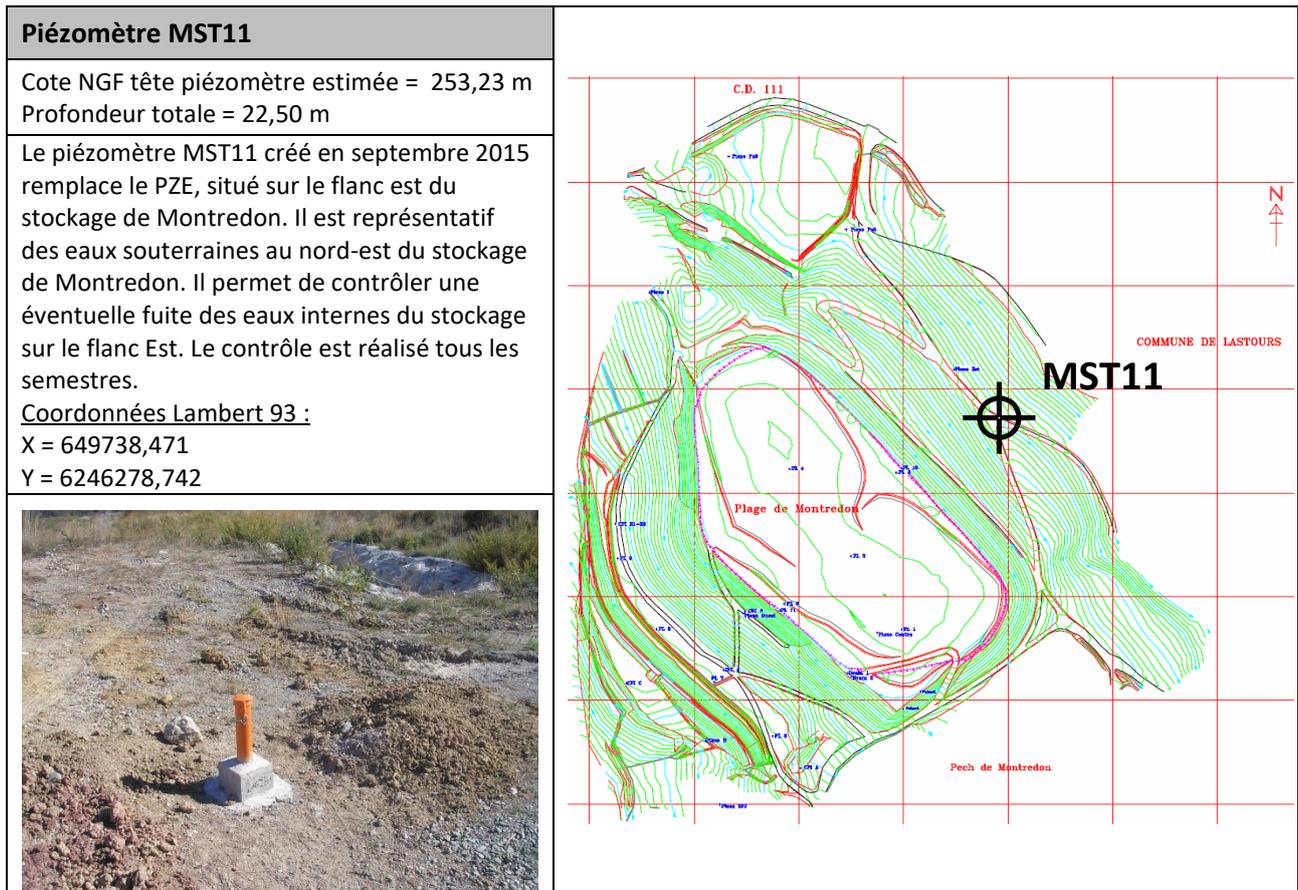


Figure 25 : Fiche piézomètre MST11

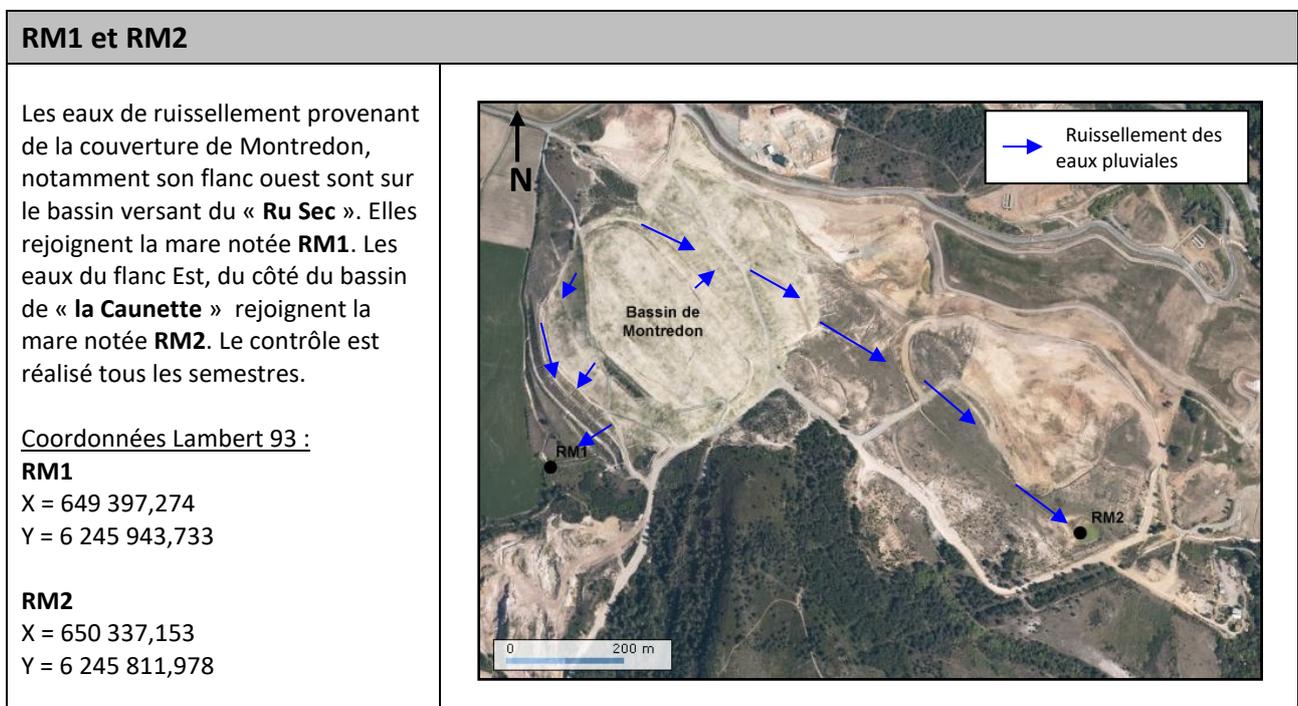


Figure 26 : Fiche prélèvements RM1 et RM2

Piézomètre Central (ex Drain Central)	 
Cote NGF tête piézomètre = 277,74 m Profondeur totale = 25,00 m	
<p>Le Pz central (autrefois appelé « drain central ») est situé au sommet du stockage de Montredon. Il sert uniquement de mesure de niveau d'eau à l'intérieur du bassin (pas de prélèvements et analyses).</p> <p><u>Coordonnées Lambert 93 :</u> X = 649 641,47 Y = 6 246 092,43</p>	

Figure 27 : Fiche piézomètre Pz central (ex Drain Central)

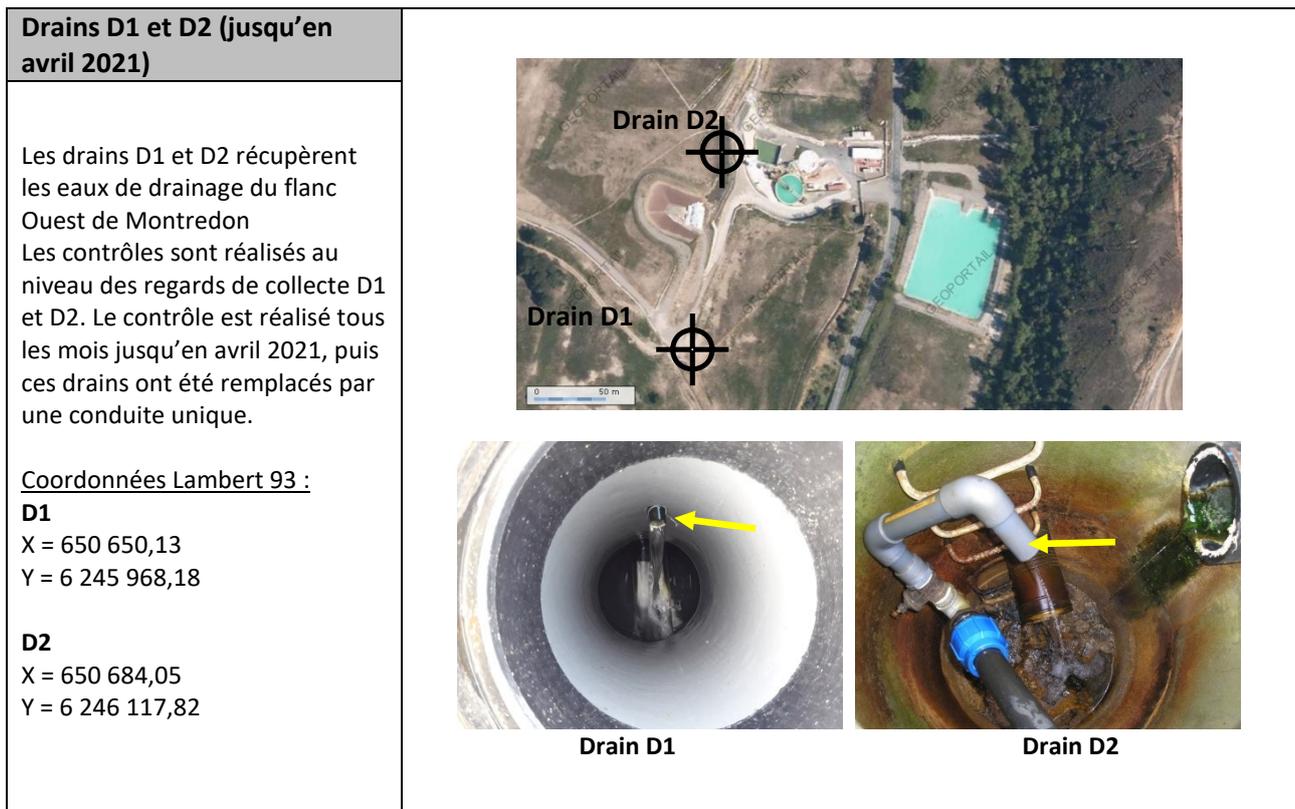


Figure 28 : Fiche drains D1 et D2

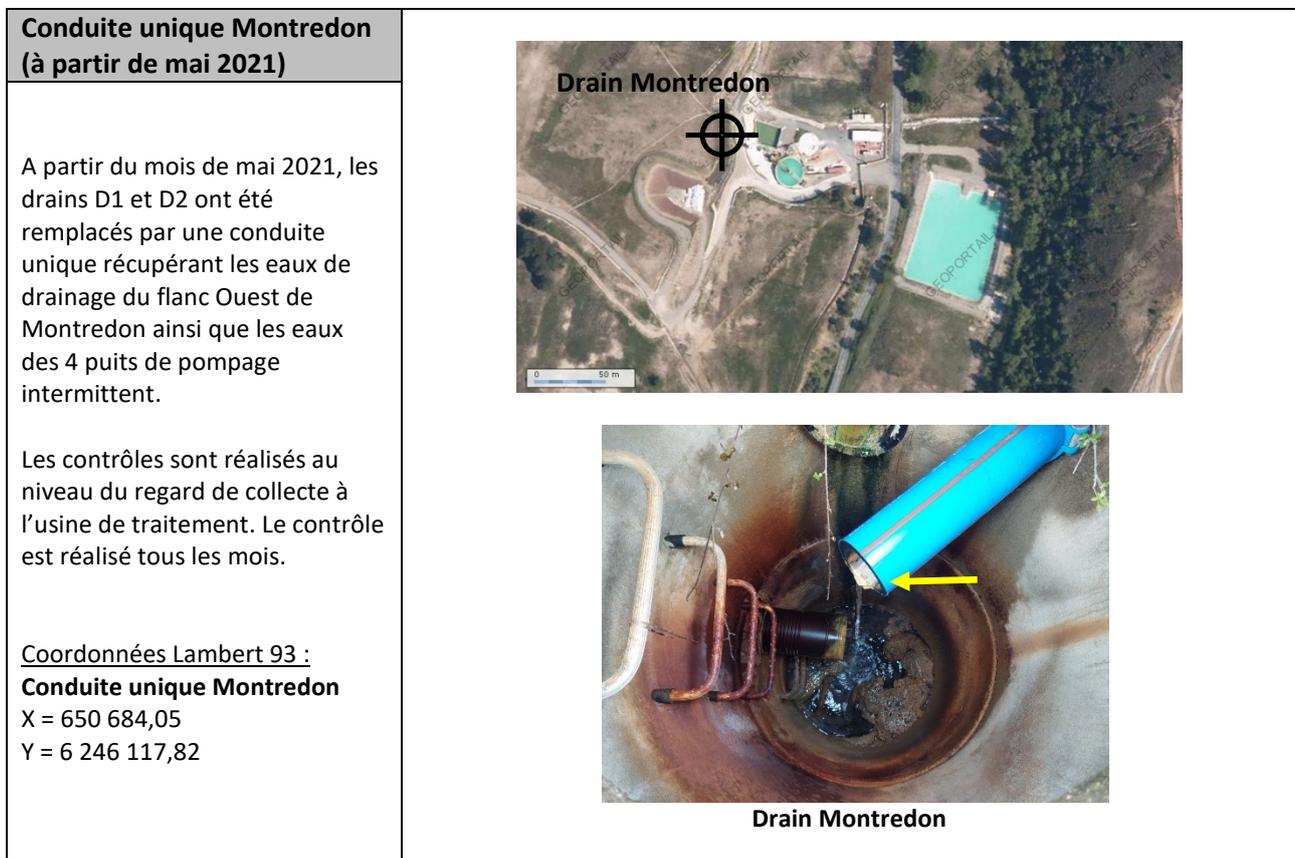


Figure 29 : Fiche conduite unique Montredon

1.5.2 Méthodologie des prélèvements

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité et représentatif de ce que l'on veut analyser. Les prélèvements respectent la norme NF EN ISO 5667 pour les méthodes d'échantillonnage, et la norme FD X 31-615 pour les prélèvements des eaux souterraines, ainsi que le guide édité par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne de novembre 2006 pour les prélèvements d'échantillons en rivière.

1.5.2.1 Prélèvement des eaux superficielles dans les cours d'eau

Les paragraphes suivants décrivent brièvement l'appareillage et la méthodologie utilisée dans le cadre des prélèvements des eaux de surface.

Matériel et équipement de prélèvement :

Un béccher en plastique d'une capacité de 1,5 litre. Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulle d'air dans le flacon.

Méthode de prélèvement :

Les prélèvements doivent être effectués en évitant au maximum les effets de bord (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eau stagnante trop près des rives, ...). Le débit de la rivière ou du cours d'eau étant faible, on utilisera un béccher en plastique qui permet de prendre l'eau sans les sédiments qui peuvent être accumulés au fond du cours d'eau. Les prélèvements ne sont pas filtrés dans un premier flacon pour réaliser les analyses d'arsenic total, les sulfates et le fer. Dans un deuxième flacon on filtre à 0,45 µm pour l'analyse de l'arsenic dissous. Les mesures de pH, de conductivité, MES, oxygène dissous et potentiel d'oxydoréduction sont réalisées sur place.

Flaconnage :

Les flacons à usage unique sont fournis par le laboratoire qui effectue les analyses. La qualité et la propreté des flacons sont ainsi garanties. Ces flacons sont préparés par le laboratoire et contiennent un peu d'acide nitrique pour éviter la précipitation des métaux, et notamment de l'arsenic. On transfèrera l'eau prélevée dans ces flacons sur le site même.

Stockage des échantillons et transport :

Sitôt après la mise en flacon et l'étiquetage, l'échantillon est placé dans une glacière de transport qui permet de le maintenir au frais et qui le préserve de la lumière, des poussières et des salissures. Ainsi au cours du transport, la température de l'échantillon ne dépassera pas 5°C ±3°C. Le transport de l'échantillon au laboratoire se fait dans les plus brefs délais (entre 24 et 48h). Au laboratoire, les analyses débutent immédiatement ou les échantillons sont conservés au réfrigérateur entre 3°C et 5°C.

1.5.2.2 Prélèvement des eaux souterraines dans les piézomètres

Les paragraphes suivants décrivent brièvement l'appareillage et la méthodologie utilisée dans le cadre des prélèvements des eaux souterraines dans les piézomètres.

Matériel et équipement de prélèvement :

Le prélèvement est réalisé à l'aide d'une pompe immergée (type twister) ou d'un préleveur manuel dans le cas où le piézomètre aurait un diamètre trop faible ou serait détérioré.



Photo 27 : Matériel de prélèvement des eaux souterraines

Méthode de prélèvement :

Le niveau d'eau de chaque piézomètre est contrôlé avant pompage, permettant de calculer la cote initiale de la nappe au droit du piézomètre (en m NGF). Le prélèvement n'est réalisé qu'après un renouvellement de 2 à 5 fois le volume d'eau présent dans le piézomètre. Les prélèvements ne sont pas filtrés dans un premier flacon pour réaliser les analyses d'arsenic total. Dans un deuxième flacon, une filtration à 0,45 μm est réalisée avant conditionnement pour l'analyse de l'arsenic dissous. Les mesures de pH et de conductivité sont réalisées sur place.

Flaconnage :

Comme pour les eaux de surface, les prélèvements sont conditionnés immédiatement dans des flacons en plastique. Ces flacons sont préparés par le laboratoire et contiennent un peu d'acide nitrique pour éviter la précipitation des métaux.

Stockage des échantillons et transport :

Sitôt après la mise en flacon et l'étiquetage, l'échantillon est placé dans une mallette de transport qui permet de le maintenir au frais et qui le préserve de la lumière, des poussières et des salissures. Ainsi au cours du transport, la température de l'échantillon ne dépassera pas $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Le transport de l'échantillon au laboratoire se fait dans les plus brefs délais (entre 24 et 48h). Au laboratoire, les analyses débutent immédiatement ou les échantillons sont conservés au réfrigérateur entre 3°C et 5°C .

1.5.3 Résultats d'analyses des eaux de surface (A270)

Les analyses réalisées sur les eaux de ruissellement des flancs ouest et est de Montredon sont données dans le **Tableau 5** ci-après. Les prélèvements sont réalisés trimestriellement dans le cadre du programme de base, mais à une fréquence renforcée mensuelle lors du suivi des travaux de Montredon, c'est-à-dire jusqu'en mai 2021.

		Jan.21	Fév.21	Mars.21	Avr.21	Mai.21	Juin.21	Sept.21	Déc.21	Moyenne
Pluviométrie	mm	61,0	104,0	10,0	23,0	38,5	26,5	147,0	98,5	
RM1 ruissellement côté ouest (Ru Sec)	Date	26/01	23/02	23/03	27/04	25/05	21/06	21/09	20/12	
pH	Unité	8,27	7,75	7,99	7,72	7,86	7,60	7,84	7,61	7,83
Conductivité à 25°C	µS/cm	1 859	1 927	1 920	2 130	1 826	2 005	154	1 631	1 682
E _h	mV	+310	+315	+343	+308	+316	+301	+202	+346	+305
Température	°C	10,2	14,2	13,0	18,4	13,6	17,5	25,8	13,9	15,8
Oxygène dissous	mg/L	9,1	8,8	9,5	7,9	8,5	9,3	7,4	8,5	8,6
As total	mg/L	0,072	0,039	0,057	0,088	0,059	0,084	0,143	0,060	0,075
As dissous	mg/L	0,065	0,036	0,039	0,043	0,050	0,061	0,120	0,059	0,059
Cyanures totaux	mg/L	0,013	0,027	0,015	0,014	0,012	0,016	<0,010	0,026	0,016
Cyanures libres	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
RM2 ruissellement côté est (La Caunette)	Date	Jan.21	Fév.21	Mars.21	Avr.21	Mai.21	Juin.21	Sept.21	Déc.21	
pH	Unité	7,90	8,04	7,75	7,65	8,01	7,52	8,07	7,94	7,86
Conductivité à 25°C	µS/cm	2 557	2 035	2 629	3 749	3 768	4 590	4 016	1 203	3 068
E _h	mV	+325	+267	+278	+289	+296	+293	+285	+269	+288
Température	°C	7,2	11,1	9,6	20,2	18,1	24,6	25,5	5,1	15,2
Oxygène dissous	mg/L	9,4	9,1	8,8	8,2	8,3	8,7	7,9	9,5	8,7
As total	mg/L	0,548	1,180	2,250	1,790	2,130	2,696	0,777	0,366	1,467
As dissous	mg/L	0,542	1,170	1,440	1,510	1,750	2,330	0,762	0,349	1,232
Cyanures totaux	mg/L	0,100	0,066	0,030	0,045	0,017	0,011	<0,010	<0,010	0,035
Cyanures libres	mg/L	0,079	0,030	0,017	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,021

Tableau 5 : Analyses des eaux superficielles autour de Montredon

Commentaires :

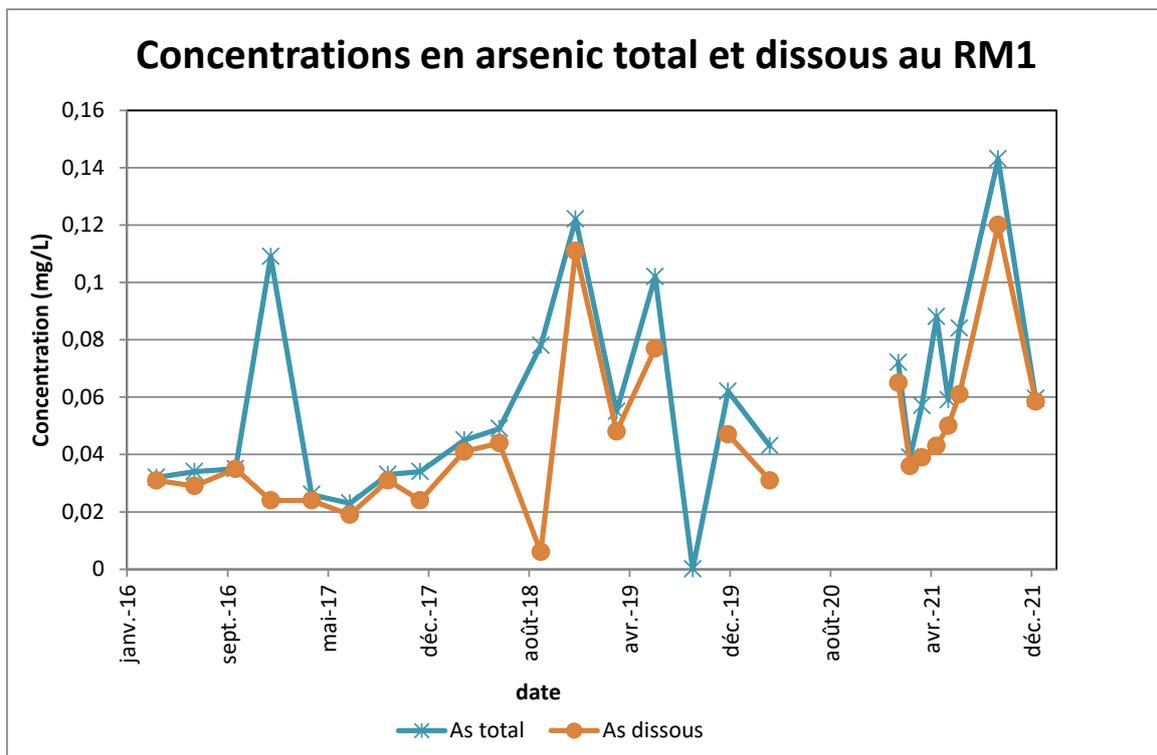
Les prélèvements pour l'eau de ruissellement côté ouest (RM1) ont donné une concentration moyenne en arsenic total de 0,075 mg/L et en dissous de 0,059 mg/L. On notera une augmentation significative de la concentration en arsenic total et dissous au prélèvement de septembre 2021, probablement sous l'effet des fortes pluies du 9 et 10 septembre 2021 (cf. rapport eaux de mine DPSMMOS21-a-2201).

Des traces en cyanures totaux sont relevées à ce point (0,059 mg/L en moyenne), mais aucun cyanure libre¹. Il est à noter que ce prélèvement est réalisé après la résurgence du drain de pied de Montredon, ce qui permet également de contrôler l'étanchéité du fond du bassin de Montredon. Ces traces de cyanures totaux restent dans la moyenne des observations précédentes.

Coté Est (RM2), les concentrations en arsenic total sont plus élevées, variant de 2,696 mg/L en juin à 0,366 mg/L en décembre 2021. Les cyanures totaux et libres sont détectés avec en moyenne respectivement 0,035 mg/L et 0,021 mg/L. On rappellera que le flanc est du bassin de Montredon a été conforté par des produits faiblement pollués provenant d'anciens stocks qui étaient situés sur le site dit « du monitoring », ce qui peut expliquer les teneurs élevées en arsenic.

Sur les deux points RM1 et RM2, l'arsenic se retrouve principalement sous sa forme dissoute.

Les graphes suivants rassemblent les résultats sur les eaux de ruissellement aux deux points pour l'arsenic total et dissous ainsi que pour les cyanures totaux et libres depuis 2016.



* en 2020, le suivi de RM1 n'a pas pu être assuré à cause d'impossibilité d'accès au point de prélèvement

Figure 30 : Concentrations en arsenic total et dissous sur le RM1

¹ Le laboratoire nous a fait part parfois de ses difficultés d'analyse des cyanures sur ces drains : des phénomènes de complexation/décomplexation perturbent les prises analytiques de sorte que parfois les teneurs en cyanures libres se trouvaient plus élevées qu'en cyanures totaux. Par cohérence, dans l'ensemble de ce rapport nous avons noté la valeur maximale comme étant des cyanures totaux lorsque ce type de résultat apparaît.

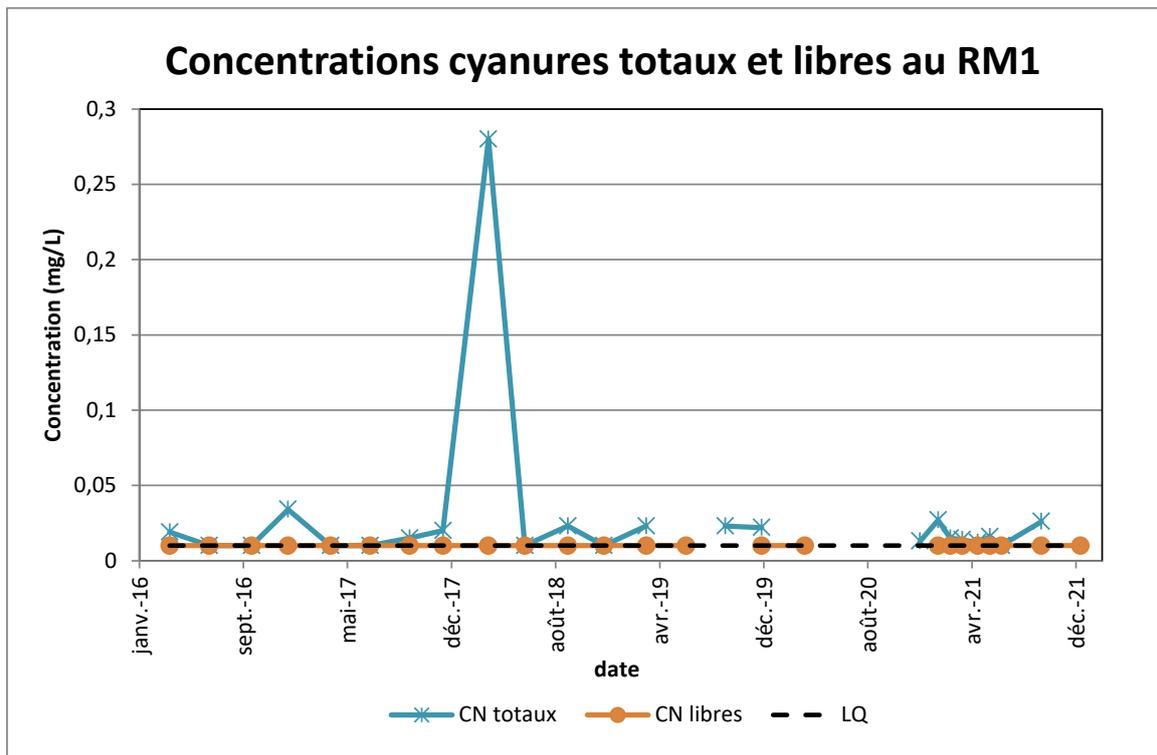


Figure 31 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM1

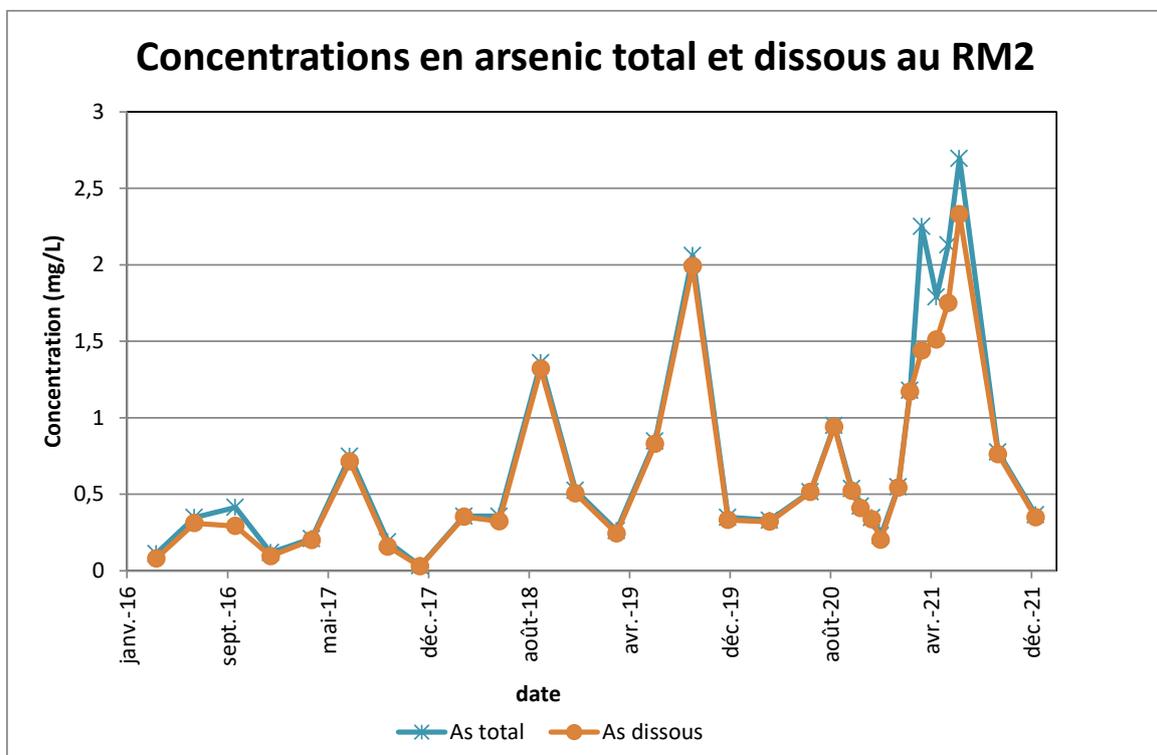


Figure 32 : Concentrations en arsenic total et dissous sur le RM2

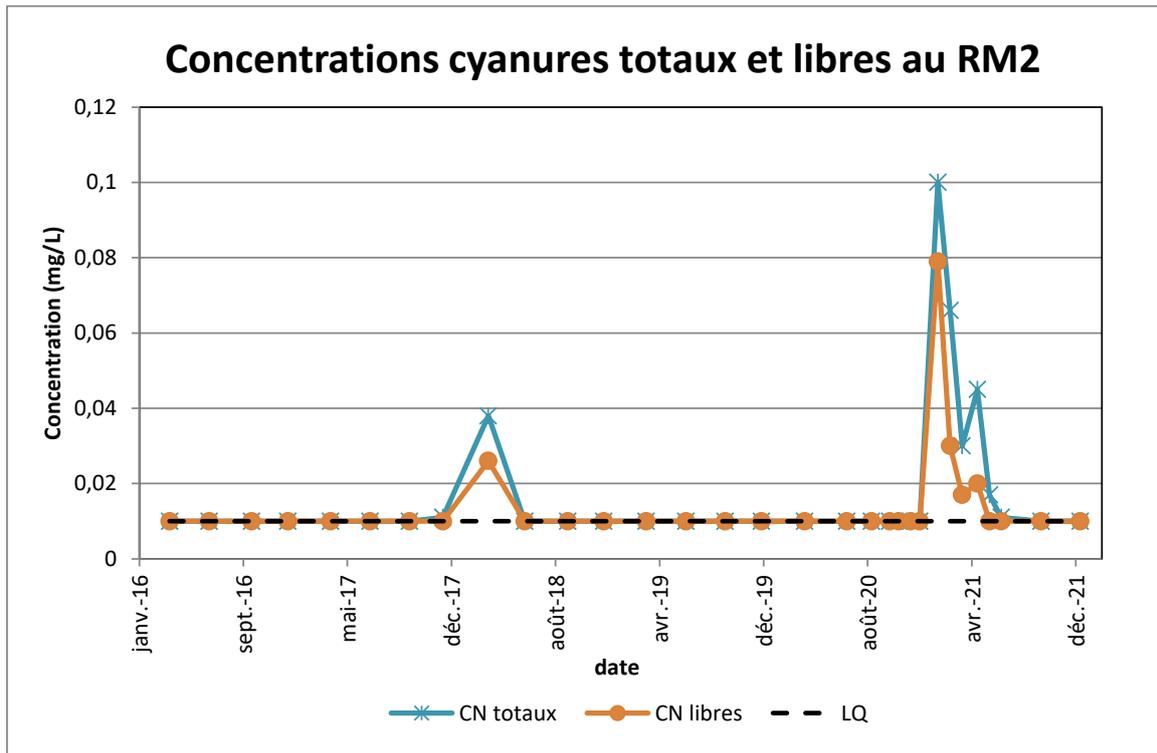


Figure 33 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM2

Concernant les concentrations en arsenic total et dissous, il semble que celles-ci augmentent progressivement depuis 2016, mais en 2020-2021 les travaux de Montredon ont perturbés ces résultats. Cela sera à suivre dans les prochaines campagnes.

En revanche pour les cyanures totaux et libres aucune tendance n'est visible. Les quelques traces mesurées peuvent provenir des ruptures ponctuelles de tuyauterie sur les drains D1 et D2. Cela ne devrait plus se produire avec le remplacement par une conduite unique depuis mai 2021.

1.5.4 Résultats d'analyses des eaux souterraines (A270)

1.5.4.1 Cartographie des aquifères

La qualité des eaux souterraines est contrôlée semestriellement à l'aide d'un certain nombre de piézomètres décrits au §1.5.1 page 43.

A l'aide des mesures des niveaux piézométriques, nous avons pu modéliser des courbes hydro-isohypses (cf. **Figure 34**). Les courbes hydro-isohypses sont obtenues par interpolation en intégrant :

- des points de forçage garantissant une cohérence du résultat avec la connaissance des écoulements ;
- l'altitude des fonds de talweg et ruisseaux pour contraindre la modélisation à ne pas dépasser le niveau du terrain naturel.

Ces courbes permettent de représenter les gradients hydrauliques et les écoulements des nappes souterraines vers les ruisseaux.

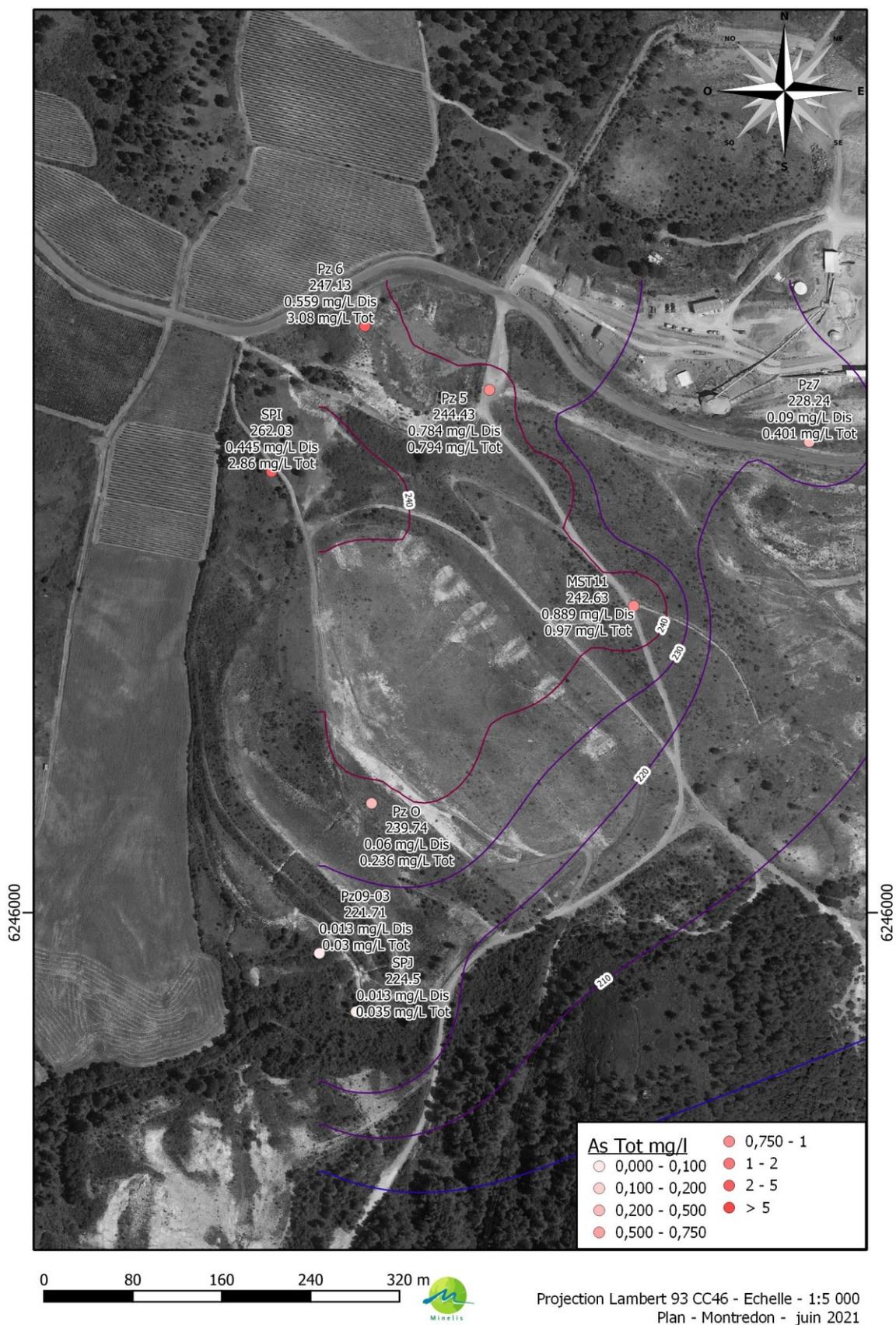


Figure 34 : Courbes hydro-isohypses des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – juin 2021

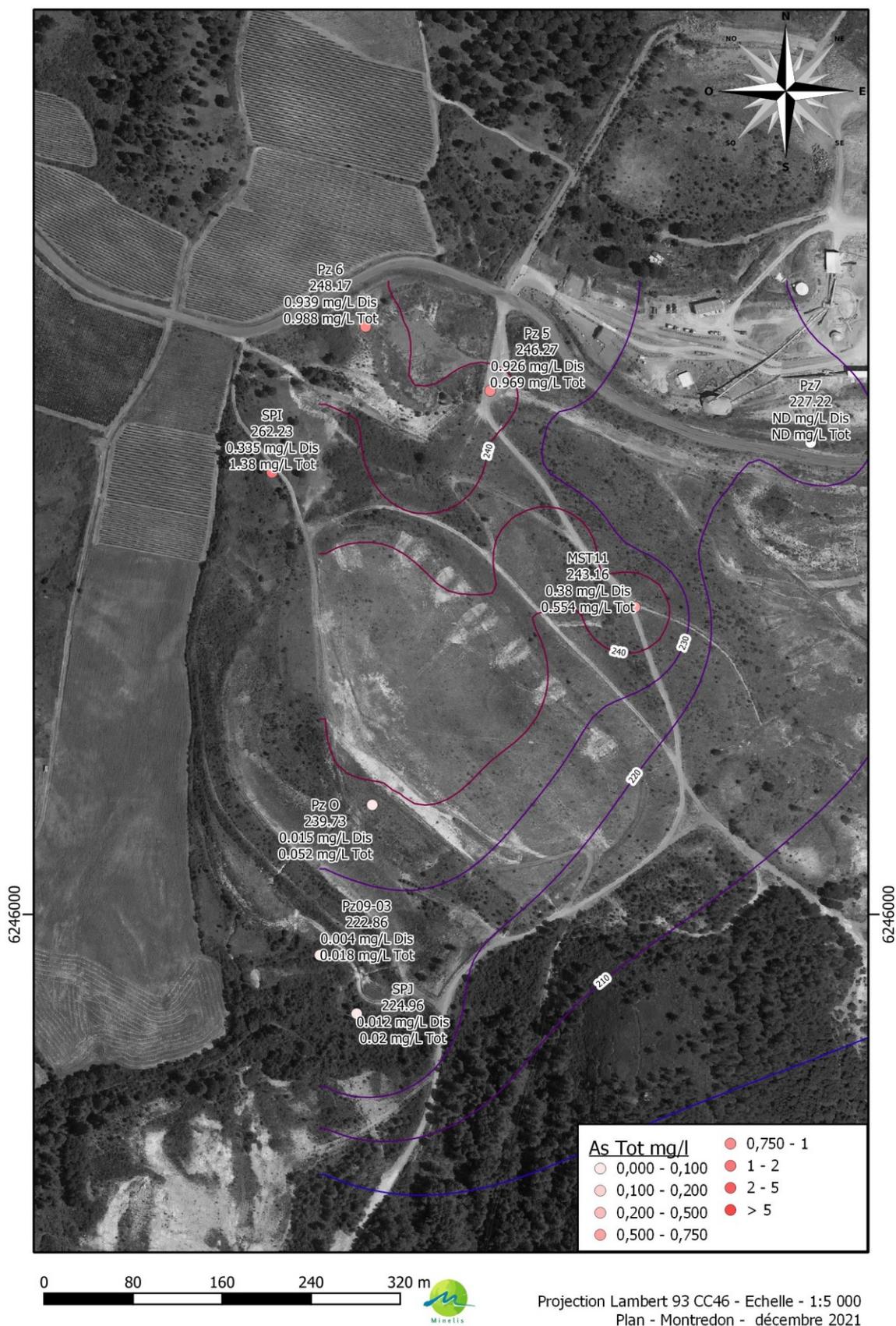


Figure 35 : Courbes hydro-isohypses des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – décembre 2021

1.5.4.2 Analyses des piézomètres au Nord et à l'Est de Montredon

Les analyses de l'eau des piézomètres situés au nord et à l'est du stockage de Montredon sont données dans les tableaux ci-après. Les prélèvements sont réalisés semestriellement dans le cadre du programme de base, mais mensuellement durant les travaux de Montredon jusqu'en mai 2021. La filtration à 0,45 µm pour l'analyse de l'arsenic dissous est réalisée sur site, ainsi que les mesures d'oxydoréduction (E_h), de température et d'oxygène dissous. Les fiches de prélèvements pour 2021 des piézomètres sont données en annexe.

PZ5		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	7,46	7,55	7,47	7,73	7,72	7,79	7,60	7,62
Conductivité	(µS/cm)	2849	2605	2569	2694	2395	2516	2208	2548
Eh	(mV)	300	274	315	327	297	308	336	308
Température	(°C)	14,1	13,6	13,4	14,8	14,5	16,3	15,5	14,6
Oxygène dissous	(mg/L)	8,4	8,2	8,6	8,2	9,1	6,9	8,0	8,2
As total	(mg/L)	0,857	0,761	0,811	0,824	0,837	0,794	0,969	0,836
As dissous	(mg/L)	0,811	0,719	0,756	0,742	0,81	0,784	0,926	0,793
Cyanures totaux	(mg/L)	0,018	0,017	0,014	0,011	0,011	0,015	0,016	0,015
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24
Niveau/Tête piézo	(m)	3,05	2,71	2,70	3,51	4,09	4,81	2,97	3,41
Cote nappe	(mNGF)	246,19	246,53	246,54	245,73	245,15	244,43	246,27	245,83

Figure 36 : Analyses du piézomètre PZ5

PZ6		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	7,66	7,73	7,69	7,80	7,70	7,92	7,62	7,73
Conductivité	(µS/cm)	1734	1537	1575	1625	1542	1648	1457	1588
Eh	(mV)	291	268	310	313	261	171	334	278
Température	(°C)	13,7	13	12,2	14,5	14,6	16	14,9	14,1
Oxygène dissous	(mg/L)	8,5	8,2	8,9	7,9	9,1	6,9	7,5	8,1
As total	(mg/L)	0,282	0,293	0,449	0,661	0,337	3,08	0,988	0,870
As dissous	(mg/L)	0,267	0,283	0,441	0,577	0,33	0,559	0,939	0,485
Cyanures totaux	(mg/L)	0,015	0,014	0,012	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91
Niveau/Tête piézo	(m)	2,92	2,37	2,05	2,39	3,47	3,78	2,74	2,82
Cote nappe	(mNGF)	247,99	248,54	248,86	248,52	247,44	247,13	248,17	248,09

Figure 37 : Analyses du piézomètre PZ6

SPI		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne	
pH	u	Endommagé - Rempli de cailloux ?				Pas assez d'eau pour faire un prélèvement	7,98	7,97	8,10	8,02
Conductivité	(µS/cm)						793	782	337	637
Eh	(mV)						309	289	313	304
Température	(°C)						16,0	14,7	13,8	14,8
Oxygène dissous	(mg/L)						7,5	7,6	8,8	8,0
As total	(mg/L)						3,08	2,86	1,38	2,440
As dissous	(mg/L)						0,357	0,445	0,335	0,379
Cyanures totaux	(mg/L)						0,690	0,330	0,370	0,463
Cyanures libres	(mg/L)						<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35	
Niveau/Tête piézo	(m)	6,50	6,50	6,50	7,15	7,17	7,32	7,12	6,89	
Cote nappe	(mNGF)	262,85	262,85	262,85	262,2	262,18	262,03	262,23	262,46	

Figure 38 : Analyses du piézomètre SPI

MST11		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	8,14	7,72	7,67	7,79	7,66	7,72	7,88	7,80
Conductivité	(μ S/cm)	819	1106	1124	1176	987	1163	1449	1118
Eh	(mV)	275	254	302	287	290	286	323	288
Température	(°C)	14,1	14,7	13,9	16,5	15,9	17,2	14,4	15,2
Oxygène dissous	(mg/L)	8,6	8,3	9,9	8,5	8,6	6,7	8,2	8,4
As total	(mg/L)	0,688	1,37	0,857	1,78	1,62	0,97	0,554	1,120
As dissous	(mg/L)	0,475	1,24	0,81	1,73	1,05	0,889	0,38	0,939
Cyanures totaux	(mg/L)	0,044	0,038	0,032	0,049	0,031	0,028	0,030	0,036
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	0,761	0,756	0,011	<0,010	3,080	0,939	0,794
Cote tête de piézo.	(mNGF)	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23
Niveau/Tête piézo	(m)	11,13	11,72	11,25	11,66	11,93	12,22	11,69	11,66
Cote nappe	(mNGF)	242,1	241,51	241,98	241,57	241,3	241,01	241,54	241,57

Figure 39 : Analyses du piézomètre MST11

Commentaires :

En règle générale les concentrations en arsenic total et dissous au nord et à l'est du stockage restent élevées en 2021, mais sensiblement identiques aux valeurs précédentes.

Les piézomètres PZ5 et PZ6 se situent dans une zone où la MPCS avait stocké pendant de nombreuses années du minerai 2X, riche en sulfures et arsenic. De plus, l'ex-bassin de retour des eaux de Montredon et de l'Artus, qui servait à l'alimentation en eau de l'usine de la Caunette, avait été installé dans cette zone. L'arsenic sur ces deux piézomètres est principalement sous sa forme dissoute. On notera toutefois une concentration importante en juin en arsenic total sur le PZ6 (3,09 mg/L), mais pas en arsenic dissous (0,56 mg/L). Cette forte concentration ne se retrouve pas lors du prélèvement suivant en décembre.

Les concentrations en cyanures totaux restent faibles dans les deux piézomètres PZ5 et PZ6, et celles des cyanures libres sont inférieures à la limite de détection de 10 μ g/L.

Le piézomètre SPI a été remis en service en avril 2021, car suite aux travaux de Montredon ce piézomètre a été partiellement rempli de cailloux et rendu inutilisable. L'entreprise de travaux (VINCI) a procédé à un nettoyage de ce piézomètre (air-lift ?) et est donc de nouveau opérationnel. L'arsenic est principalement sous forme particulaire sur ce piézomètre. Les concentrations en cyanures totaux sont relativement élevées (0,46 mg/L), et on ne relève pas de cyanures libres (<0,010 mg/L).

Depuis fin 2015, le MST11 est contrôlé à la place du PZE qui était souvent sec car pas assez profond pour intercepter la nappe phréatique. Le MST11 a été foncé au droit de l'anomalie géophysique témoignant d'un défaut d'étanchéité du stockage. Ce piézomètre est situé dans la zone de l'ancien stock d'arséniates de chaux, qui a été enlevé et transféré dans le stockage de Montredon en 2003. Lors des sondages, aucun arséniate de chaux n'a été recoupé, mais des analyses chimiques de contrôle sur des faciès boueux riches en carbonates ont montré une contamination des remblais par de l'arsenic et du cyanure (394 mg/kg d'arsenic et 7,9 mg/kg). A noter qu'en 2020, la tête de ce piézomètre a été endommagée par un engin (tube plié) et qu'il n'a donc pas pu être analysé.

Les graphes suivants montrent sur chaque piézomètre :

- la pluviométrie et le niveau d'eau,
- les concentrations en arsenic total, dissous et le niveau d'eau,
- les concentrations en cyanures totaux, libres et le niveau d'eau.

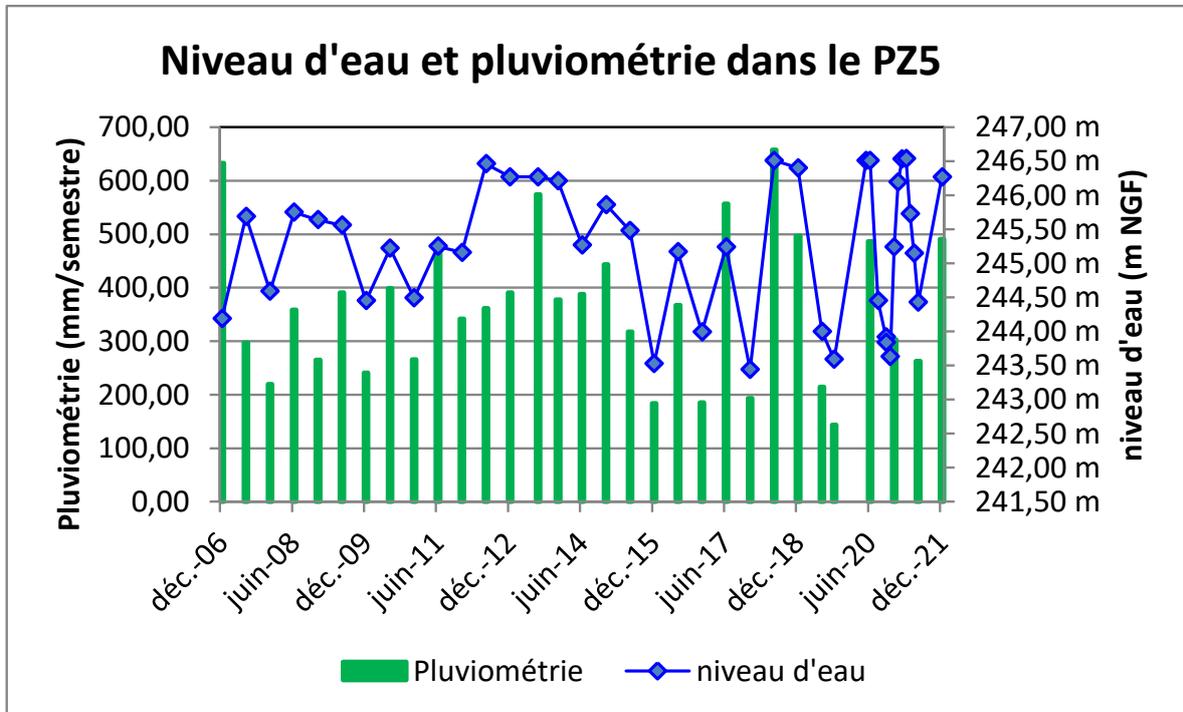


Figure 40 : Niveau d'eau du PZ5 et pluviométrie

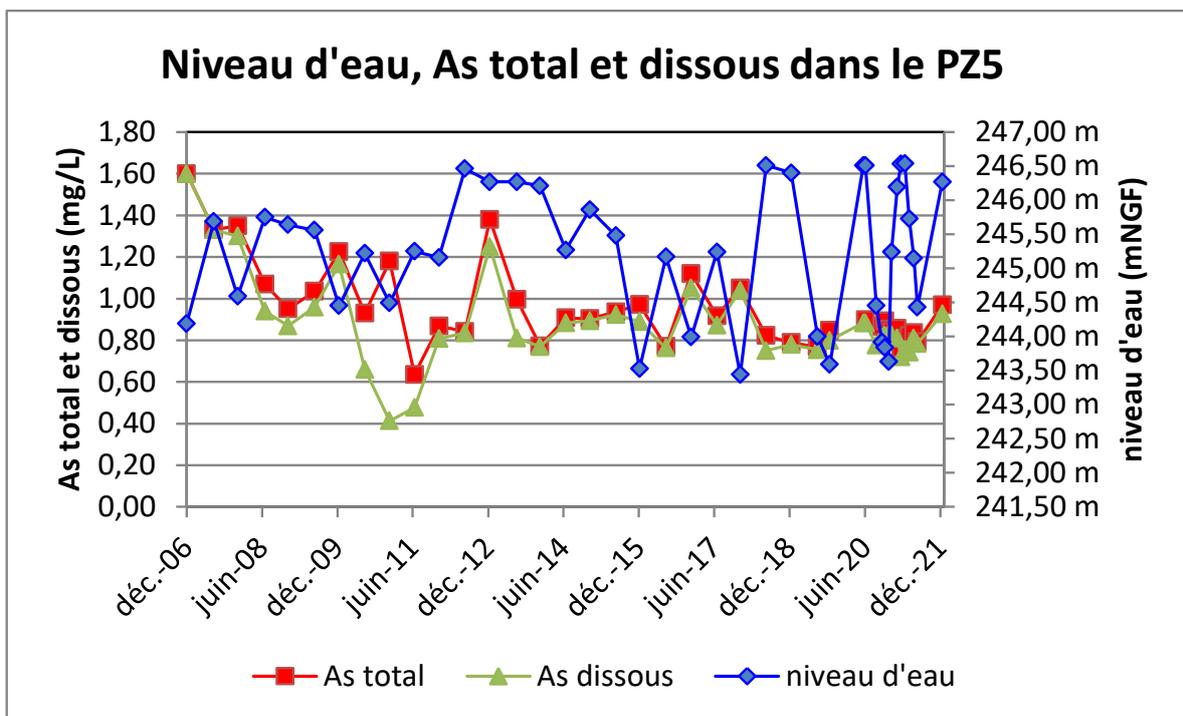


Figure 41 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ5

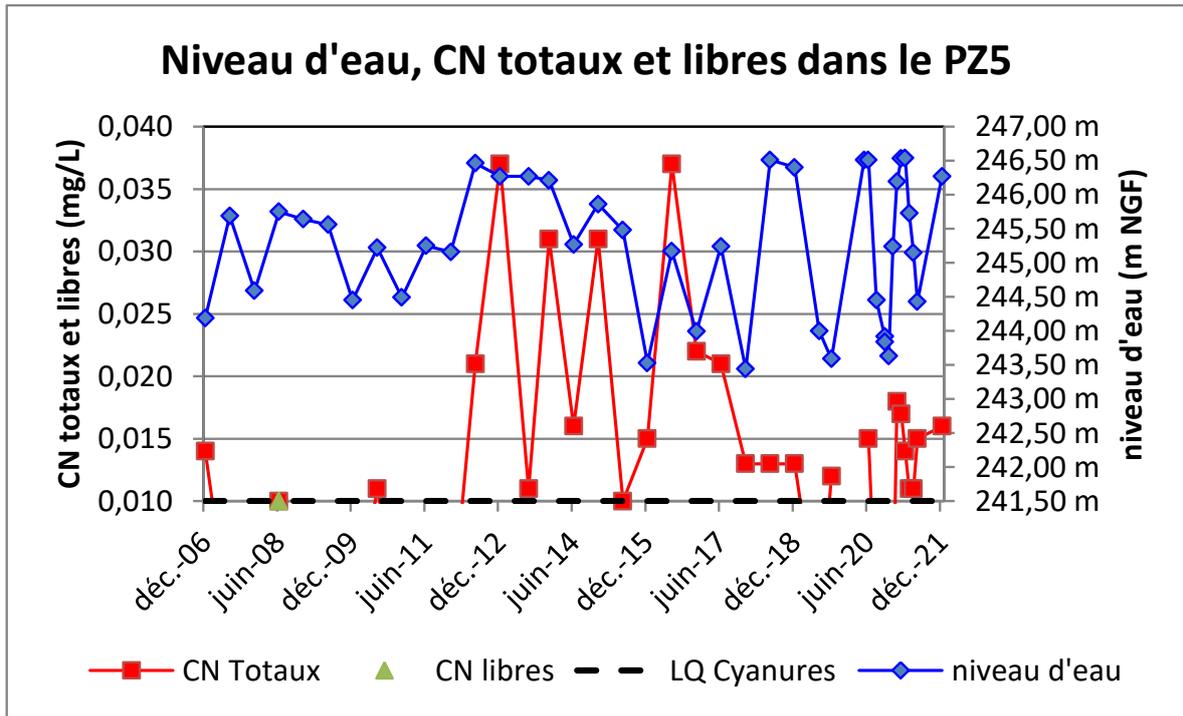


Figure 42 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ5

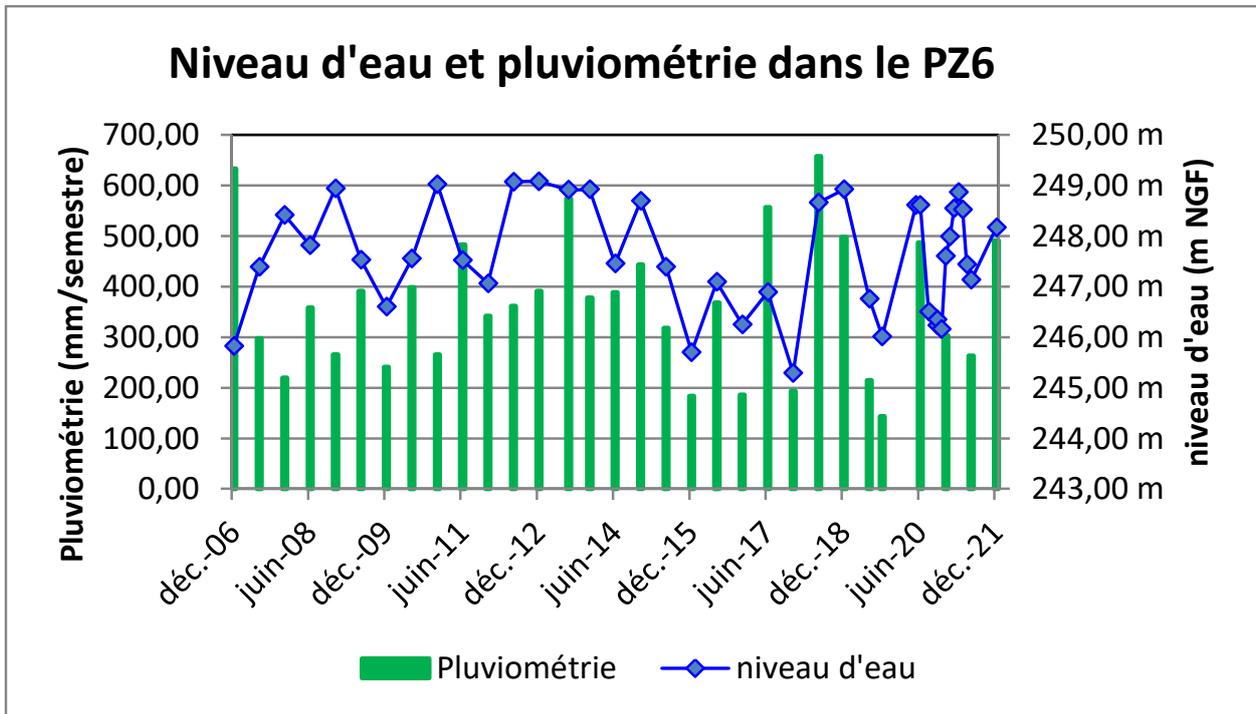


Figure 43 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie

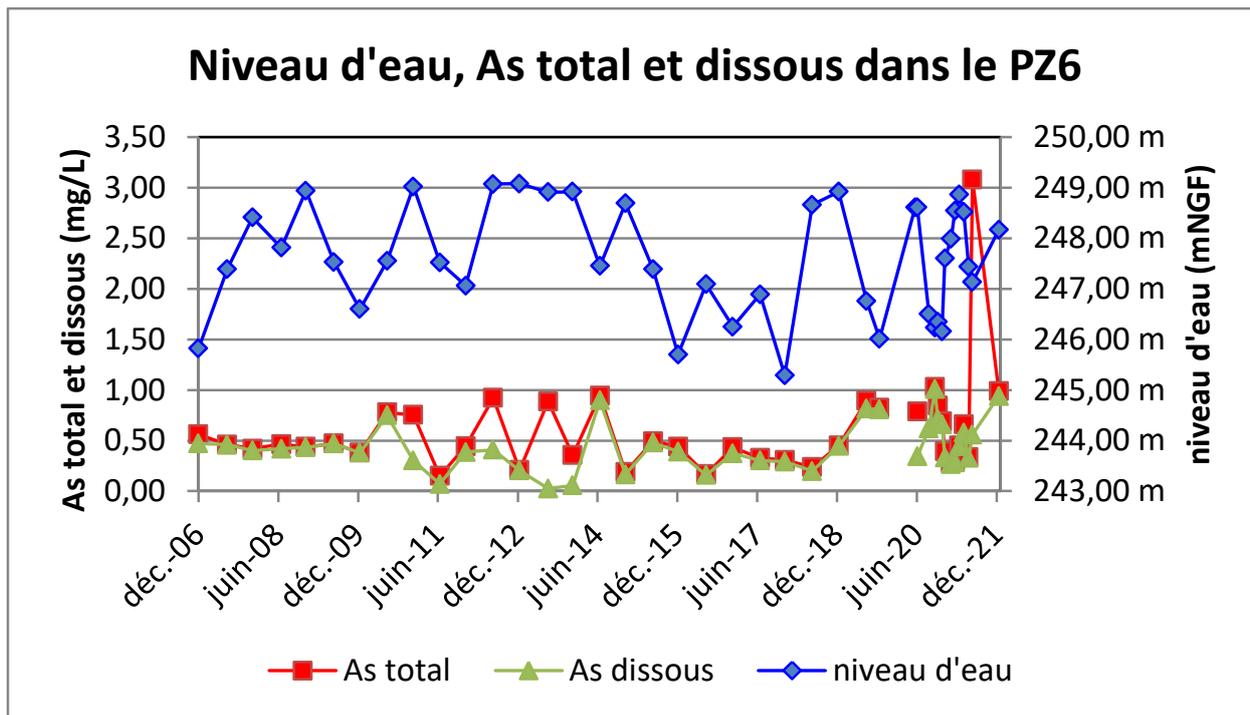


Figure 44 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6

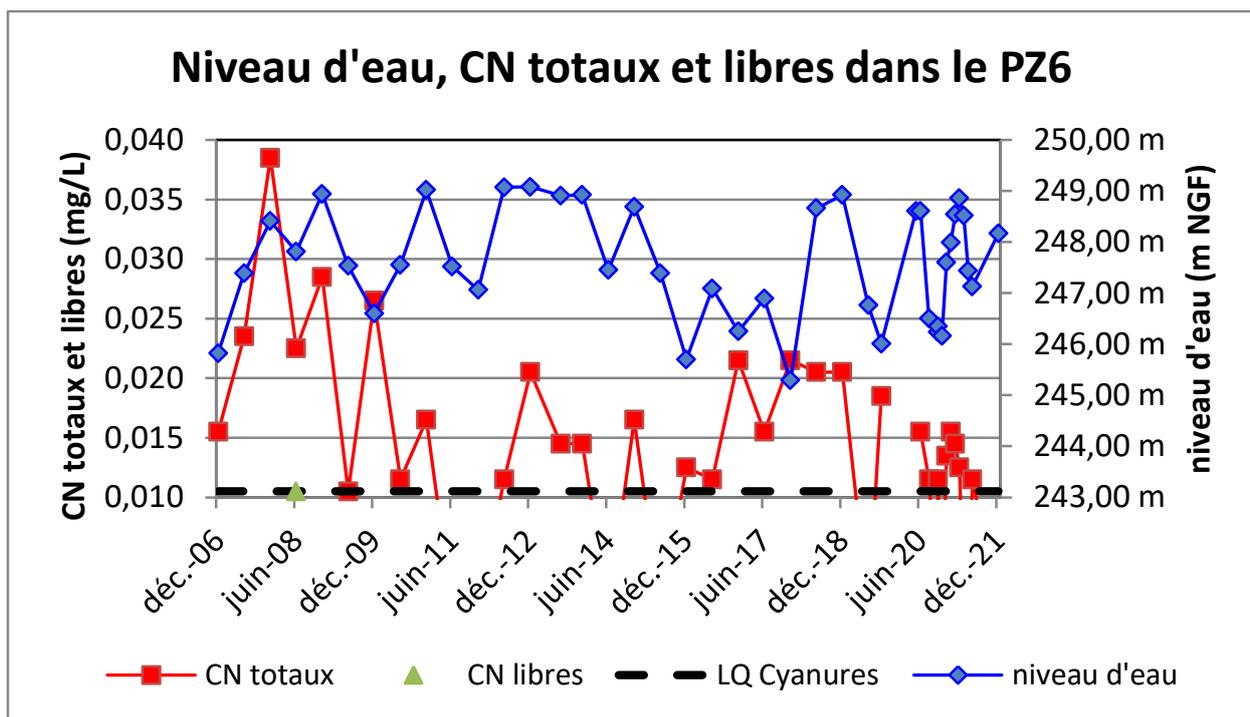


Figure 45 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6

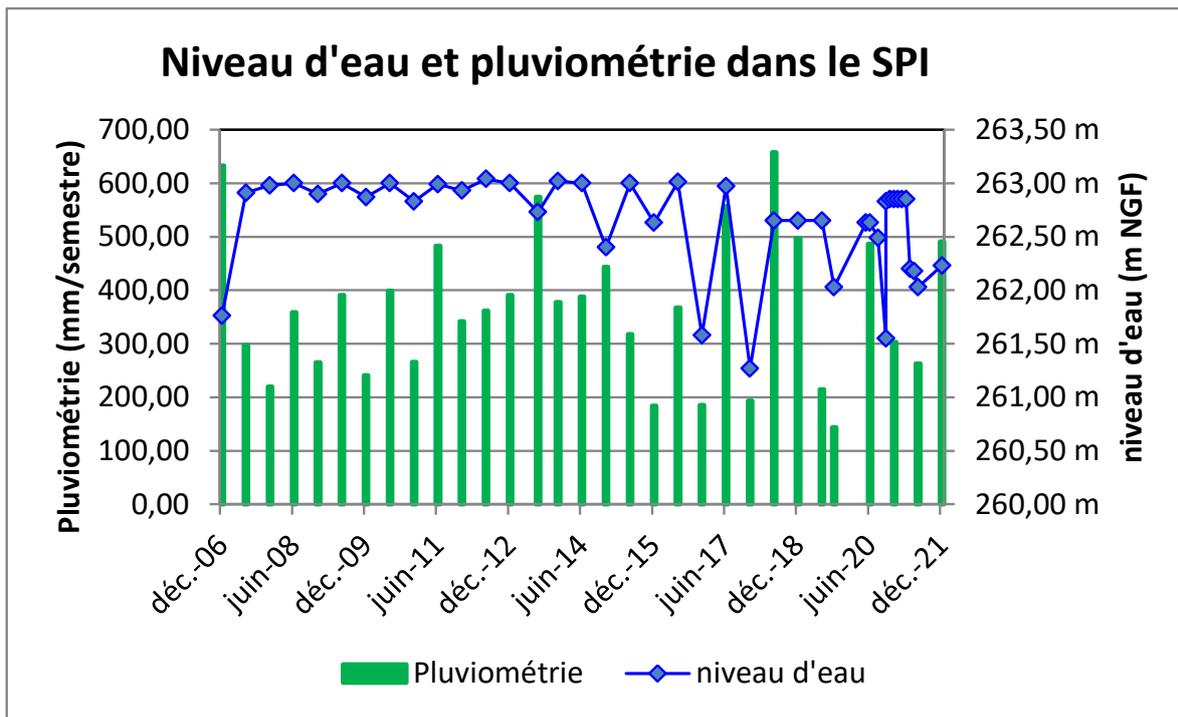


Figure 46 : Niveau d'eau du SPI et pluviométrie

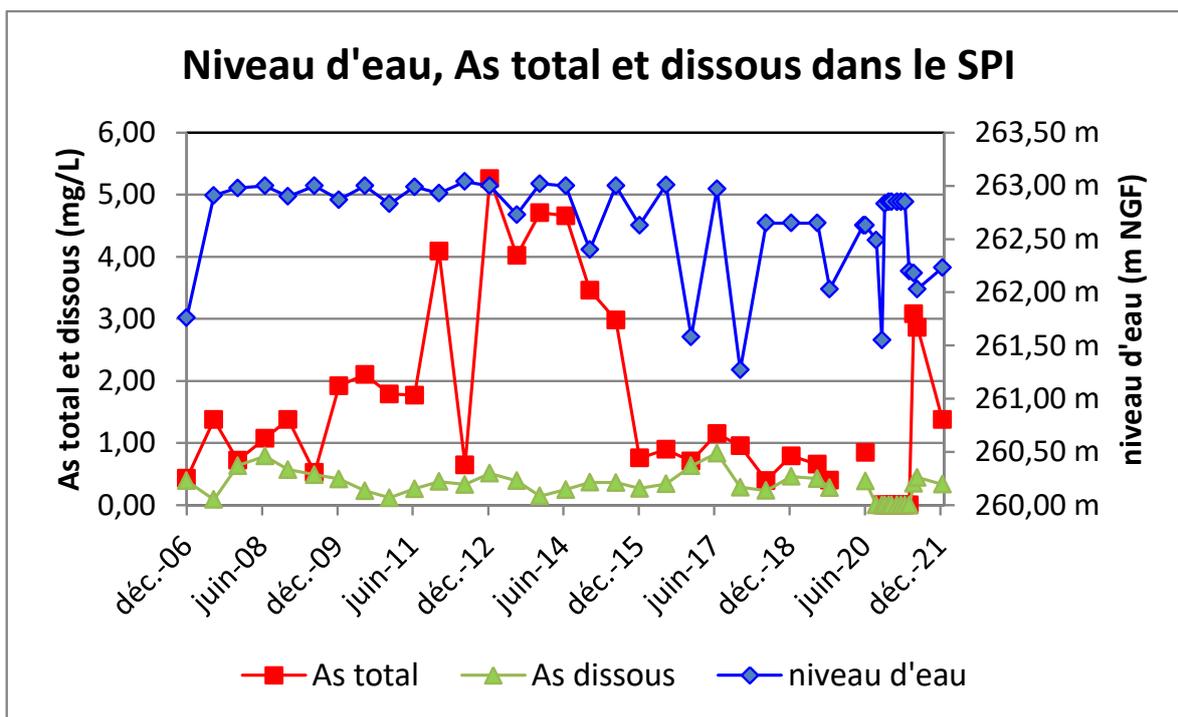


Figure 47 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPI

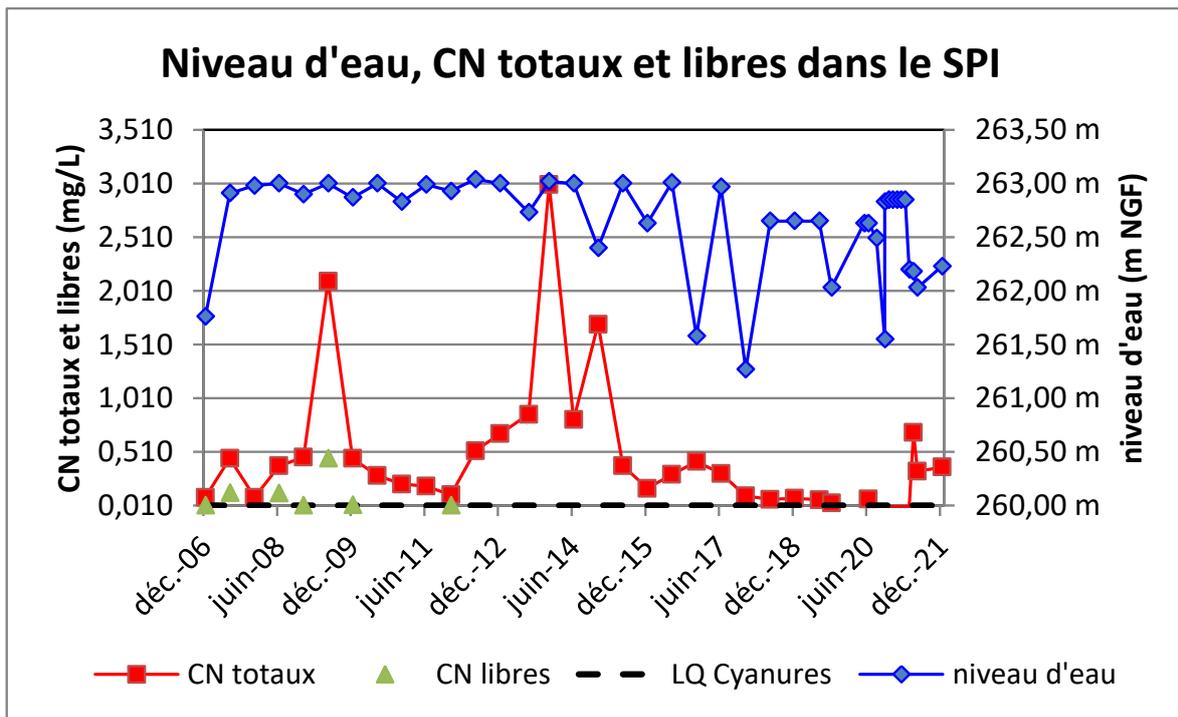


Figure 48 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPI

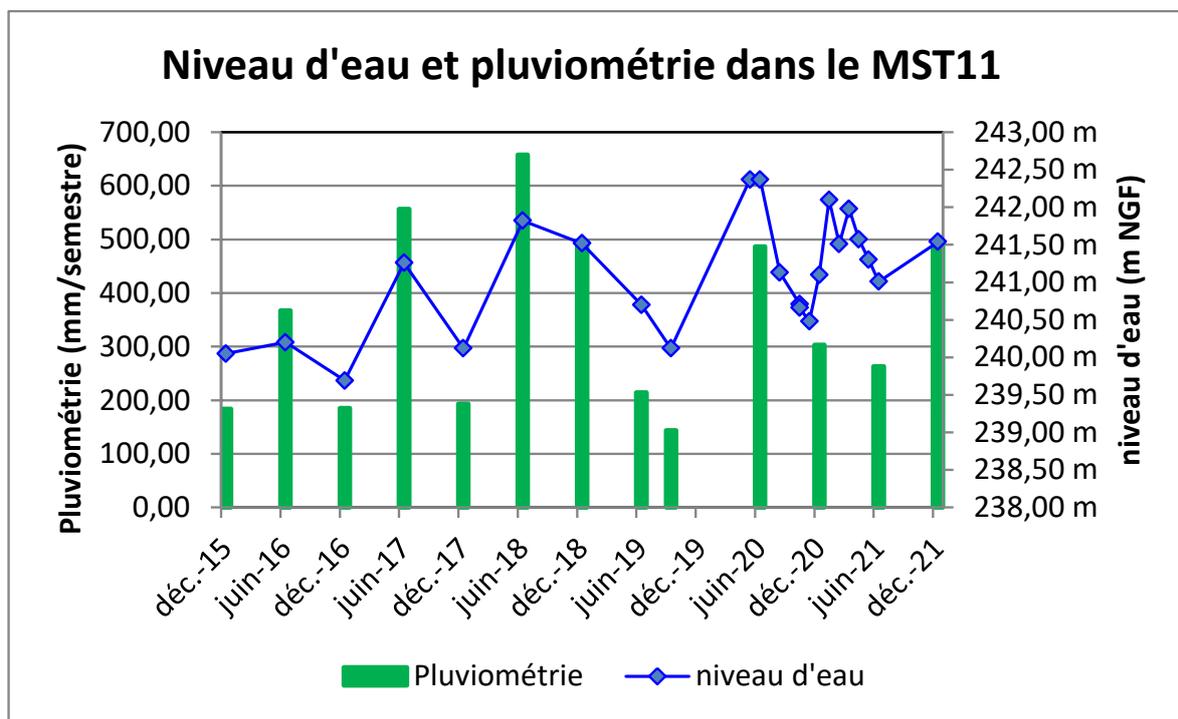


Figure 49 : Niveau d'eau du MST11 et pluviométrie

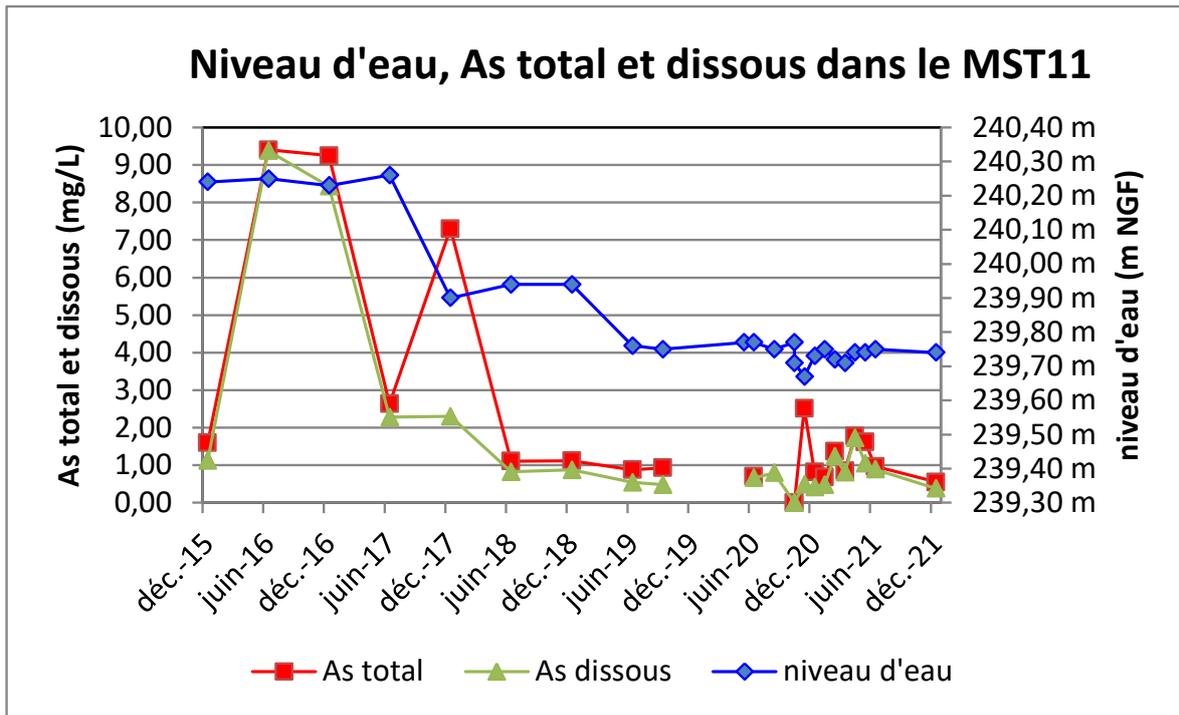


Figure 50 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le MST11

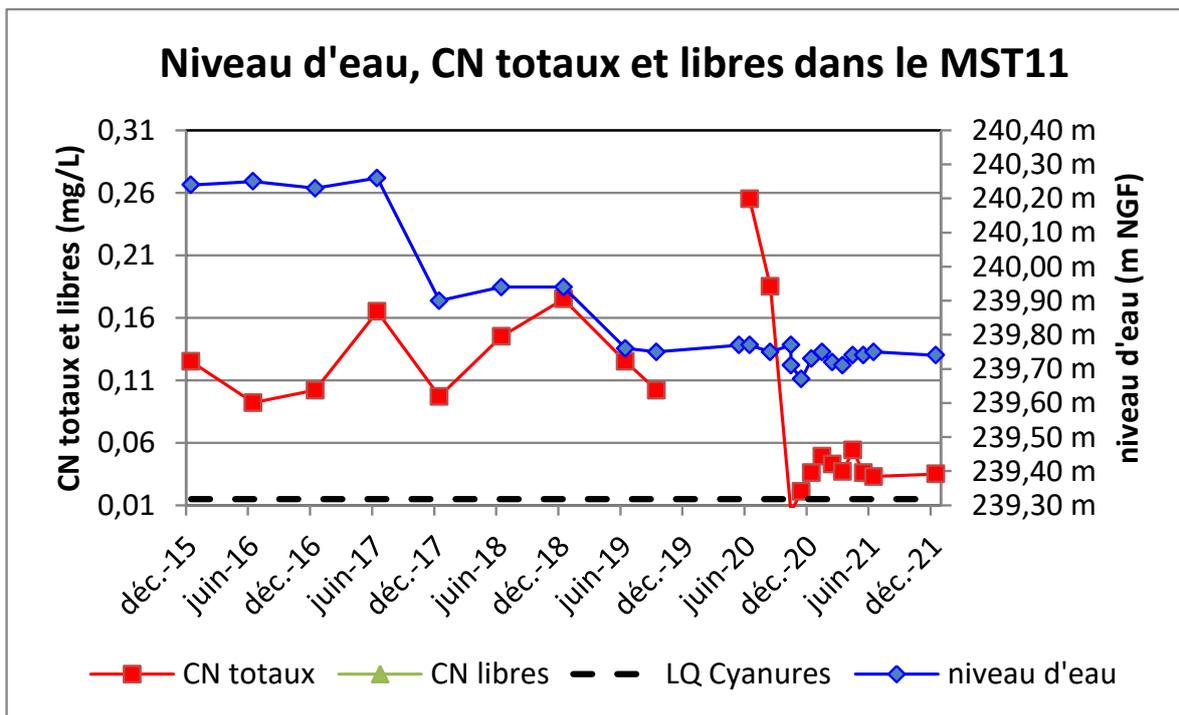


Figure 51 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le MST11

On n'observe pas ou peu d'évolution des niveaux d'eau sur les piézomètres au nord et à l'Est de Montredon. Les concentrations en cyanures libres restent faibles et souvent inférieures à la limite de quantification de 0,010 mg/L pour le PZ5, PZ6, SPI et MST11. En revanche des traces en cyanures totaux restent présentes sur ces mêmes piézomètres. On notera que les concentrations en cyanures totaux ont fortement diminué sur le MST11 à partir de

décembre 2020 : ce piézomètre situé sur le flanc Est subit peut être moins les effets de ruissellement par la création des descentes d'eau.

1.5.4.3 Analyses des piézomètres au Sud et à l'Ouest de Montredon

Les analyses de l'eau des piézomètres situés au Sud et à l'Ouest du bassin de Montredon sont données dans les tableaux ci-après. Les prélèvements sont réalisés semestriellement dans le cadre du programme de base, mais mensuellement durant les travaux de Montredon jusqu'en mai 2021. La filtration à 0,45 µm pour l'analyse de l'arsenic dissous est réalisée sur site, ainsi que les mesures d'oxydoréduction (E_h), de température et d'oxygène dissous. Les fiches de prélèvements pour 2021 des piézomètres sont données en annexe.

SPJ		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	7,42	7,73	7,81	7,74	7,75	7,58	7,56	7,66
Conductivité	(µS/cm)	1906	858	1053	1194	1618	1817	904	1336
Eh	(mV)	241	259	349	286	314	312	347	301
Température	(°C)	12,2	14	13,8	16,2	14,4	14,9	13,9	14,2
Oxygène dissous	(mg/L)	8,5	8,5	9,2	7,6	8,2	7,1	7,7	8,1
As total	(mg/L)	0,073	0,018	0,025	0,019	0,029	0,035	0,0196	0,031
As dissous	(mg/L)	0,02	0,007	0,01	0,011	0,014	0,013	0,0118	0,012
Cyanures totaux	(mg/L)	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40
Niveau/Tête piézo	(m)	7,86	7,56	7,77	7,88	7,90	7,90	7,44	7,76
Cote nappe	(mNGF)	224,54	224,84	224,63	224,52	224,5	224,5	224,96	224,64

Figure 52 : Analyses du piézomètre SPJ

PZ09-03		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	7,56	7,82	7,89	7,78	8,01	7,82	7,68	7,79
Conductivité	(µS/cm)	600	700	711	606	549	542	716	632
Eh	(mV)	242	304	338	302	307	291	340	304
Température	(°C)	13,4	14,6	14,5	16,9	15,1	15,5	14,6	14,9
Oxygène dissous	(mg/L)	8,4	8,7	9,4	7,8	8,4	10,0	8,0	8,7
As total	(mg/L)	0,038	0,023	0,011	0,022	0,027	0,03	0,0182	0,024
As dissous	(mg/L)	0,013	<0,005	<0,005	0,012	0,008	0,013	0,00432	0,010
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93
Niveau/Tête piézo	(m)	11,27	10,08	9,89	10,54	10,90	11,22	10,07	10,57
Cote nappe	(mNGF)	221,66	222,85	223,04	222,39	222,03	221,71	222,86	222,36

Figure 53 : Analyses du piézomètre PZ09-03

PZO		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	7,84	7,59	7,64	7,68	7,56	7,65	7,47	7,63
Conductivité	(μ S/cm)	1268	1074	1044	1167	1101	1147	968	1110
Eh	(mV)	209	289	351	300	303	264	349	295
Température	(°C)	13,5	14,5	14,5	17,7	15,4	15,9	15,1	15,2
Oxygène dissous	(mg/L)	8,7	8,5	9,1	7,9	8,4	7,2	7,7	8,2
As total	(mg/L)	0,247	0,057	0,031	0,047	0,089	0,236	0,0521	0,108
As dissous	(mg/L)	0,074	0,022	0,013	0,027	0,021	0,06	0,0154	0,033
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71
Niveau/Tête piézo	(m)	25,97	26,00	26,01	25,98	25,98	25,97	25,98	25,98
Cote nappe	(mNGF)	239,74	239,71	239,70	239,73	239,73	239,74	239,73	239,73

Figure 54 : Analyses du piézomètre PZO

Commentaires :

On observe peu d'évolution en 2021 des concentrations en arsenic total pour le PZO9-03 qui restent peu élevées (0,024 mg/L en moyenne sur 2021), même pendant les travaux de Montredon, et les cyanures ne sont pas détectés. La plupart des paramètres physico-chimiques contrôlés sont cohérents avec ceux mesurés précédemment sur le SPB. ²

Sur le PZO, la concentration en arsenic total varie entre 0,247 mg/L en janvier et 0,05 mg/L en décembre. Il est possible que les travaux de Montredon à proximité de ce piézomètre aient pu perturber la qualité des eaux, aussi les concentrations relevées à l'avenir (post travaux) sur cet ouvrage seront surveillées. La moyenne des concentrations en arsenic dissous sur 2021 est de 33 μ g/L, toutefois des pics passagers à plus de 0,05 mg/L ont été enregistrés, montrant un possible effet du chantier de Montredon. Les concentrations en cyanures totaux et libres restent en dessous des seuils de détection de 0,010 mg/L tout au long de l'année 2021.

Pour le piézomètre SPJ, les concentrations en arsenic total et dissous sont assez stables (sauf en janvier peut-être en raison des travaux) en 2021 et sont en moyenne respectivement de 0,031 mg/L et 0,012 mg/L. Quelques traces de cyanures totaux sont observées mais pas de cyanures libres.

Les graphes suivants montrent sur chaque piézomètre :

- la pluviométrie semestrielle et le niveau d'eau,
- les concentrations en arsenic total, dissous et le niveau d'eau,
- les concentrations en cyanures totaux, libres et le niveau d'eau.

² On signalera que le contrôle du piézomètre SPB n'est plus possible depuis juin 2017 en raison des travaux de confortement du flanc ouest de Montredon durant lesquels la tête de ce piézomètre a été dégagée mais le tube a été complètement plié. Le contrôle est maintenant réalisé sur le piézomètre PZO9-03 installé à proximité (à 5 mètres environ) par MICA Environnement en 2009. Celui-ci est implanté dans la même couche géologique de sables S7 que le SPB. Le niveau d'eau était parfaitement cohérent avec celui observé précédemment dans le SPB. Il a donc été décidé de prélever le piézomètre PZO9-03 pour remplacer le SPB.

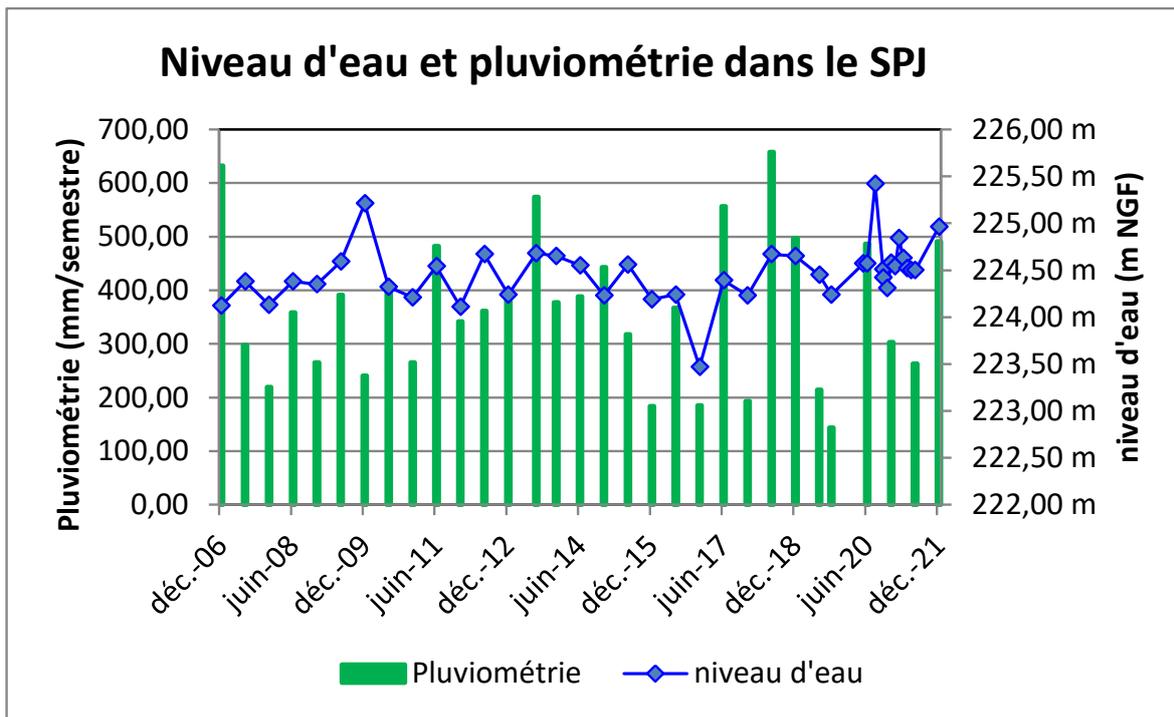


Figure 55 : Niveau d'eau du SPJ et pluviométrie

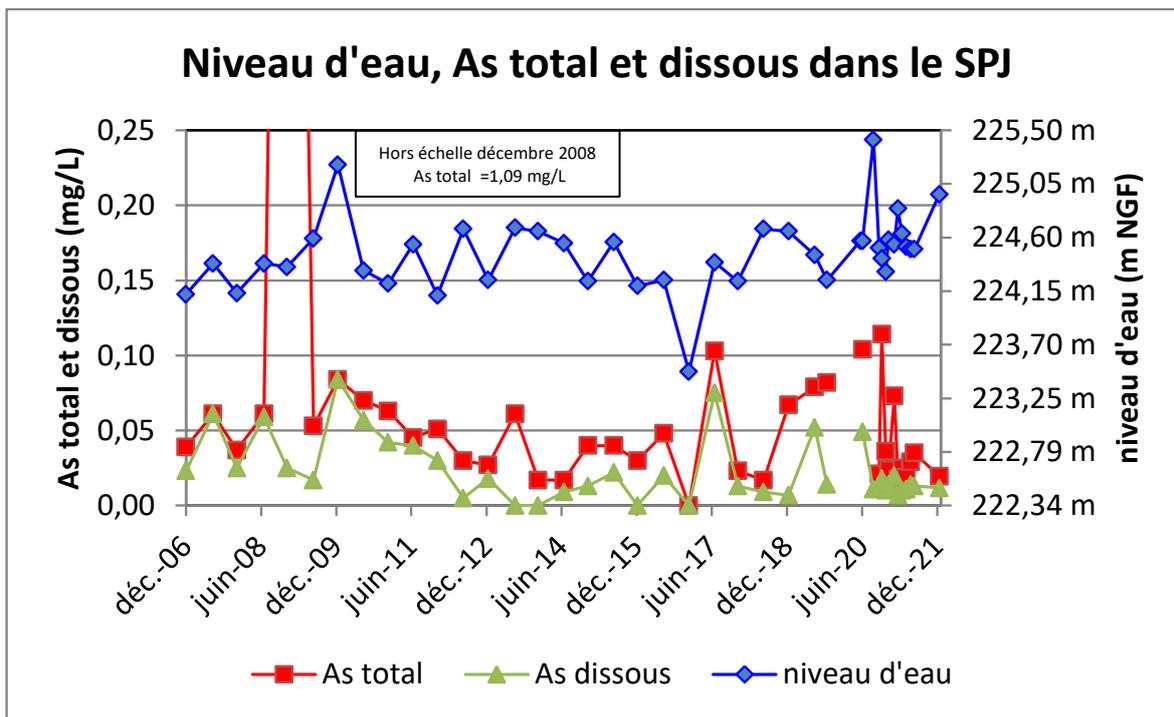


Figure 56 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPJ

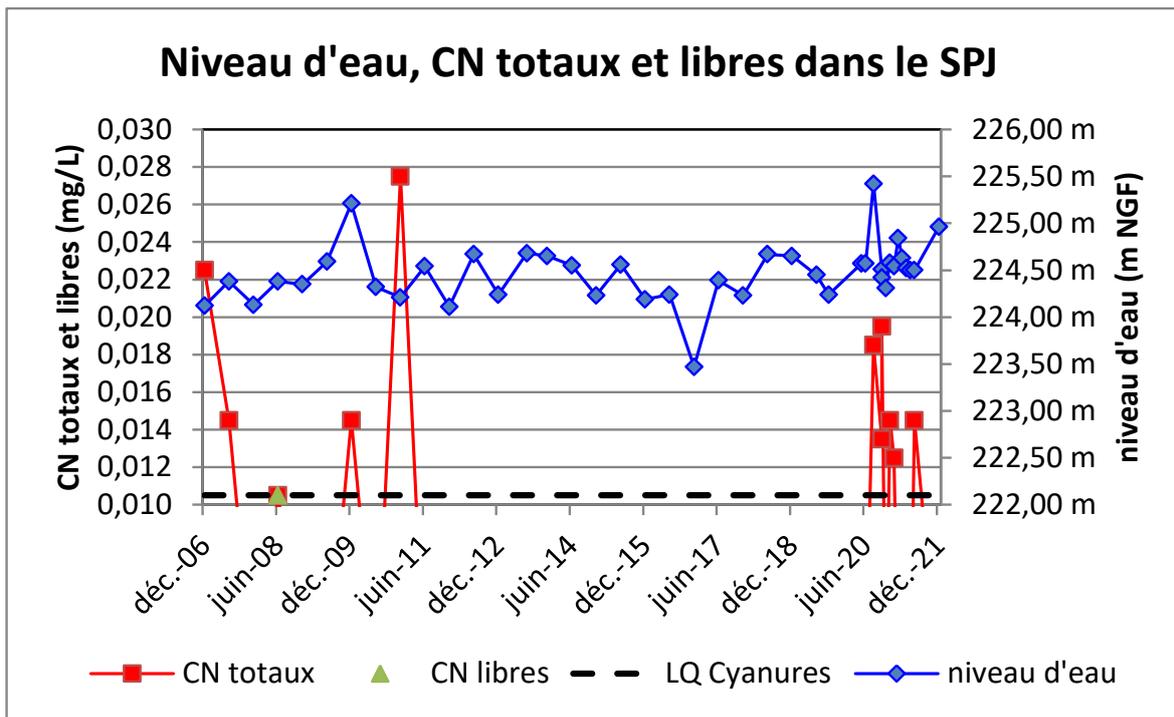


Figure 57 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPJ

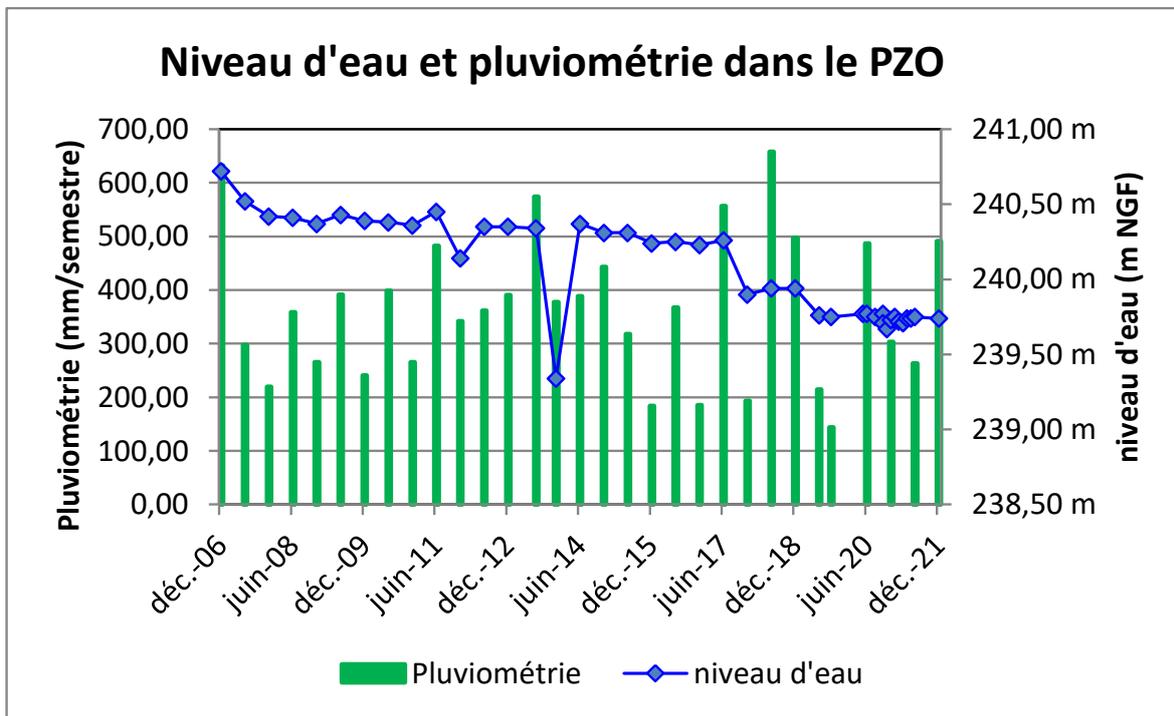


Figure 58 : Niveau d'eau du PZO et pluviométrie

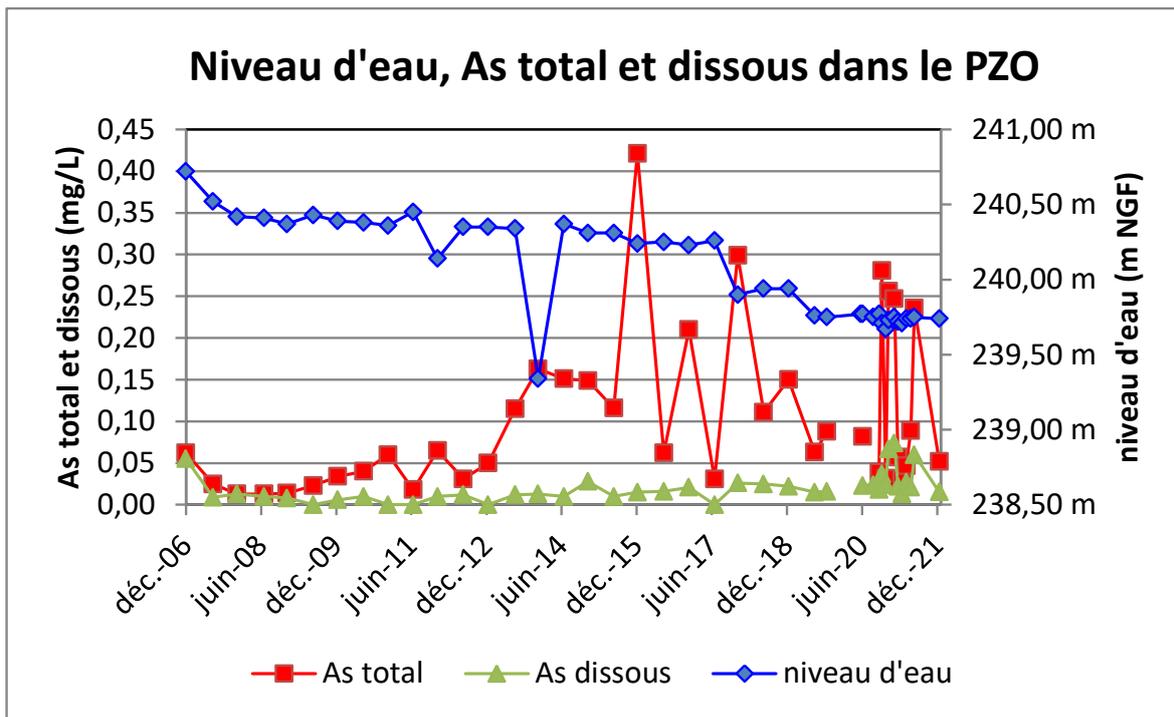


Figure 59 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZO

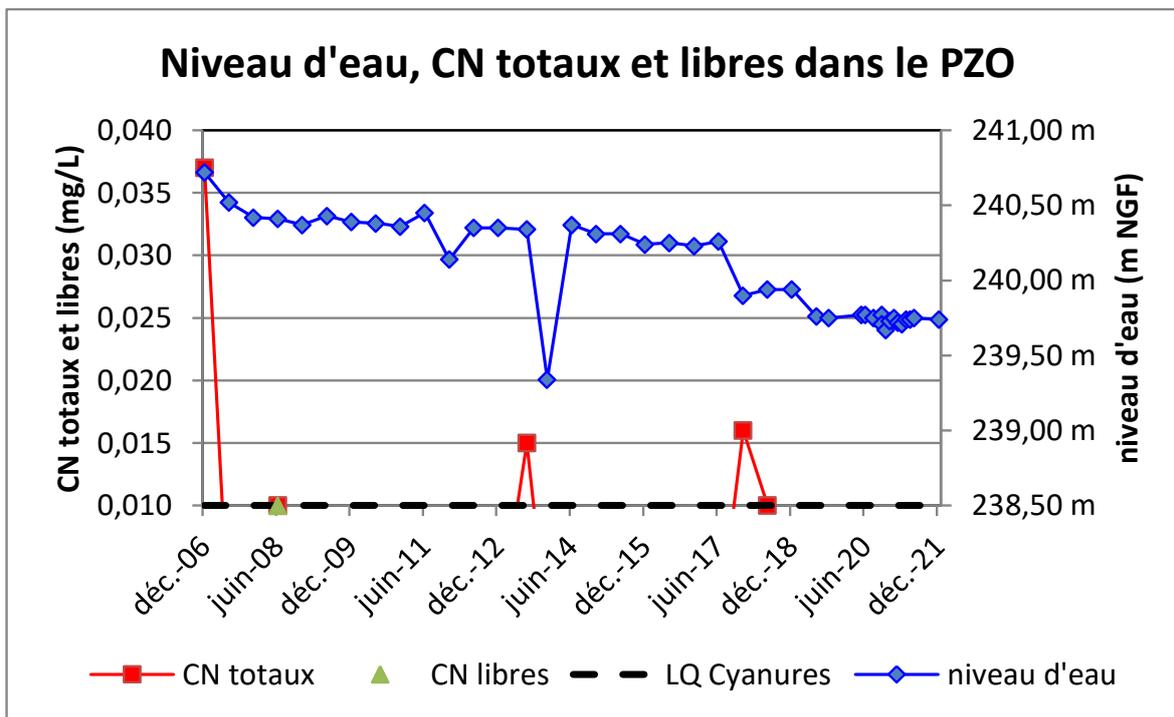


Figure 60 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZO

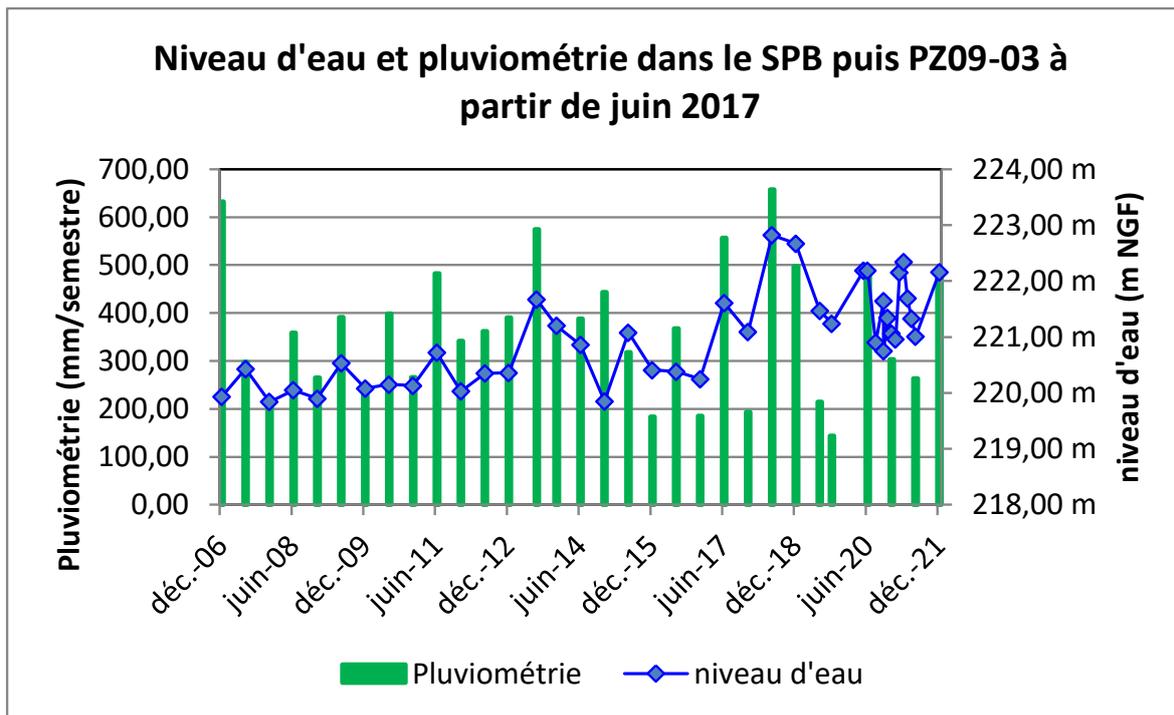


Figure 61 : Niveau d'eau du SPB puis PZ09-03 et pluviométrie

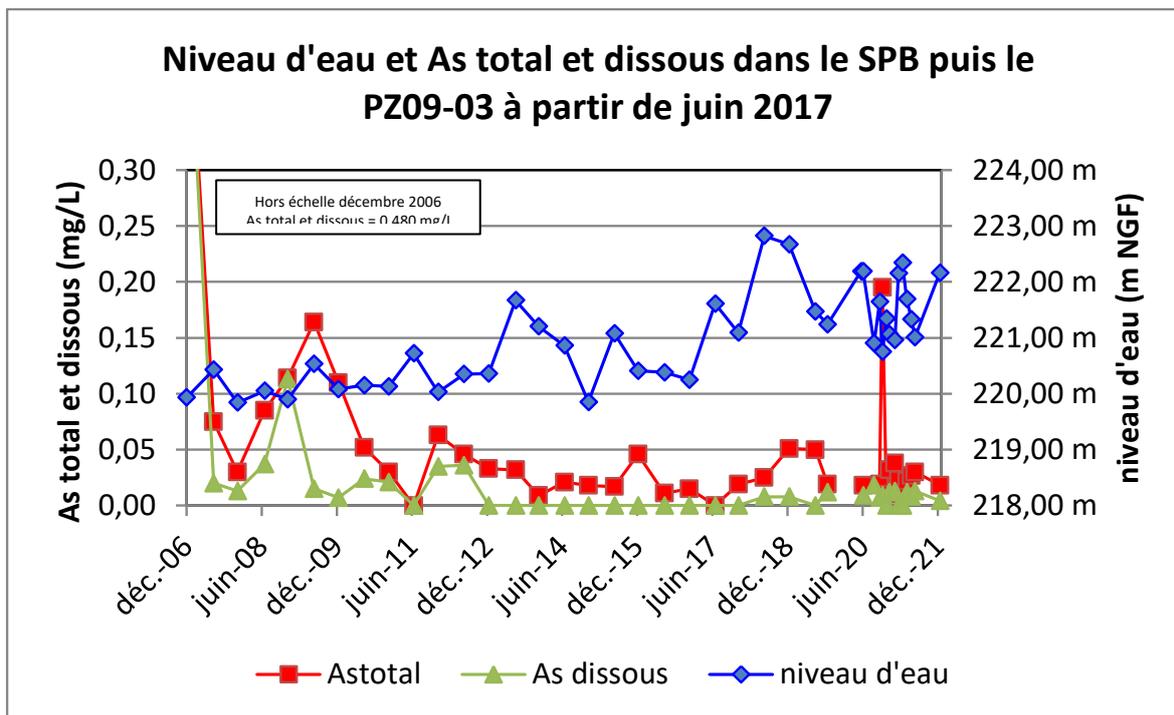


Figure 62 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03

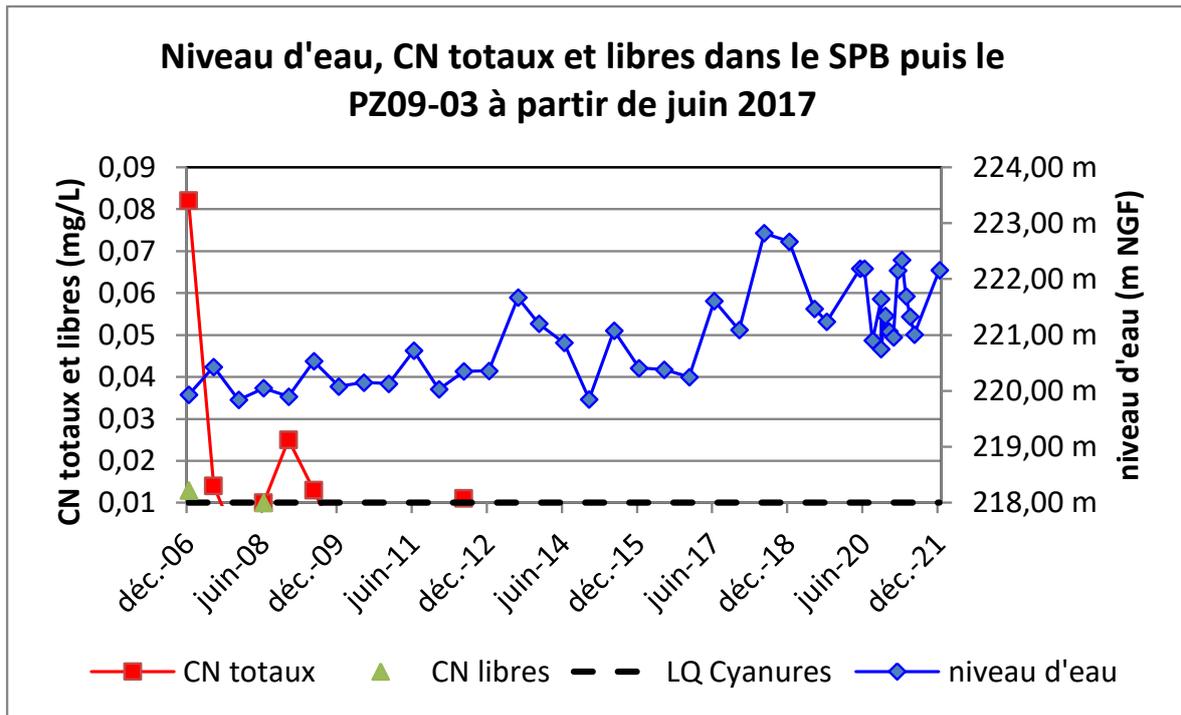


Figure 63 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03

On observe des évolutions très différentes des niveaux d'eau sur les piézomètres au Sud et à l'Ouest de Montredon : si le niveau du SPJ semble stable, celui du PZO semble diminuer alors que celui du PZ09-03 semble augmenter depuis 2017.

Les concentrations en cyanures libres restent faibles et souvent inférieures à la limite de quantification de 0,010 mg/L sur les ouvrages du flanc Ouest. Quelques traces en cyanures totaux restent présentes mais à de faibles concentrations. Les concentrations en arsenic total et dissous restent relativement stables pour ces 3 piézomètres depuis 2006.

1.5.4.4 Niveau d'eau et qualité des eaux de drainage issues du stockage de Montredon

Le niveau d'eau est mesuré dans le « drain central » au sommet du stockage de Montredon. Ce « drain central » était utilisé pour le pompage de l'eau interne contenue dans le stockage de Montredon. Il n'y a plus de pompage de l'eau depuis plus de quatre ans suite au colmatage de la pompe par les fines particules contenues dans le bassin. On rappellera que les concentrés de flottation stockés à Montredon étaient broyés à environ 25 µm.

Le maintien d'un niveau bas de l'eau à l'intérieur du stockage de Montredon contribue à faciliter sa consolidation et à diminuer les pressions interstitielles latéralement au parement argileux. Le suivi du niveau d'eau au sein du stockage permet également de vérifier l'étanchéité de la couverture.

Entre 2013 et 2015, le niveau de l'eau semblait ne plus varier : une croûte d'oxyde de fer était présente dans ce piézomètre en raison de la faible circulation de l'eau. En juin 2015, le piézomètre a été hydrocuré par VEOLIA et on constate une nette remontée de l'eau à environ 4,49 m de profondeur probablement en raison de l'eau d'injection du curage. Comme les produits contenus dans le stockage de Montredon sont extrêmement fins avec une faible perméabilité, on observe un lent retour à l'équilibre sur le 2^{ème} semestre 2015. Ensuite on note un petit décrochage entre mars et avril 2016 de 40 cm environ sans explication apparente. Sur 2017 on note une lente remontée du niveau d'eau de -5,90 m en janvier à -5,79 m en novembre soit 11 cm de plus. En décembre 2017, par contre, on note une chute du niveau à -6,03 m sans explication (curage VEOLIA ?). En 2018, l'augmentation du niveau d'eau a repris avec une brusque accélération en octobre, suites aux fortes pluies. Le niveau d'eau est depuis stabilisé à environ 4,70m, mais ce niveau semble non représentatif : le tube semble colmaté car la sonde de niveau ne descend plus au-delà de 6,00 mètres. En 2019, le niveau d'eau reste stable. En 2020, le niveau d'eau est descendu, jusqu'au début des travaux de Montredon en août 2020. Le niveau est ensuite progressivement remonté et se stabilisé en décembre, puis en 2021 jusqu'à la fin des travaux et 6 mois après une baisse constante du niveau est observé.

On ne note pas d'augmentation significative des débits issus de Montredon des drains D1 et D2, y compris pendant les travaux de Montredon.

Après les travaux et la mise en place d'une canalisation unique recueillant les eaux des deux drains D1 et D2, le débit fluctue beaucoup plus. En effet le drain de Montredon regroupe à la fois les drains issus du drainage anciennement D1 et D2 mais également les eaux en provenance du pompage des 4 puits installés à Montredon dont le fonctionnement n'est pas continu.

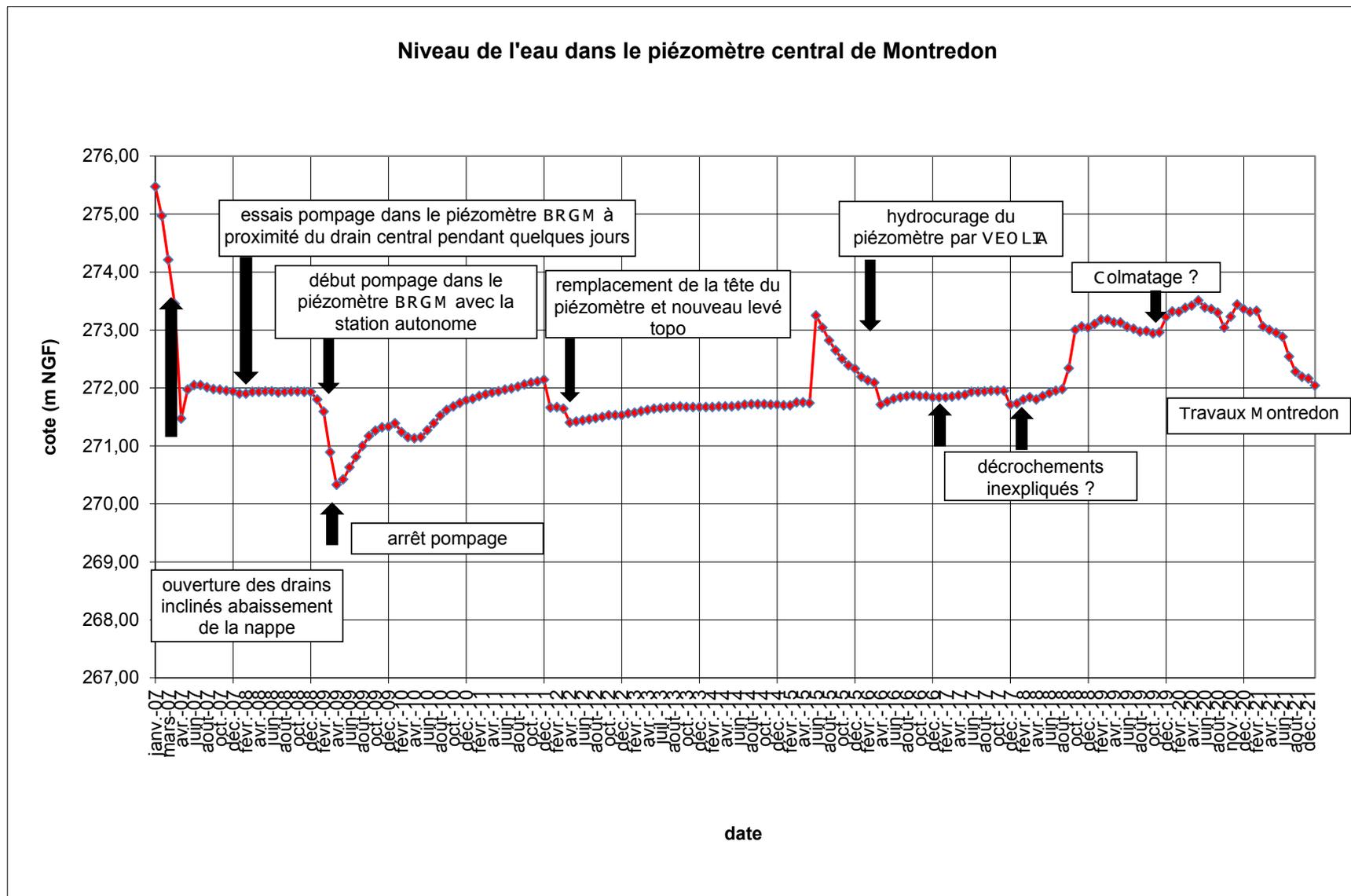


Figure 64 : Niveau de l'eau dans le piézomètre central à Montredon

Les drains D1 et D2 sont évacués par écoulement gravitaire vers la station de traitement. Les mesures et prélèvements mensuels ont été réalisés à l'arrivée des drains dans les regards de collecte respectifs à la station de traitement des eaux à la Combe du saut jusqu'en avril individuellement. A partir du mois de mai, une canalisation unique a été installée regroupant les anciens drains D1, D2 ainsi que les eaux provenant des 4 puits de pompage installés en partie sommitale de Montredon.

Drain D1										
Date	Débit (m ³ /h)	pH	Cond. à 25°C (µS/cm)	E _h (mV)	Temp. (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	As total (mg/L)	As dissous (mg/L)	CN libres (mg/L)	CN totaux (mg/L)
Janv.-21	0,541	7,41	19 900	+323	10,5	8,7	27,90	27,70	<0,010	0,370
Fév.-21	0,395	7,35	16 300	+279	15,5	7,7	28,40	27,60	<0,010	0,130
Mars-21	0,504	7,65	19 030	+330	14,9	8,4	35,30	34,80	0,016	0,170
Avr.-21	0,432	7,09	20 670	+271	24,5	5,9	40,70	36,80	0,012	0,330
Moyenne	0,468	7,38	18 975	+301	16,4	7,7	33,08	31,72	0,010	0,250
Drain D2										
Date	Débit (m ³ /h)	pH	Cond. à 25°C (µS/cm)	E _h (mV)	Temp. (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	As total (mg/L)	As dissous (mg/L)	CN libres (mg/L)	CN totaux (mg/L)
Janv.-21	0,042	7,57	14 480	+268	8,7	8,1	36,80	36,60	0,013	0,390
Fév.-21	0,054	7,07	12 540	+271	14,5	7,9	66,70	65,30	<0,010	0,170
Mars-21	0,058	7,35	12 880	+274	13,5	8,4	63,70	63,30	0,021	0,210
Avr.-21	0,018	6,56	14 460	+212	23,0	6,1	64,10	27,90	<0,010	0,360
Moyenne	0,043	7,14	13 590	+256	14,9	7,6	57,83	48,28	0,011	0,283

Tableau 6 : Analyses des drains périphériques de Montredon jusqu'en avril 2021

Drain Montredon (D1 + D2 + Puits de pompage de Montredon)										
Date	Débit (m ³ /h)	pH	Cond. à 25°C (µS/cm)	E _h (mV)	Temp. (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	As total (mg/L)	As dissous (mg/L)	CN libres (mg/L)	CN totaux (mg/L)
Mai-21	0,009	7,35	19 370	+299	22,3	8,3	37,80	37,20	<0,010	0,290
Juin-21	0,006	7,29	20 510	+259	31,2	6,3	51,10	48,20	<0,010	0,190
Juillet-21	0,048	7,27	15 190	+228	18,5	7,8	24,60	24,60	0,170	0,770
Août-21	0,240	7,48	20 560	+252	25,4	7,3	36,90	27,70	0,010	0,170
Sept.-21	0,355	7,52	19 520	+292	19,7	6,4	38,10	27,20	<0,010	0,290
Oct.-21	0,156	7,51	18 810	+340	18,4	7,9	33,90	30,90	<0,010	0,230
Nov.-21	0,238	7,31	19 930	+348	13,6	8,8	35,50	34,50	<0,010	0,230
Déc.-21	0,192	7,22	16 940	+350	9,2	8,6	36,90	35,80	<0,010	0,290
Moyenne	0,155	7,37	18 854	+296	19,8	7,7	36,85	33,26	0,026	0,308

Tableau 7 : Analyses de la conduite unique des eaux de Montredon à partir de mai 2021

Jusqu'en avril 2021, les eaux issues du bassin de Montredon présentent des concentrations en arsenic total en moyenne de 33,1 mg/L sur le drain D1 et 57,8 mg/L sur le drain D2.

A partir du mois de mai, les drains sont réunis en un seul et donne une concentration moyenne en arsenic total de 36,9 mg/L et 33,3 mg/L en dissous. L'arsenic est essentiellement sous sa forme dissoute.

Les cyanures totaux sont toujours présents sur les 2 drains en 2021, avec respectivement 0,25 mg/L sur le drain D1 et 0,28 mg/L sur le drain D2, puis à partir du mois de mai 0,31 mg/L sur le drain unique. Les cyanures libres sont fréquemment détectés sur les deux drains mais à des concentrations variables mais souvent proches de la limite de détection.

Les graphes suivants présentent les concentrations en arsenic total et dissous, les concentrations en cyanures totaux et libres et les débits des drains D1 et D2 individualisés jusqu'en avril 2021. Puis les mêmes graphes sont présentés pour le drain unique de Montredon à partir de mai 2021.

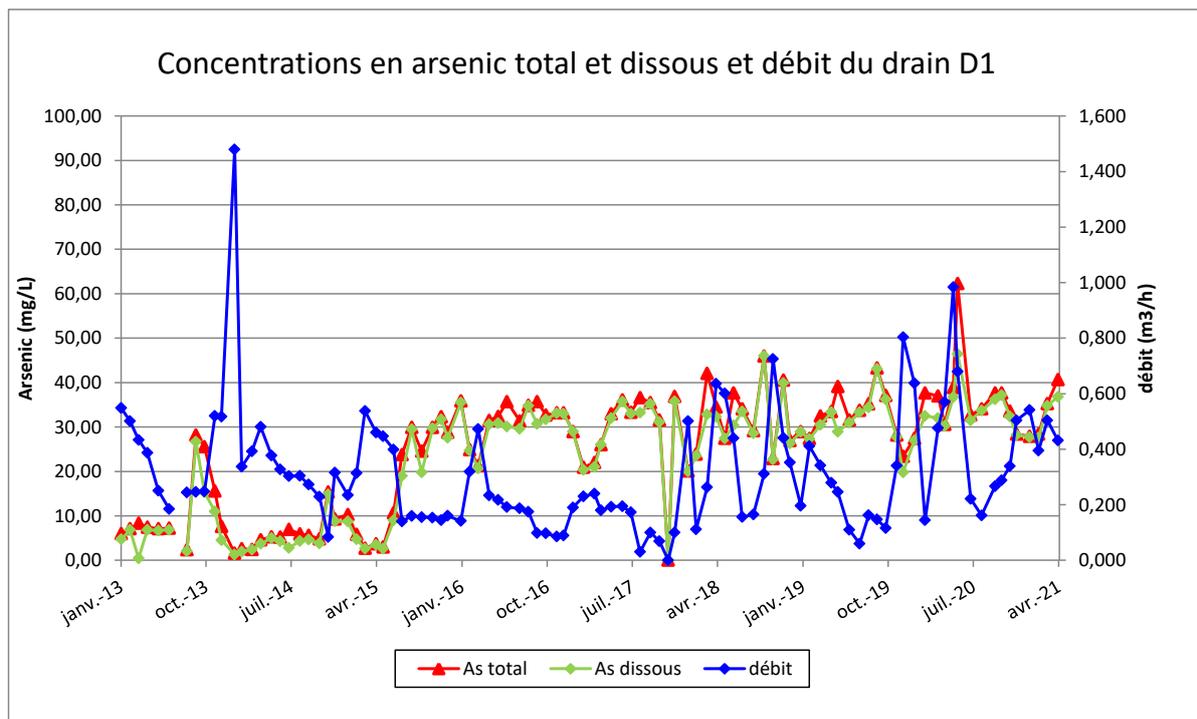


Figure 65 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D1

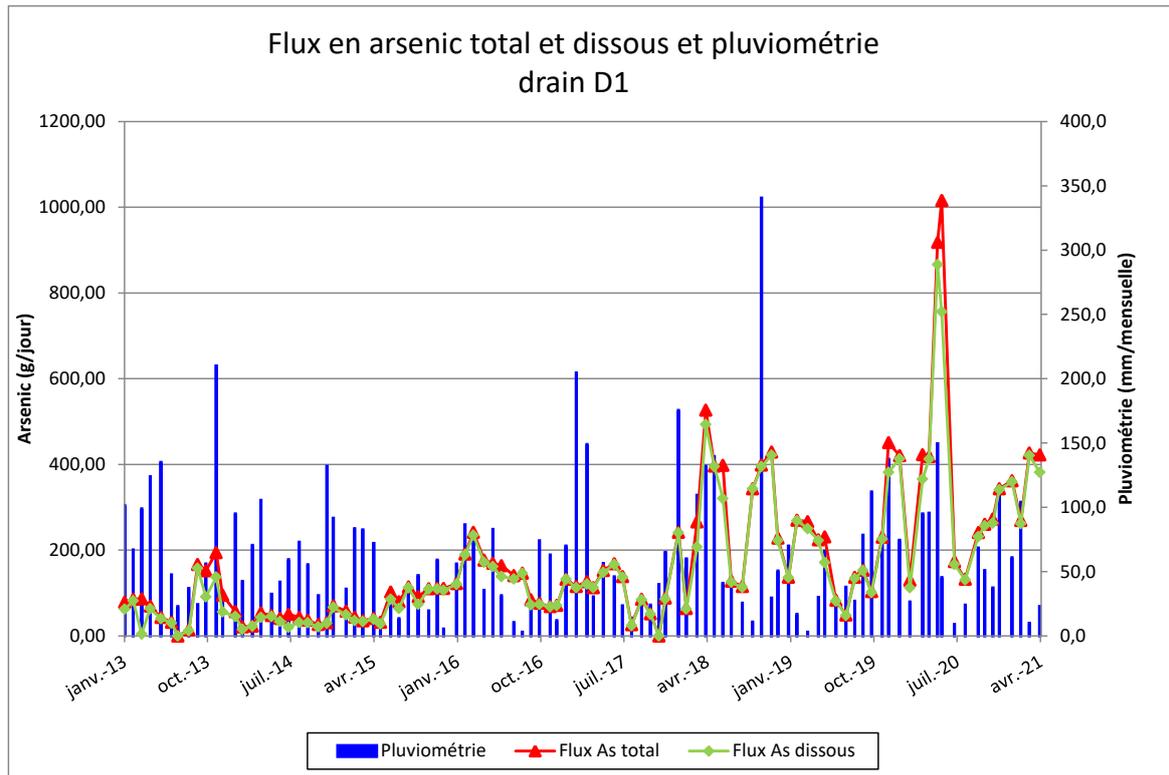


Figure 66 : Flux en arsenic total et dissous du drain D1 et pluviométrie

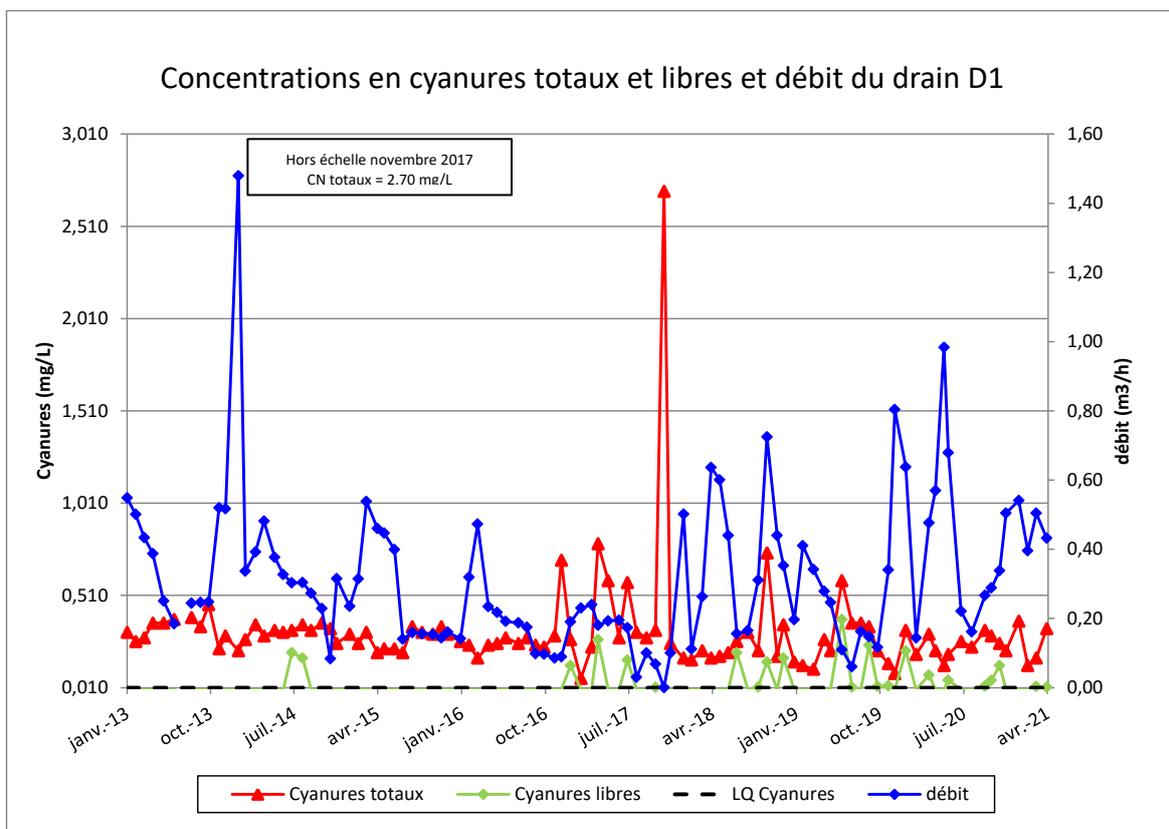


Figure 67 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D1

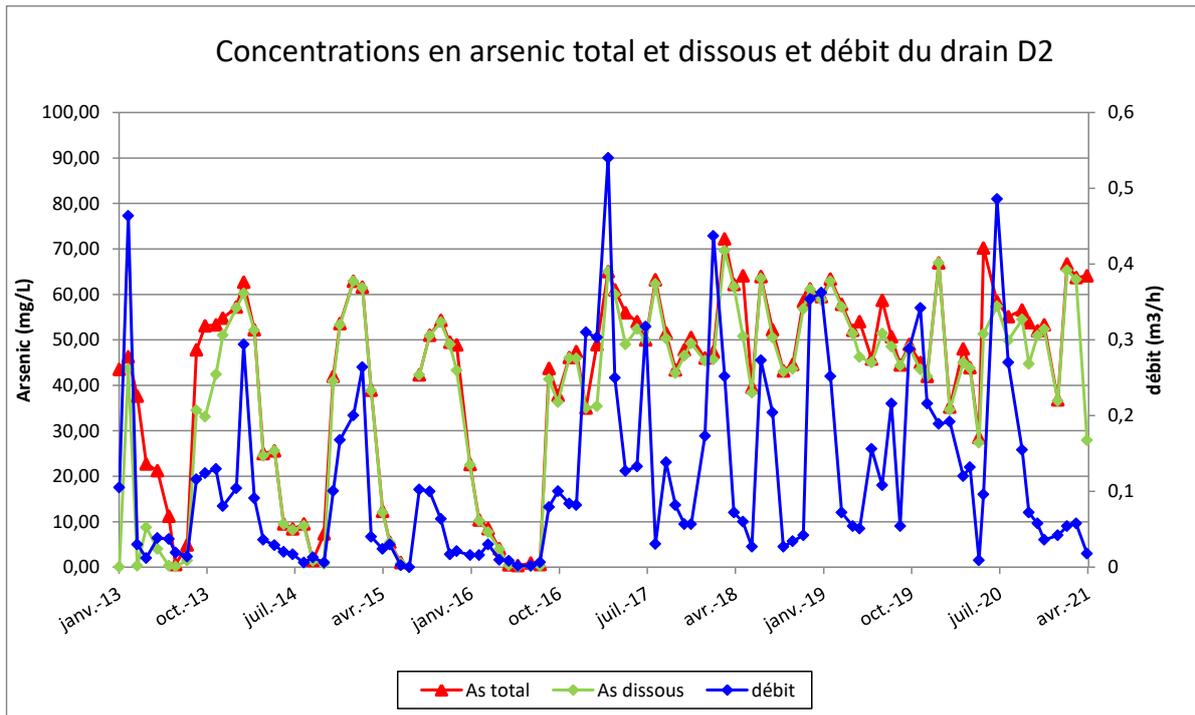


Figure 68 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D2

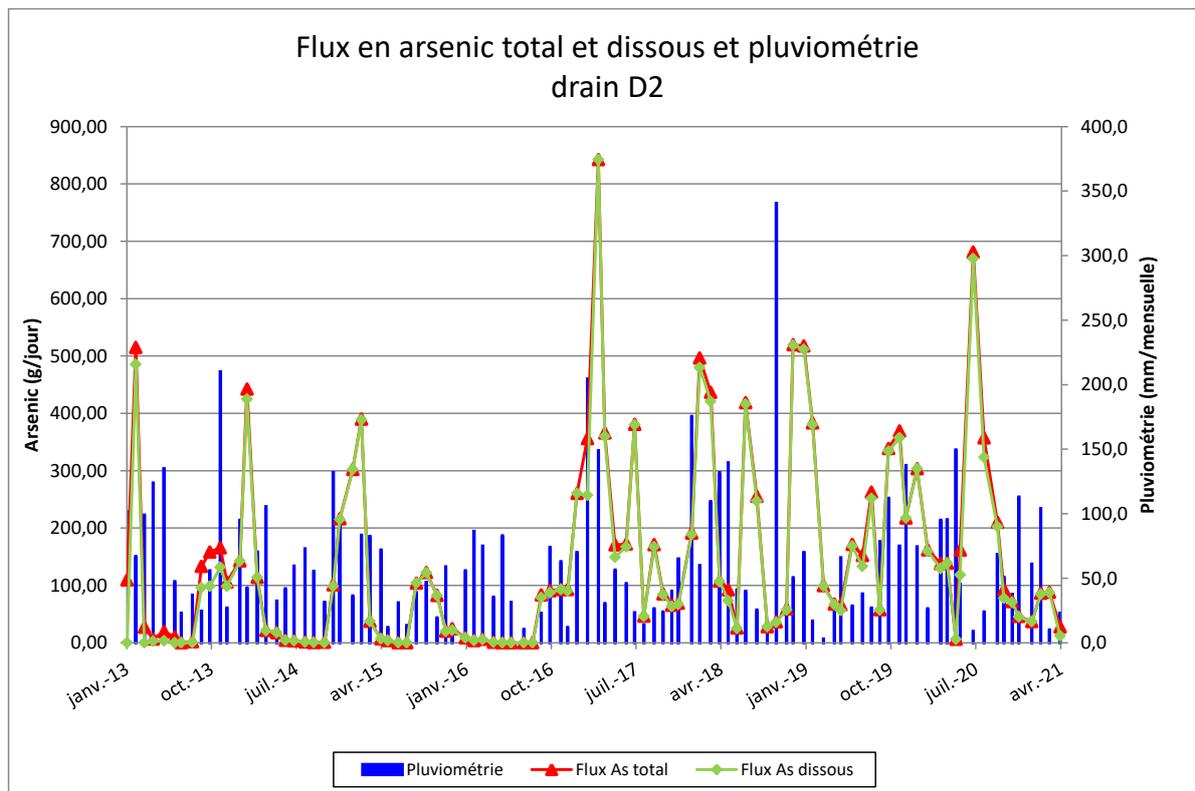


Figure 69 : Flux en arsenic total et dissous du drain D2 et pluviométrie

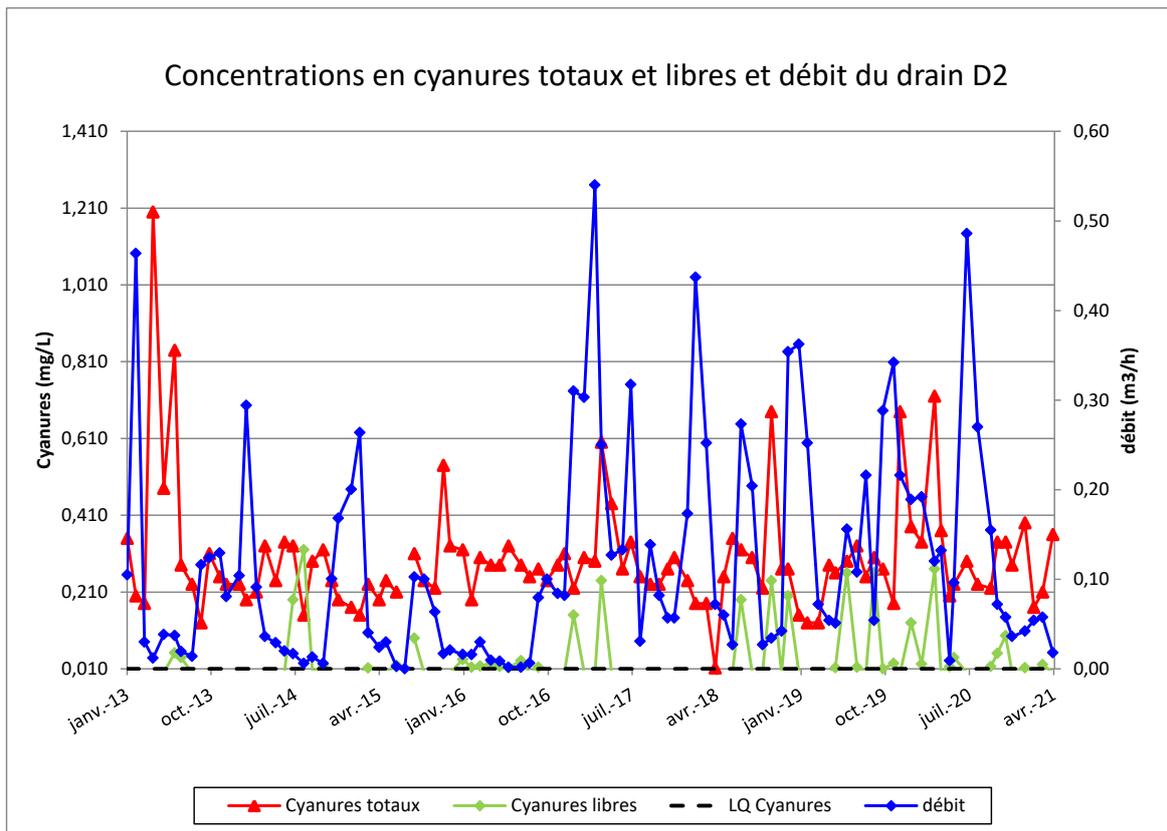


Figure 70 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D2

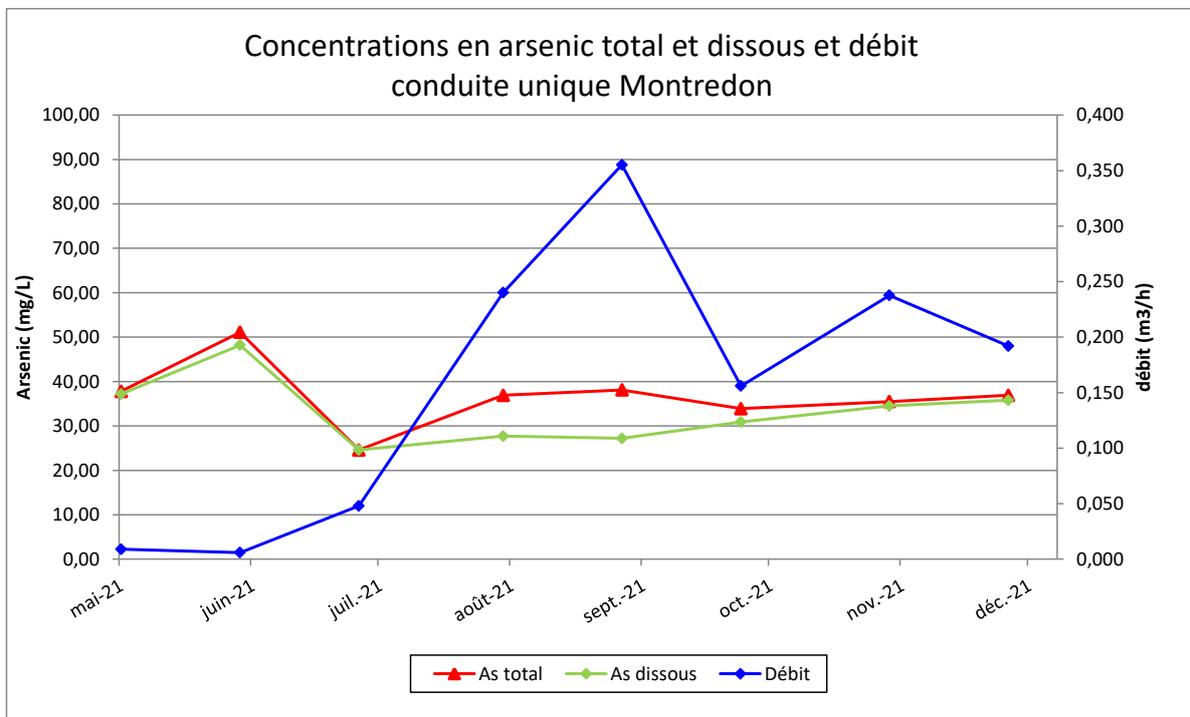


Figure 71 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit de la conduite unique de Montredon

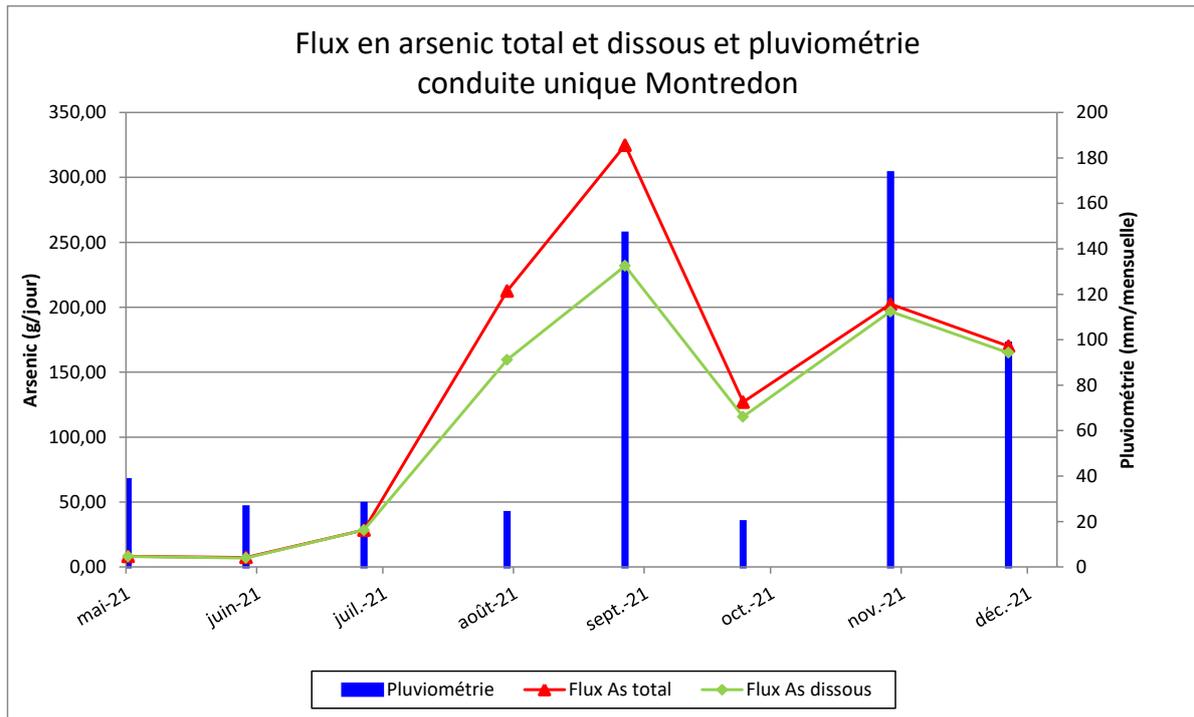


Figure 72 : Flux en arsenic total et dissous de la conduite unique de Montredon et pluviométrie

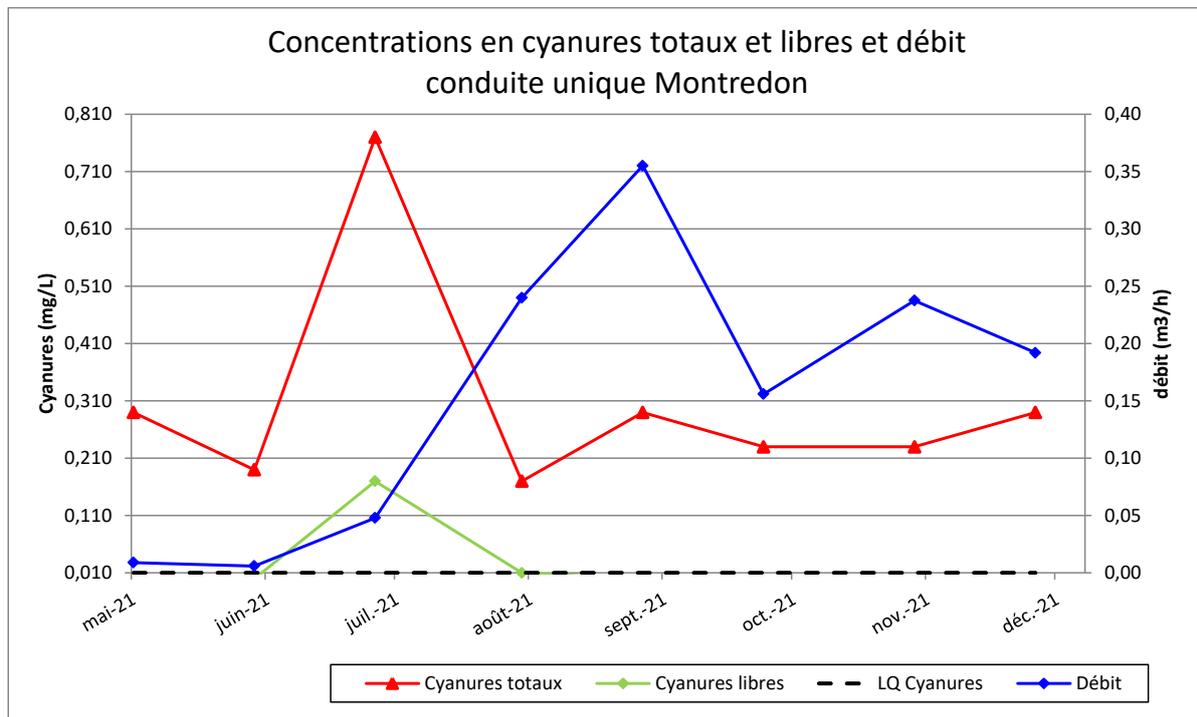


Figure 73 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit de la conduite unique de Montredon

On constate qu'après une augmentation progressive des concentrations en arsenic sur le drain D1 depuis 2015, celles-ci ont tendance à se stabiliser. Sur le drain D2, plus le débit augmente plus la concentration en arsenic est élevée. L'arsenic est essentiellement sous sa forme dissoute dans les deux drains.

A partir de mai 2021, la conduite unique de Montredon récupère à la fois les eaux de l'ancien drain D1 et D2 ainsi que les eaux de pompage éventuel des 4 puits de pompage installés à Montredon. On retrouve des concentrations en arsenic total et dissous, ainsi que les cyanures totaux et libres en cohérence avec les drains D1 et D2 précédemment analysés.

En complément de la surveillance renforcé de Montredon pendant la période de travaux, des piézomètres de faibles profondeurs ont été mis en place en partie sommitale du stockage de Montredon, et de plus grandes profondeurs en partie sud et est du stockage de Montredon.

Ces piézomètres ont été installés dans le but de surveiller l'état de saturation du stockage pendant les travaux puis ultérieurement après les travaux.

Les caractéristiques de ces piézomètres sont rassemblées dans le tableau ci-après :

Nom	Emplacement	Profondeur	X	Y	Z
PZ18-01	Digue Est	14,4	649608,05	6246355,27	265,32
PZ18-02	Digue Est	17,5	649707,66	6246267,93	259,00
PZ Central	Sommitale	25,0	649641,47	6246092,43	278,27
SD18-03	Sommitale	4,0	649545,31	6246306,90	277,21
SD18-04	Sommitale	4,0	649581,06	6246278,35	277,18
SD18-05	Sommitale	6,0	649516,20	6246226,27	277,98
SD18-09	Sommitale	5,5	649609,77	6246122,58	278,31
SD18-10	Sommitale	4,6	649651,20	6246145,66	278,15
SD18-13	Sommitale	6,0	649544,59	6246198,82	278,69
PZ19-01	Sud	53,0	649 807,79	6246079,16	258,15
PZ19-02	Sud	58,0	649 705,43	6246010,00	266,85

Tableau 8 : Caractéristiques des piézomètres suivi renforcé de Montredon



Figure 74 : implantation des piézomètres de surveillance de Montredon durant les travaux

Un relevé hebdomadaire des niveaux d'eau a été réalisé sur ces piézomètres durant les travaux. Certains piézomètres disposent également d'une sonde de mesure en continu. Enfin une analyse des eaux mensuelles a été effectuée jusqu'à la fin des travaux en juin 2021.

Pour les piézomètres situés en partie sommitale, les niveaux d'eau ont été difficiles à suivre en raison des rehausses provisoires durant les travaux, les niveaux d'eau mesurés avaient donc des cotes approximatives. En revanche une fois les travaux terminés, les niveaux d'eaux ont montrés une baisse progressive à partir du mois de juin jusqu'en décembre 2021. On constate même un quasi assèchement pour les piézomètres SD18-04 et SD18-05.

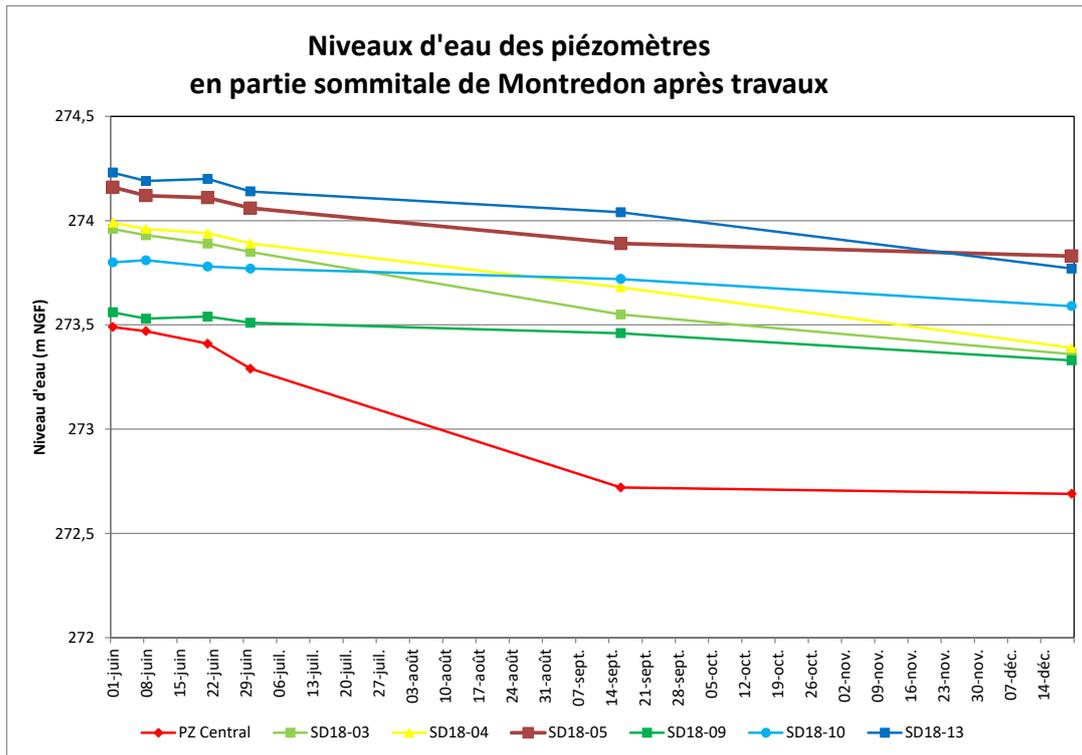


Figure 75 : Niveaux d'eau des piézomètres en partie sommitale de Montredon après travaux

Concernant les piézomètres en digue Est et Sud, les niveaux d'eau n'ont pas beaucoup évolué après les travaux, mais on note une augmentation des niveaux avec les pluies de novembre/décembre.

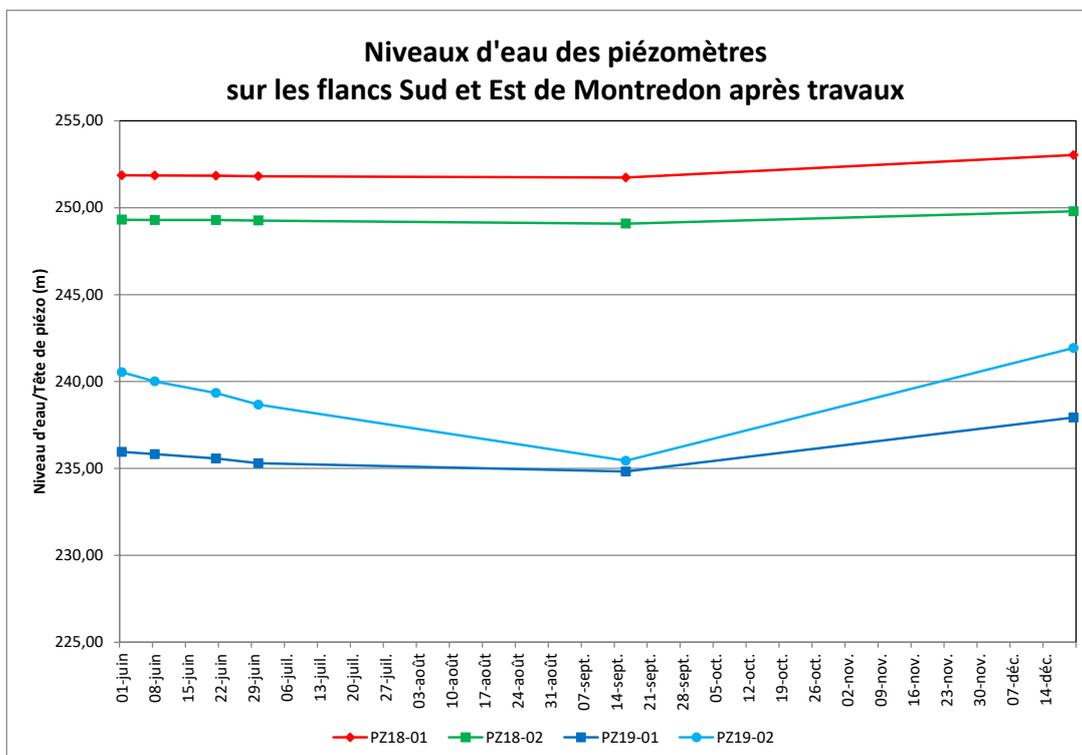


Figure 76 : Niveaux d'eau des piézomètres sur les flancs Sud et Est de Montredon après travaux

Concernant les analyses, les tableaux et figures suivantes rassemblent les évolutions en arsenic total et dissous ainsi qu'en cyanures totaux et libres sur chaque piézomètre.

PZ18-01 et PZ18-02

Semaine	Date	PZ18-01	PZ18-01	PZ18-01	PZ18-01
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	0,216	0,177	0,230	<0,010
8	23/02	0,370	0,309	0,240	<0,010
12	23/03	0,276	0,231	0,180	<0,010
17	27/04	0,288	0,145	0,180	<0,010
21	25/05	0,155	0,125	0,120	<0,010
25	21/06	0,167	0,128	0,095	<0,010
51	20/12	0,349	0,274	0,200	<0,010

Tableau 9 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-01

Semaine	Date	PZ18-02	PZ18-02	PZ18-02	PZ18-02
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	1,240	0,870	<0,010	<0,010
8	23/02	2,320	0,617	<0,010	<0,010
12	23/03	2,590	0,631	<0,010	<0,010
17	27/04	1,960	0,553	<0,010	<0,010
21	25/05	0,993	0,498	<0,010	<0,010
25	21/06	0,999	0,448	0,011	<0,010
51	20/12	3,090	0,581	<0,010	<0,010

Tableau 10 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-02

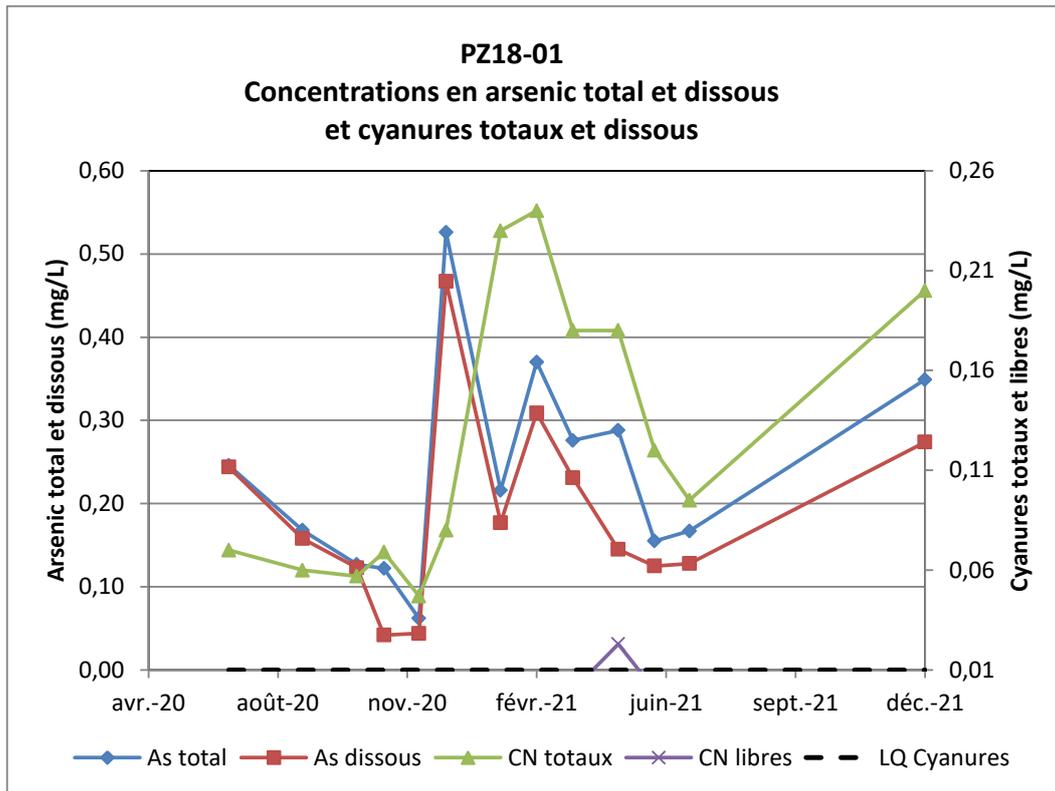


Figure 77 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-01

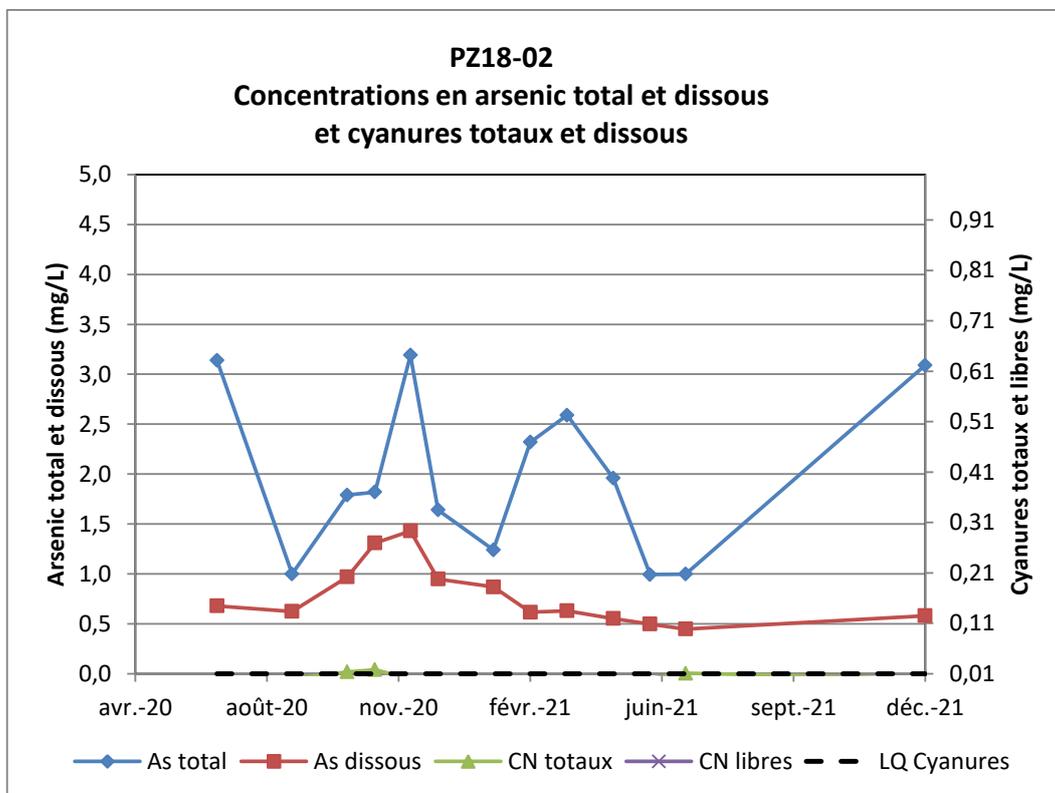


Figure 78 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-02

Pour les piézomètres PZ18-01 et PZ18-02 situés en digue sud, les concentrations en arsenic sont restées du même ordre de grandeur durant les travaux et semblent restées stables 6 mois après les travaux. Le PZ18-02 présente des concentrations en arsenic total plus élevées que sur le PZ18-01 (en moyenne 2 mg/l contre 0,2 mg/l). Pour le PZ18-01, l'arsenic est principalement sous sa forme dissoute, alors que sur le PZ18-02 ponctuellement on constate de l'arsenic particulaire, notamment de février à avril et décembre.

Il n'y a pas de cyanures libres sur ces deux piézomètres (sauf très ponctuellement sur le PZ18-01 en avril). Les concentrations en cyanures totaux sont faibles sur le PZ18-01 (0,125 mg/l), et inférieures ou proches de la limite de détection sur le PZ18-02 (<0,01 mg/l).

PZ19-01 et PZ19-02

Semaine	Date	PZ19-01	PZ19-01	PZ19-01	PZ19-01
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	0,042	0,014	0,041	<0,010
8	23/02	0,017	<0,005	0,078	<0,010
12	23/03	0,059	0,015	0,055	<0,010
17	27/04	0,094	0,023	0,048	<0,010
21	25/05	0,090	0,053	0,047	<0,010
25	21/06	0,066	0,013	0,045	<0,010
51	20/12	0,065	0,045	0,065	<0,010

Tableau 11 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-01

Semaine	Date	PZ19-02	PZ19-02	PZ19-02	PZ19-02
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	0,042	0,024	0,011	<0,010
8	23/02	0,128	0,116	0,018	<0,010
12	23/03	0,112	0,055	0,010	<0,010
17	27/04	0,379	0,052	0,015	<0,010
21	25/05	0,061	0,011	0,010	<0,010
25	21/06	0,098	0,029	0,012	<0,010
51	20/12	0,024	0,008	<0,010	<0,010

Tableau 12 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-02

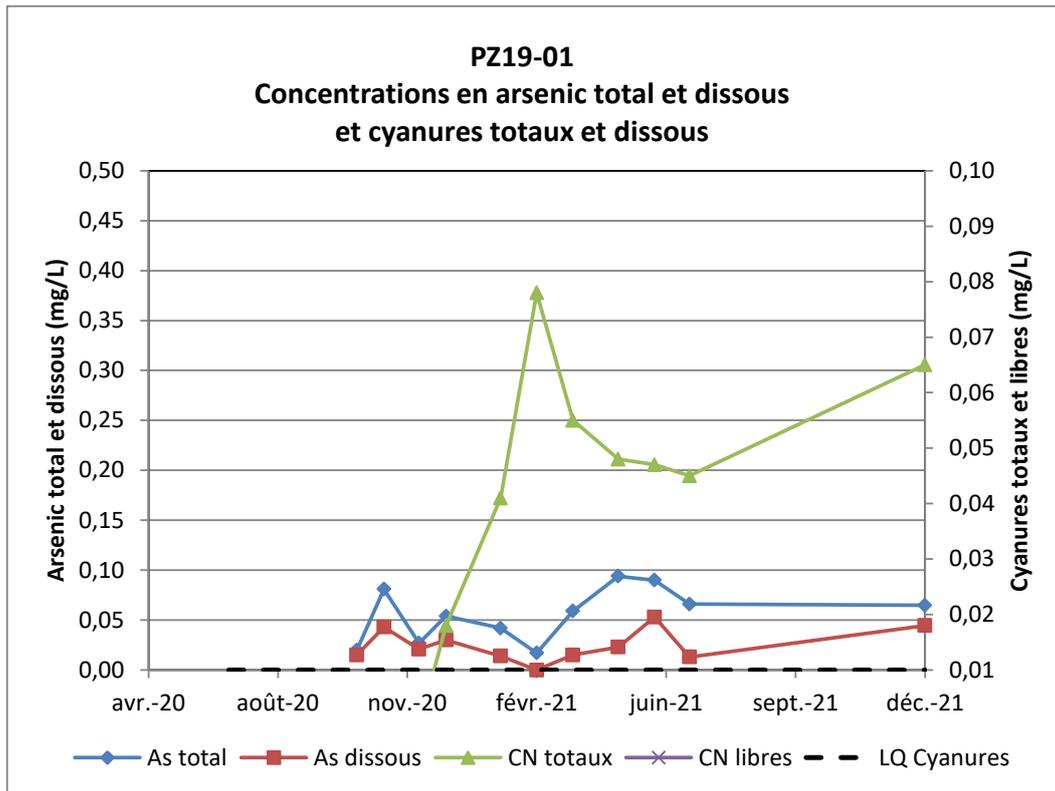


Figure 79 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-01

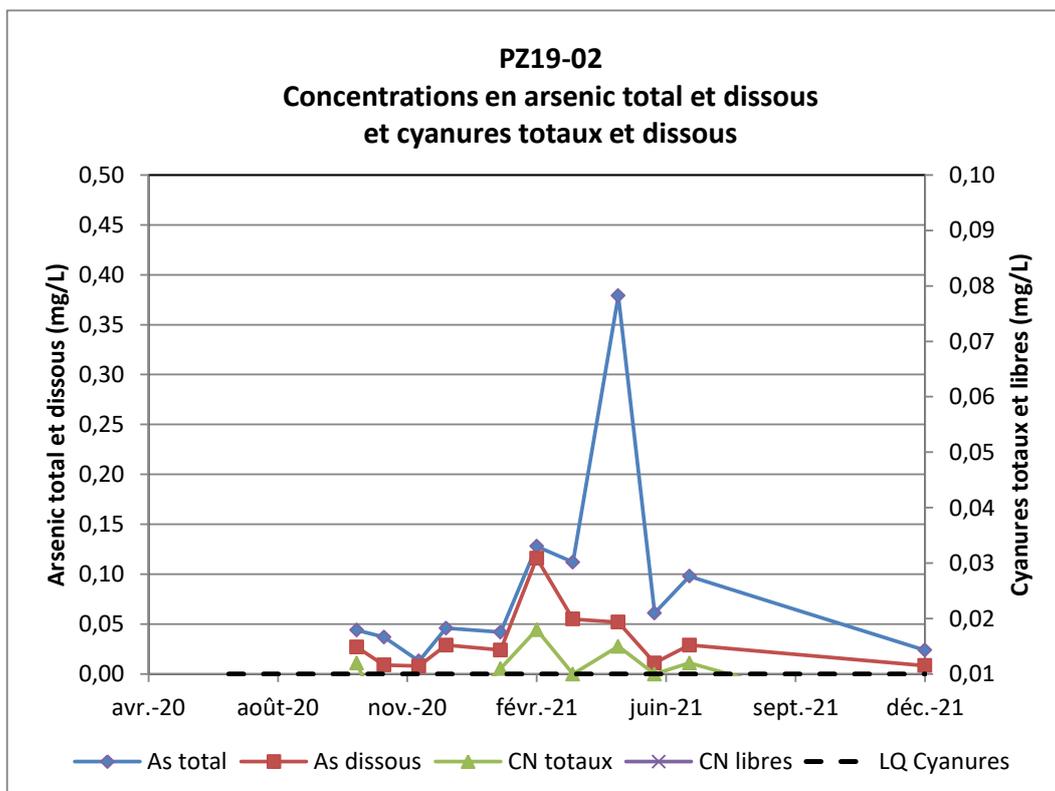


Figure 80 : Concentrations en As total et dissous et cyanures totaux et libres sur le PZ19-02

Pour les piézomètres PZ19-01 et PZ19-02 situés au sud du stockage de Montredon, les concentrations en arsenic total sont faibles : en moyenne de 0,056 mg/l et 0,089 mg/l, respectivement, avec toutefois des augmentations ponctuelles sur le PZ19-02 comme en avril 2021. L'arsenic est en partie sous forme particulaire à 50% dans les deux piézomètres.

Les concentrations en cyanures totaux sont inférieures ou proches de la limite de quantification de 0,010 mg/L pour le Pz19-02. En revanche sur le PZ19-01 des cyanures totaux sont systématiquement détectés à compter de décembre 2020. Par contre les concentrations en cyanures libres sont proches de la limite de quantification de 0,010 mg/L pour les deux piézomètres.

Pour les piézomètres PZ central*, SD18-03, SD18-04*, SD18-05*, SD18-09, SD18-10 et SD18-13 situés en partie sommitale du stockage de Montredon, des concentrations en arsenic très différentes sont constatées. Les tableaux et les graphiques sont représentés ci-après.

PZ Central

Semaine	Date	PZ Central	PZ Central	PZ Central	PZ Central
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	19,900	19,500	0,210	0,014
8	23/02	17,600	17,500	0,150	<0,010
12	23/03	16,800	16,500	0,130	<0,010
17	27/04	19,200	18,500	0,130	<0,010
21	25/05	18,000	18,000	0,120	<0,010
25	21/06	18,600	18,400	0,110	<0,010
51	20/12	20,600	20,200	0,130	<0,010

Tableau 13 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ Central

*A noter que le PZ central a été colmaté durant les travaux. Le prélèvement a donc été réalisé sur l'ancien piézomètre ayant servi de puits de pompage pour la station autonome en 2009. L'augmentation de l'arsenic constaté n'est donc peut-être pas en relation avec les travaux.

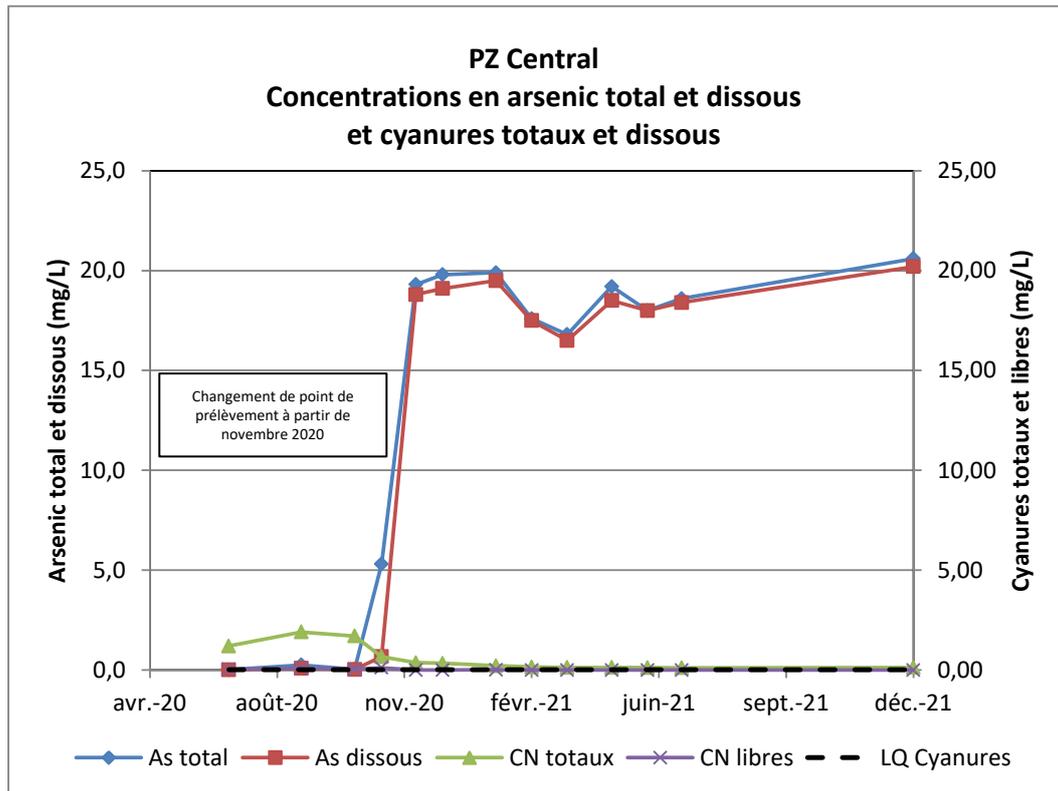


Figure 81 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ central

SD18-03

Semaine	Date	SD18-03 As total (mg/L)	SD18-03 As dissous (mg/L)	SD18-03 CN totaux (mg/L)	SD18-03 CN libres (mg/L)
4	26/01	3,830	1,210	0,015	<0,010
8	23/02	3,570	0,975	0,012	<0,010
12	23/03	2,980	0,491	0,021	<0,010
17	27/04	72,700	0,741	1,600	<0,010
21	25/05	22,800	0,750	0,190	<0,010
25	21/06	58,200	0,471	0,580	<0,010
51	20/12	Pas de prélèvement – présence de boues en fond de piézomètre			

Tableau 14 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-03

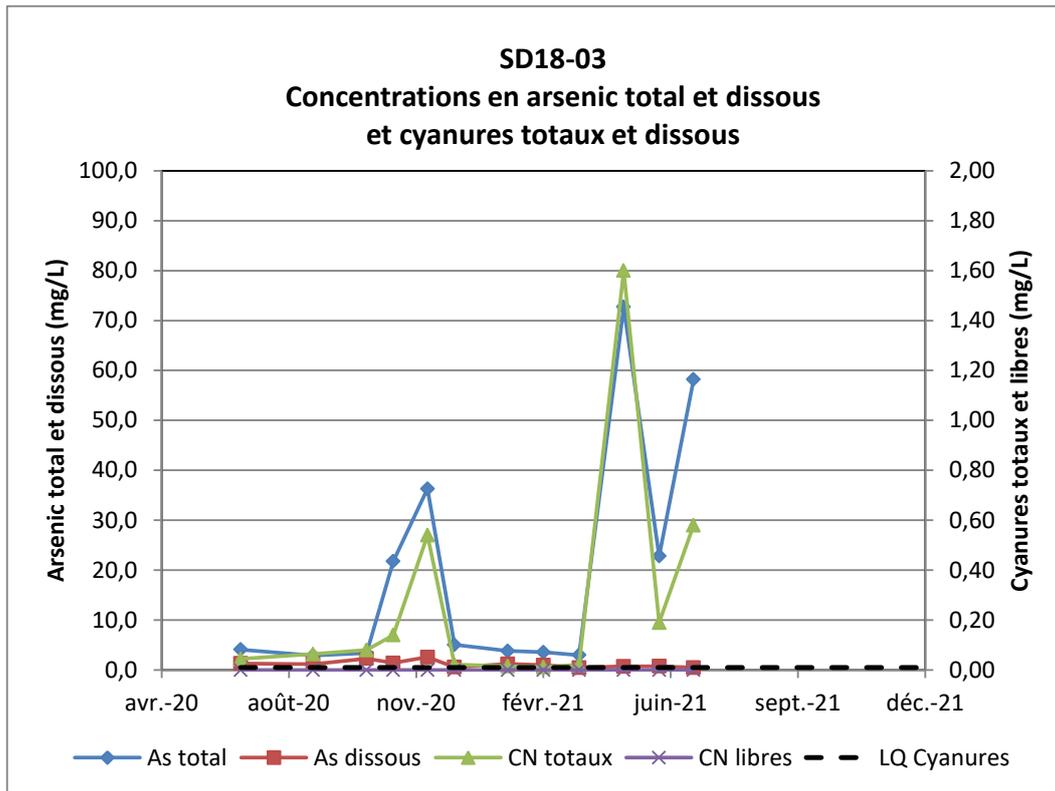


Figure 82 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-03

Une augmentation significative des concentrations en arsenic total a été observée en avril et juin 2021. Les concentrations en cyanures totaux ont également augmenté durant la même période. Il n’y a pas eu de prélèvement en décembre 2021, car il n’y avait que de la boue en fond de piézomètre : cela signifie qu’il n’y a pas eu de recharge de ce piézomètre depuis la fin des travaux d’étanchéité.

SD18-04

Semaine	Date	SD18-04	SD18-04	SD18-04	SD18-04
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	Tube réhaussé >2,50m - Prélèvement impossible			
8	23/02				
12	23/03	19,70	9,72	<0,010	<0,010
17	27/04	21,80	15,30	<0,010	<0,010
21	25/05	26,90	25,80	<0,010	<0,010
25	21/06	30,00	25,20	<0,010	<0,010
51	20/12	33,80	9,04	1,400	<0,010

Tableau 15 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-04

Le tube du SD18-04 qui avait été rehaussé en octobre 2020, de sorte que le prélèvement n'était plus possible, a été rectifié en mars 2021. Les concentrations en arsenic sont en moyennes de 26,4 mg/l en total et 17,0 mg/L en dissous. Les concentrations en cyanures totaux sont en dessous de la limite de détection jusqu'en décembre puis augmente brusquement en décembre. En revanche il n'y a aucuns cyanures libres détectés dans ce piézomètre.

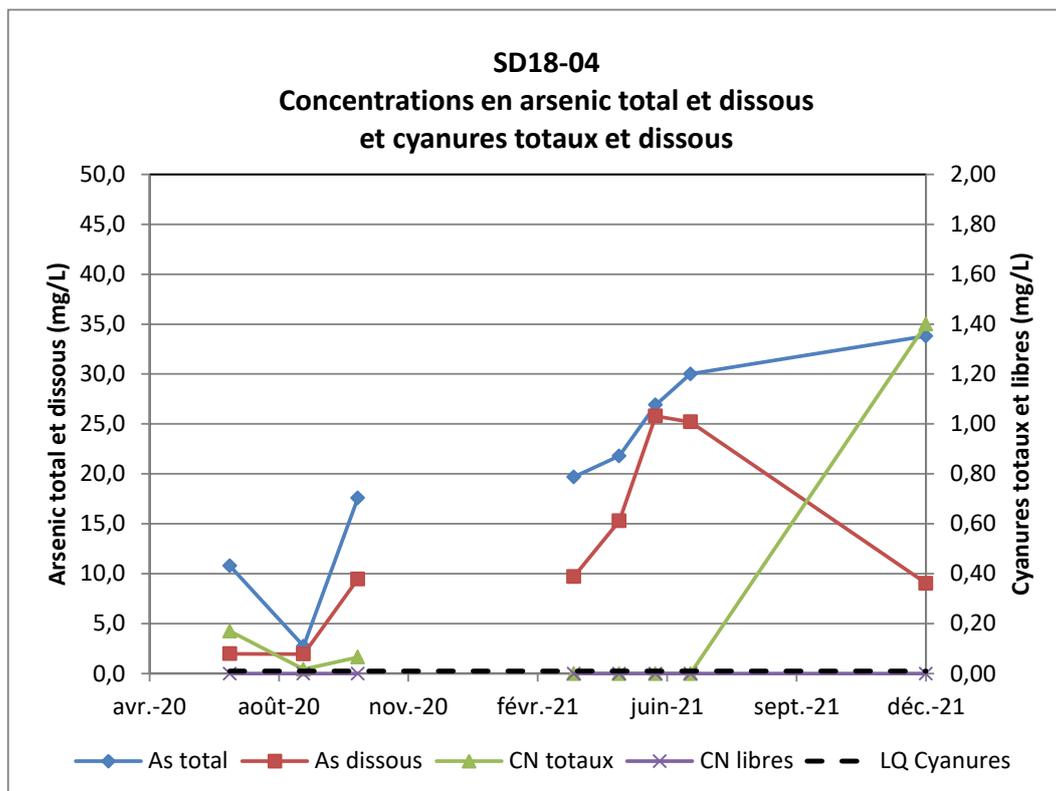


Figure 83 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-04

SD18-05

Semaine	Date	SD18-05	SD18-05	SD18-05	SD18-05
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	Tube réhaussé >2,50m - Prélèvement impossible			
8	23/02				
12	23/03				
17	27/04	Sec			
21	25/05	10,900	4,810	<0,010	<0,010
25	21/06	11,600	9,740	<0,010	<0,010
51	20/12	Pas de prélèvement – présence de boues en fond de piézomètre			

Tableau 16 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-05

Un seul prélèvement a pu être réalisé sur ce piézomètre en mai et juin, le tube du SD18-05 étant rehaussé durant les travaux. Ensuite, il n’y a pas eu de prélèvement en décembre 2021, car il n’y avait que de la boue en fond de piézomètre.

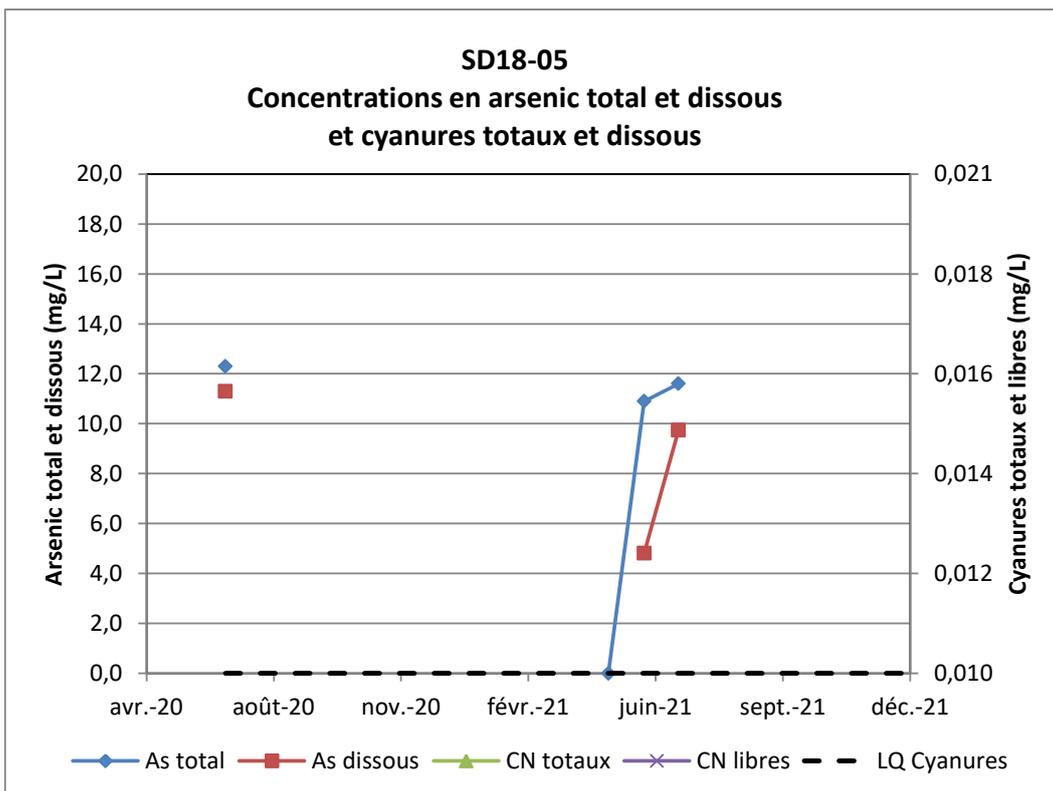


Figure 84 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-05

SD18-09

Semaine	Date	SD18-09 As total (mg/L)	SD18-09 As dissous (mg/L)	SD18-09 CN totaux (mg/L)	SD18-09 CN libres (mg/L)
4	26/01	75,000	64,600	0,140	<0,010
8	23/02	104,000	68,800	0,180	<0,010
12	23/03	92,800	80,700	0,390	0,017
17	27/04	120,000	95,400	0,450	<0,010
21	25/05	121,000	92,900	0,380	<0,010
25	21/06	249,000	170,000	0,350	<0,010
51	20/12	145,000	118,000	1,200	<0,010

Tableau 17 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-09

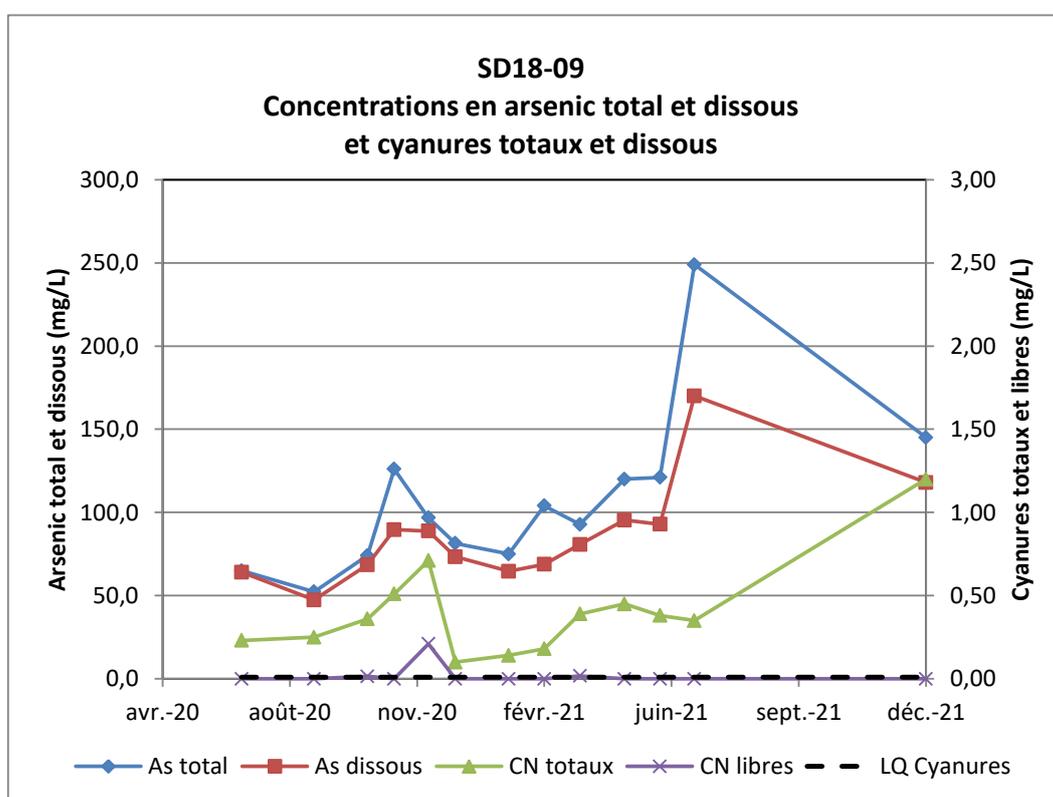


Figure 85 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-09

Les concentrations en arsenic total et dissous sont très élevées sur ce piézomètre : en moyenne de l'ordre de 107,9 mg/l en arsenic total et 86,3 mg/l en dissous. On note une augmentation des concentrations en arsenic en juin puis une baisse en décembre. Les concentrations en cyanures totaux sont comprises entre 0,1 et 1,2 mg/l, et celles en cyanures libres le plus souvent à la limite de détection de 0,010 mg/l.

SD18-10

Semaine	Date	SD18-10 As total (mg/L)	SD18-10 As dissous (mg/L)	SD18-10 CN totaux (mg/L)	SD18-10 CN libres (mg/L)
4	26/01	83,500	58,700	0,330	<0,010
8	23/02	53,100	31,600	0,099	<0,010
12	23/03	87,300	49,300	0,160	<0,010
17	27/04	115,000	58,800	0,280	<0,010
21	25/05	75,900	65,900	0,150	<0,010
25	21/06	106,000	74,000	0,260	<0,010
51	20/12	123,000	73,600	0,280	<0,010

Tableau 18 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-10

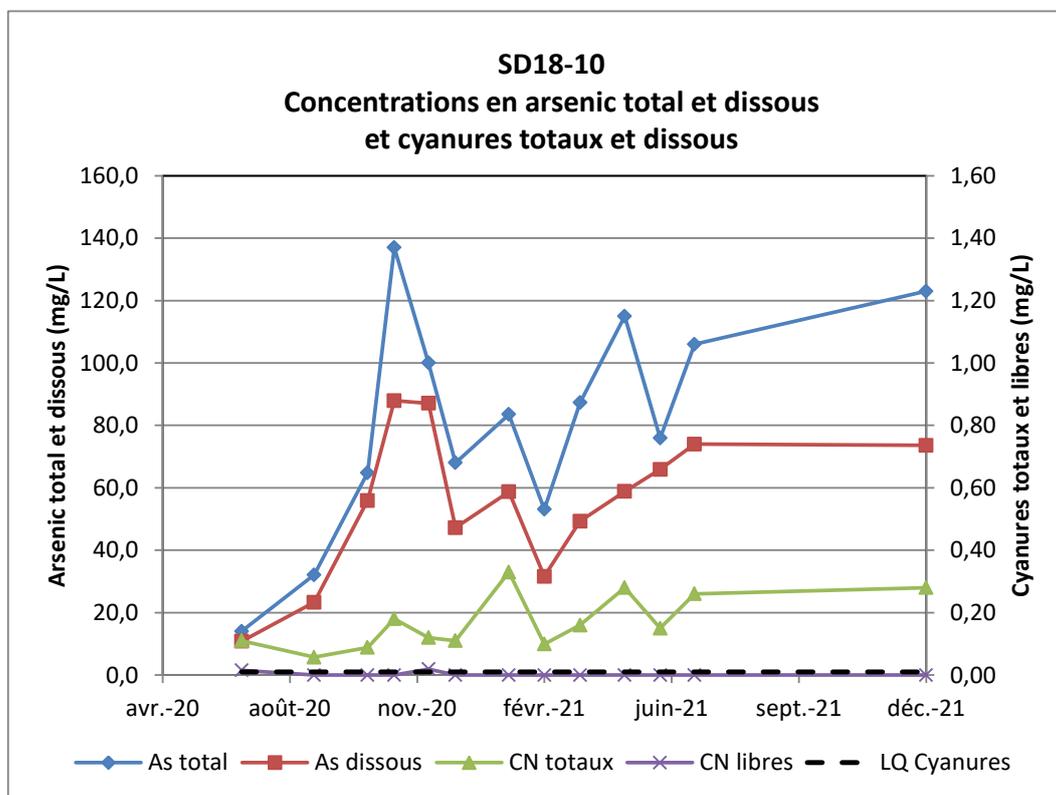


Figure 86 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-10

Comme pour le précédent piézomètre, les concentrations en arsenic total et dissous sont très élevées : en moyenne depuis juin 2020 de 81,5 mg/l en arsenic total et 55,7 mg/l en dissous. Les concentrations en cyanures totaux sont restées stables entre 0,10 et 0,28 mg/l, et celles en cyanures libres inférieures à la limite de détection de 0,010 mg/l.

SD18-13

Semaine	Date	SD18-13	SD18-13	SD18-13	SD18-13
		As total	As dissous	CN totaux	CN libres
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
4	26/01	22,900	15,000	0,047	<0,010
8	23/02	31,300	9,630	0,110	<0,010
12	23/03	Tube réhaussé >2,50m - Prélèvement impossible			
17	27/04	38,000	23,800	0,026	<0,010
21	25/05	41,400	37,000	0,024	<0,010
25	21/06	36,500	31,300	0,022	<0,010
51	20/12	73,600	65,100	0,130	<0,010

Tableau 19 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-13

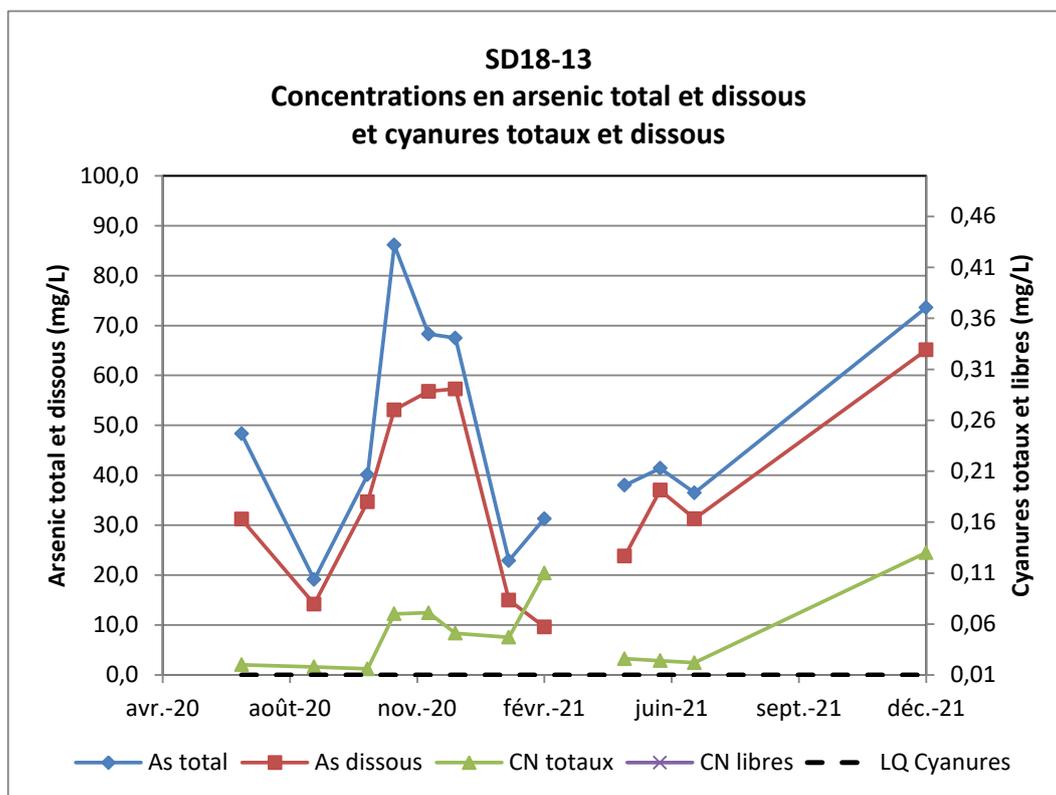


Figure 87 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-13

Comme pour les 2 précédents piézomètres, les concentrations en arsenic total et dissous sont très élevées : en moyenne depuis juin 2020 de 47,8 mg/l en arsenic total et 35,8 mg/l en dissous. Les concentrations en cyanures totaux sont comprises entre 0,01 et 0,13 mg/l, et celles en cyanures libres inférieures à la limite de détection de 0,010 mg/l.

2 Stockage de l'Artus

2.1 Etat général

L'état général du site de l'Artus est dans l'ensemble satisfaisant. Les travaux réalisés par le BRGM en 2007 sur le renforcement des pistes drainantes et la réfection des fossés sont globalement efficaces. Un entretien des pistes et des seuils bétonnés avait également été réalisé en 2014.

En 2021, on note peu d'évolution du site en général. On mentionnera toutefois que la piste nord-ouest qui avait été remblayée suites aux fortes pluies d'octobre 2018, puis de nouveau détériorée suites aux pluies du mois de mai 2020, est toujours impraticable. Le caniveau de pluvial à proximité du portail nord a également été fortement érodé suite aux mêmes pluies de 2020.

En 2021 aucun débroussaillage n'a été réalisé. Il sera à prévoir en 2022 afin de permettre les accès pour la surveillance de l'ensemble des risbermes.

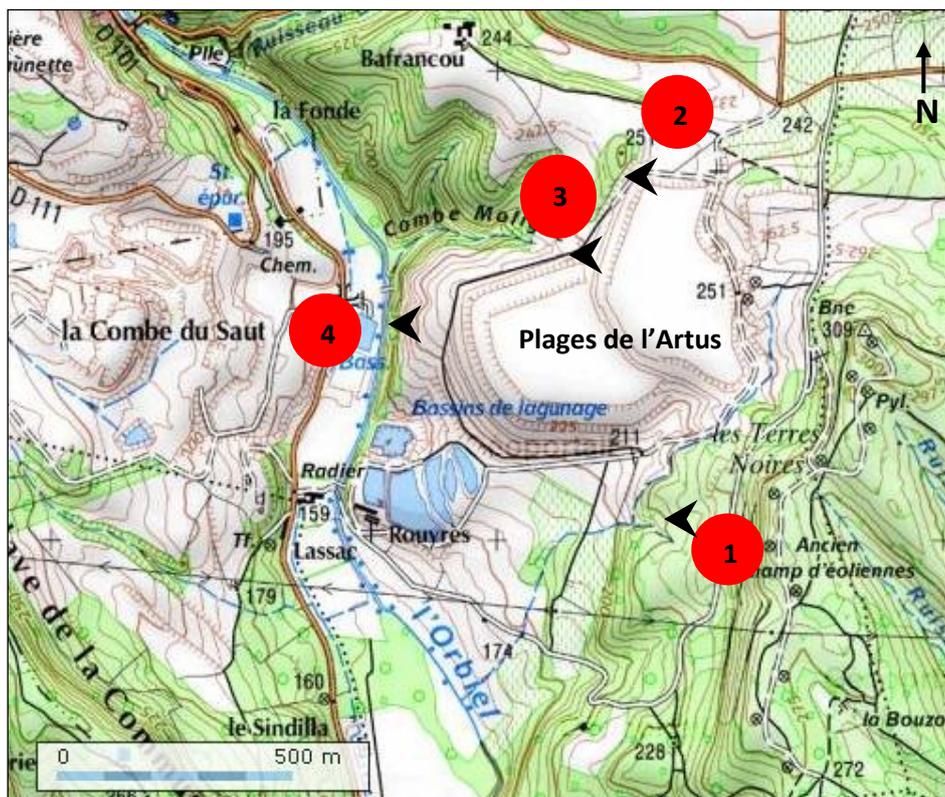


Figure 88 : Situation géographique des plages de l'Artus (d'après Géoportail)

 Points de vue numérotés

 Angle de vue

Les photos suivantes (**Photo 28 à Photo 32**) Erreur! Source du renvoi introuvable. illustrent la situation selon les points de vue numérotés sur la **Figure 88**.



Photo 28 : Point de vue n°1 – flanc ouest (30/08/21)



Photo 29 : Point de vue n°2 – flanc nord (30/08/21)



Photo 30 : Point de vue n°3 – flanc nord-ouest (30/08/21)



Photo 31 : Point de vue n°3 – flanc nord-ouest et piste refaite (30/08/21)



Photo 32 : Point de vue n°3 – détérioration piste flanc nord-ouest (25/05/21)

2.2 Fonctionnement du drainage

L'Artus comprend plusieurs systèmes de drainage : un drainage supérieur des flancs latéraux récupérant les eaux à la base des stériles (drains latéraux supérieurs Nord, Sud et Central) et un drainage inférieur à la base du dépôt dit « Penstocks » (4 tuyaux).

En 2021, les drains supérieurs Nord, Sud et Central se sont écoulés normalement. On ne note pas de débordements au niveau des regards de collectes, sauf sur le n°5 au Sud en février. Celui-ci a été hydrocuré dès le lendemain par VEOLIA.



Photo 33 : Débordement au regard n°5 Sud (16/02/21)



Photo 34 : Colmatage du drain de collecte Sud (16/02/21)

Les drains inférieurs (Penstocks) s'écoulent également normalement sur les 4 tuyaux. Ces drains doivent normalement être hydrocurés tous les ans. Suite au transfert de la gestion de la station de la Combe du Saut entre SAUR et VEOLIA en fin d'année 2020, il semble que l'hydrocurage n'a pas été réalisé. L'accumulation de précipités d'oxydes de fer peut empêcher à terme le bon écoulement des eaux.



Photo 35 : Bassin de collecte des drains inférieurs (09/09/21)

2.3 Végétalisation et comportement à l'érosion

Le déversoir amont du bassin de dissipation d'énergie proche du bassin d'évaporation n°1 est en bon état suite à sa réparation en 2019. Aucun désordre n'est à déplorer en 2021.



Photo 36 : Déversoir amont vers le bassin de dissipation d'énergie (09/09/21)



Photo 37 : Bassin de dissipation d'énergie vue depuis le déversoir amont (09/09/21)

Lors des différentes visites réalisées depuis quelques années, il a été constaté que des zones de stériles non recouvertes ont tendance à progresser dans le temps. Ces désordres pourraient à terme engendrer des risques d'instabilité ou de marquage des eaux ou des sols. Une mission d'AMO a été menée en 2021 par FONDASOL, afin d'avoir un descriptif détaillé des désordres majeurs urgents associé à un programme de travaux avec chiffrage (Rapport n°PR.DTHY.20.0038-0010 du 05/05/21).

Ce programme a permis de mettre en exergue 10 zones prioritaires à traiter (cf. **Photo 40**). Chaque zone est décrite avec les préconisations de traitement. Un exemple des désordres n°4 et 7 sont présentées dans les photos suivantes :



Photo 38 : Désordre n°4 – Fossé et flanc non recouverts (05/01/22)



Photo 39 : Désordre n°7 - Fossé de collecte des eaux pluviales - Sables non recouverts (05/01/22)

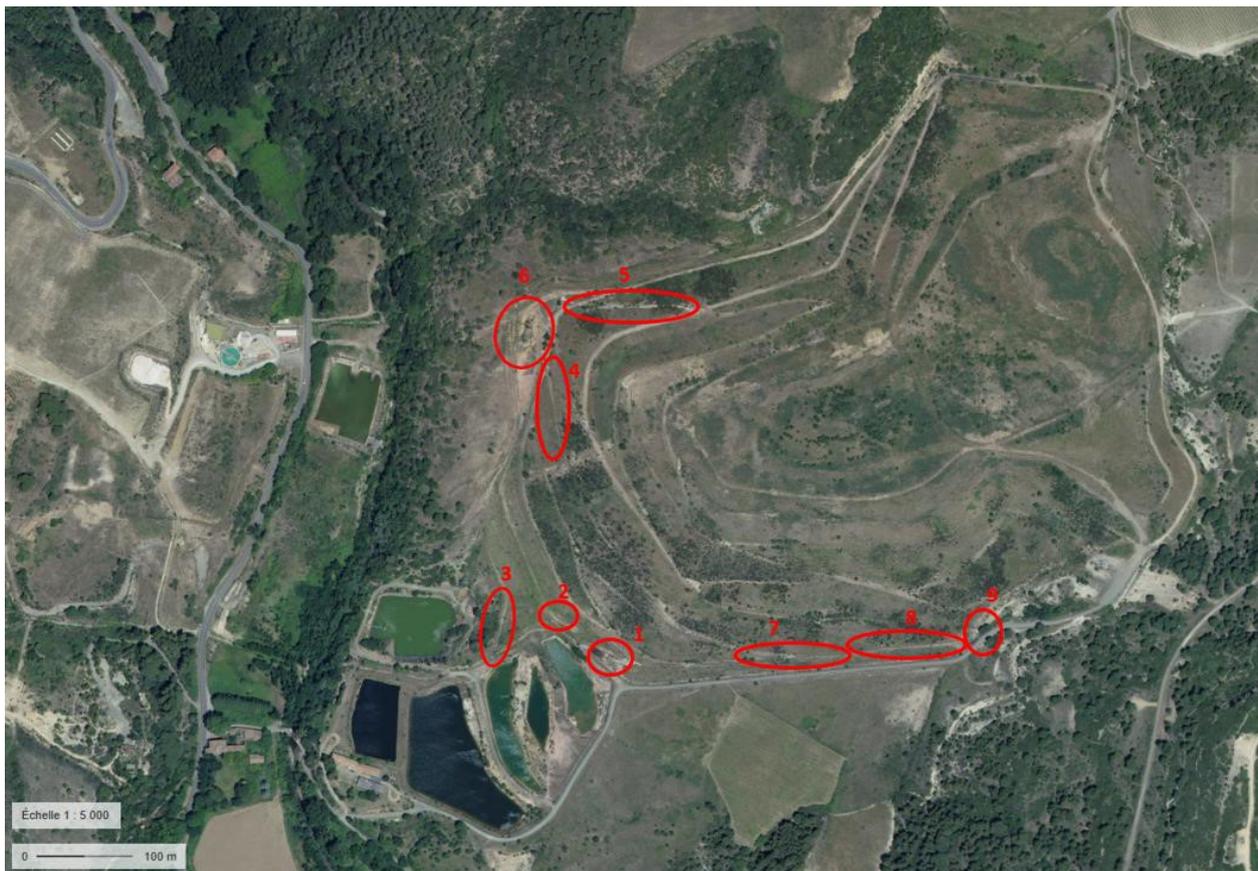


Photo 40 : Localisation des désordres identifiés sur l'Artus (source FONDASOL)

2.4 Stabilité – relevés des plots topographiques

La stabilité de l'Artus ne posant aucun problème, la surveillance des inclinomètres et des cellules de pressions interstitielles est arrêtée depuis fin 2007. La surveillance de la stabilité est uniquement assurée par un relevé semestriel des plots topographiques.

Le positionnement des plots est rappelé sur la carte ci-dessous :

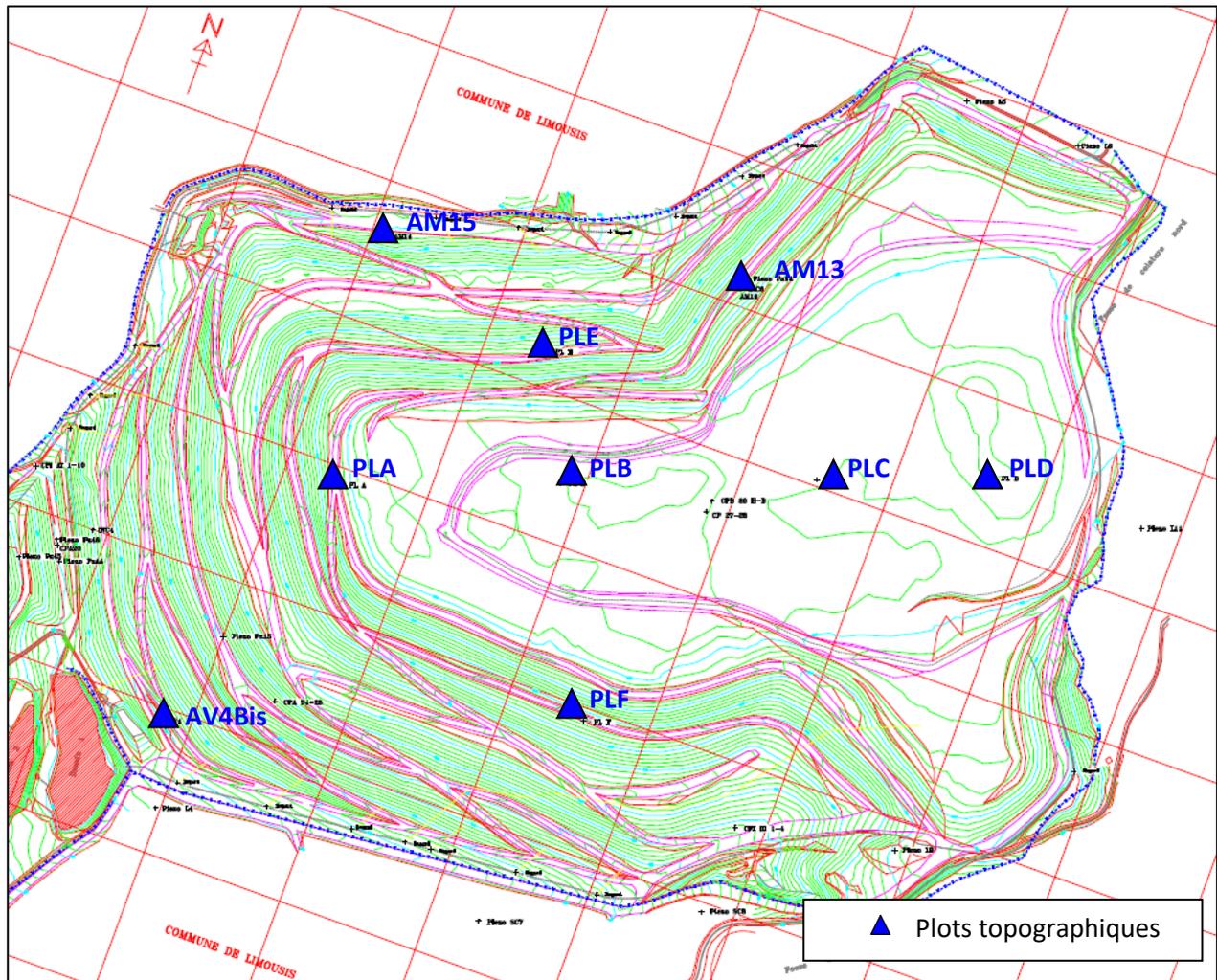


Figure 89 : Position des plots topographiques à l'Artus

Pour 2021, les levés des plots topographiques de l'Artus ont été réalisés les 7 juin 2021 et le 3 janvier 2022. Les déplacements cumulés depuis le levé initial du 01/09/06 sont rassemblés dans le **Tableau 20** ci-dessous :

N°	Date T ₀	Date T	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
			<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>
PL A	01/09/06	03/01/22	+0,054	-0,004	-0,260
PL B	01/09/06	03/01/22	-	-	-
PL C	01/09/06	03/01/22	+0,032	-0,006	-0,305
PL D	01/09/06	03/01/22	-0,016	+0,021	-0,246
PL E	01/09/06	03/01/22	-0,001	-0,022	-0,055
PL F	01/09/06	03/01/22	+0,019	-0,035	-0,115
AM13	01/09/06	03/01/22	+0,016	-0,021	-0,046
AM15	01/09/06	03/01/22	+0,042	+0,007	+0,030
AV4	01/09/06	-	-	-	-
AV4 bis	14/05/13	03/01/22	-0,025	-0,016	+0,030

Tableau 20 : Relevés topographiques sur le stockage de l'Artus

Commentaire :

Depuis juin 2017, les levés sont réalisés par le cabinet GUENERET de Carcassonne. On notera quelques écarts avec les levés précédents en raison des changements de matériel et d'opérateur.

Le plot AV4 a été détruit lors des travaux de reprofilage du talus en 2008 ; il a été remplacé en 2013 par un plot noté AV4 bis. Le plot B, qui avait certainement été touché lors des travaux de rechargement de la partie sommitale des plages de l'Artus en 2008, est instable. Les déplacements des autres plots restent relativement peu importants en X et en Y depuis le mois de septembre 2006 (quelques centimètres).

En partie sommitale, les plots A, B, C et D ne subissent pas de déplacements significatifs en X, Y depuis les relevés de 2009. Les phénomènes de tassement se poursuivent avec une cinétique relativement constante depuis 2009.

L'amplitude des tassements atteint 20 à 28 cm selon les points depuis le début des mesures avec une évolution relativement linéaire. Les plots A, C et D tendaient à se stabiliser depuis 2018, mais les dernières mesures de 2020 et 2021 montrent une légère accélération, à moins qu'il ne s'agisse de l'augmentation de l'incertitude de la mesure liée aux conditions atmosphériques du moment. A suivre lors des prochains relevés.

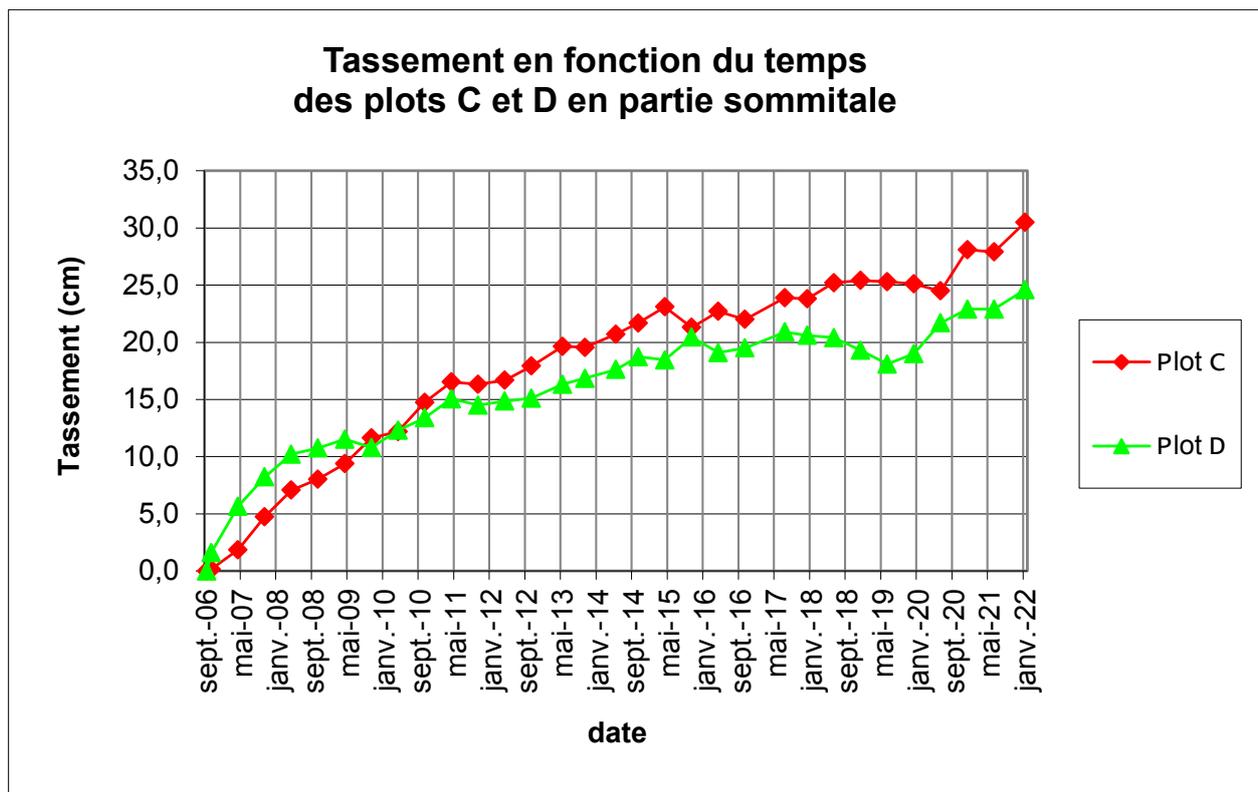


Figure 90 : Tassement en partie sommitale du stockage de l'Artus

Sur les talus Nord et Sud, les plots E, AM13, AM15 et AV4Bis étaient relativement stables en 2019 (on notera toutefois une légère inversion du tassement (gonflement) sur le plot AV4Bis entre 2017 et 2019). En 2020, les mesures montraient la reprise de légers tassements. Cela était peut-être dû à une augmentation de l'incertitude de la mesure liée aux conditions atmosphériques du moment, car en 2021 les tassements sont quasi nuls.

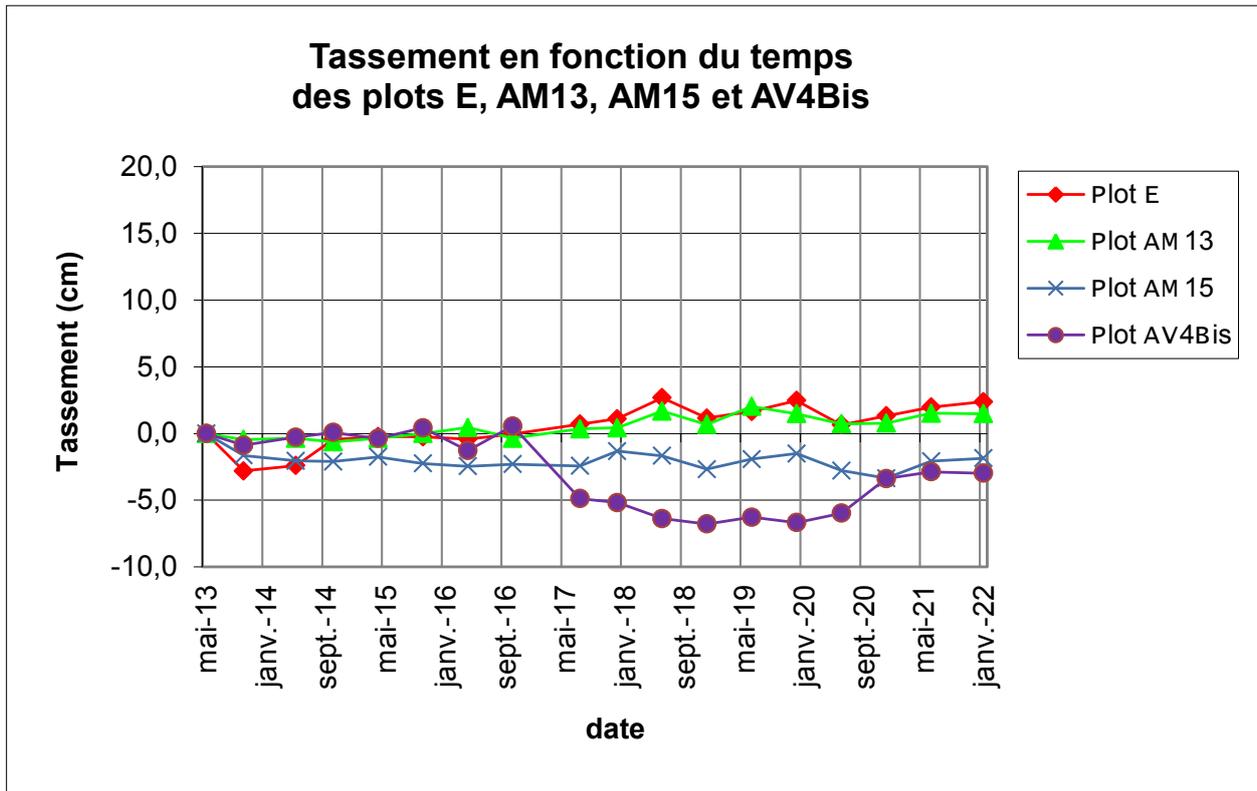


Figure 91 : Tassement sur les talus Nord et Sud du stockage de l'Artus

Remarque : les résultats du suivi topographique présentent localement quelques artéfacts mais semblent cohérents avec les valeurs antérieures.

2.5 Qualité des eaux de surface et souterraines

2.5.1 Présentation des différents points de prélèvements

Les caractéristiques des ouvrages surveillés sont données ci-après (Figure 92 à Figure 104).

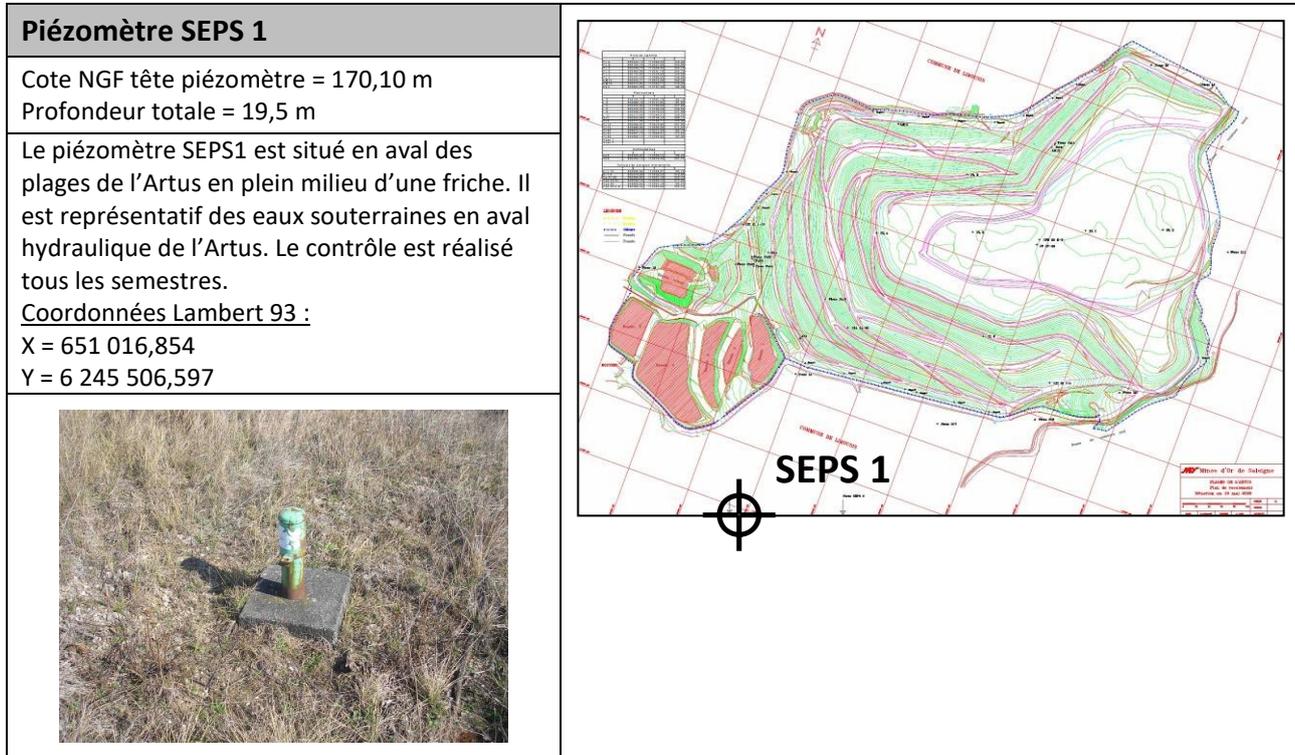


Figure 92 : Fiche piézomètre SEPS 1

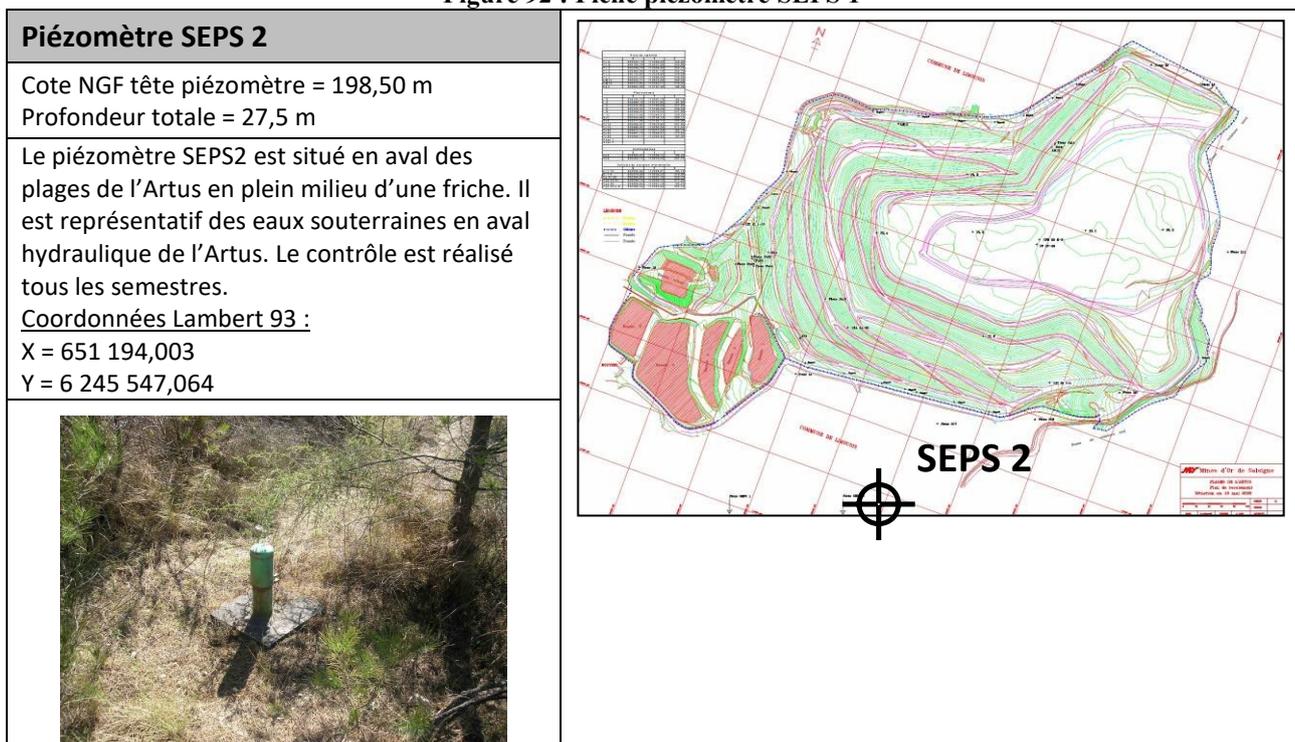


Figure 93 : Fiche piézomètre SEPS 2

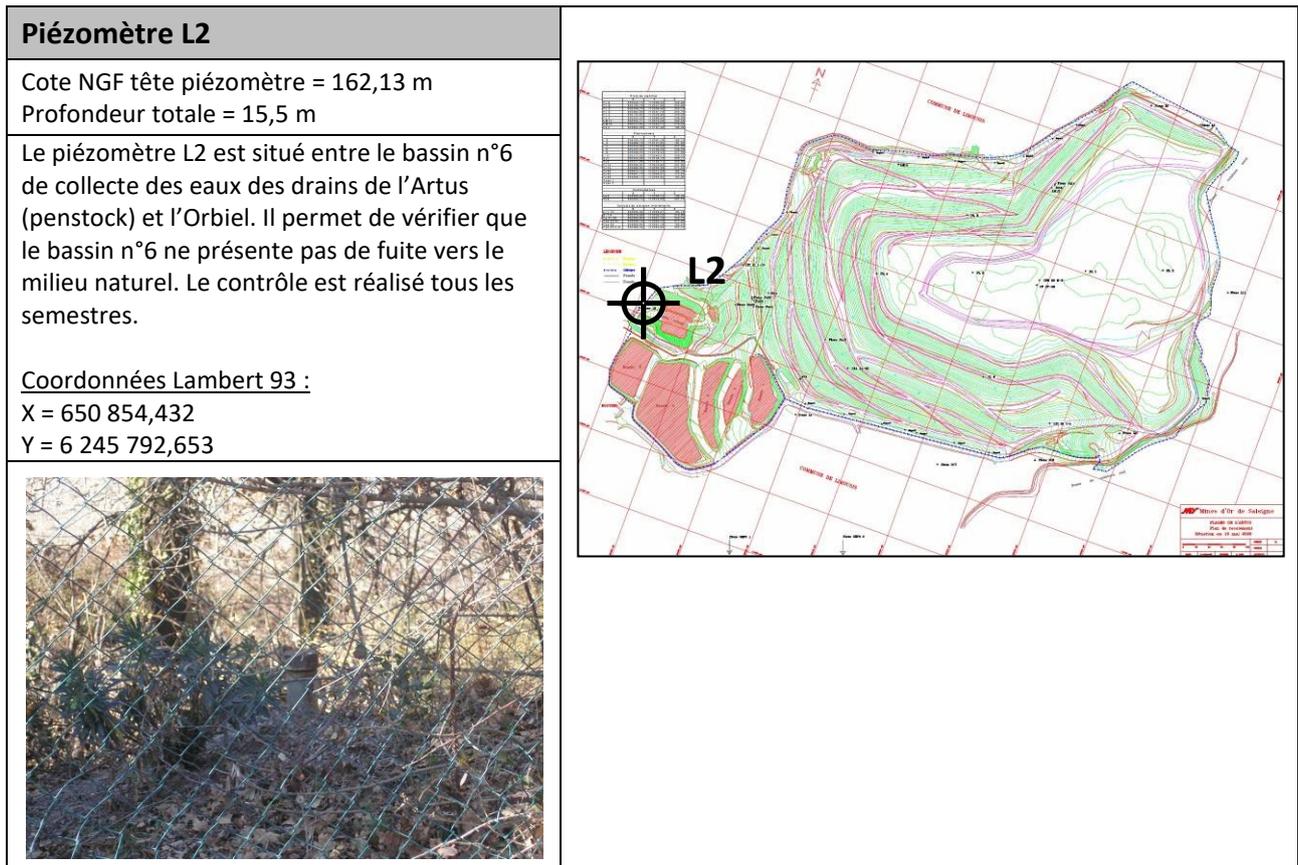


Figure 94 : Fiche piézomètre L2

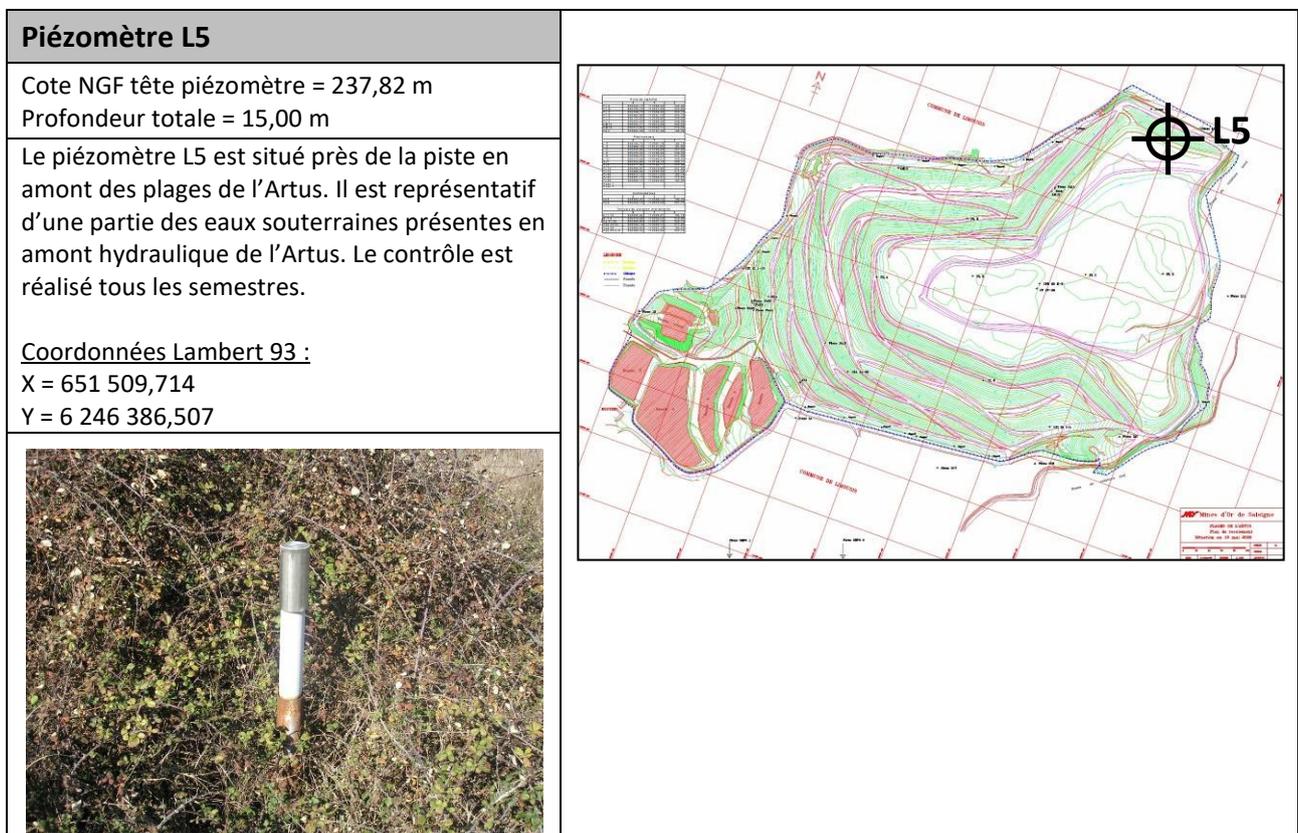


Figure 95 : Fiche piézomètre L5

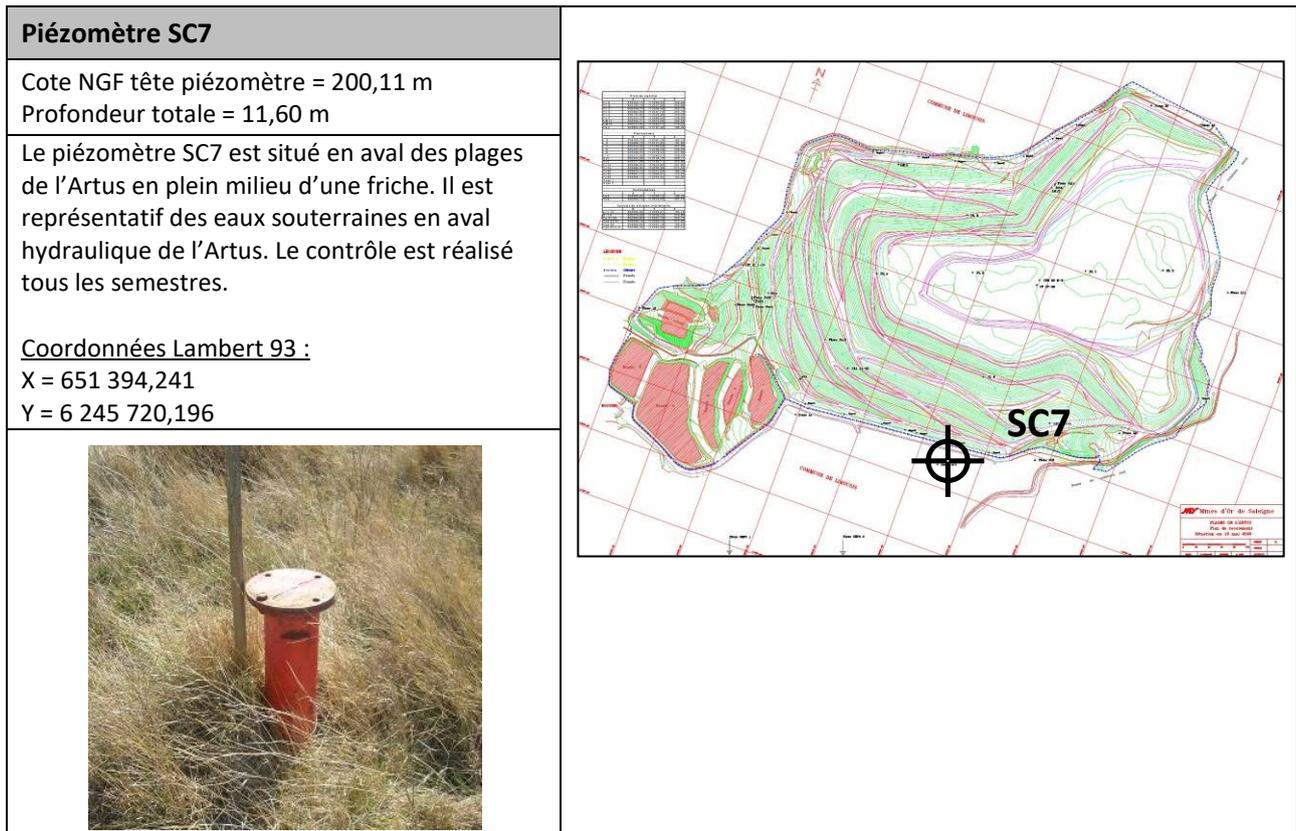


Figure 96 : Fiche piézomètre SC7

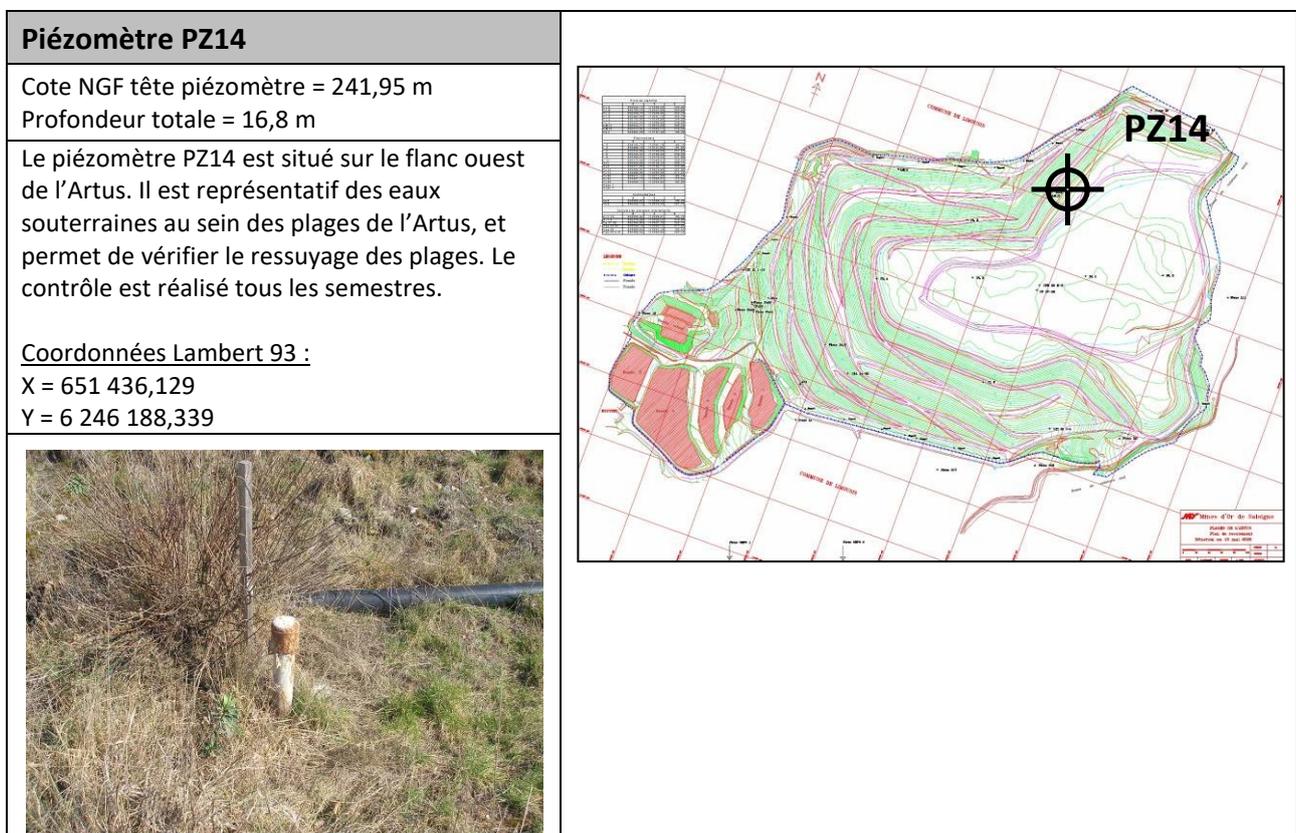


Figure 97 : Fiche piézomètre PZ14

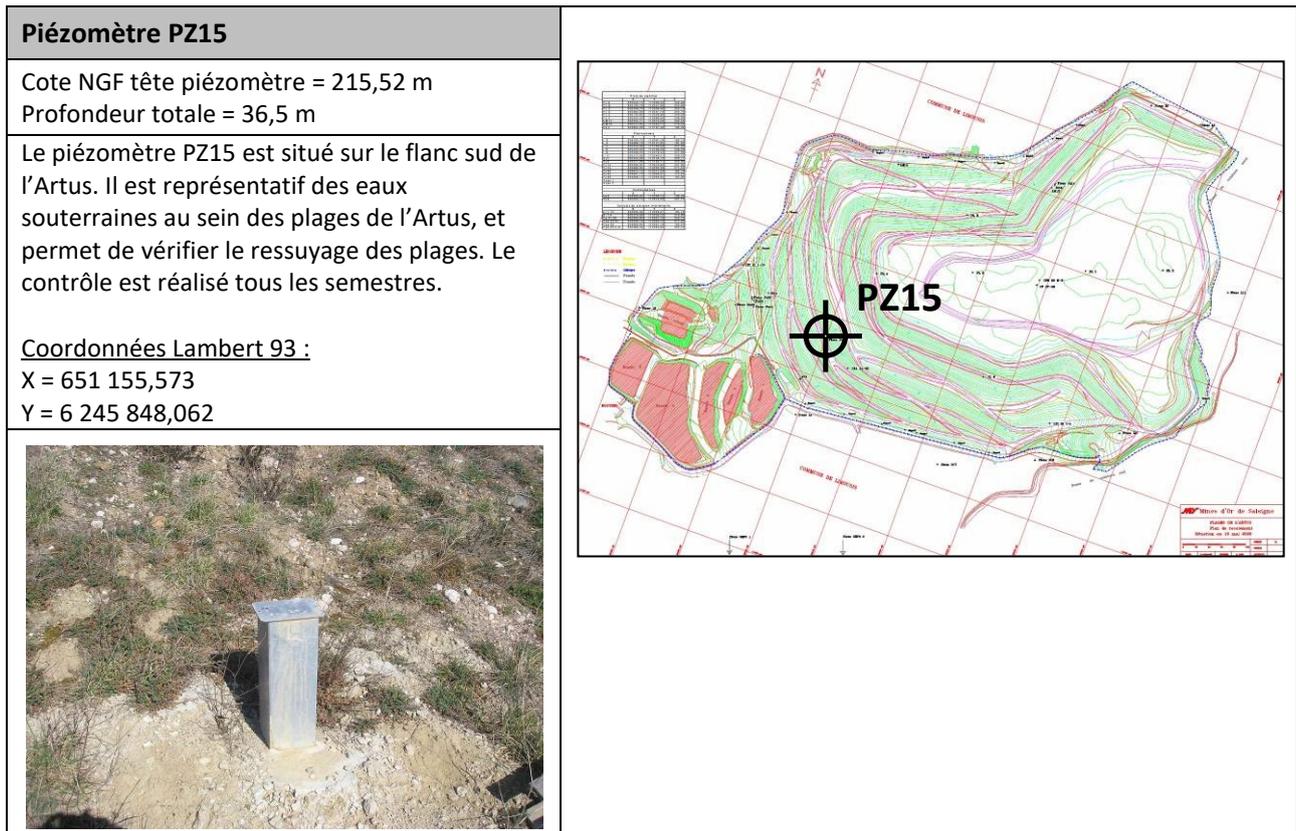


Figure 98 : Fiche piézomètre PZ15

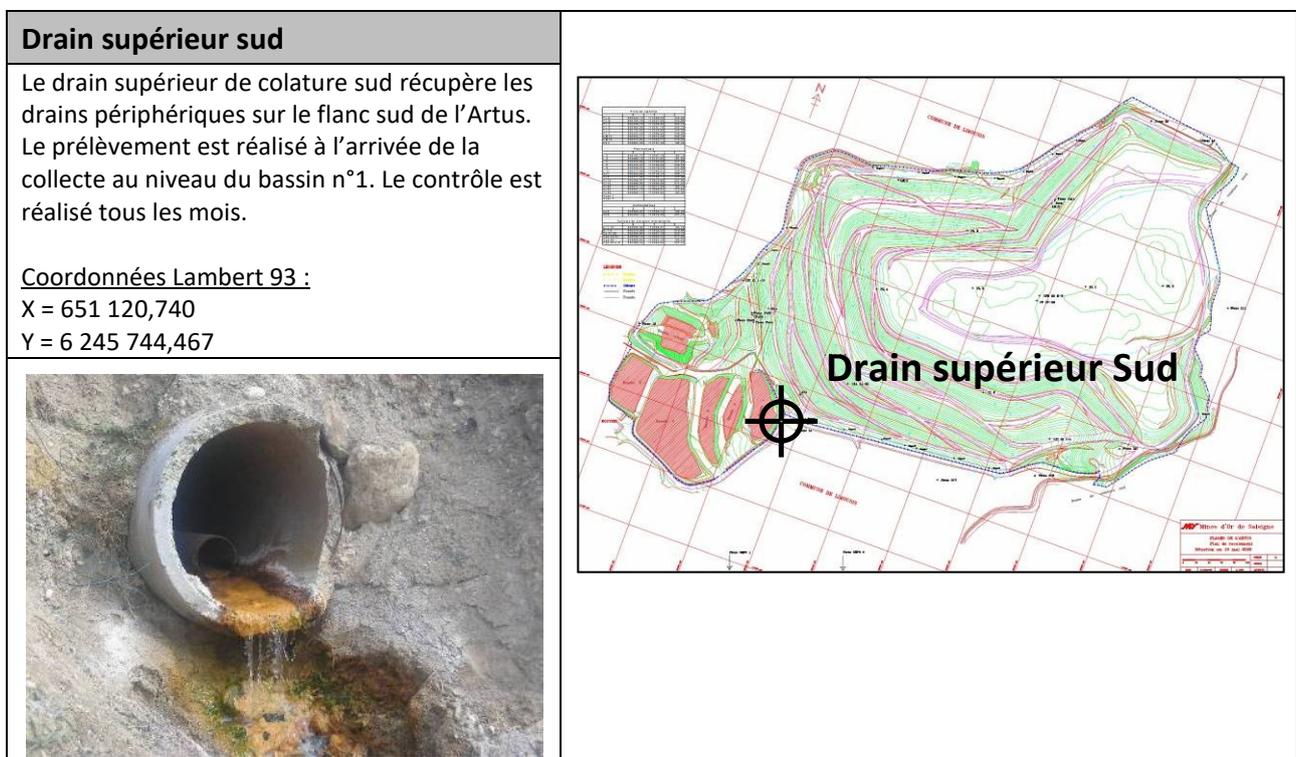


Figure 99 : Fiche prélèvement drain supérieur sud

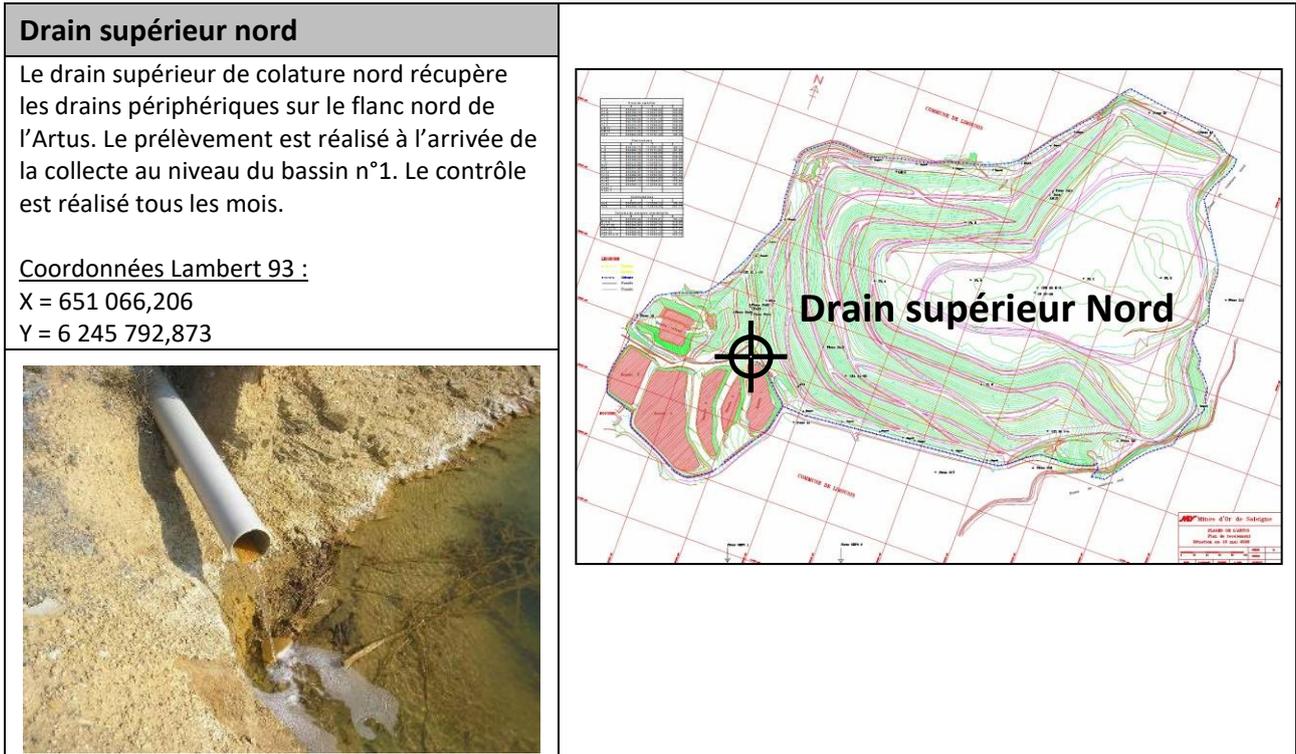


Figure 100 : Fiche prélèvement drain supérieur nord

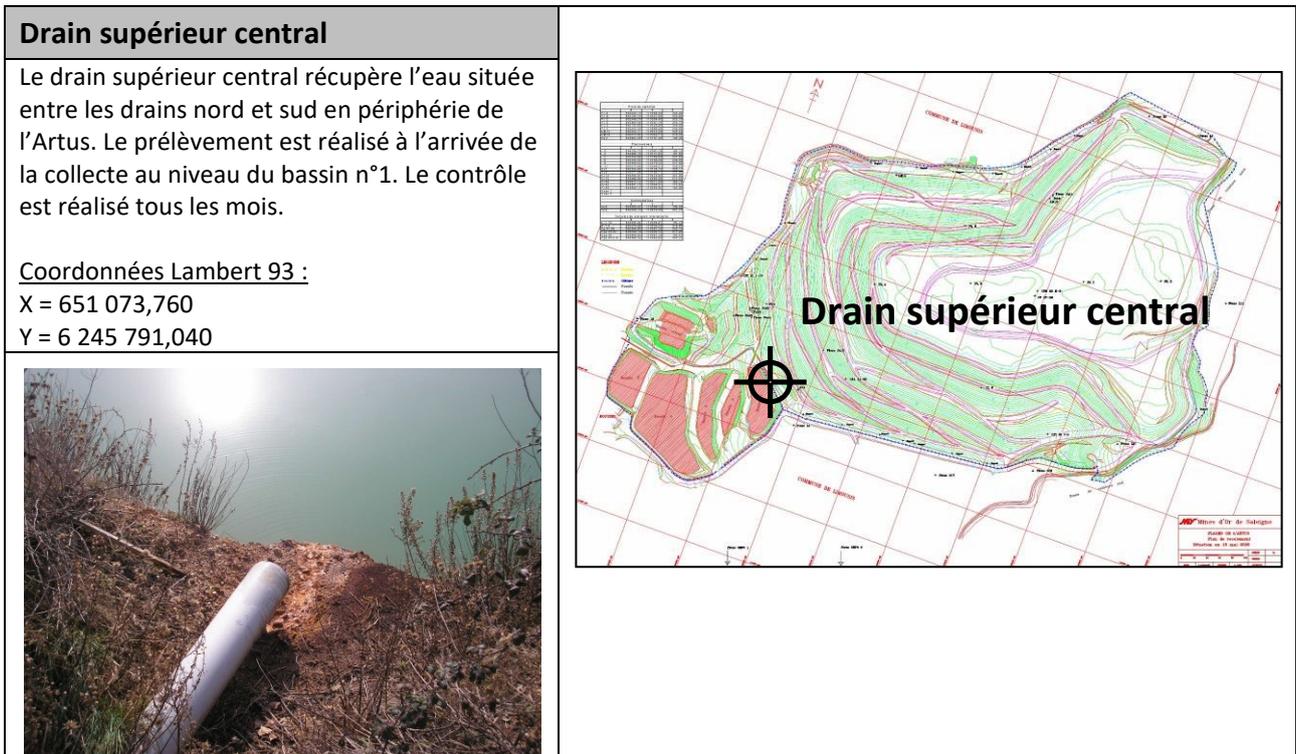


Figure 101 : Fiche prélèvement drain supérieur central

Drains inférieurs (Penstocks B6)

Les drains inférieurs appelés « Penstocks » sont des drains installés en fond des plages de l'Artus. Le prélèvement est réalisé à l'arrivée de la collecte au niveau du bassin n°6. Le contrôle est réalisé tous les mois.

Coordonnées Lambert 93 :
X = 650 956,583
Y = 6 245 823,761

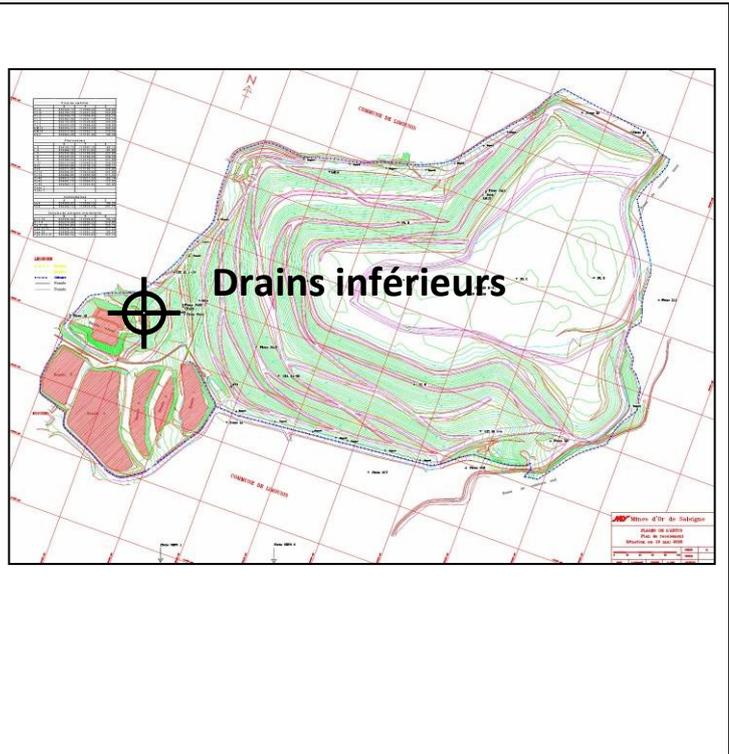



Figure 102 : Fiche prélèvement drains inférieurs

Orbiel amont des plages de l'Artus : Pont de Limousis

Le prélèvement « Orbiel amont », effectué dans la rivière au Pont de Limousis, est représentatif des eaux superficielles de l'Orbiel en amont des plages de l'Artus et également en amont du site de la Combe du saut. Ce point de prélèvement est suivi dans le cadre de la surveillance des eaux de mine.

Coordonnées Lambert 93 :
X = 650 345,636
Y = 6 246 703,946

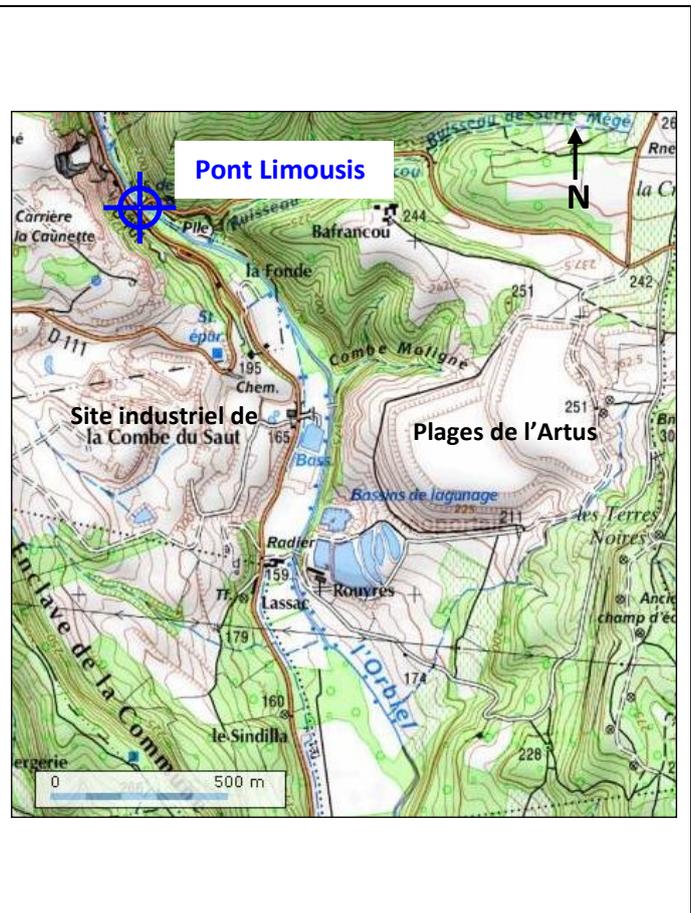



Figure 103 : Fiche prélèvement Orbiel amont des plages de l'Artus

Orbiel aval des plages de l'Artus : Gué Lassac

Le prélèvement « Orbiel aval » est effectué dans la rivière au gué Lassac. Il est représentatif des eaux superficielles de l'Orbiel en aval des plages de l'Artus et également en aval du site de la Combe du Saut. Ce point de prélèvement est suivi dans le cadre de la surveillance des eaux de mine.

Coordonnées Lambert 93 :

X = 650 796,752

Y = 6 245 704,233

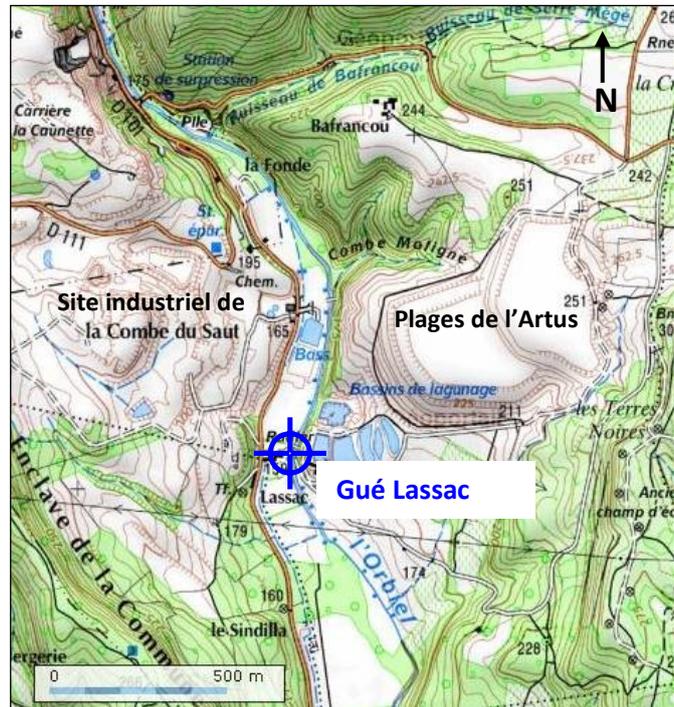


Figure 104 : Fiche prélèvement Orbiel aval des plages de l'Artus

2.5.2 Résultats d'analyses des eaux de surface (A220)

Afin de contrôler l'influence de l'ensemble du site industriel de la Combe du Saut sur les eaux de l'Orbiel, et vérifier notamment qu'il n'y a pas d'infiltration des eaux des bassins de l'Artus vers l'Orbiel, des contrôles sont effectués en amont et en aval des plages de l'Artus :

- en amont des plages, au niveau du pont de Limousis ;
- en aval des plages, au niveau du gué Lassic.

La comparaison de qualité de l'eau de l'Orbiel entre le Pont de Limousis et le Gué Lassic n'est toutefois pas uniquement représentative des contributions du stockage de l'Artus : en effet, de nombreuses sources d'influence potentielle se trouvent en rive droite de l'Orbiel au niveau de La Combe du Saut.

Les résultats des analyses réalisées semestriellement sont rassemblés dans le **Tableau 21**.

Pont de Limousis		08/06/20	14/12/20	22/06/21	21/12/21	Moyenne
pH	U	8,07	8,06	7,73	7,91	7,94
Conductivité à 25°C (µS/cm)	µS/cm	254,0	173,0	224,0	151,0	200,5
E _h	(mV)	+219	+327	+327	+310	+296
Température	(°C)	13,6	9,1	15,3	6,9	11,2
Oxygène dissous	mg/L	8,4	9,9	8,0	10,3	9,2
MES	(mg/L)	<2,0	23,2	2,6	56,0	20,7
As total	mg/L	0,008	0,008	0,012	0,007	0,009
As dissous	mg/L	0,008	0,006	0,010	0,007	0,008
CN totaux	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CN libres	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Gué Lassic		08/06/20	14/12/20	22/06/21	21/12/21	Moyenne
pH	U	7,88	8,06	7,74	7,93	7,90
Conductivité à 25°C (µS/cm)	µS/cm	300,0	188,0	259,0	166,0	228,0
E _h	(mV)	+163	+325	+326	+306	+280
Température	(°C)	13,6	9,2	15,3	6,9	11,3
Oxygène dissous	mg/L	7,7	9,9	8,1	10,4	8,9
MES	(mg/L)	<2,0	23,2	2,6	56,0	20,7
As total	mg/L	0,023	0,017	0,039	0,016	0,024
As dissous	mg/L	0,021	0,017	0,037	0,015	0,023
CN totaux	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CN libres	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Tableau 21 : Analyses dans l'Orbiel en amont et en aval du site de l'Artus

Note: L'arsenic total et dissous est également surveillé mensuellement sur ces deux points (cf. Rapport de surveillance des eaux de mine DPSM-SAL-a-2101).

A noter que les analyses en cyanures totaux et libres ont été réalisées, toutes les semaines de février à mai 2020 puis tous les 15 jours de juillet à décembre, dans le cadre des campagnes de suivi renforcé de la station. Le linéaire de l'Orbiel surveillé s'étendait du pont de Limousis jusqu'à la hauteur du piézomètre AD10 au Sindilla, avec des points intermédiaires au niveau de la lagune d'infiltration, du bassin B6 de l'Artus, du gué Lassac et de 400 mètres en aval du gué. Durant toute cette période aucune trace de cyanures n'a été détectée dans l'Orbiel.

Commentaires :

Il y a toujours une augmentation de la concentration en arsenic total et dissous, de l'ordre de 15µg/L, entre les points amont au pont de Limousis et aval au gué Lassac.

2.5.3 Résultats d'analyses des eaux souterraines (A210)

La qualité des eaux souterraines est contrôlée trimestriellement à l'aide de 7 piézomètres décrits au §2.5.1 page 106, dont le positionnement est mentionné dans le graphe ci-après.



Figure 105 : Implantation des piézomètres à l'Artus

La cartographie des aquifères est présentée au §1.5.4.1 page 56.

2.5.3.1 Analyses des piézomètres

Les analyses de l'eau des piézomètres situés autour et dans les plages de l'Artus sont données dans le **Tableau 22** au **Tableau 28** ci-après. Ces dernières sont réalisées tous les trimestres. Les fiches de prélèvements pour 2021 des piézomètres sont données en annexe.

Pour 2021, des campagnes complémentaires ont été réalisées dans le cadre d'un suivi plus général regroupant les eaux souterraines, les eaux superficielles et les sédiments. Ces campagnes complémentaires se sont parfois substituées à celles prévues au contrat de base ou décalées comme en avril et septembre.

L5		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,96	7,87	7,51	7,90	7,81
Conductivité	(YS/cm)	4358	3859	3870	3669	3939
Eh	(mV)	315	317	264	269	291
Température	(°C)	11,7	12,6	17,3	14,6	14,1
Oxygène dissous	(mg/L)	8,4	8,2	6,3	9,1	8,0
As total	(mg/L)	0,25	0,25	0,102	0,0851	0,172
As dissous	(mg/L)	0,025	0,010	0,048	0,047	0,033
Cyanures totaux	(mg/L)	0,076	0,082	0,080	0,097	0,084
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	237,82	237,82	237,82	237,82	237,82
Niveau/Tête piézo	(m)	1,44	2,47	4,24	4,38	3,13
Cote nappe	(mNG F)	236,38	235,35	233,58	233,44	234,69

Tableau 22 : Analyses sur le piézomètre L5 en amont du site de l'Artus

PZ14		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,84	7,73	7,37	7,98	7,73
Conductivité	(YS/cm)	15350	15400	15430	15320	15375
Eh	(mV)	334	313	275	289	303
Température	(°C)	15,6	14,8	18,1	12,9	15,4
Oxygène dissous	(mg/L)	8,3	8,0	6,8	8,8	8,0
As total	(mg/L)	44,300	57,200	47,000	43,900	48,100
As dissous	(mg/L)	9,560	37,900	30,700	39,300	29,365
Cyanures totaux	(mg/L)	0,240	1,700	0,460	1,200	0,900
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	241,95	241,95	241,95	241,95	241,95
Niveau/Tête piézo	(m)	14,33	14,21	14,29	14,43	14,32
Cote nappe	(mNG F)	227,62	227,74	227,66	227,52	227,64

Tableau 23 : Analyses sur le piézomètre PZ14 sur le site de l'Artus

PZ15		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,61	7,61	7,71	7,54	7,62
Conductivité	(YS/cm)	22200	22140	21880	20170	21598
Eh	(mV)	292	292	272	316	293
Température	(IC)	15,9	16,4	18,4	15	16,4
Oxygène dissous	(mg/L)	7,9	7,4	5,3	8,6	7,3
As total	(mg/L)	7,650	8,800	6,330	7,090	7,468
As dissous	(mg/L)	7,120	8,780	6,040	6,270	7,053
Cyanures totaux	(mg/L)	0,740	1,200	2,100	1,200	1,310
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	215,52	215,52	215,52	215,52	215,52
Niveau/Tête piézo	(m)	24,30	24,25	24,35	24,50	24,35
Cote nappe	(mNG F)	191,22	191,27	191,17	191,02	191,17

Tableau 24 : Analyses sur le piézomètre PZ15 sur le site de l'Artus

SC7		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,45	7,68	7,80	7,78	7,68
Conductivité	(YS/cm)	4679	4936	5009	5114	4935
Eh	(mV)	318	301	250	274	286
Température	(IC)	12,3	13,4	17,6	15	14,6
Oxygène dissous	(mg/L)	8,3	7,8	6,0	8,6	7,7
As total	(mg/L)	0,025	0,049	0,067	0,0315	0,043
As dissous	(mg/L)	0,014	0,022	<0,005	0,027	0,021
Cyanures totaux	(mg/L)	0,160	0,160	0,180	0,190	0,173
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	200,11	200,11	200,11	200,11	200,11
Niveau/Tête piézo	(m)	0,71	2,35	4,14	4,27	2,87
Cote nappe	(mNG F)	199,40	197,76	195,97	195,84	197,24

Tableau 25 : Analyses sur le piézomètre SC7 en aval du site de l'Artus

L2		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,42	7,23	7,51	7,38	7,39
Conductivité	(YS/cm)	3086	3158	3246	3001	3123
Eh	(mV)	267	275	243	251	259
Température	(°C)	14,8	14,4	16,1	14,8	15,0
Oxygène dissous	(mg/L)	7,9	7,4	6,0	8,1	7,3
As total	(mg/L)	0,082	0,057	0,051	0,047	0,059
As dissous	(mg/L)	0,024	0,037	<0,005	0,027	0,029
Cyanures totaux	(mg/L)	0,110	0,100	0,093	0,081	0,096
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	162,13	162,13	162,13	162,13	162,13
Niveau/Tête piézo	(m)	5,17	5,62	5,55	5,60	5,49
Cote nappe	(mNG F)	156,96	156,51	156,58	156,53	156,65

Tableau 26 : Analyses sur le piézomètre L2 en aval du site de l'Artus

SEPS1		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,84	7,48	7,68	8,01	7,75
Conductivité	(YS/cm)	1102	1405	1554	1673	1434
Eh	(mV)	313	274	274	270	283
Température	(°C)	12,4	14,8	18,5	16,3	15,5
Oxygène dissous	(mg/L)	8,7	7,7	6,7	8,2	7,8
As total	(mg/L)	0,203	0,162	0,165	0,179	0,177
As dissous	(mg/L)	0,134	0,098	0,112	0,101	0,111
Cyanures totaux	(mg/L)	0,027	0,039	0,063	0,056	0,046
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	170,10	170,10	170,10	170,10	170,10
Niveau/Tête piézo	(m)	0,74	3,55	5,23	5,33	3,71
Cote nappe	(mNG F)	169,36	166,55	164,87	164,77	166,39

Tableau 27 : Analyses sur le piézomètre SEPS1 en aval du site de l'Artus

SEPS2		févr.-21	avr.-21	sept.-21	nov.-21	Moyenne
pH	u	7,90	7,88	8,02	7,92	7,93
Conductivité	(YS/cm)	1336	1495	1611	1489	1483
Eh	(mV)	307	291	264	274	284
Température	(°C)	14,3	14,2	16,3	12,8	14,4
Oxygène dissous	(mg/L)	8,3	8,0	6,6	8,8	7,9
As total	(mg/L)	0,181	0,313	0,234	0,241	0,242
As dissous	(mg/L)	0,031	0,137	0,158	0,0831	0,102
Cyanures totaux	(mg/L)	0,120	0,100	0,140	0,120	0,120
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	198,50	198,50	198,50	198,50	198,50
Niveau/Tête piézo	(m)	8,41	6,46	8,90	9,68	8,36
Cote nappe	(mNGF)	190,09	192,04	189,60	188,82	190,14

Tableau 28 : Analyses sur le piézomètre SEPS2 en aval du site de l'Artus

Commentaires :

Les deux piézomètres situés dans les plages de l'Artus Pz14 et Pz15 présentent toujours des concentrations élevées en arsenic total (48,1 mg/L pour le PZ14 et 7,5 mg/L pour le PZ15 en moyenne sur 2021). Ces eaux contiennent également des cyanures totaux, entre 0,24 à 2,10 mg/L, mais pas de cyanures libres.

Sur les piézomètres en périphérie de l'Artus, l'arsenic se trouve majoritairement sous forme particulaire (L5, SC7, L2, SEPS1 et SEPS2) : les concentrations en arsenic total sont globalement stables. On détecte sur tous ces piézomètres des traces de cyanures totaux à des concentrations inférieures à 0,25 mg/L, et pas de cyanures libres.

On notera des pics en arsenic total dans les eaux du SEPS2 en septembre 2019, février 2021, septembre 2021 et novembre 2021 à plus de 0,20 mg/L.

On observe peu d'évolution des niveaux d'eau par rapport aux précédentes mesures, qui restent conformes aux cycles pluviométriques.

On notera que les piézomètres PZ14 et PZ15 sont situés dans les sables de l'Artus, avec une plus faible perméabilité et sont donc probablement moins réactifs aux pluies.

Même si les niveaux d'eau semblent suivre la pluviométrie, afin de s'assurer que certains piézomètres ne sont pas colmatés il serait intéressant de procéder à un nettoyage par air-lift de tous les piézomètres.

Les graphes suivants montrent sur chaque piézomètre :

- la pluviométrie semestrielle et le niveau d'eau,
- les concentrations en arsenic total, dissous et le niveau d'eau,
- les concentrations en cyanures totaux, libres et le niveau d'eau.

Il a également été représenté dans les graphiques la limite de quantification des cyanures totaux et libres fixé à 0,010 mg/L par le laboratoire.

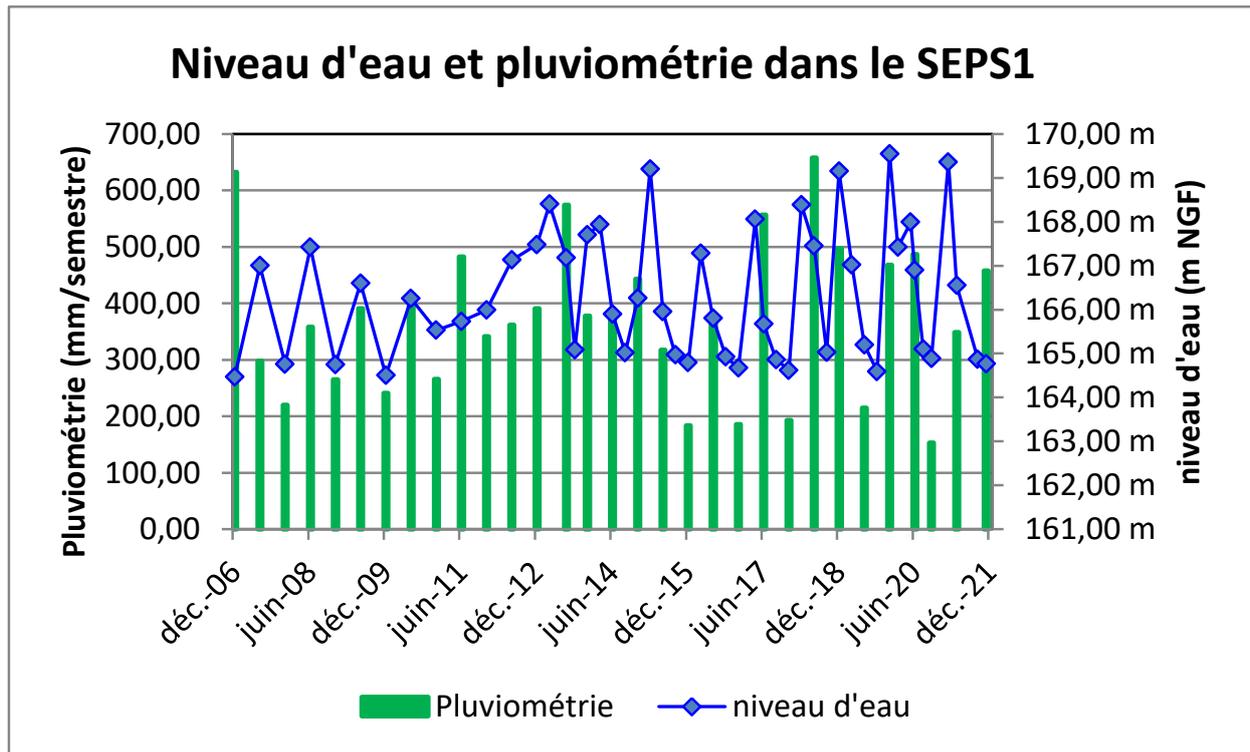


Figure 106 : Niveau d'eau du SEPS1 et pluviométrie semestrielle

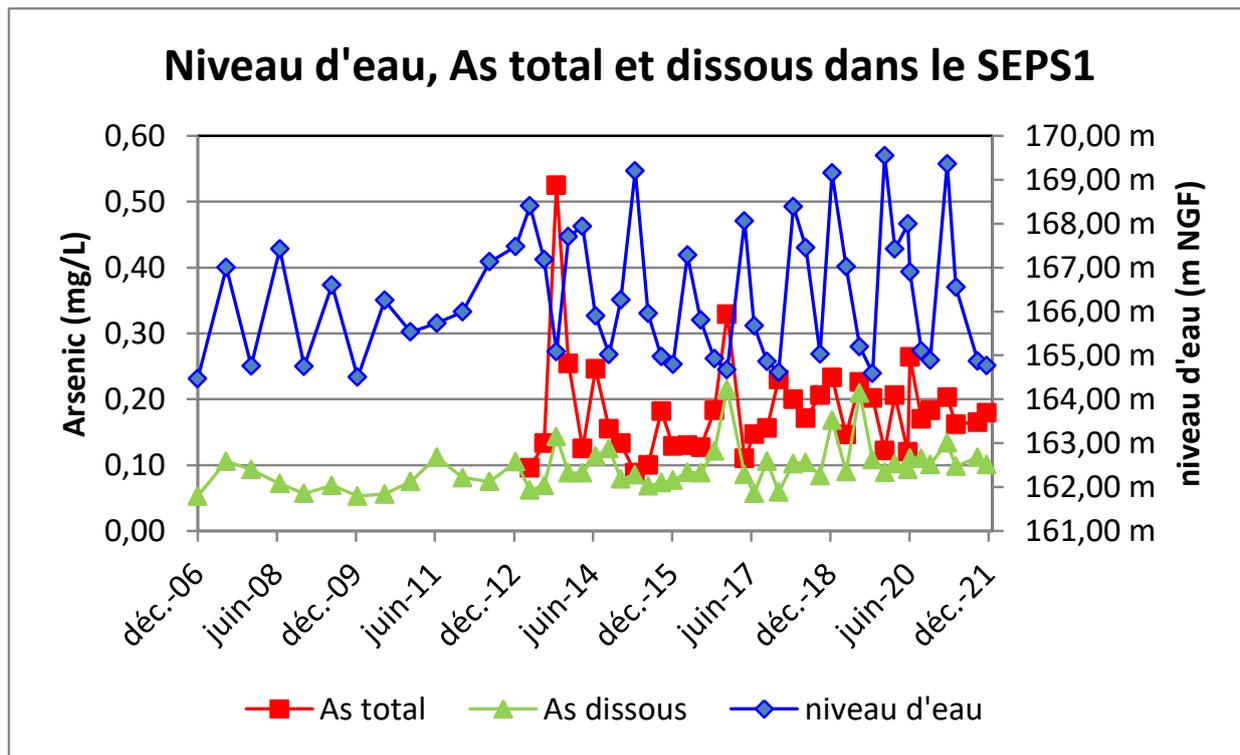


Figure 107 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SEPS1

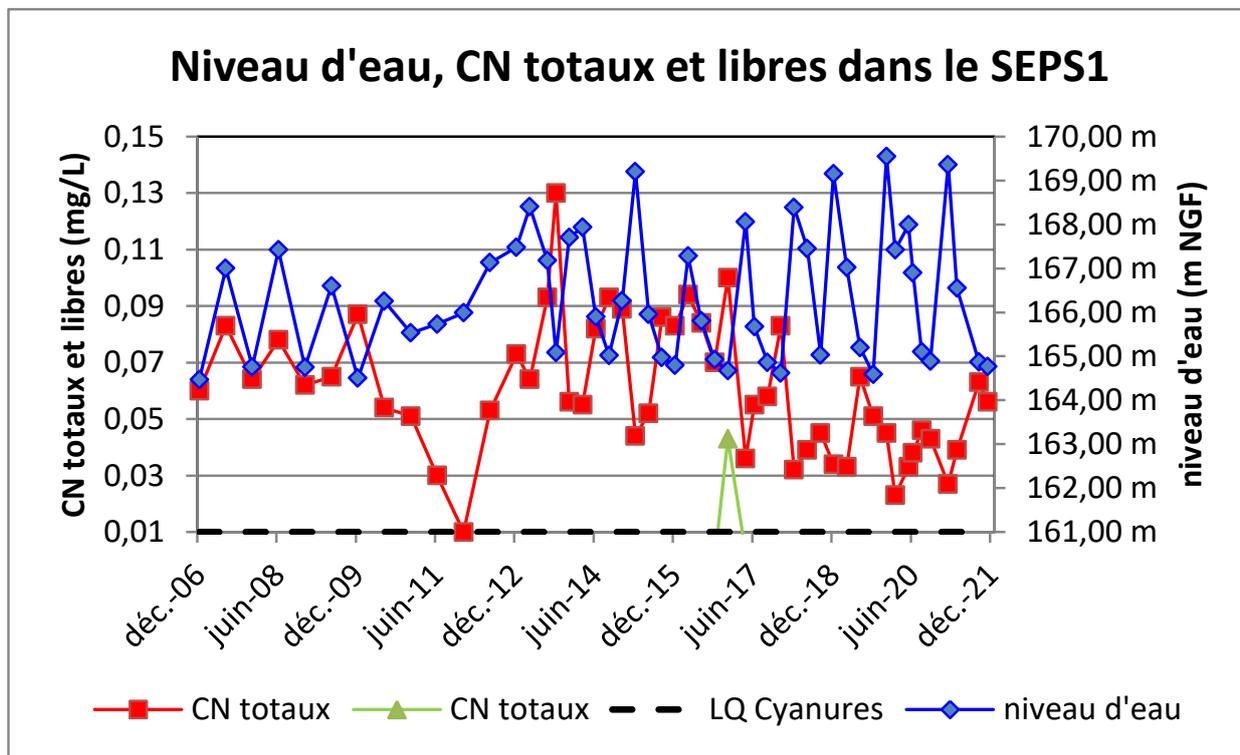


Figure 108 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SEPS1

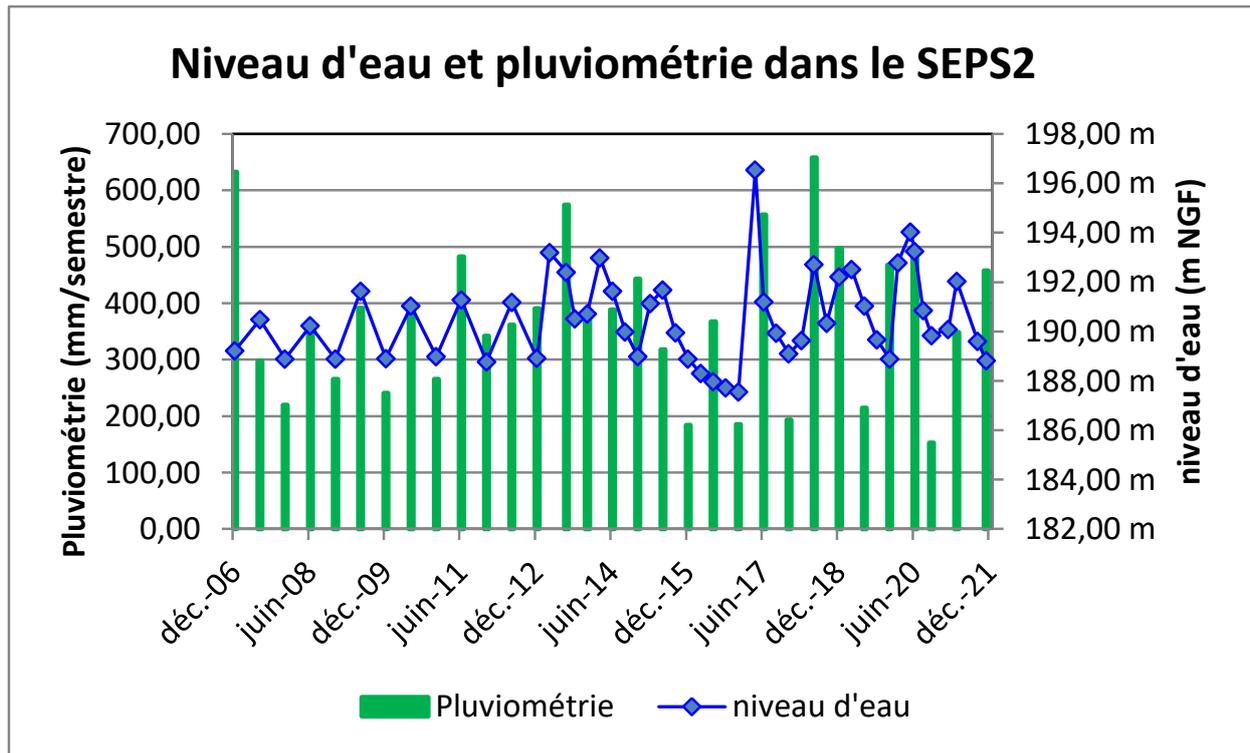


Figure 109 : Niveau d'eau du SEPS2 et pluviométrie semestrielle

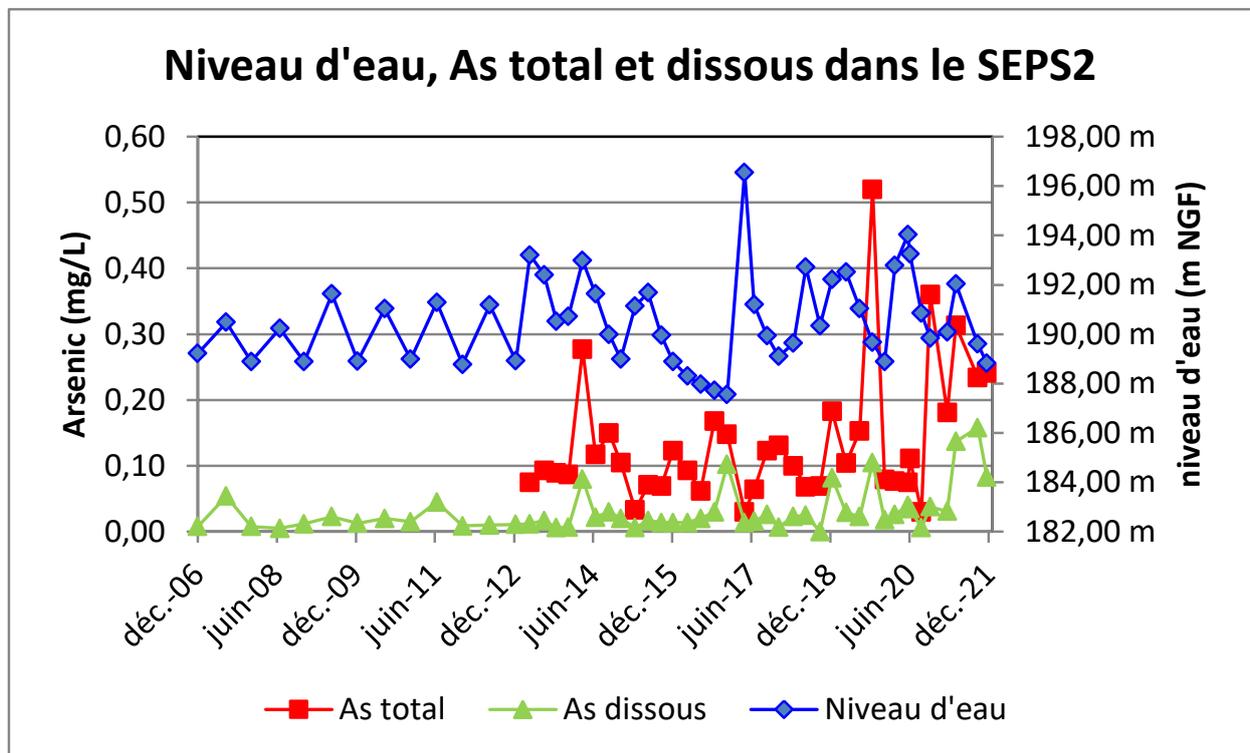


Figure 110 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SEPS2

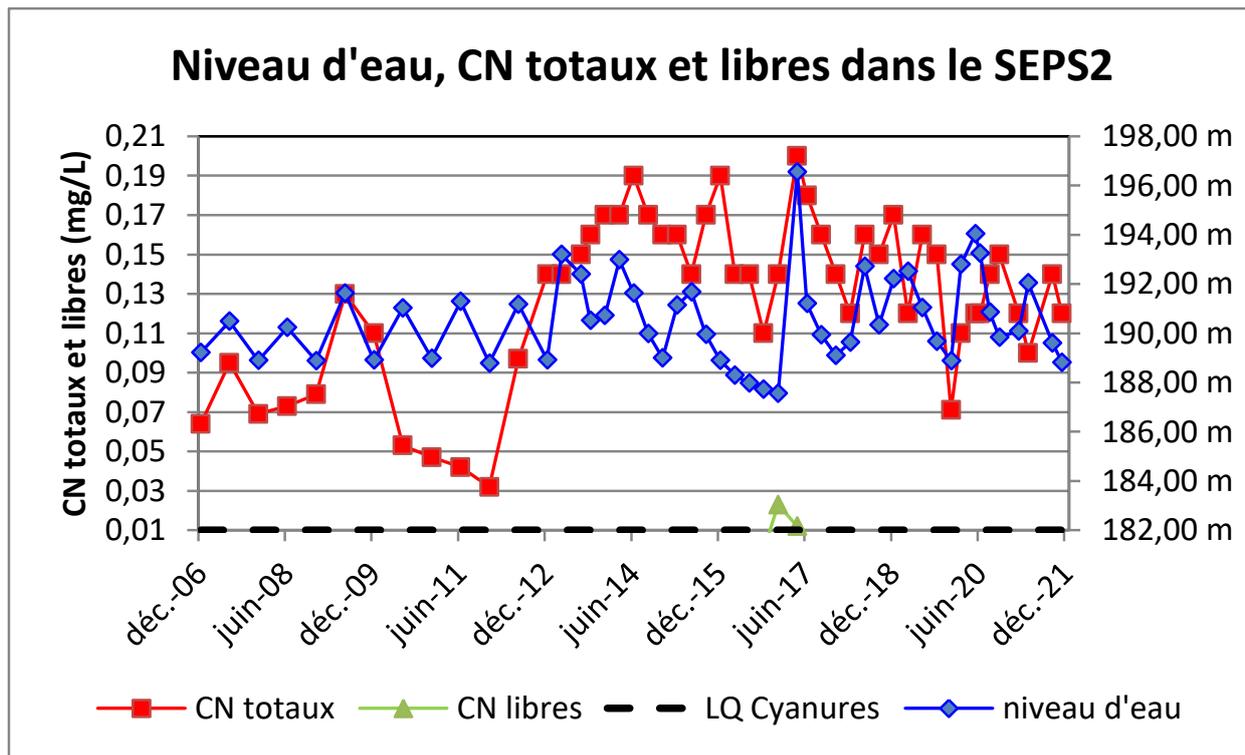


Figure 111 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SEPS2

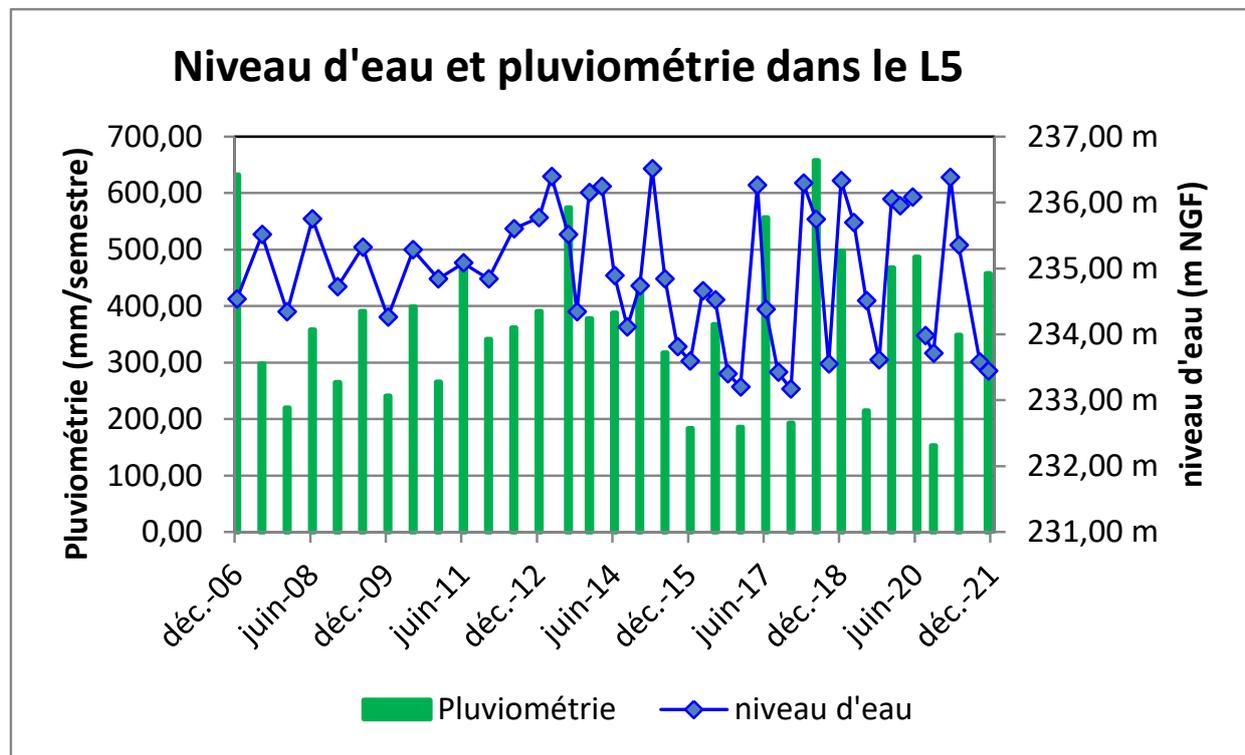


Figure 112 : Niveau d'eau du L5 et pluviométrie semestrielle

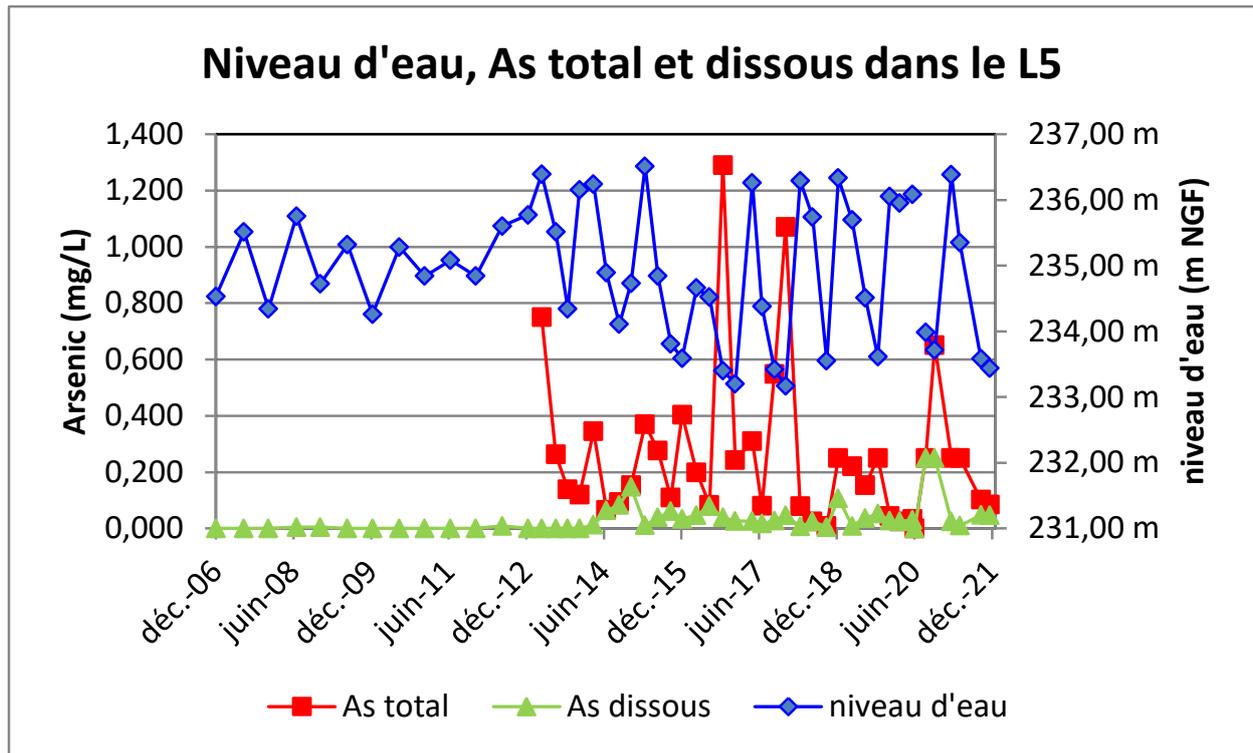


Figure 113 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le L5

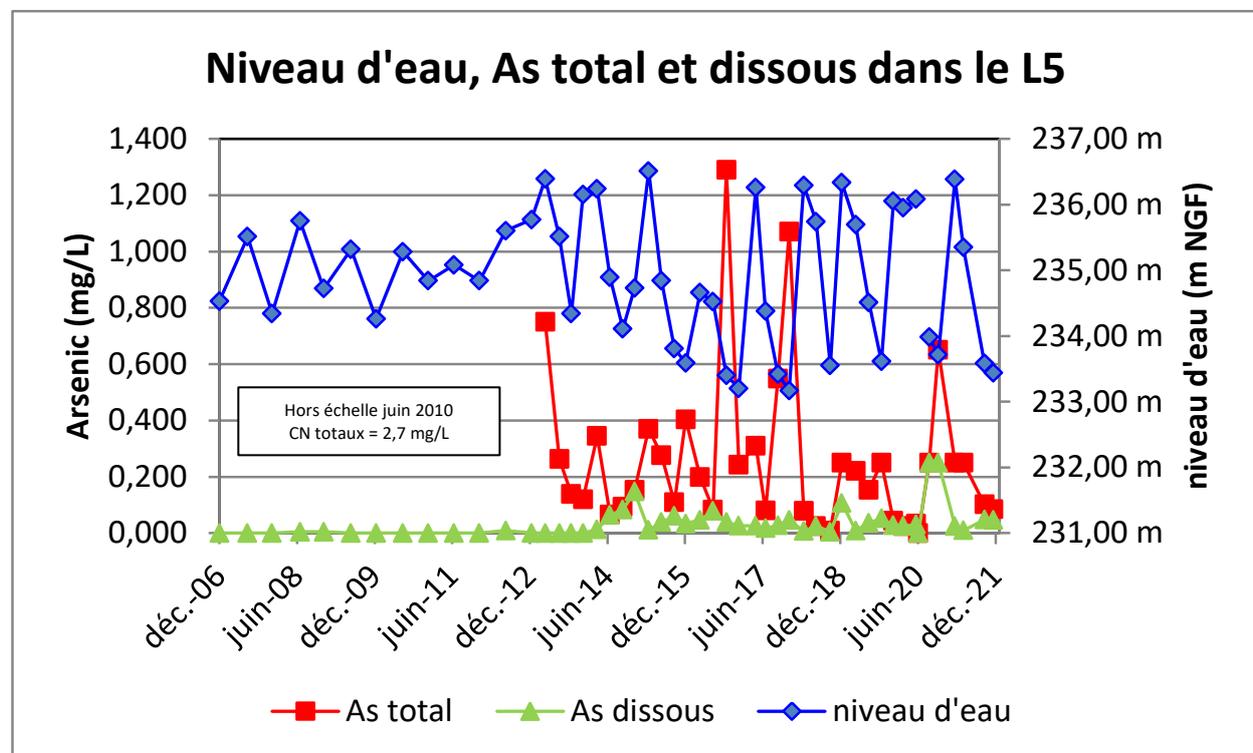


Figure 114 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le L5

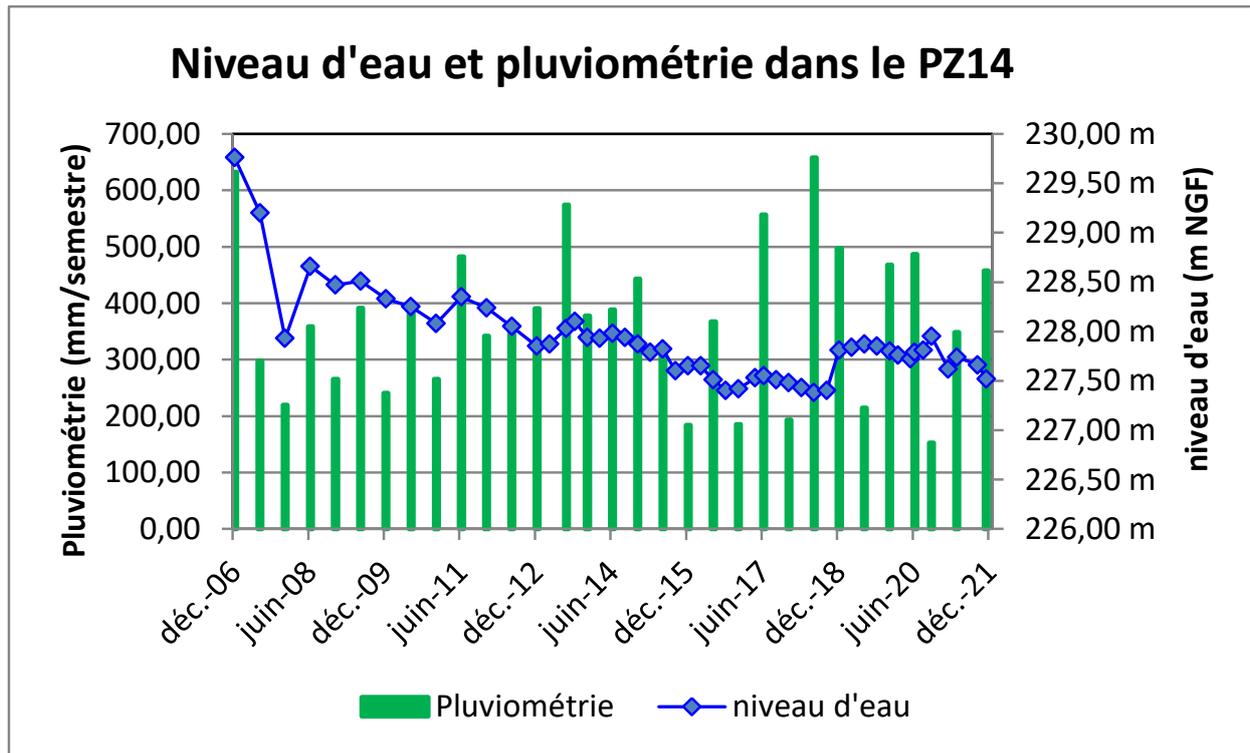


Figure 115 : Niveau d'eau du PZ14 et pluviométrie semestrielle

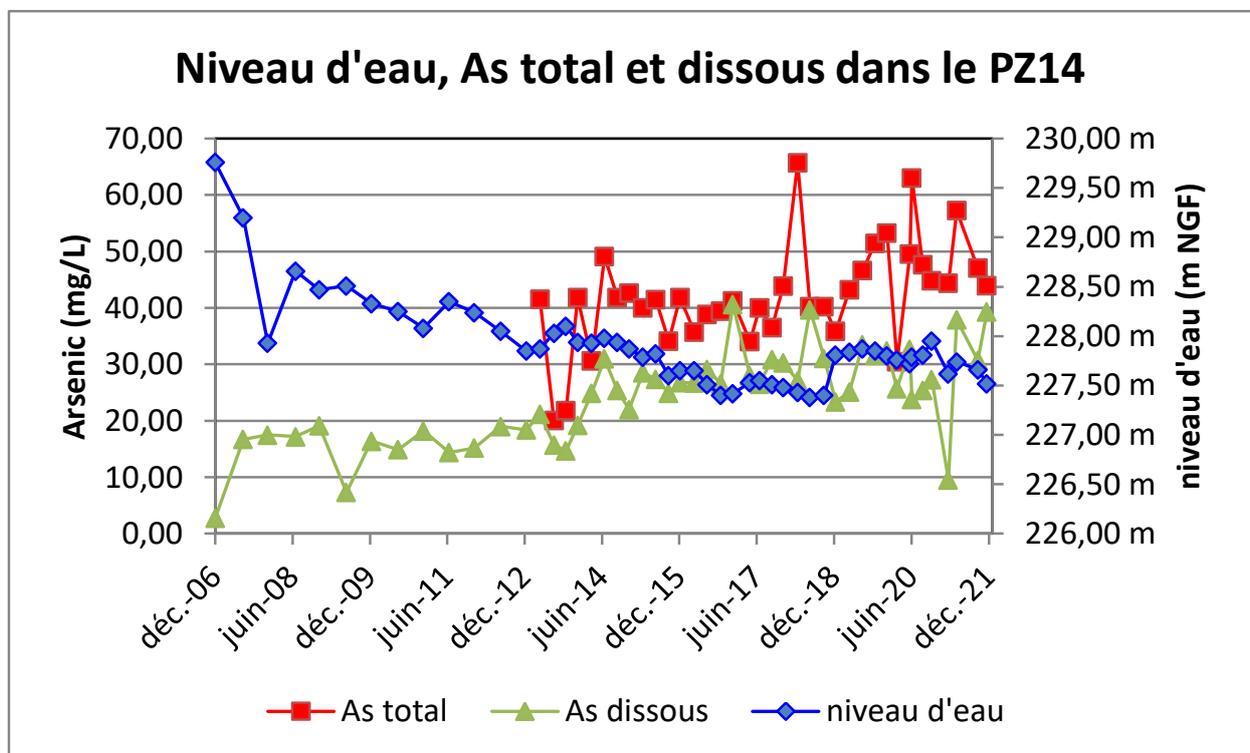


Figure 116 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le PZ14

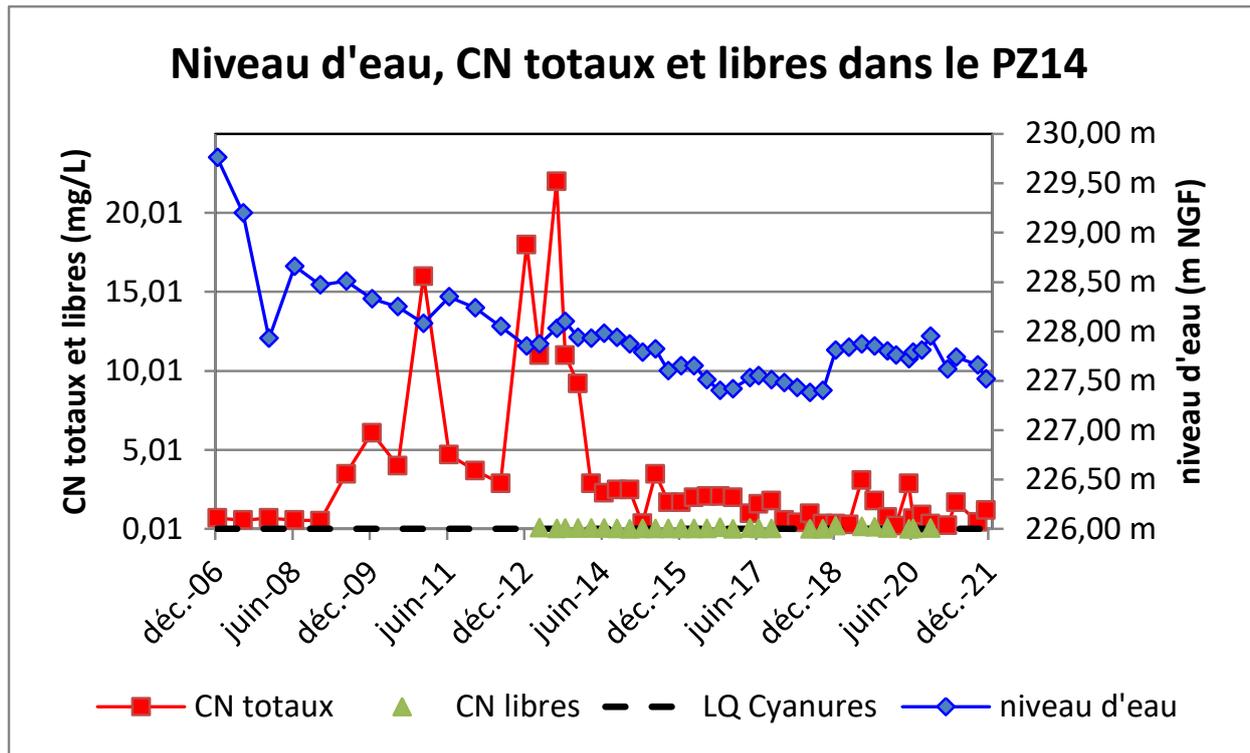


Figure 117 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ14

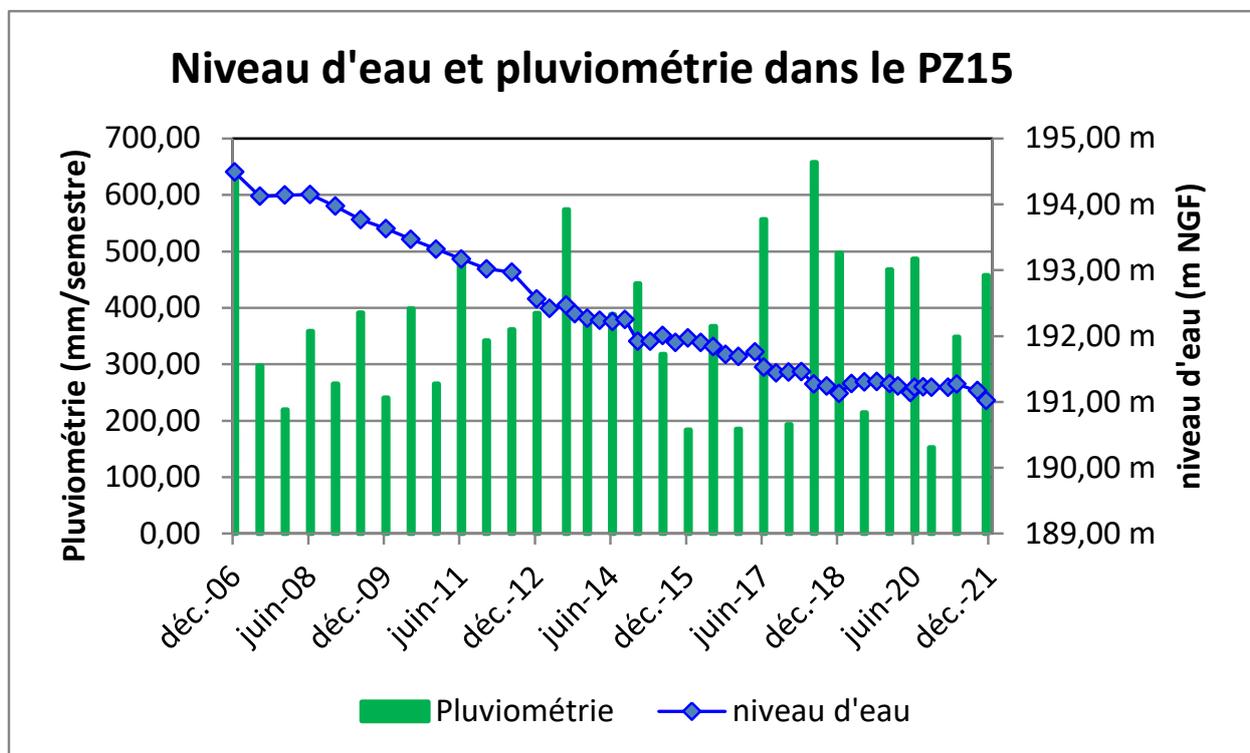


Figure 118 : Niveau d'eau du PZ15 et pluviométrie semestrielle

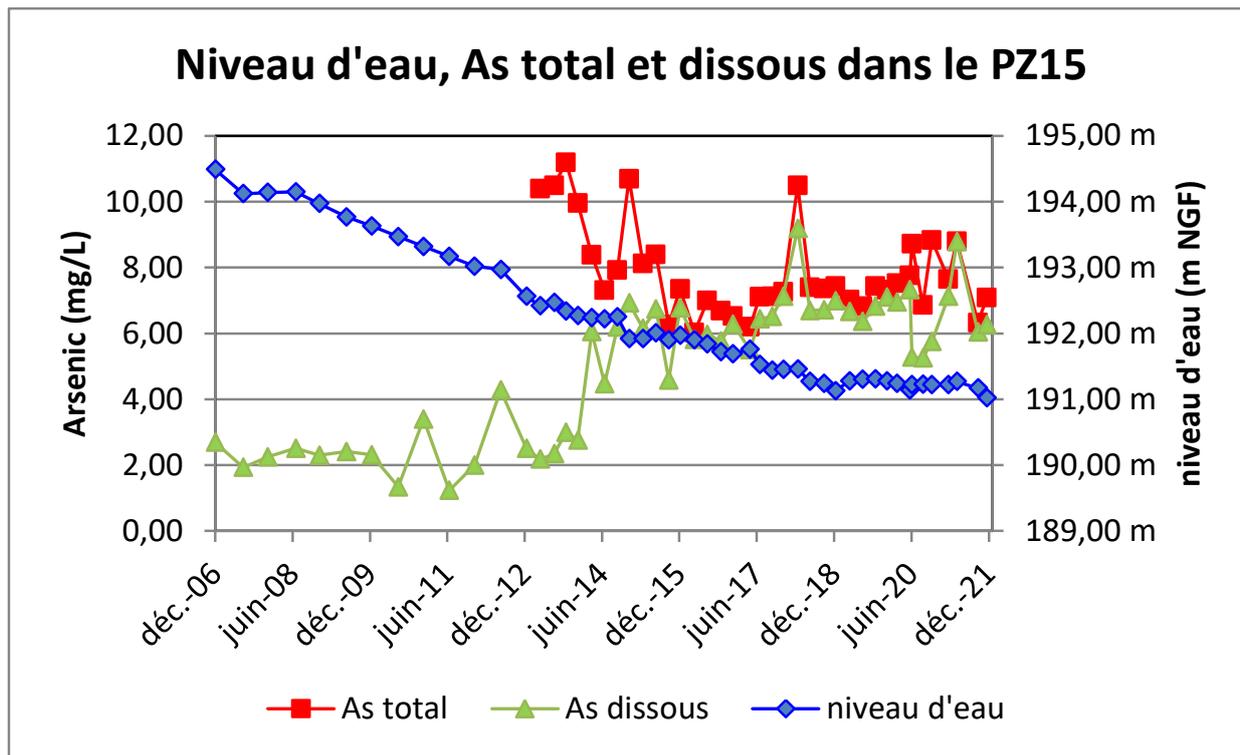


Figure 119 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le PZ15

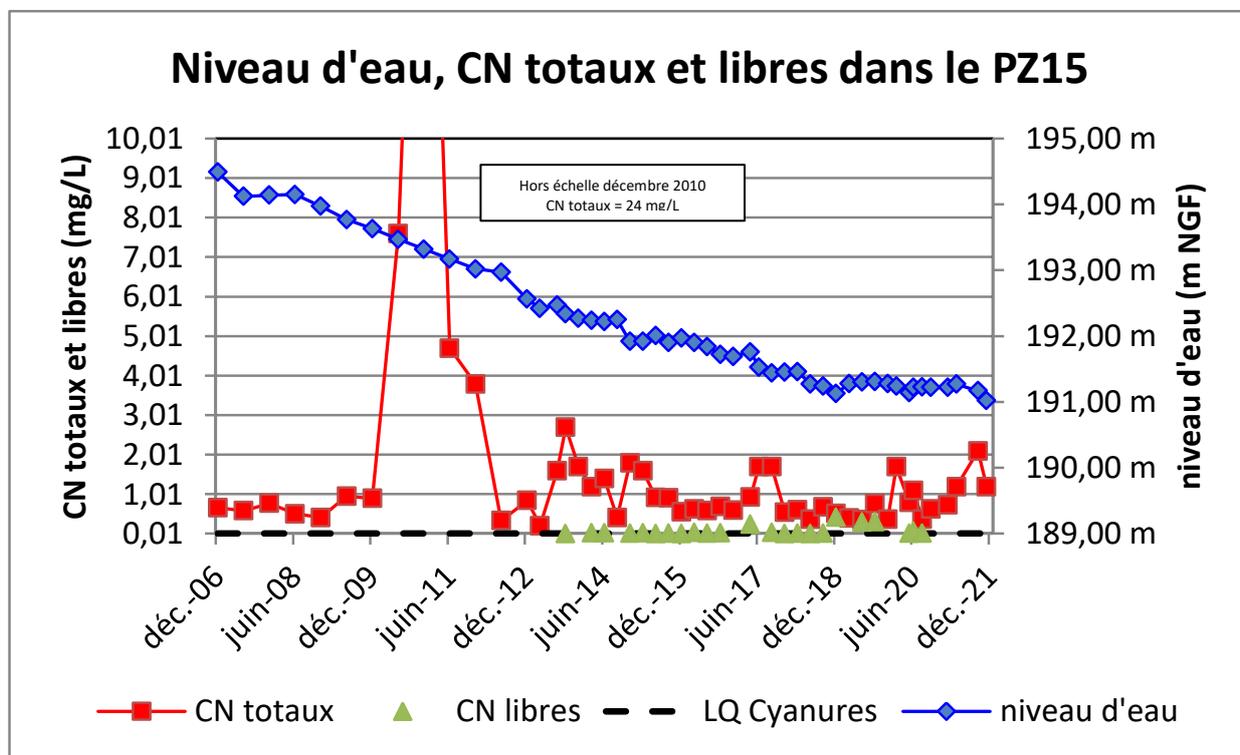


Figure 120 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ15

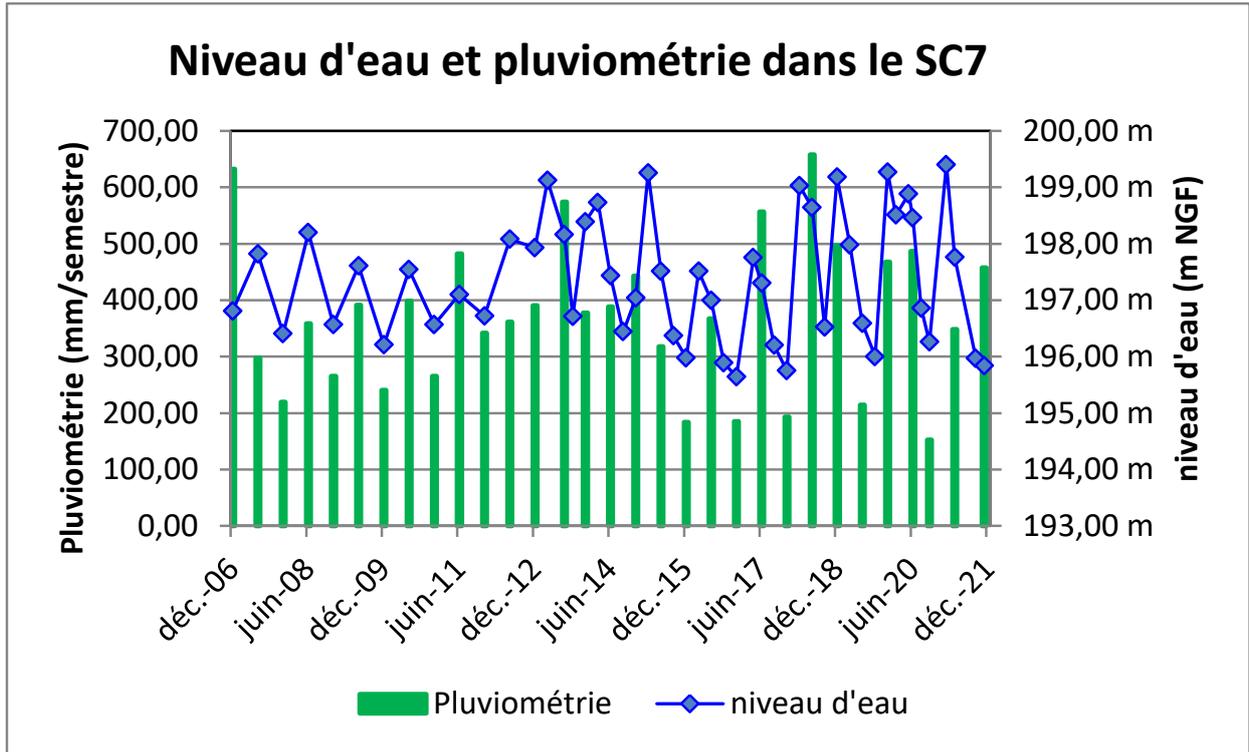


Figure 121 : Niveau d'eau du SC7 et pluviométrie semestrielle

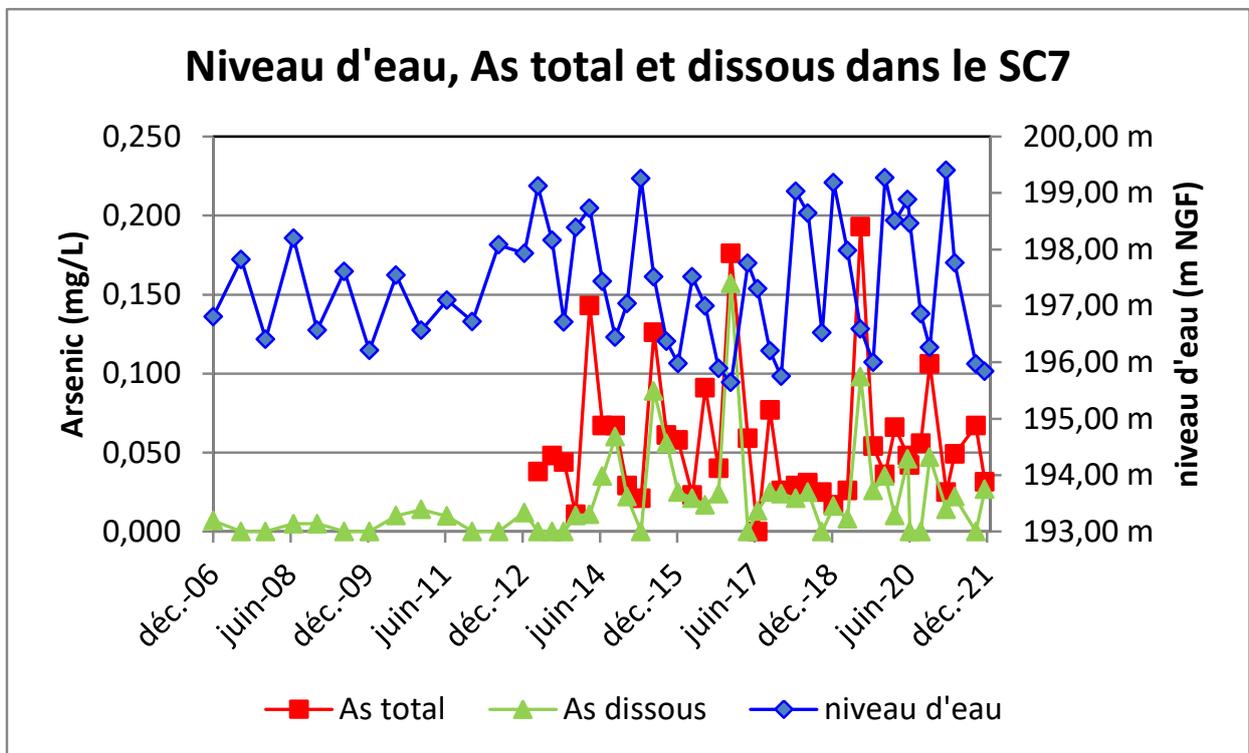


Figure 122 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SC7

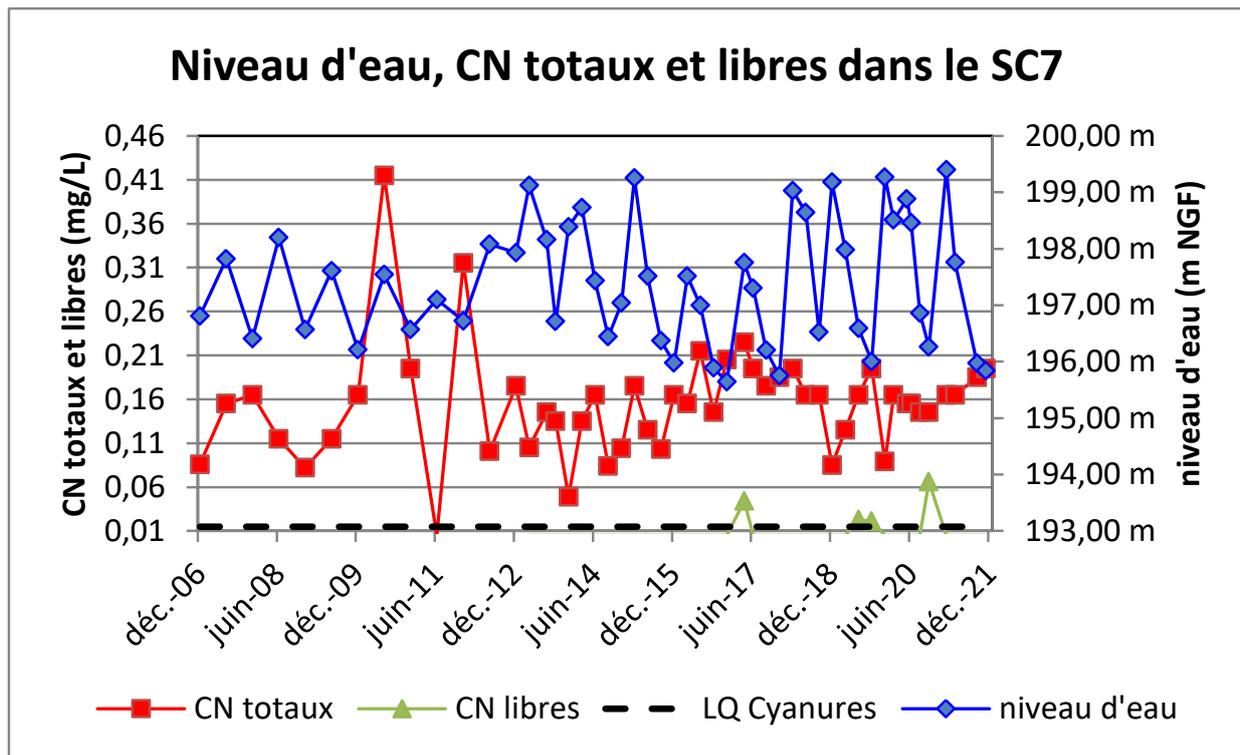


Figure 123 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SC7

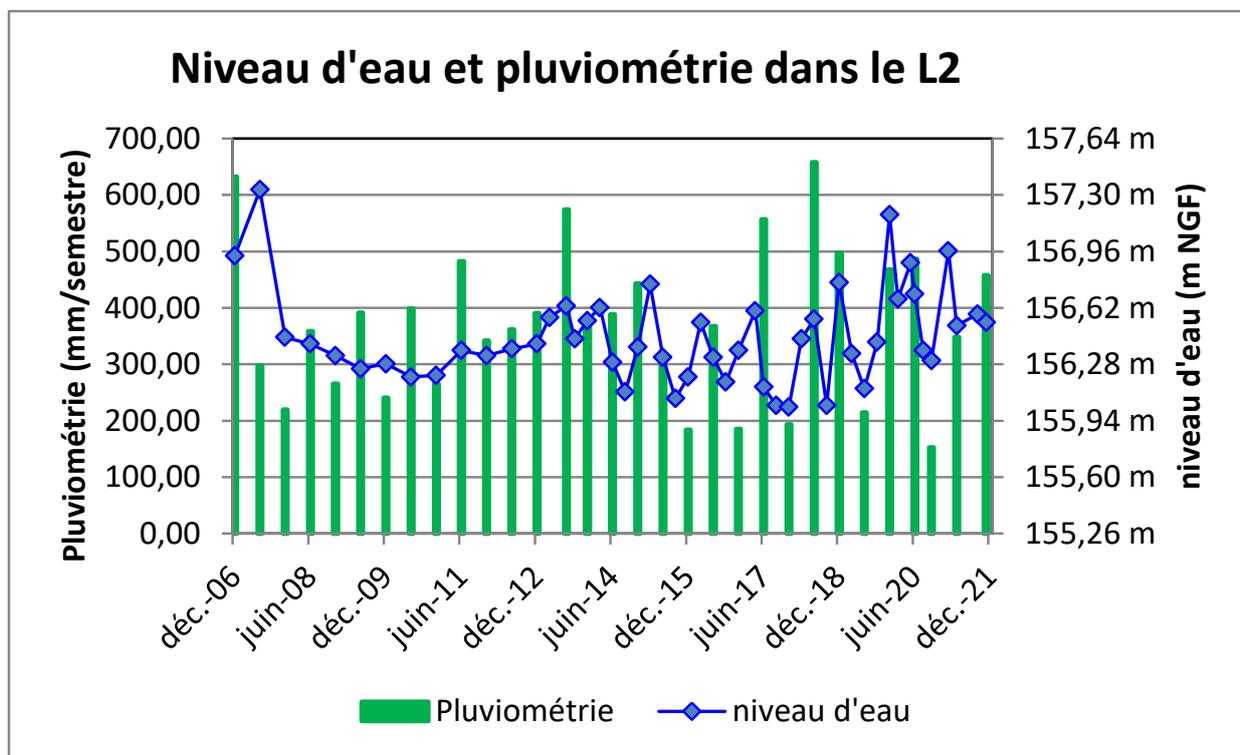


Figure 124 : Niveau d'eau du L2 et pluviométrie semestrielle

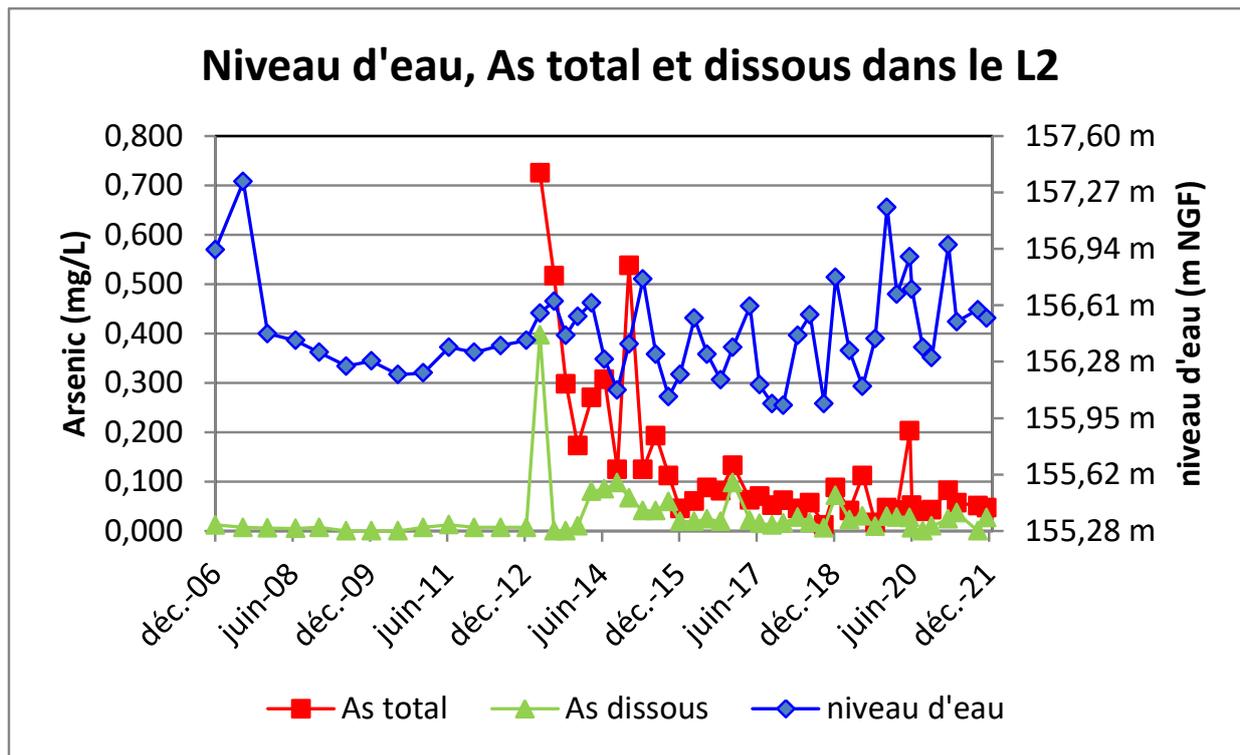


Figure 125 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le L2

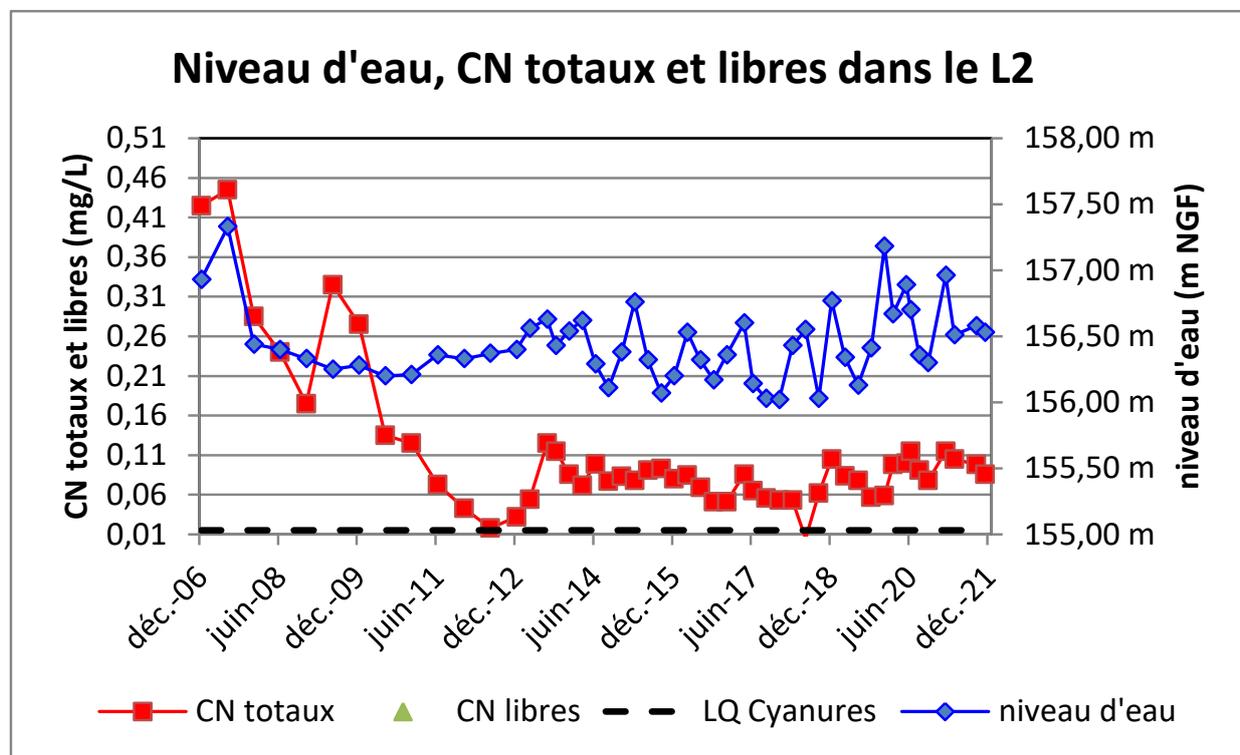


Figure 126 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le L2

On n'observe pas ou peu d'évolution des niveaux d'eau sur les piézomètres périphériques surveillant les eaux souterraines de l'Artus. On observe bien les cycles pluviométriques sur les ouvrages L2, L5, SC7, SEPS1 et SEPS2. En revanche pour les piézomètres PZ15 et PZ14 on constate une diminution progressive des niveaux d'eaux depuis 2006 (-3 mètres pour le PZ15 et -2 mètres pour le PZ14) jusqu'en 2018. Ces piézomètres contrôlent les niveaux d'eau à l'intérieur des stériles de l'Artus : cela montre bien la désaturation en eau au cours du temps. Un palier semble toutefois se dessiner depuis 2018 pour ces 2 piézomètres.

Les concentrations en arsenic total et dissous, ainsi que les cyanures totaux et libres restent relativement stables depuis 2013.

2.5.4 Analyses des drains de l'Artus (A210)

La qualité des eaux des drains se déversant dans les bassins d'évaporation est vérifiée mensuellement. Les prélèvements sont effectués à l'arrivée dans le bassin n°1 pour les drains supérieurs nord, sud et central, et à l'arrivée dans le bassin n°6 pour les drains inférieurs (« Penstocks »).

Les résultats sont donnés dans les tableaux pages suivantes pour l'année 2021.

Commentaires :

Sur tous les drains, l'arsenic se trouve principalement sous sa forme dissoute.

Des traces de cyanures totaux restent présentes dans l'ensemble des eaux de drainage entre 0,01 et 0,37 mg/L. En revanche peu de cyanures libres sont détectés sur les eaux issues des drains de l'Artus.

Les valeurs de pH ne montrent toujours pas de phénomène de drainage acide au niveau des différents drains issus du dépôt de l'Artus.

Les débits des différents drains restent stables en 2021.

On mentionnera l'augmentation des concentrations en arsenic total et dissous sur le drain central en 2021. Cette augmentation est sans doute due à l'absence d'hydrocurage en 2021. Le drain central est constitué d'un seul drain, alors que les drains supérieurs de collature nord, sud et inférieurs récupèrent les eaux de plusieurs drains. L'absence d'hydrocurage est donc plus sensible sur le drain central que sur les autres drains.

Drain supérieur Sud	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
u	(YS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/21	7,62	12580	345	13,9	8,7	19,90	19,60	0,17	<0,01	0,41
24/02/21	7,79	7297	272	13,8	8,3	6,48	6,00	0,37	<0,01	1,10
22/03/21	7,83	9745	366	14,6	9,1	8,19	8,11	0,09	<0,01	0,76
26/04/21	7,53	10880	331	15,7	8,6	10,70	9,83	0,12	<0,01	0,65
25/05/21	7,74	11400	341	16,9	8,6	7,23	7,19	0,12	<0,01	0,50
23/06/21	7,58	12140	346	18,6	7,1	10,30	10,20	0,11	<0,01	0,43
21/07/21	7,48	12640	330	18,5	7,9	7,04	6,29	0,14	<0,01	0,41
23/08/21	7,72	12350	270	19,1	8,6	5,57	5,45	0,11	<0,01	0,36
22/09/21	7,19	13080	351	18,7	7,7	5,95	5,65	0,16	0,04	0,34
19/10/21	7,52	12970	326	18,9	7,8	7,42	6,80	0,15	0,01	0,32
22/11/21	7,73	13200	289	16,1	9,0	6,07	6,01	0,19	<0,01	0,33
21/12/21	7,43	7613	354	15,0	8,8	7,96	7,73	0,15	<0,01	0,89
Moyenne Annuelle	7,60	11325	327	16,7	8,4	8,57	8,24	0,16	<0,01	0,54

Drain supérieur Nord	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
u	(YS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/21	7,81	9908	251	10,8	9,8	15,10	15,10	0,10	0,01	0,81
24/02/21	7,76	6650	270	12,5	8,4	10,30	9,57	0,20	<0,01	1,92
22/03/21	7,92	8602	334	12,5	9,2	13,60	12,20	0,07	<0,01	1,08
26/04/21	7,51	9305	260	14,2	8,4	11,80	11,50	0,06	<0,01	0,79
25/05/21	7,72	9546	259	16,2	8,4	11,70	11,60	0,07	<0,01	0,69
23/06/21	7,97	10140	254	20,0	6,9	13,50	11,90	0,07	<0,01	0,78
21/07/21	7,63	10260	241	20,5	7,6	10,50	8,41	0,08	<0,01	0,68
23/08/21	7,58	10360	220	20,7	7,9	6,76	6,58	0,06	<0,01	0,62
22/09/21	7,45	10860	234	19,2	7,4	8,93	8,77	0,09	0,02	0,60
19/10/21	7,77	10520	248	17,8	7,4	13,20	10,70	0,09	<0,01	0,58
22/11/21	7,85	10310	243	14,2	9,9	12,00	11,50	0,12	<0,01	0,53
21/12/21	7,69	8183	277	12,1	8,8	13,20	13,20	0,10	<0,01	1,02
Moyenne Annuelle	7,72	9554	258	15,9	8,3	11,72	10,92	0,09	<0,01	0,84

Drain supérieur Central	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
u	(YS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/21	7,61	14200	275	13,6	10,1	27,90	26,90	0,12	<0,01	0,05
24/02/21	7,74	10010	268	14,7	8,3	4,78	3,93	0,07	<0,01	0,09
22/03/21	7,71	11900	351	15,0	9,0	8,28	8,07	0,07	<0,01	0,06
26/04/21	7,79	13480	283	15,8	8,3	29,40	27,30	0,07	<0,01	0,05
25/05/21	7,67	14010	280	18,0	8,3	35,60	35,30	0,19	<0,01	0,05
23/06/21	7,83	14540	268	20,9	6,8	46,70	44,70	<0,05	<0,01	0,04
21/07/21	7,56	14700	242	18,9	7,6	39,20	37,40	0,11	<0,01	0,04
23/08/21	7,64	14790	165	18,6	7,7	39,50	34,60	<0,01	<0,01	0,03
22/09/21	7,31	15580	217	16,9	7,1	40,90	40,20	0,12	0,03	0,03
19/10/21	7,58	14760	253	18,8	6,9	34,40	33,80	0,16	<0,01	0,04
22/11/21	7,76	14640	234	13,7	8,5	32,80	32,50	0,14	<0,01	0,04
21/12/21	7,58	9497	291	15,1	8,3	24,50	24,20	0,10	<0,01	0,07
Moyenne Annuelle	7,65	13509	261	16,7	8,1	30,33	29,08	0,10	<0,01	0,05

Drains inférieurs Penstock	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
u	(YS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/21	7,87	13610	261	14,4	9,1	13,50	13,10	0,18	0,02	4,91
24/02/21	7,69	12040	267	15,2	8,4	12,10	10,80	0,17	<0,01	5,14
22/03/21	7,86	13290	323	16,4	8,9	14,00	12,80	0,15	0,04	5,09
26/04/21	7,68	13570	244	16,3	8,3	15,70	15,30	0,15	0,02	4,87
25/05/21	7,84	13710	268	19,6	8,3	14,40	14,10	0,16	0,03	4,89
23/06/21	7,77	14000	255	22,9	6,8	15,10	14,50	0,14	0,02	4,67
21/07/21	7,78	13720	265	18,5	7,6	16,20	15,20	0,12	0,02	4,46
23/08/21	7,89	13570	257	16,7	7,9	13,40	12,90	0,19	<0,01	4,20
22/09/21	7,75	14010	289	15,9	7,9	14,80	5,00	0,19	0,04	4,16
19/10/21	7,91	13770	258	19,2	7,6	13,80	12,40	0,17	<0,01	4,38
22/11/21	7,91	13350	267	14,2	8,7	12,80	12,50	0,23	<0,01	4,49
21/12/21	7,78	12490	273	16,0	8,6	14,80	14,40	0,17	0,02	4,72
Moyenne Annuelle	7,81	13428	269	17,1	8,2	14,22	12,75	0,17	0,02	4,67

Figure 127 : Analyses des drains et penstocks à l'Artus en 2021

Les graphes suivants montrent, pour chaque drain et pour les trois dernières années :

- Le débit et les concentrations en arsenic total et dissous,
- Les débits et les flux d'arsenic total et dissous,
- Le débit et les concentrations en cyanures totaux et libres,
- Les débits de chaque drain depuis le début de la surveillance en 2006 (sauf pour le drain central depuis 2013).

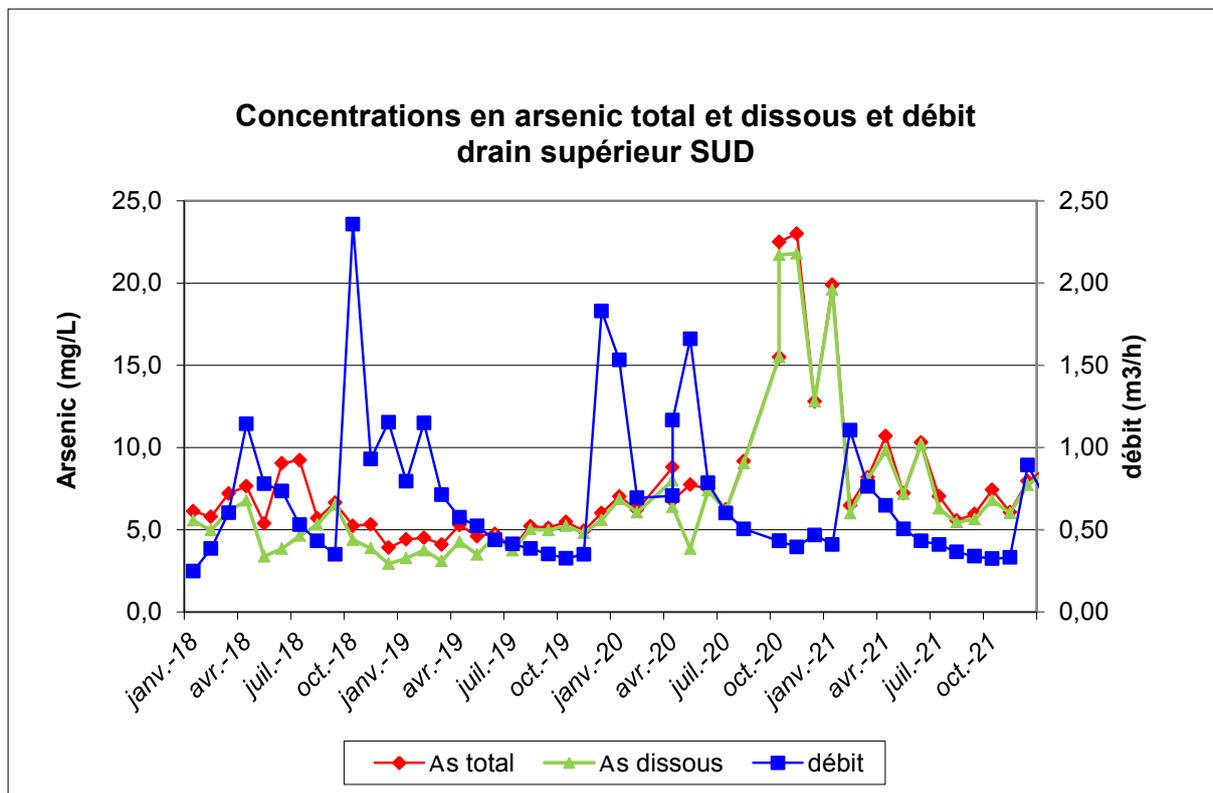


Figure 128 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Sud

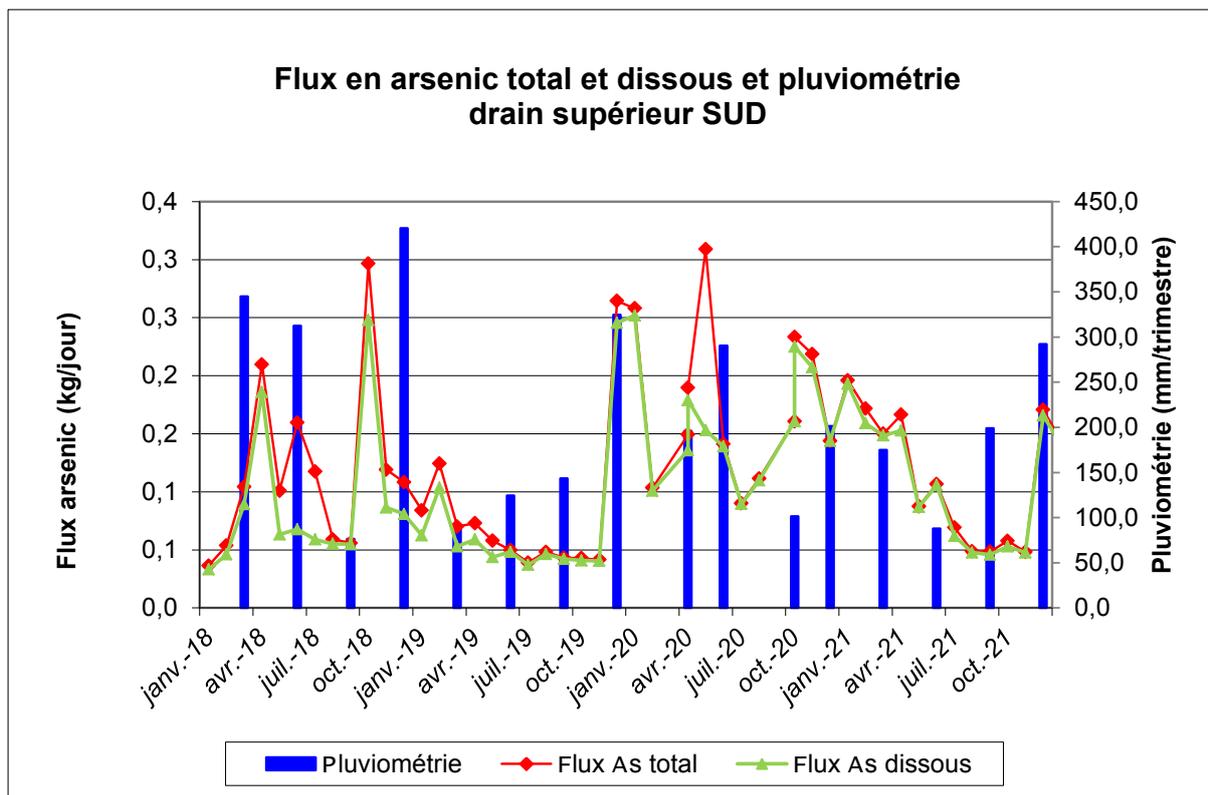


Figure 129 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Sud

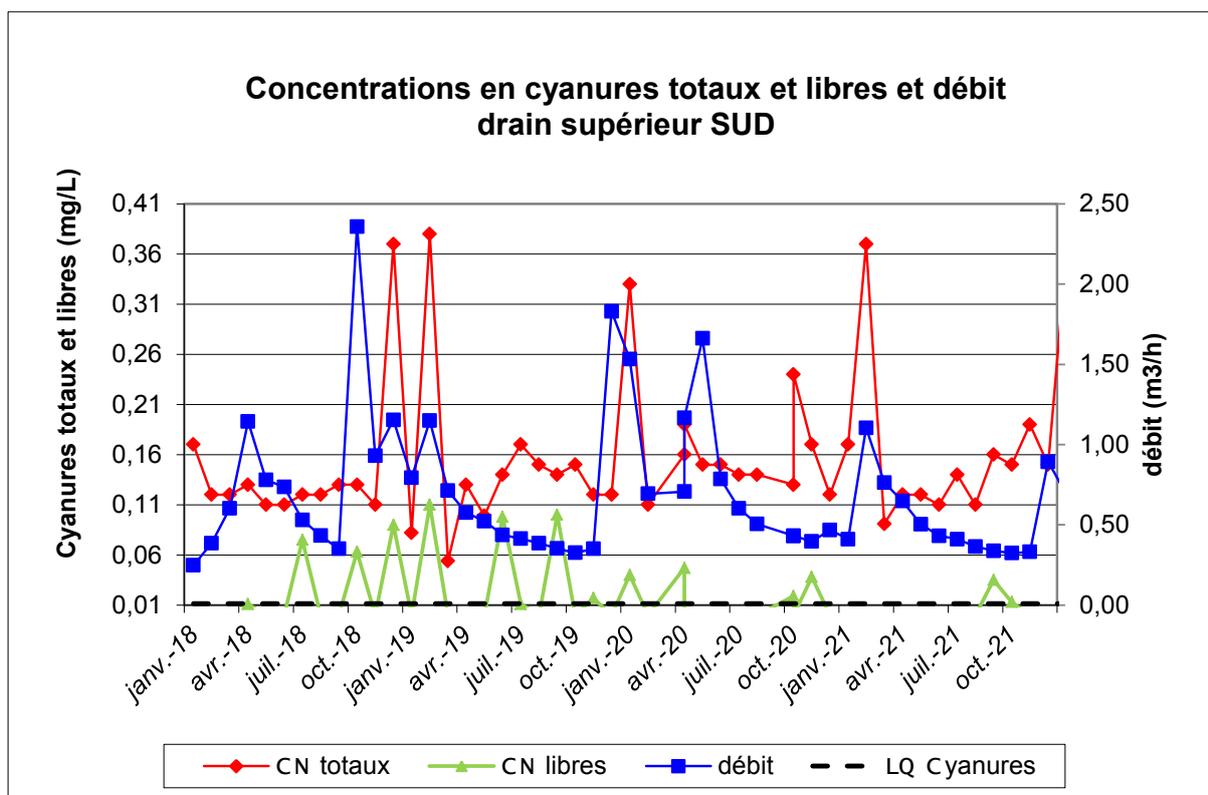


Figure 130 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Sud

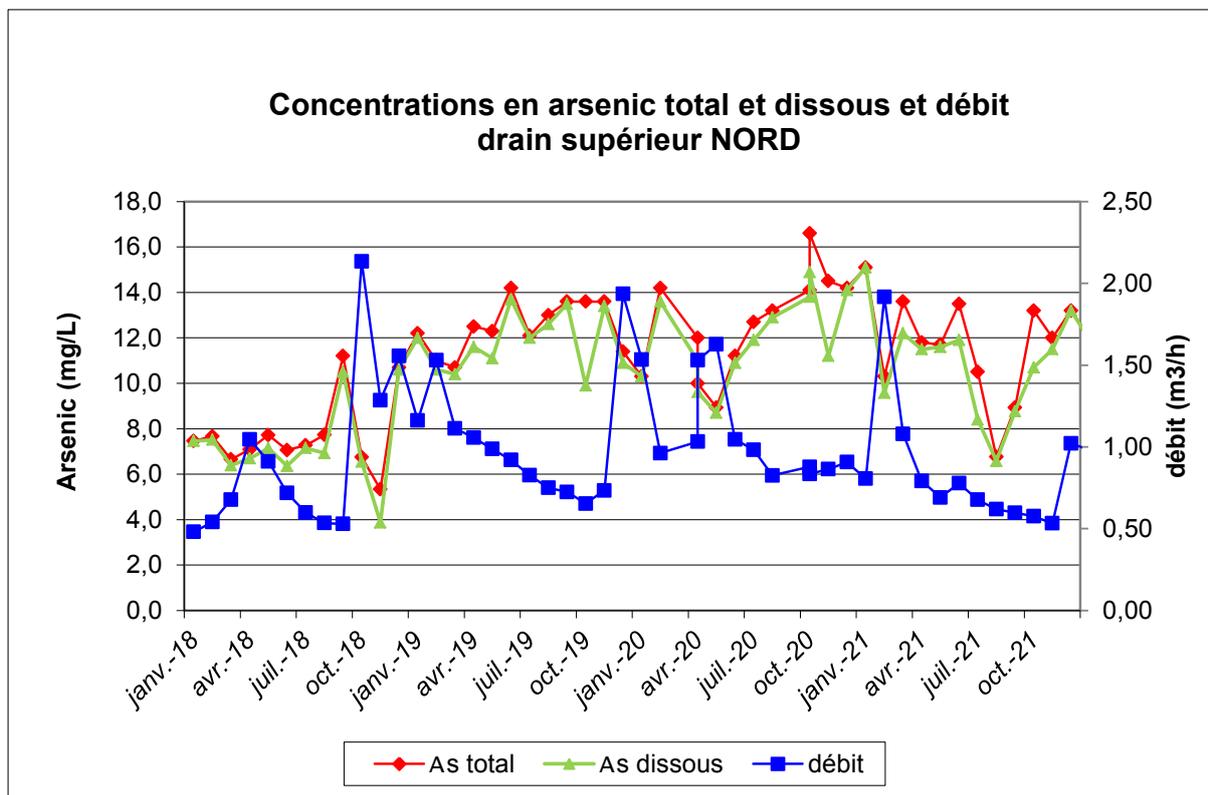


Figure 131 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Nord

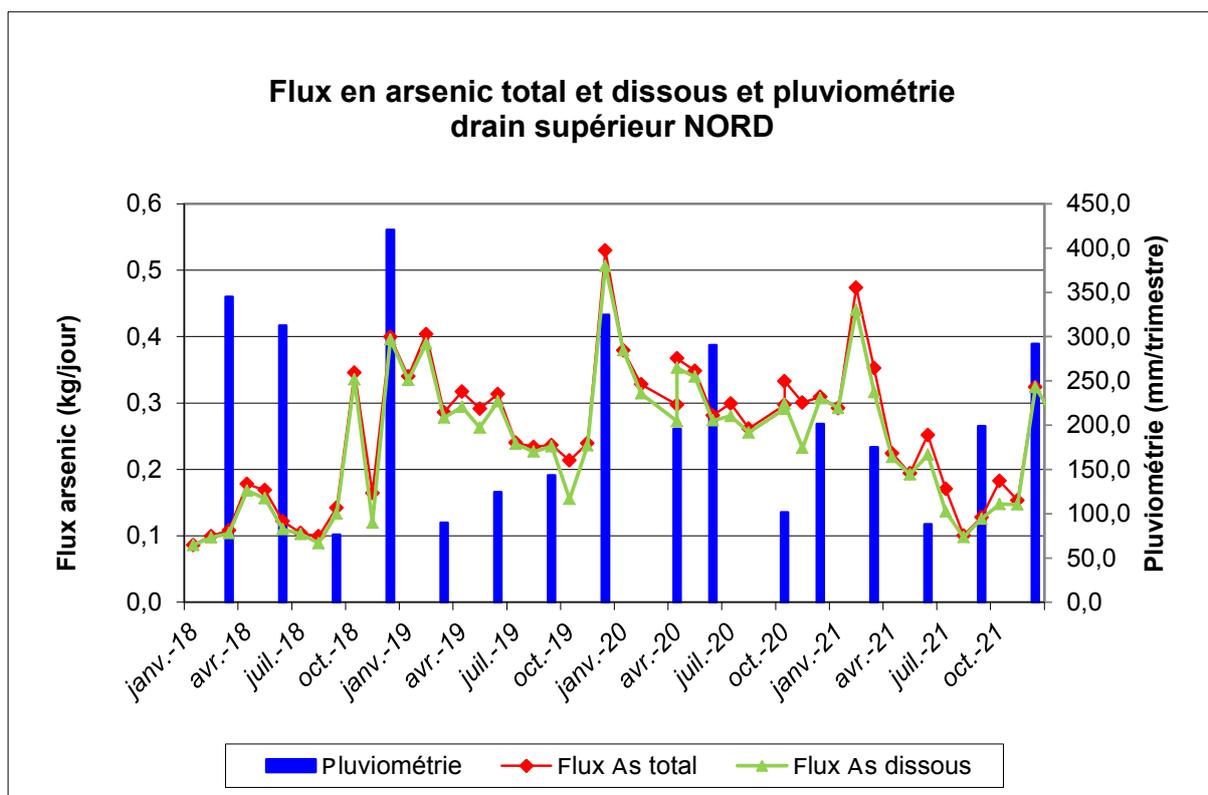


Figure 132 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Nord

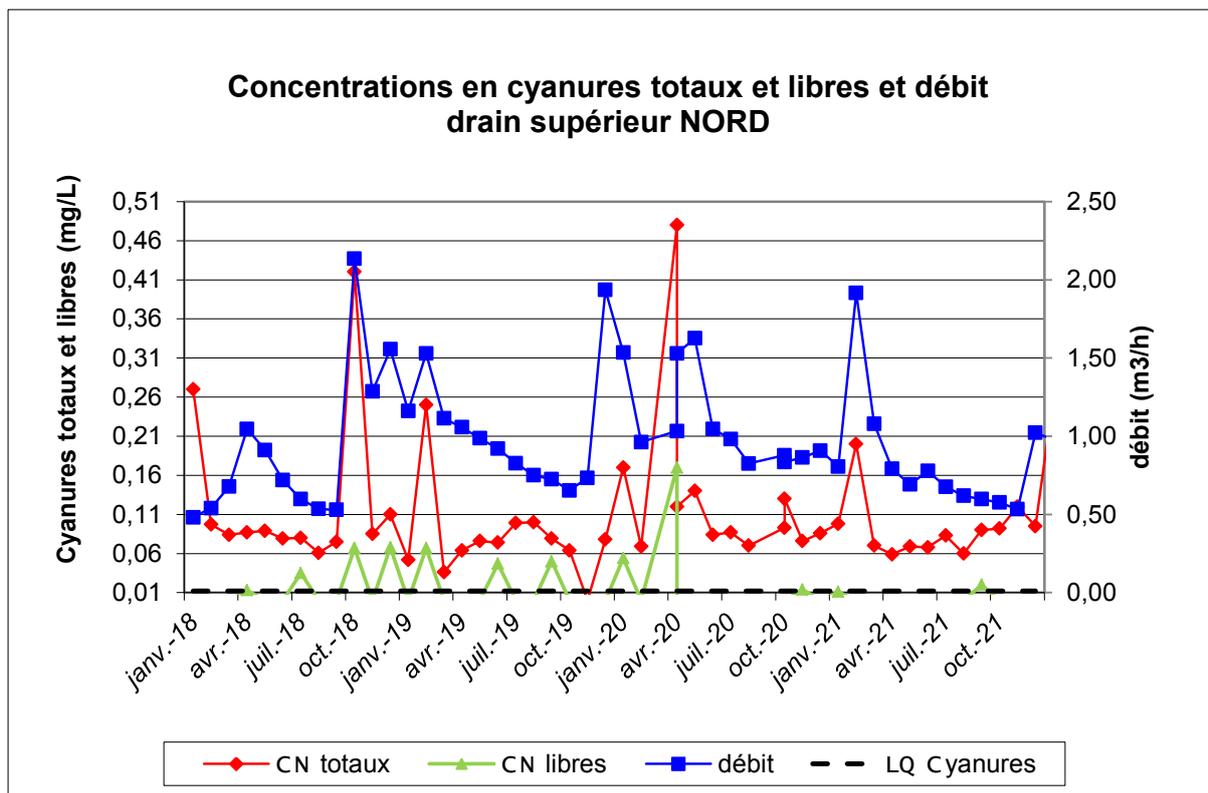


Figure 133 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Nord

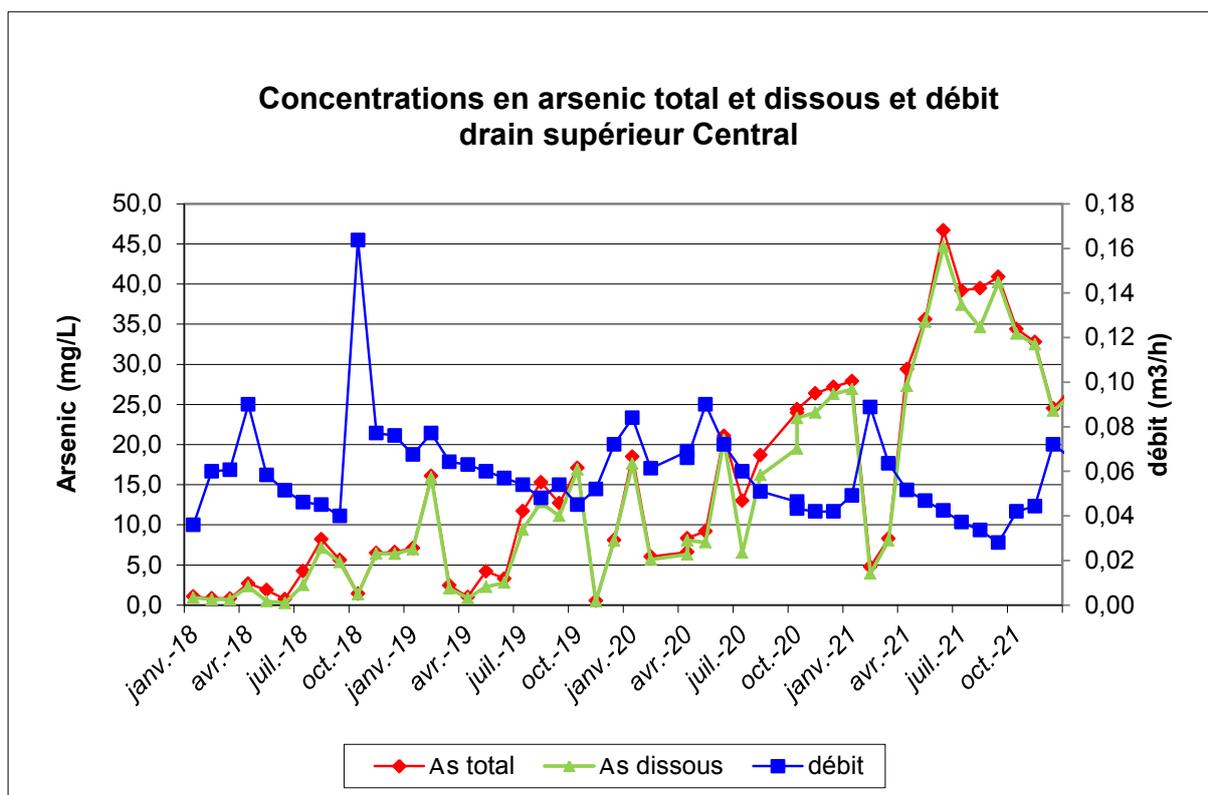


Figure 134 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Central

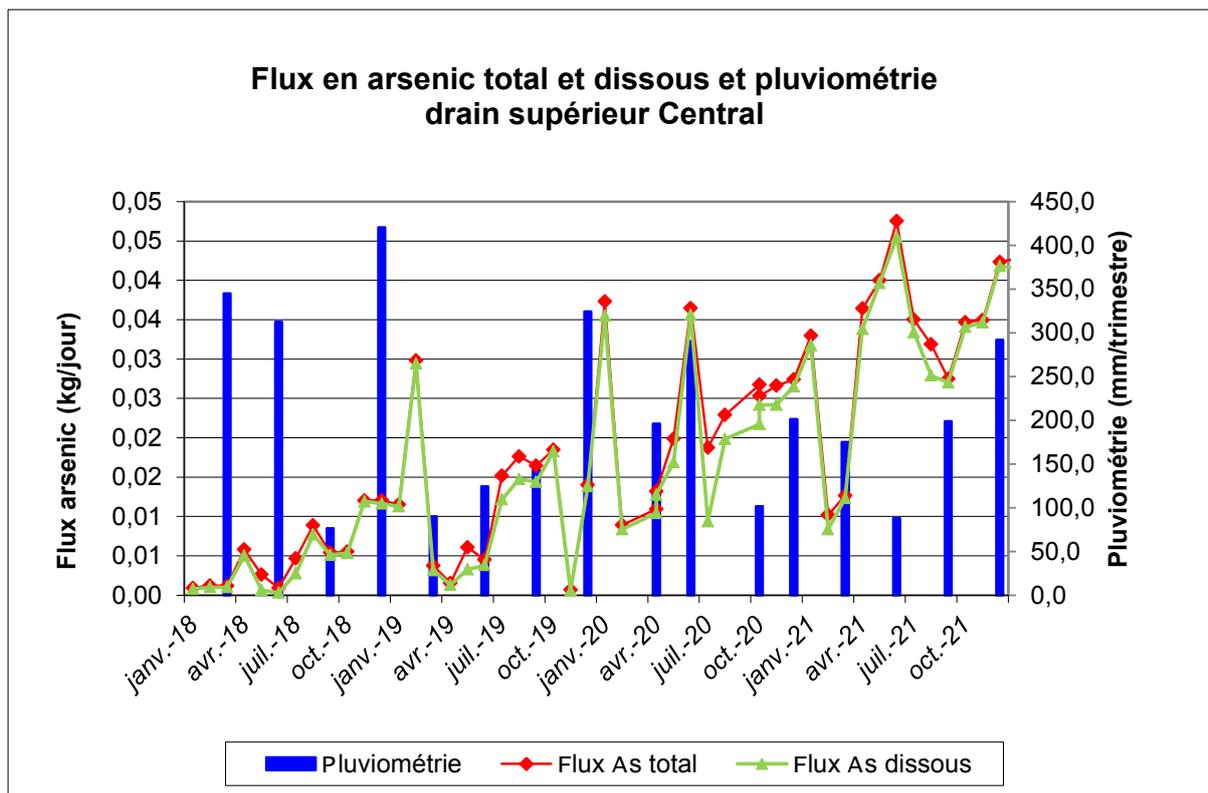


Figure 135 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Central

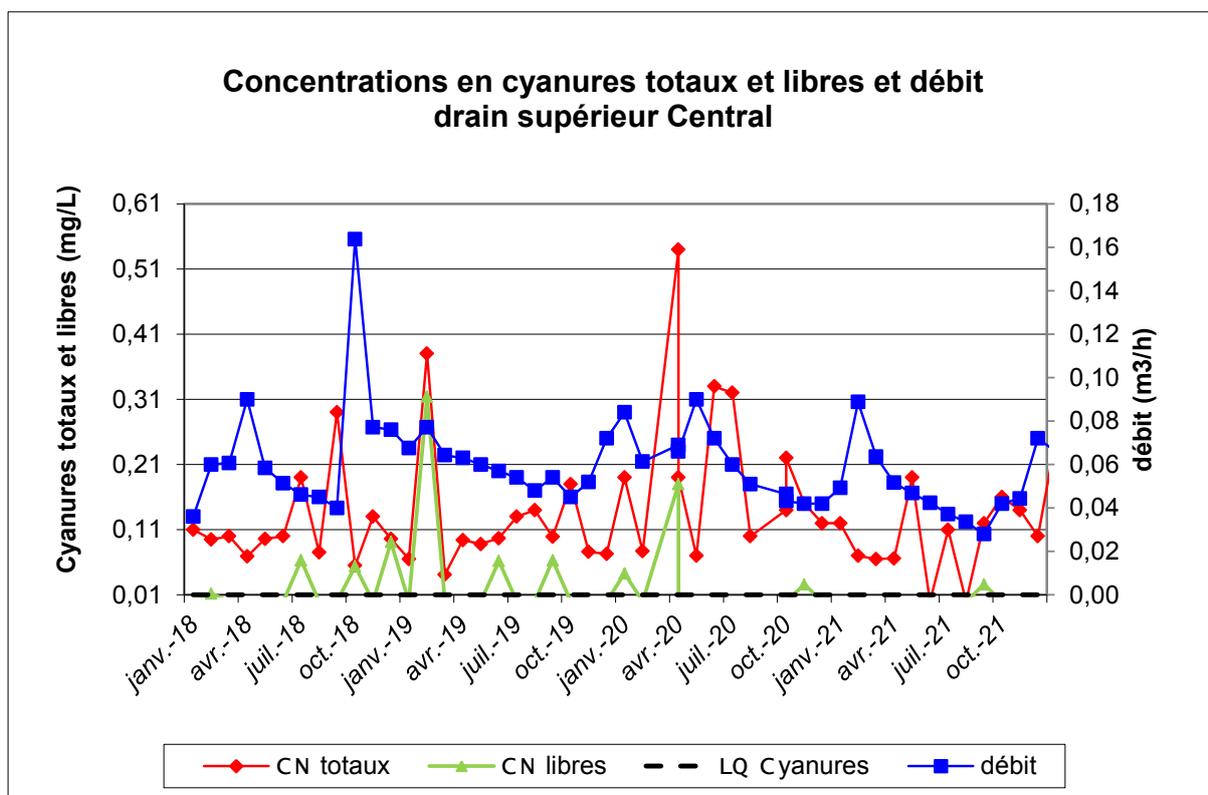


Figure 136 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Central

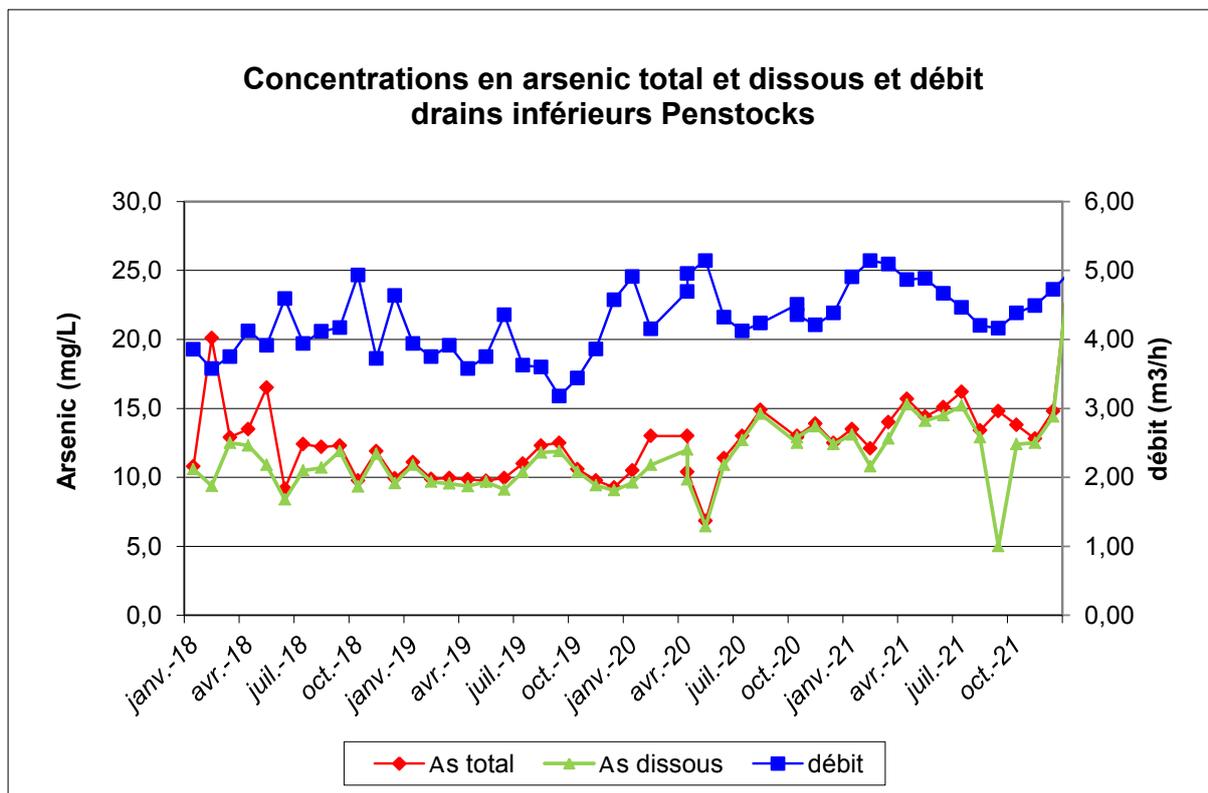


Figure 137 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit des drains inférieurs

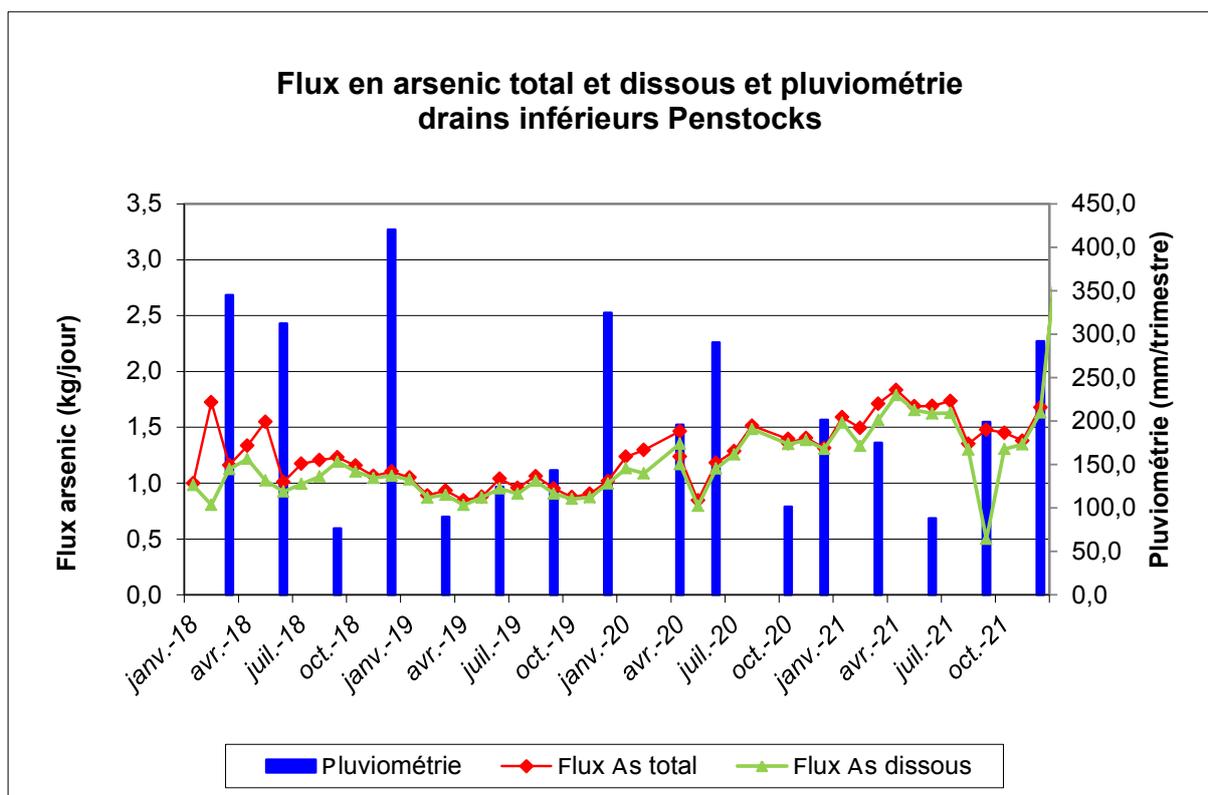


Figure 138 : Débits et flux en arsenic total et dissous des drains inférieurs

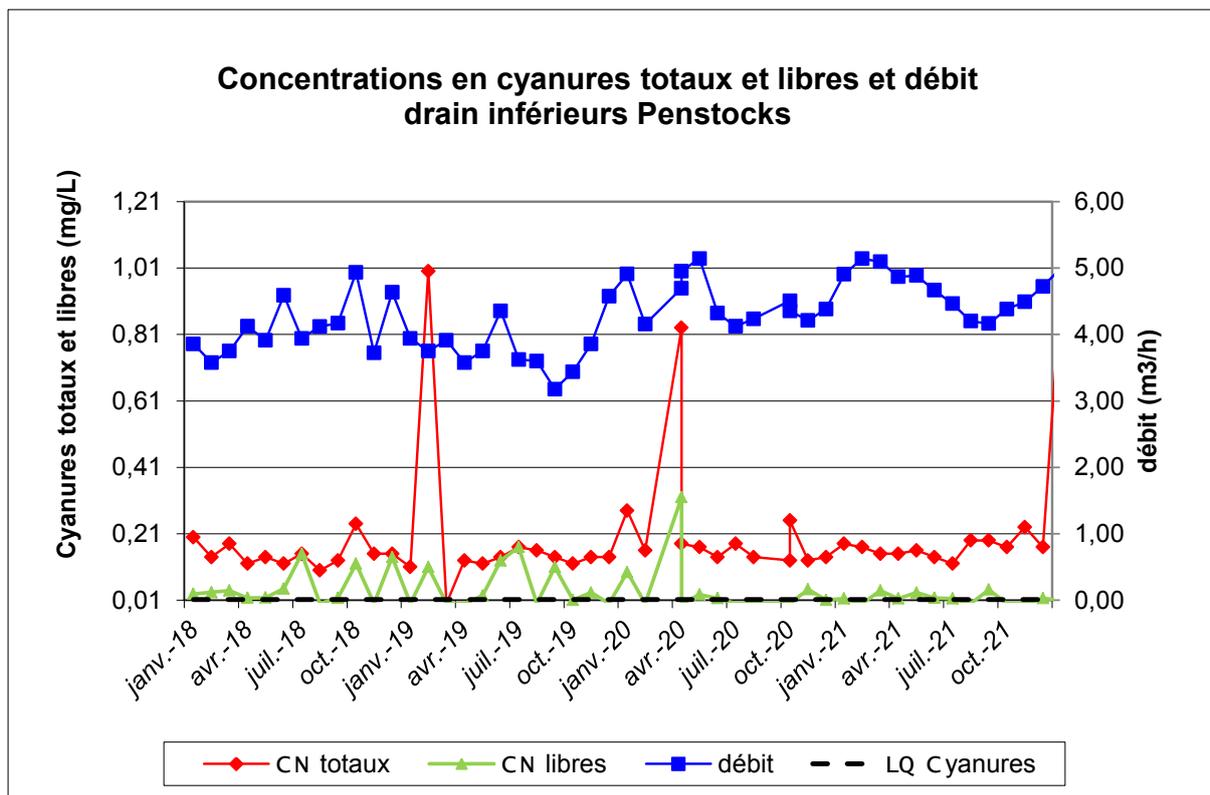


Figure 139 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit des drains inférieurs

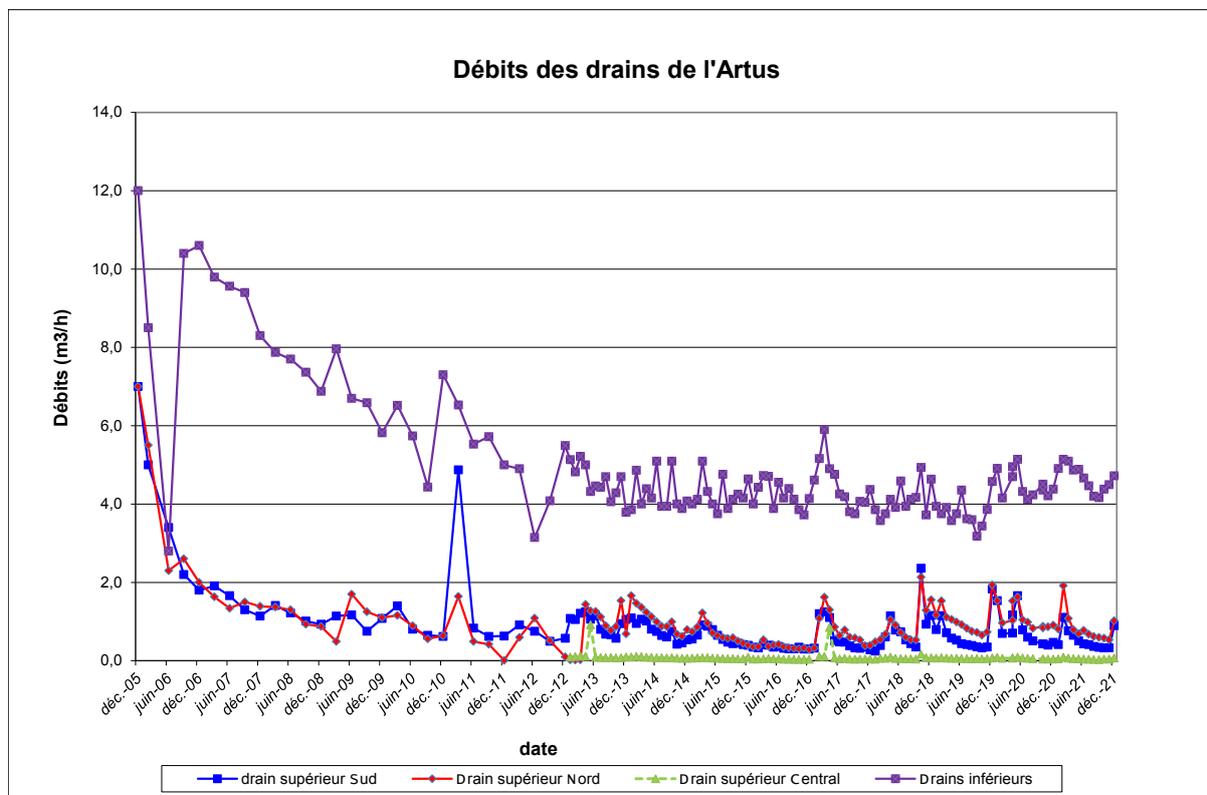


Figure 140 : Débits sur les drains Artus depuis le début de la surveillance

Les débits de l'ensemble des drains de l'Artus, après une nette diminution entre 2006 et 2007, restent relativement stables depuis plusieurs années maintenant, aux variations climatiques près.

Les concentrations en arsenic total et dissous ainsi que les cyanures totaux et libres restent stables, sauf ponctuellement suite à des effets de chasse après une forte pluie ou après un curage des drains.

2.5.5 Analyses des bassins de stockage et d'évaporation (A220)

Les eaux de drainage de l'Artus sont récupérées dans six bassins d'évaporation disposés en série. Les drains supérieurs nord, sud et central sont récupérés dans le bassin n°1 et les drains inférieurs dans le bassin n°6.



Photo 41 : Vue des six bassins d'évaporation (septembre 2021)

Depuis juin 2017, la qualité de l'eau des 6 bassins d'évaporation est contrôlée mensuellement pour des analyses en arsenic et fer (total et dissous), cyanures libres et totaux, thiocyanates, carbone organique total, sulfates, carbonates, hydrogénocarbonates, nitrates et nitrites afin de mieux comprendre, en particulier, les processus de dégradation des cyanures et de précipitation de l'arsenic.

Les résultats des analyses mensuelles de l'année 2021 sont rassemblés dans les tableaux pages suivantes.

Date prélèvement :	25-janv	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,96	8,03	8,01	7,93	8,04	8,01
Conductivité à 25°C	µS/cm	10 230	10 390	10 370	13 640	10 500	12 310
Eh	mV	250	277	280	283	270	265
Température	°C	8,1	7,2	7,1	6,7	8,6	8,4
Oxygène dissous	mg/L	9,04	9,46	9,42	9,60	9,51	9,32
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	23,3	21,9	17,3	5,1	2,4	15,2
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<5,16	<24,0
Hydrogénocarbonates	mg HCO3/l	236	219	162	13,70	0,00	137
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	2,68	3,38	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,61	0,76	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	0,05	0,09	0,04	2,32	0,55	0,22
Azote nitreux	mg N-NO2/l	0,01	0,03	0,01	0,71	0,17	0,07
Sulfates	mg/l	5780	5550	6230	6640	6210	5840
COT	mg C/l	150	110	72	9,9	12	240
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	12	<10	<10	29
Cyanures totaux	µg/l	63	24	41	<10	<10	96
Arsenic total	mg/l	12,30	12,50	10,80	6,09	5,35	10,10
Arsenic dissous	mg/l	12,00	12,40	10,70	5,91	5,23	9,05
Fer total	mg/l	0,55	0,24	0,20	0,32	0,21	1,15
Fer dissous	mg/l	0,11	0,03	0,08	0,14	0,20	0,13
Thiocyanates	mg/l	551	408	250	<0,1	<0,1	957

Tableau 29 : Analyses des bassins de l'Artus (janvier 2021)

Date prélèvement :	24-févr	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,73	7,80	7,89	7,64	7,61	7,48
Conductivité à 25°C	µS/cm	7 606	9 371	8 696	11 780	11 500	10 310
Eh	mV	271	275	276	282	279	276
Température	°C	12,2	11,6	11,7	11,7	11,9	12,0
Oxygène dissous	mg/L	8,47	8,48	8,53	8,40	8,33	8,31
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	<2,00	20,0	16,5	5,8	4,6	9,5
Carbonates	mg CO3/l	0,00	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0
Hydrogénocarbonates	mg HCO3/l	0,00	195	152	22,40	7,44	66,60
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	4,25	3,73	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,96	0,84	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	0,15	0,18	0,15	1,53	0,82	0,54
Azote nitreux	mg N-NO2/l	0,04	0,06	0,05	0,47	0,25	0,16
Sulfates	mg/l	3920	4810	4600	6840	6590	5330
COT	mg C/l	99	110	78	13	10	110
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	130	56	37	18	<10	74
Arsenic total	mg/l	9,97	10,00	8,86	5,72	5,78	6,56
Arsenic dissous	mg/l	9,49	9,93	8,76	5,59	5,62	6,28
Fer total	mg/l	0,66	0,16	0,15	0,27	0,23	0,42
Fer dissous	mg/l	0,14	0,03	0,04	0,06	0,07	0,07
Thiocyanates	mg/l	432	478	312	20,2	3,28	527

Tableau 30 : Analyses des bassins de l'Artus (février 2021)

Date prélèvement :	22-mars	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	8,10	8,00	8,00	7,82	7,83	7,98
Conductivité à 25°C	µS/cm	8 910	9 694	9 820	12 640	11 800	11 740
Eh	mV	328	318	319	328	325	322
Température	°C	10,3	11,1	11,4	10,7	12,3	11,4
Oxygène dissous	mg/L	9,20	9,04	9,06	9,08	8,92	9,06
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	25,8	22,0	17,9	5,6	5,5	13,1
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	265	220	169	19,80	17,80	111
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	3,36	2,93	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,76	0,66	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	0,07	0,07	0,09	1,89	0,85	0,27
Azote nitreux	mg N-NO2/l	0,02	0,02	0,03	0,57	0,26	0,08
Sulfates	mg/l	4530	4890	5280	<4750	6530	5600
COT	mg C/l	120	11	<5	11	11	230
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	31	26	18	<10	<10	47
Arsenic total	mg/l	11,20	11,90	10,70	6,17	6,59	8,51
Arsenic dissous	mg/l	10,80	10,60	9,94	5,83	6,32	7,65
Fer total	mg/l	0,19	0,17	0,30	0,20	0,15	0,52
Fer dissous	mg/l	0,03	0,04	0,10	0,04	0,07	0,09
Thiocyanates	mg/l	521	473	305	4,67	0,16	767

Tableau 31 : Analyses des bassins de l'Artus (mars 2021)

Date prélèvement :	26-avr	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,66	8,00	7,93	7,91	7,80	7,72
Conductivité à 25°C	µS/cm	9 946	10 320	10 300	13 410	12 200	13 170
Eh	mV	246	257	262	258	251	238
Température	°C	15,1	15,2	15,6	15,5	15,7	15,8
Oxygène dissous	mg/L	8,37	8,32	8,44	8,47	8,31	7,98
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	27,2	20,9	17,7	4,4	4,4	15,5
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	283	207	167	5,00	4,64	140
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	4,92	2,78	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	1,11	0,63	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	1,90	0,91	0,13
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,58	0,28	0,04
Sulfates	mg/l	5000	5230	5410	7210	6640	6250
COT	mg C/l	130	110	76	9,1	12	230
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	51	47	36	<10	<10	70
Arsenic total	mg/l	11,70	12,20	10,80	6,47	6,37	10,90
Arsenic dissous	mg/l	11,30	12,00	10,70	6,38	6,31	10,50
Fer total	mg/l	0,27	0,16	0,19	0,14	0,17	0,24
Fer dissous	mg/l	0,04	0,03	0,04	<0,02	0,05	0,13
Thiocyanates	mg/l	612	378	272	0,54	<0,1	913

Tableau 32 : Analyses des bassins de l'Artus (avril 2021)

Date prélèvement :	25-mai	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,90	7,94	7,94	7,89	7,91	7,84
Conductivité à 25°C	µS/cm	10 320	10 500	10 510	13 530	11 780	13 630
Eh	mV	258	293	288	291	277	264
Température	°C	17,7	18,6	19,5	18,9	21,0	19,7
Oxygène dissous	mg/L	8,29	8,18	8,03	8,38	8,34	8,00
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	26,7	22,8	18,0	4,4	2,2	16,6
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<2,4	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	277	230	171	4,51	0,00	154
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	1,32	<1,00	3,46	3,32	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	0,30	<0,20	0,78	0,75	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	1,48	1,13	<0,04
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,45	0,34	<0,01
Sulfates	mg/l	5460	5570	5840	<4200	6540	6430
COT	mg C/l	100	110	78	8,1	14	240
Cyanures aisément libérables	µg/l	12	27	15	<10	<10	25
Cyanures totaux	µg/l	47	60	42	<10	<10	81
Arsenic total	mg/l	12,10	13,00	10,80	6,64	5,57	11,80
Arsenic dissous	mg/l	12,10	11,90	10,50	6,07	5,54	11,60
Fer total	mg/l	0,11	0,06	0,07	0,08	0,07	0,65
Fer dissous	mg/l	0,05	0,03	0,03	<0,01	<0,01	0,09
Thiocyanates	mg/l	439	372	267	<0,10	0,17	889

Tableau 33 : Analyses des bassins de l'Artus (mai 2021)

Date prélèvement :	23-juin	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,94	7,99	7,98	7,95	7,94	7,93
Conductivité à 25°C	µS/cm	11 530	11 350	11 270	14 540	12 300	14 710
Eh	mV	234	268	267	277	261	239
Température	°C	26,6	28,3	28,2	28,7	28,8	28,9
Oxygène dissous	mg/L	6,60	6,05	5,83	6,94	6,80	6,27
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	25,3	21,8	17,2	3,5	<2,0	16,5
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<18,5	0,0	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	259	217	161	0,00	0,00	152
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	3,68	1,88	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,83	0,43	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	1,31	0,11	0,18
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,40	0,03	0,05
Sulfates	mg/l	5480	5290	5550	5560	6090	6490
COT	mg C/l	140	110	70	9,3	15	280
Cyanures aisément libérables	µg/l	32	19	20	<10	<10	79
Cyanures totaux	µg/l	95	56	38	<10	<10	190
Arsenic total	mg/l	19,20	15,10	14,10	9,50	9,06	14,70
Arsenic dissous	mg/l	16,30	12,90	11,30	6,66	5,52	11,90
Fer total	mg/l	0,15	0,16	0,07	0,1	0,09	0,34
Fer dissous	mg/l	0,05	0,07	0,04	<0,01	0,01	0,09
Thiocyanates	mg/l	588	435	250	<0,10	<0,10	1160

Tableau 34 : Analyses des bassins de l'Artus (juin 2021)

Date prélèvement :	21-juil	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,71	7,98	7,99	7,89	7,92	7,89
Conductivité à 25°C	µS/cm	11 770	11 650	11 620	14 680	12 350	14 290
Eh	mV	245	195	212	195	37	74
Température	°C	24,0	24,8	24,4	25,2	21,2	25,5
Oxygène dissous	mg/L	7,46	6,41	6,54	6,39	6,68	5,78
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	24,1	21,5	16,3	3,7	20	16,6
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<19,8	<48,0	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	246	213	150	0,00	146	154
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	3,31	<1,00	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,75	<0,20	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	0,58	<0,04	<0,04
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	<0,01	<0,01
Sulfates	mg/l	6490	6310	6480	6460	6930	6810
COT	mg C/l	150	110	65	9,7	9,5	220
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	57	40	23	<10	<10	35
Arsenic total	mg/l	18,20	15,20	18,30	7,34	0,66	14,20
Arsenic dissous	mg/l	17,00	12,80	13,10	6,40	0,65	13,80
Fer total	mg/l	0,13	0,08	0,09	0,12	0,27	0,55
Fer dissous	mg/l	0,04	0,03	0,04	0,02	0,11	0,16
Thiocyanates	mg/l	725	496	266	<0,1	0,28	989

Tableau 35 : Analyses des bassins de l'Artus (juillet 2021)

Date prélèvement :	23-août	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,68	7,81	7,70	7,72	7,81	7,76
Conductivité à 25°C	µS/cm	12 710	11 980	12 160	14 850	11 480	14 520
Eh	mV	229	246	289	295	281	247
Température	°C	22,9	23,3	23,8	23,5	23,5	23,0
Oxygène dissous	mg/L	7,64	7,83	6,91	7,75	9,03	6,82
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	22,0	20,1	14,3	3,8	<2,00	16,6
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<21,4	0,00	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	220	197	126	0,00	0,00	153
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	0,06	0,06	<0,04
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01
Sulfates	mg/l	3540	6280	6540	5210	3440	6660
COT	mg C/l	160	110	64	15	20	280
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	33	24	12	<10	<10	51
Arsenic total	mg/l	19,50	14,80	13,20	8,04	5,56	14,70
Arsenic dissous	mg/l	18,10	14,50	13,10	6,16	5,52	12,80
Fer total	mg/l	0,24	0,10	0,21	0,17	0,26	0,44
Fer dissous	mg/l	0,05	0,01	0,05	0,04	0,05	0,10
Thiocyanates	mg/l	586	832	96,8	<0,1	<0,1	951

Tableau 36 : Analyses des bassins de l'Artus (août 2021)

Date prélèvement :	22-sept	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,49	7,60	7,57	7,62	7,77	7,71
Conductivité à 25°C	µS/cm	12 710	12 050	12 010	14 460	9 103	13 430
Eh	mV	252	260	307	306	295	284
Température	°C	18,5	20,1	20,7	20,3	18,7	19,4
Oxygène dissous	mg/L	7,22	6,52	6,30	7,84	7,37	7,21
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	19,8	18,0	13,5	2,7	<2,00	14,1
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<7,8	0,0	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	192	170	116	0,00	0,00	123
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	4,49	2,33	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	1,01	0,53	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	0,04	0,04	0,06	0,10	0,07	0,08
Azote nitreux	mg N-NO2/l	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Sulfates	mg/l	2960	6270	6390	7040	4720	5980
COT	mg C/l	170	120	59	15	15	280
Cyanures aisément libérables	µg/l	15	13	<10	<10	<10	30
Cyanures totaux	µg/l	44	33	18	<10	<10	98
Arsenic total	mg/l	19,20	15,20	12,80	8,03	4,19	13,30
Arsenic dissous	mg/l	18,20	14,40	12,20	7,43	3,79	11,90
Fer total	mg/l	0,13	0,08	0,14	0,12	0,13	0,53
Fer dissous	mg/l	0,05	0,03	0,10	0,05	0,02	0,09
Thiocyanates	mg/l	783	198	741	0,6	0,51	520

Tableau 37 : Analyses des bassins de l'Artus (septembre 2021)

Date prélèvement :	19-oct	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,88	7,87	7,91	7,71	7,97	7,90
Conductivité à 25°C	µS/cm	12 150	12 010	11 740	14 330	8 471	14 100
Eh	mV	253	284	287	285	265	257
Température	°C	18,7	18,4	17,9	20,1	19,9	19,1
Oxygène dissous	mg/L	7,35	6,99	6,89	7,42	7,67	6,55
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	21,8	18,6	14,3	4,6	2,5	18,1
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<5,64	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	217	178	125	7,56	0,00	172
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	2,68	3,55	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,60	0,80	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	0,12	0,12	<0,04
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,04	<0,01
Sulfates	mg/l	6620	<6050	<6050	<6050	4010	<6050
COT	mg C/l	160	110	52	11	15	270
Cyanures aisément libérables	µg/l	48	28	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	92	74	26	<10	<10	97
Arsenic total	mg/l	16,20	15,30	12,60	8,43	3,48	12,80
Arsenic dissous	mg/l	16,10	14,30	11,70	8,20	3,46	11,50
Fer total	mg/l	0,18	0,08	0,20	0,24	0,17	0,66
Fer dissous	mg/l	0,05	0,02	0,10	0,12	0,02	0,11
Thiocyanates	mg/l	502	387	197	<0,4	1,14	728

Tableau 38 : Analyses des bassins de l'Artus (octobre 2021)

Date prélèvement :	22-nov	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,87	7,91	7,77	7,50	7,58	7,93
Conductivité à 25°C	µS/cm	11 540	11 420	11 160	13 310	6 135	12 700
Eh	mV	255	263	296	299	292	273
Température	°C	10,7	10,5	10,9	11,9	9,1	9,5
Oxygène dissous	mg/L	8,64	8,55	8,53	8,63	8,73	8,72
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	21,4	18,8	14,3	3,9	3,1	17,4
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<23,0	<13,6	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	212	181	125	0,00	0,00	163
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	2,63	4,29	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,59	0,97	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	<0,04	<0,04	<0,04	0,45	0,18	0,05
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	0,05	0,02
Sulfates	mg/l	6250	6670	6860	6180	3740	<5350
COT	mg C/l	160	120	52	14	10	58
Cyanures aisément libérables	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyanures totaux	µg/l	69	50	33	<10	<10	110
Arsenic total	mg/l	16,00	15,00	12,30	7,67	2,77	13,60
Arsenic dissous	mg/l	15,70	14,80	11,80	7,64	2,62	12,90
Fer total	mg/l	0,19	0,07	0,22	0,42	0,07	1,17
Fer dissous	mg/l	0,05	0,03	0,10	0,15	0,02	0,10
Thiocyanates	mg/l	835	358	146	<0,40	0,64	1030

Tableau 39 : Analyses des bassins de l'Artus (novembre 2021)

Date prélèvement :	21-déc	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	Bassin 5	Bassin 6
Paramètres	Unités						
pH	unité	7,84	8,00	8,04	7,89	8,05	7,98
Conductivité à 25°C	µS/cm	8 712	9 051	8 302	10 320	7 175	7 554
Eh	mV	280	282	292	295	285	280
Température	°C	9,6	7,5	7,0	8,1	7,9	6,0
Oxygène dissous	mg/L	9,00	9,20	9,42	9,25	9,31	9,30
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	29,0	19,7	14,8	6,1	4,5	9,9
Carbonates	mg CO3/l	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0	<24,0
Hydrogencarbonates	mg HCO3/l	305	192	132	26,1	6,47	72
Nitrates	mg NO3/l	<1,00	<1,00	<1,00	5,92	8,20	<1,00
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0,20	<0,20	<0,20	1,34	1,85	<0,20
Nitrites	mg NO2/l	0,15	0,22	0,21	0,81	0,49	0,27
Azote nitreux	mg N-NO2/l	0,05	0,07	0,06	0,25	0,15	0,08
Sulfates	mg/l	4500	5000	4730	6200	4160	3910
COT	mg C/l	120	110	64	15	9,5	93
Cyanures aisément libérables	µg/l	74	74	33	<10	<10	23
Cyanures totaux	µg/l	140	120	62	29	14	71
Arsenic total	mg/l	10,50	11,70	9,37	5,60	3,34	5,22
Arsenic dissous	mg/l	10,40	11,60	9,28	5,33	3,27	4,72
Fer total	mg/l	0,30	0,14	0,15	0,22	0,11	0,45
Fer dissous	mg/l	0,08	0,04	0,06	0,07	0,03	0,04
Thiocyanates	mg/l	550	510	255	29,3	7,22	407

Tableau 40 : Analyses des bassins de l'Artus (décembre 2021)

On rappellera que l'eau circule gravitairement du bassin n°1 au bassin n°6, et que le bassin n°6 récupère également les drains inférieurs de l'Artus, c'est pourquoi on constate en particulier une remontée des concentrations en arsenic et cyanures dans ce dernier bassin. Les concentrations en hydrogénocarbonates, en carbone organique total et en cyanures totaux diminuent progressivement du bassin n°1 au n°5 (cf. **Figure 141**).

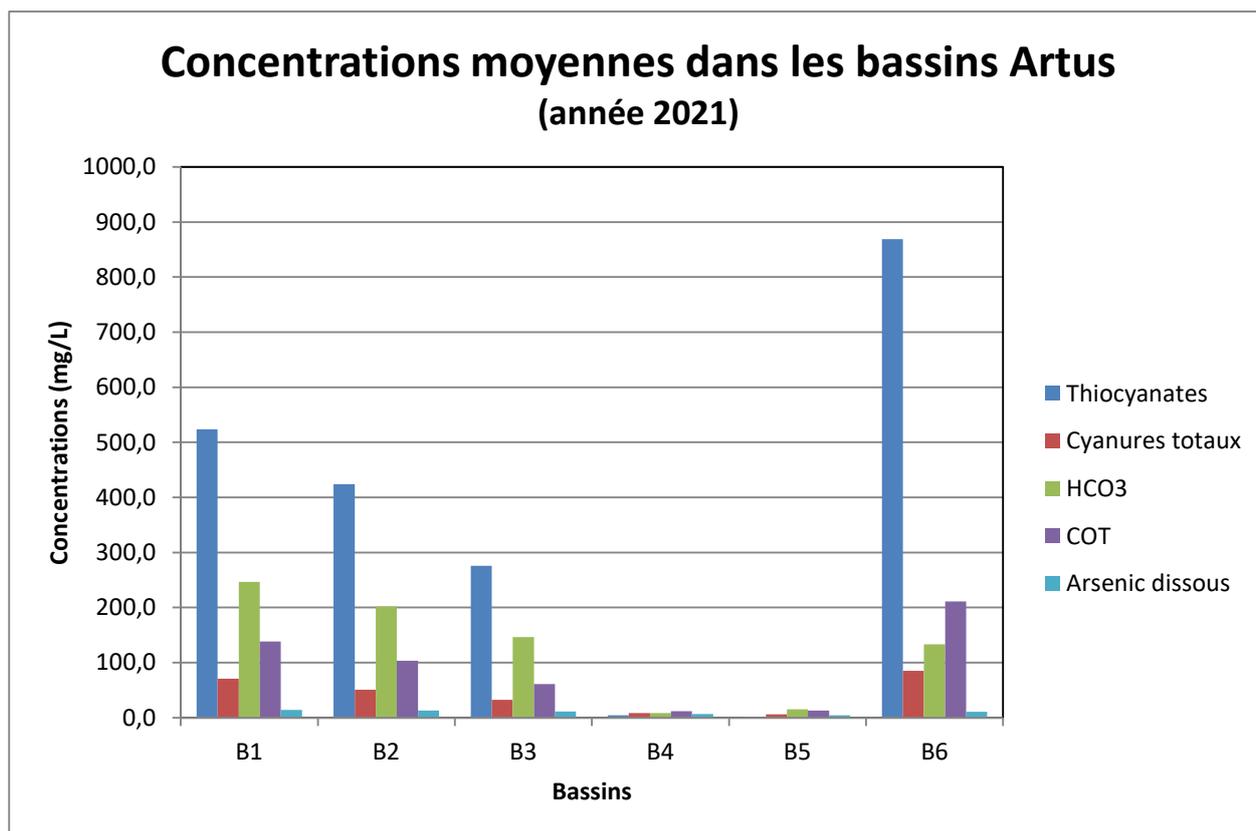


Figure 141 : Concentrations moyennes dans les bassins Artus en 2021 pour les principaux éléments

On constate également une diminution de la concentration en arsenic progressive du bassin n°1 au bassin n°5.

Le synoptique de la gestion des eaux de l'Artus est donné ci-après. Il est également mentionné les moyennes sur 2021 des principales analyses observées dans ces bassins.

On remarquera l'élimination de 99,9% des thiocyanates et 91,9% des cyanures totaux entre le bassin n°1 et le bassin n°5. L'arsenic dissous est également en partie précipité passant de 14,0 mg/L à 4,5 mg/L soit un taux d'épuration de 67,8%.

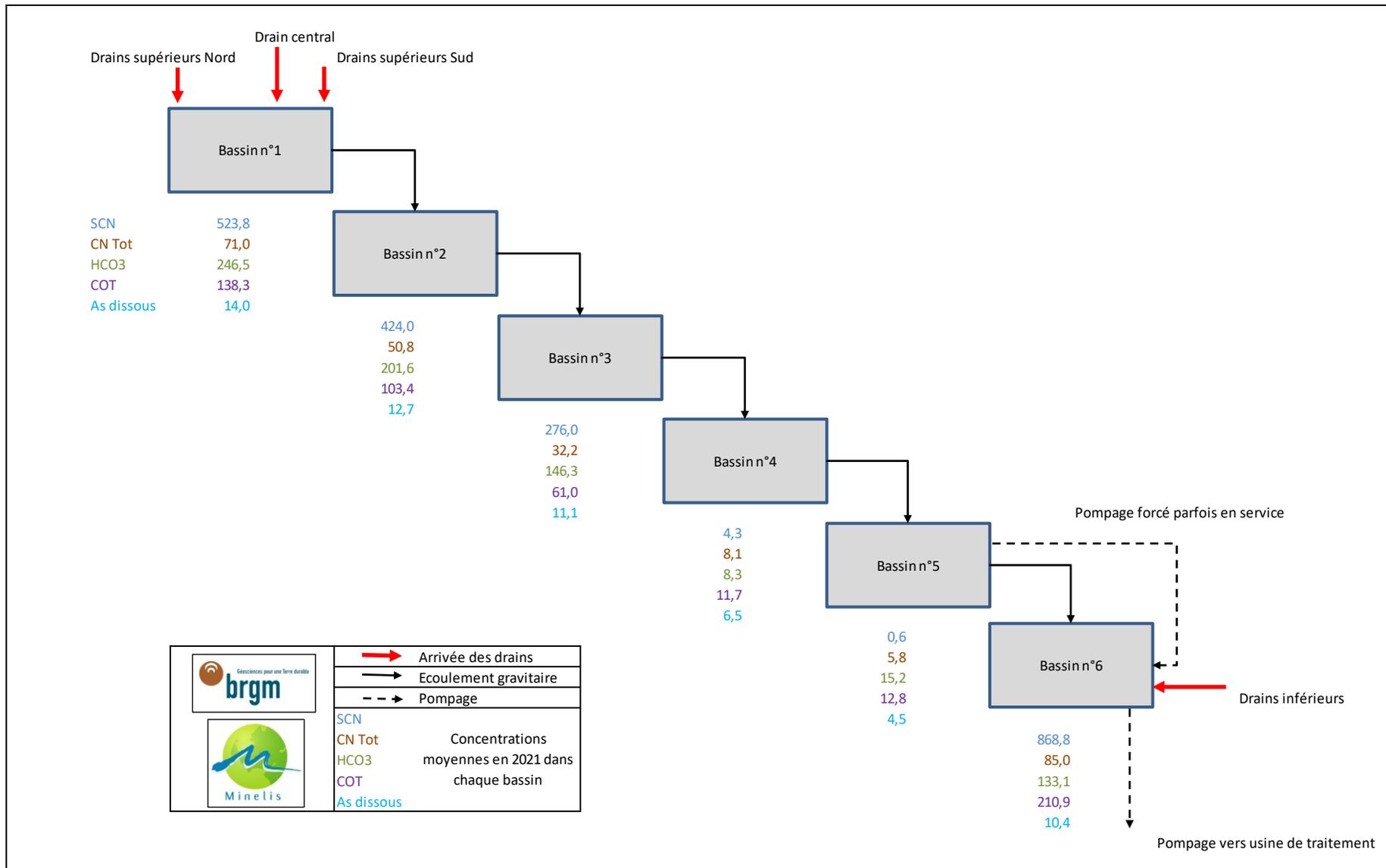


Figure 142 : Synoptique de gestion des eaux de l'Artus et moyennes analytiques en 2021 des éléments principaux

3 Usine de l'Artus et Champ Magné

3.1 Etat général

La zone de l'ancienne usine de cyanuration des stériles de la SNC Lastours devenue usine de transfert des stériles MOS (usine de l'Artus) ne présente pas de ravines importantes. La végétation se développe normalement. Ci-dessous sont rassemblées les photos des zones prises en juin et décembre 2021.



Photo 42 : Zone de l'ancienne usine Artus (21/06/21)



Photo 43 : Zone du champ Magné (21/06/21)



Photo 44 : Zone de l'ancienne usine Artus (17/12/21)



Photo 45 : Zone du champ Magné (17/12/21)

Le caniveau d'évacuation des eaux pluviales, au milieu du champ Magné est propre et il n'y a pas d'obstacle à l'écoulement des eaux.



Photo 46 : Caniveau d'évacuation des eaux pluviales traversant le champ Magné (21/06/21)



Photo 47 : Caniveau d'évacuation des eaux pluviales traversant le champ Magné (29/12/21)

Le bassin de dissipation d'énergie et dégrilleur en amont du champ Magné, fonctionne correctement. Aucun désordre n'est à déplorer au cours de l'année 2021.



Photo 48 : Bassin de dissipation (19/07/21)



Photo 49 : Bassin de dissipation (29/11/21)

3.2 Surveillance des eaux souterraines (A210)

3.2.1 Présentation des points de prélèvements

La qualité des eaux souterraines au droit des zones du champ Magné et de l'ancienne usine Artus est contrôlée à l'aide de deux piézomètres :

- l'un en amont du site de l'usine Artus (Pz8) a été mis en place en février 2006 ;
- l'autre sur la zone du champ Magné (BP11) est beaucoup plus ancien.

Les caractéristiques des ouvrages surveillés sont données ci-après (**Figure 143** et **Figure 144**).

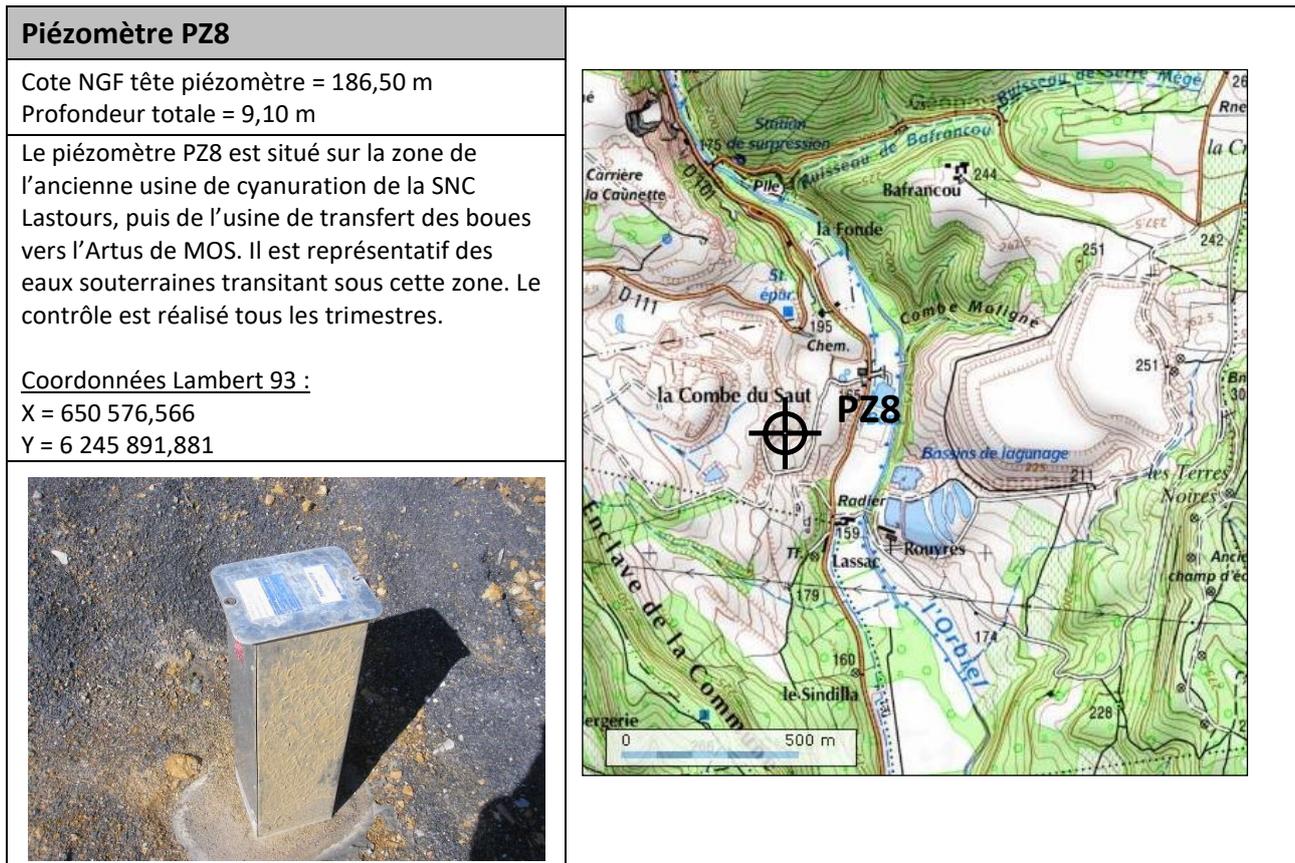


Figure 143 : Fiche piézomètre PZ8

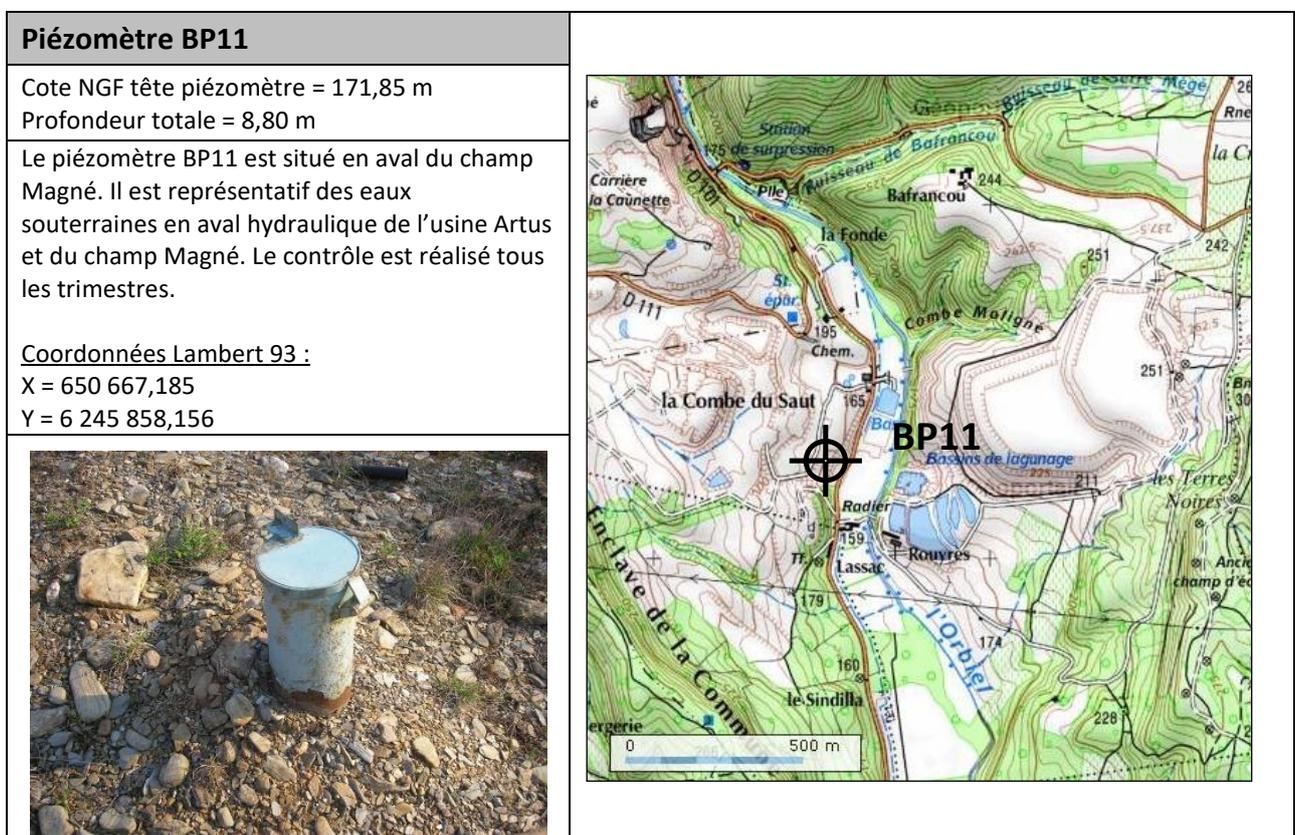


Figure 144 : Fiche piézomètre BP11

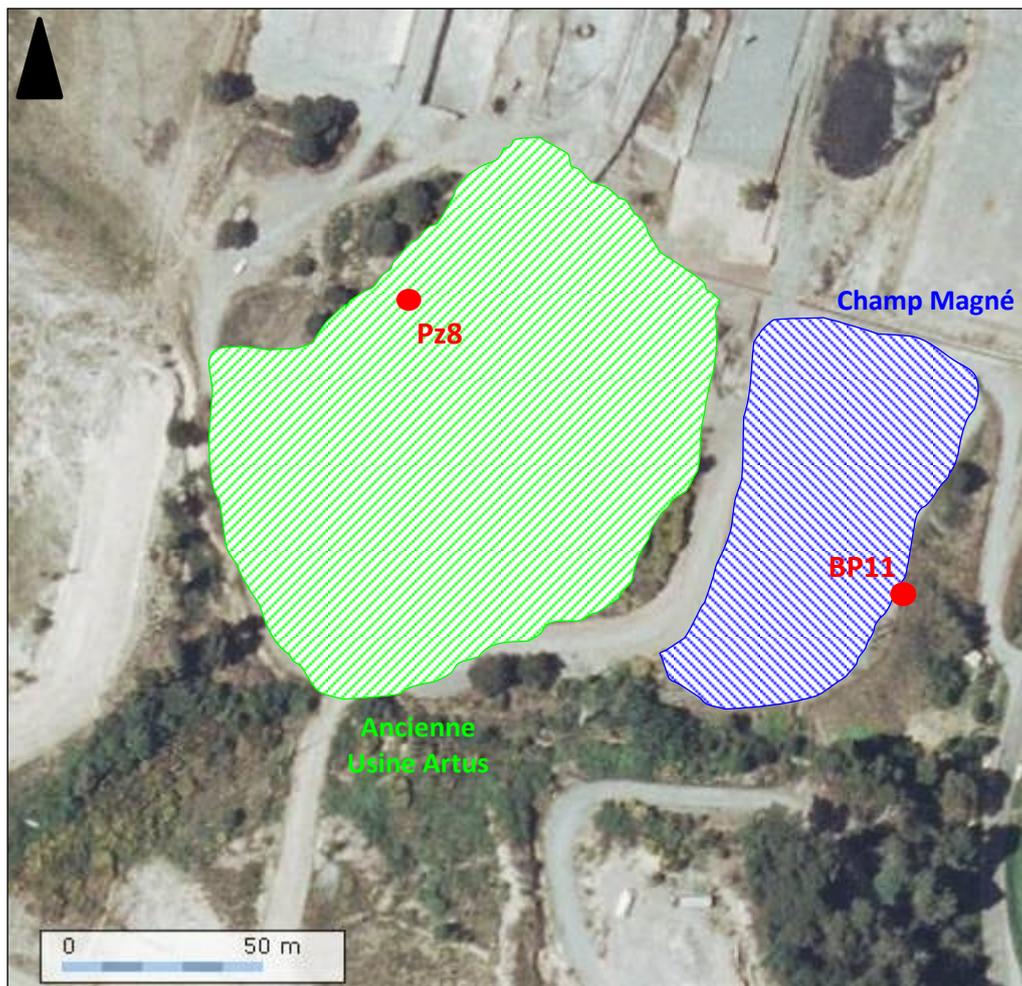


Photo 50 : Situation des piézomètres / anciennes unités ICPE (sur fond Géoportail)

3.2.2 Résultats d'analyses des eaux souterraines

La qualité des eaux souterraines était contrôlée semestriellement jusqu'à fin 2012, puis trimestriellement depuis début 2013, à l'aide des deux piézomètres décrits précédemment. Les fiches de prélèvements de 2021 pour ces piézomètres sont données en annexe.

La cartographie des aquifères est présentée au §1.5.4.1 page 56.

Les résultats sont rassemblés dans le **Tableau 41** et le **Tableau 42** ci-après.

PZ8		févr.-21	avr.-21	sept.-21	déc.-21	Moyenne annuelle
pH	u	7,62	7,74	7,51	7,38	7,56
Conductivité	(YS/cm)	2929	2630	2913	2198	2668
Eh	(mV)	268	328	275	337	302
Température	(IC)	14,4	15,3	19,6	15,1	16,1
O2 dissous	(mg/L)	8,0	7,9	7,4	8,0	7,8
As total	(mg/L)	0,018	0,045	0,045	0,037	0,036
As dissous	(mg/L)	0,018	0,015	0,024	0,014	0,018
Cyanures totaux	(mg/L)	0,039	0,037	0,038	0,053	0,042
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	186,50	186,50	186,50	186,50	186,50
Niveau/Tête piézo	(m)	2,45	2,69	2,82	2,54	2,63
Cote nappe	(mNG F)	184,05	183,81	183,68	183,96	183,88

Tableau 41 : Analyses sur le piézomètre PZ8

BP 11		févr.-21	avr.-21	sept.-21	déc.-21	Moyenne annuelle
pH	u	7,64	7,75	7,49	7,58	7,62
Conductivité	(YS/cm)	1542	1813	1996	909	1565
Eh	(mV)	269	323	264	327	296
Température	(IC)	15,2	15,5	18,2	16,8	16,4
O2 dissous	(mg/L)	8,2	8,4	8,0	8,2	8,2
As total	(mg/L)	6,560	5,830	5,780	9,780	6,988
As dissous	(mg/L)	6,401	5,690	5,590	8,630	6,578
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNG F)	171,85	171,85	171,85	171,85	171,85
Niveau/Tête piézo	(m)	4,55	4,85	4,95	4,66	4,75
Cote nappe	(mNG F)	167,30	167,00	166,90	167,19	167,10

Tableau 42 : Analyses sur le piézomètre BP11

Commentaires :

L'arsenic est principalement sous sa forme dissoute sur le BP11. La concentration en arsenic total reste élevée dans ce piézomètre de l'ordre de 7,0 mg/L en moyenne sur 2021. Il faut rappeler que le Champ Magné a servi de lieu de stockage de résidus divers (creusets de four, briques, fûts, ...) en relation avec l'activité des MPCs. Il est fort probable que les terrains soient fortement impactés à cet endroit.

La concentration en arsenic total du PZ8 est restée stable en 2021. La concentration est en moyenne de 0,036 mg/l en arsenic total et 0,018 mg/L en arsenic dissous.

On note quelques traces de cyanures totaux sur le PZ8 mais aucune sur le BP11 et aucune trace en cyanures libres sur les deux piézomètres.

On remarquera que les niveaux d'eau dans les piézomètres PZ8 et BP11 qui étaient relativement stables entre 2007 et 2012, sont beaucoup plus réactifs à la pluviométrie depuis 2013, et en particulier en décembre 2019.

Les graphes suivants montrent sur chaque piézomètre :

- la pluviométrie mensuelle et le niveau d'eau,
- les concentrations en arsenic total et dissous et le niveau d'eau,
- les concentrations en cyanures totaux et libres et le niveau d'eau.

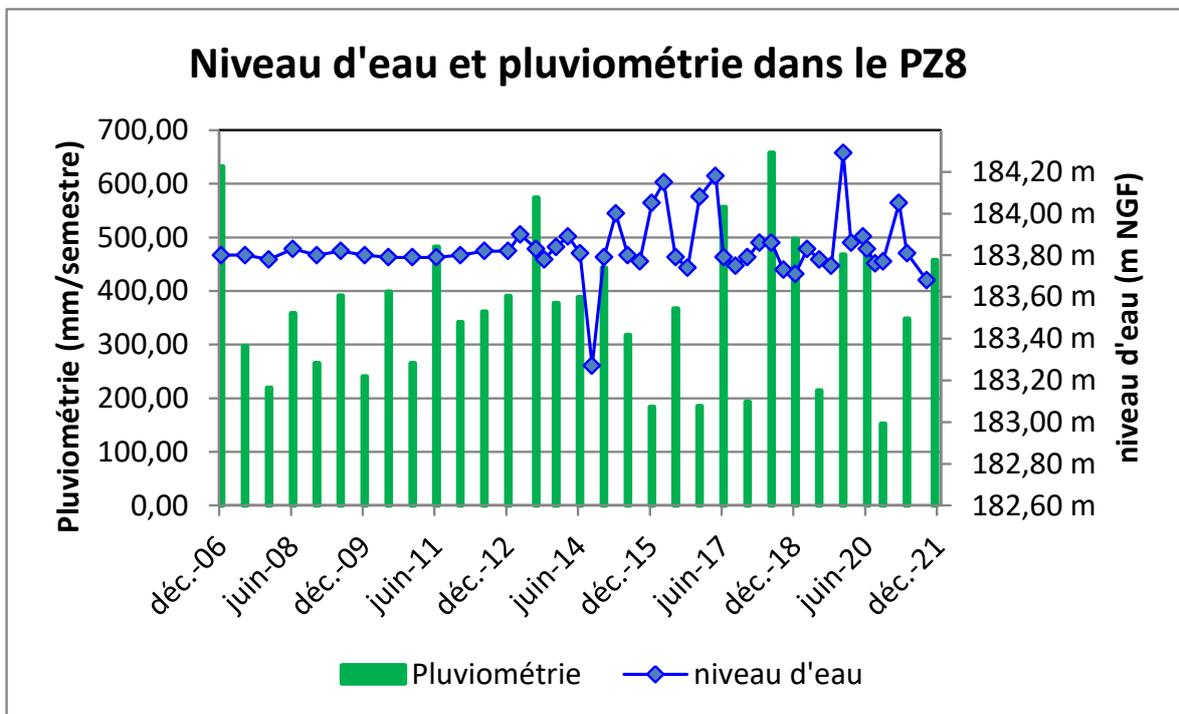


Figure 145 : Niveau d'eau dans le PZ8 et pluviométrie semestrielle

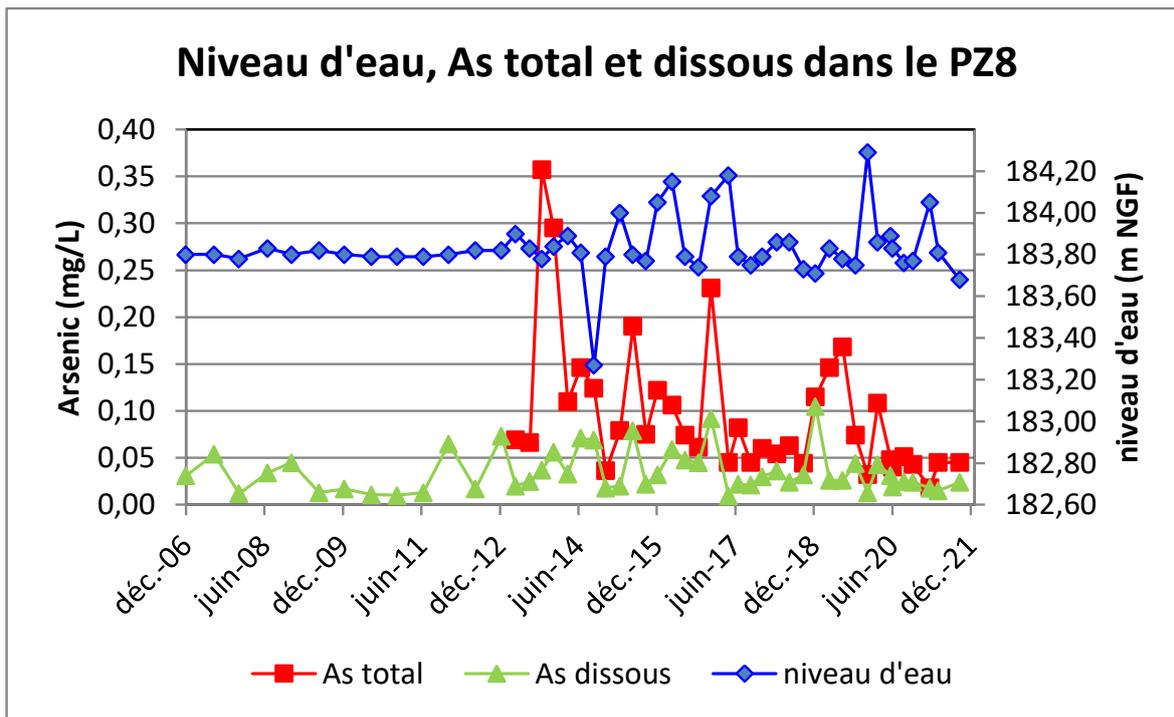


Figure 146 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ8

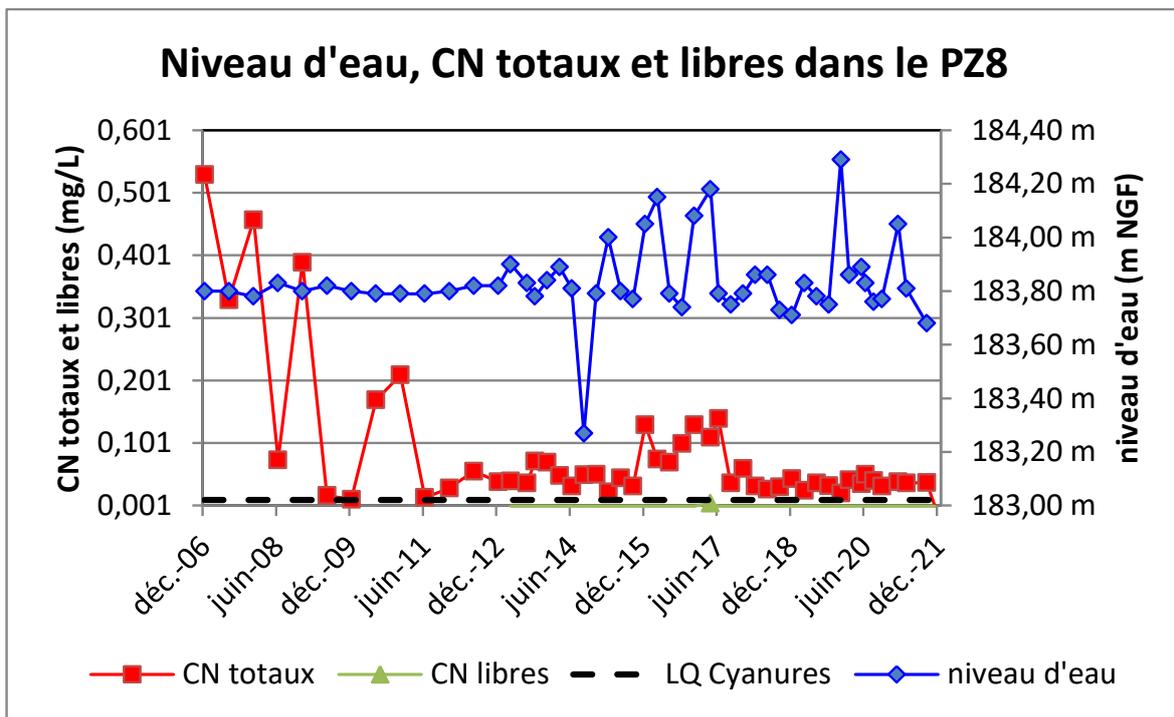


Figure 147 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le PZ8

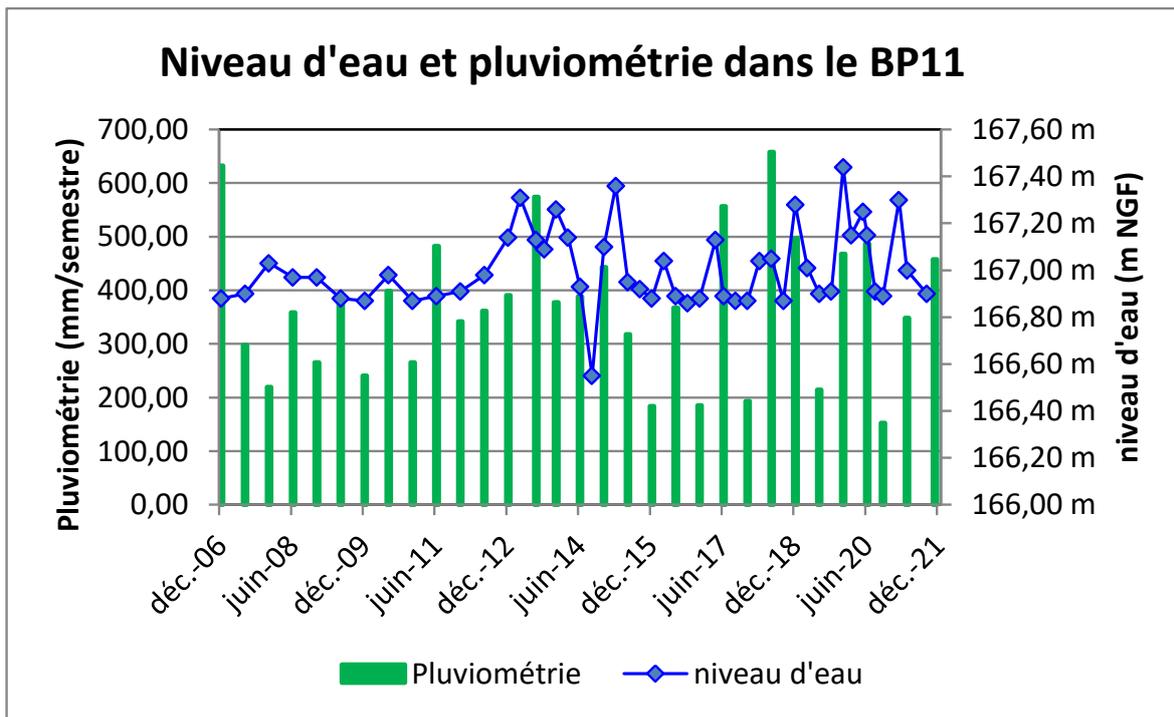


Figure 148 : Niveau d'eau dans le BP11 et pluviométrie semestrielle

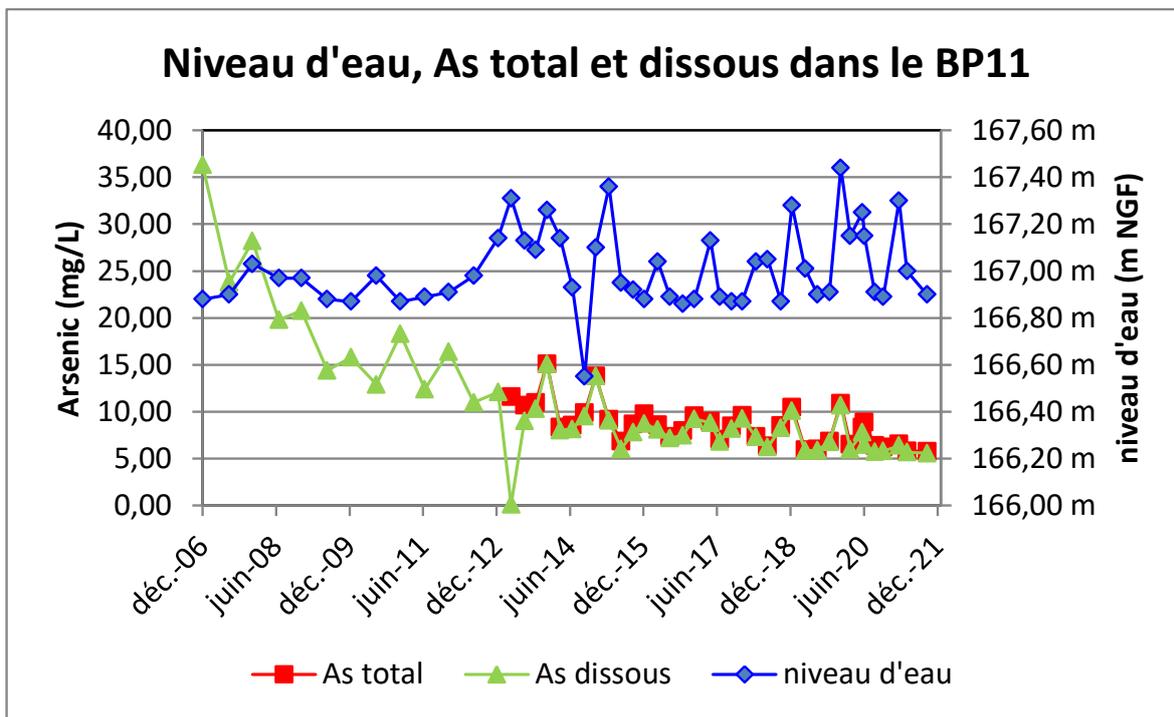


Figure 149 : Concentrations en arsenic total, dissous et niveau d'eau dans le BP11

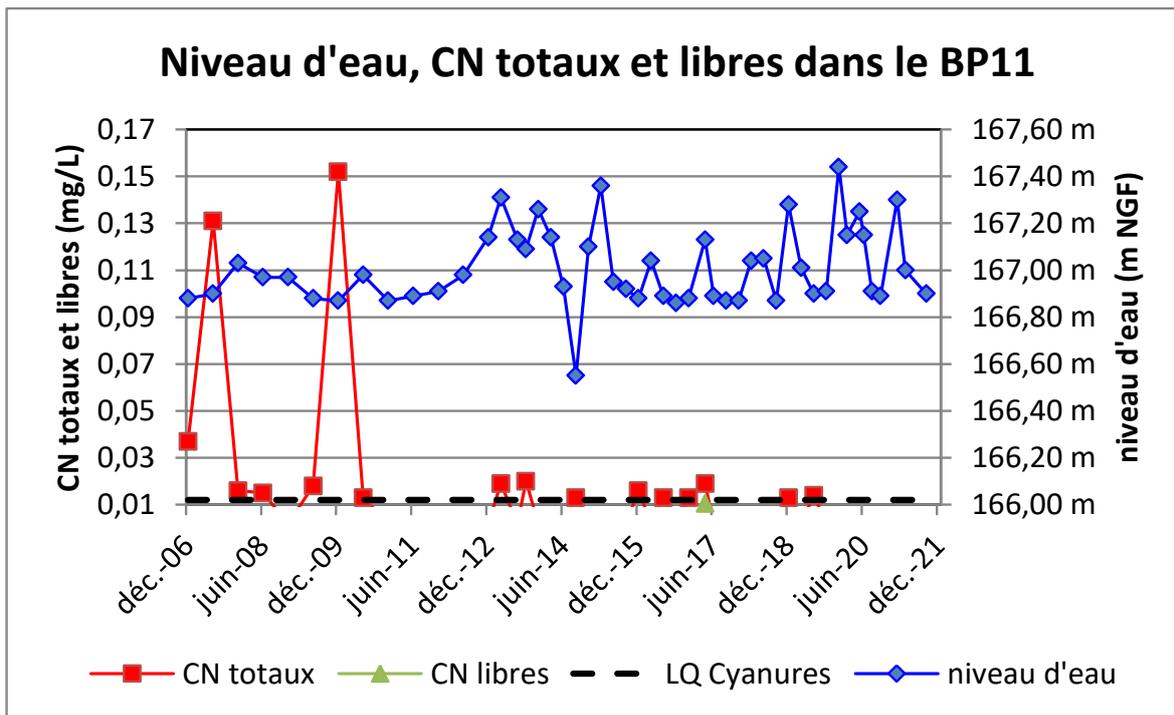


Figure 150 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le BP11

4 Plages et Usine de la Caunette

4.1 Zone des anciennes plages de la Caunette

L'état général de la zone des anciennes plages de la Caunette ne présente pas de problème particulier. La végétation s'y développe normalement, même si celle-ci reste assez clairsemée dans l'ensemble. La société AUDE AGREGATS travaille à proximité mais n'empiète pas sur la zone.

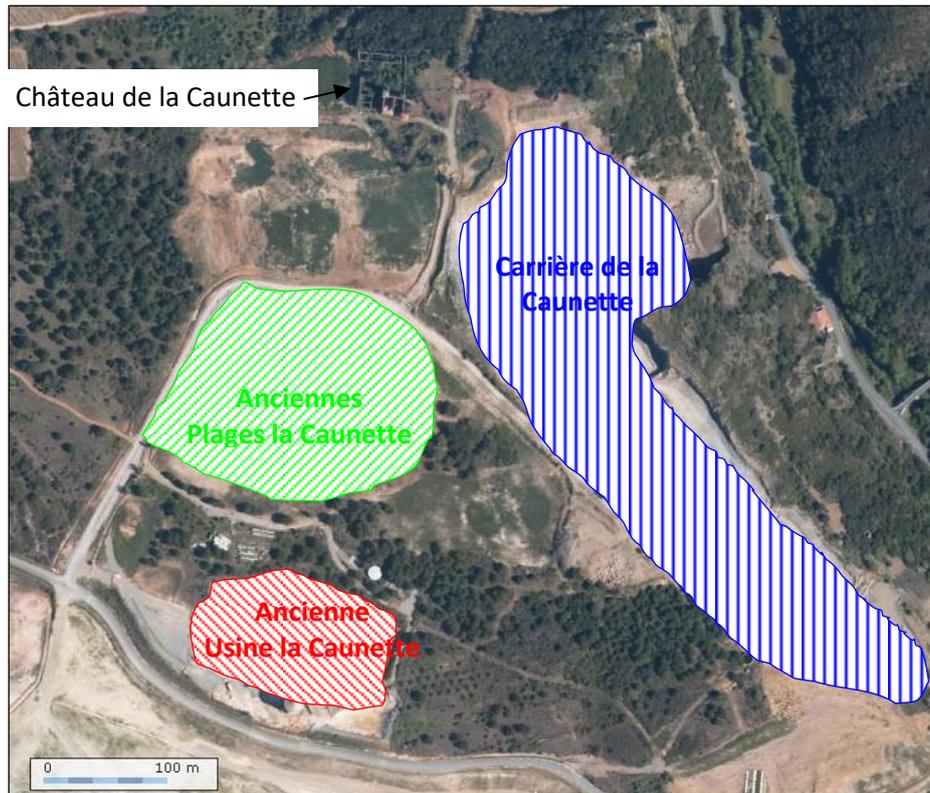


Photo 51 : Vue aérienne du site des anciennes plages de la Caunette (fond de carte Géoportail)



Photo 52 : Vue générale du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon



Photo 53 : Vue sur le château de la Caunette depuis l'ancienne plage de la caunette (30/08/21)



Photo 54 : Végétation au niveau des anciennes plages (30/08/21)

Il existe deux caniveaux d'évacuation des eaux pluviales autour de la Caunette : l'un côté anciennes plages, l'autre à l'extérieur de la piste ceinturant la zone. Les fossés d'évacuation des eaux autour de cette zone sont toujours encombrés par la végétation mais sans conséquence sur le ravinement de la zone.



Photo 55 : Piste entourant les anciennes plages (30/08/21)



Photo 56 : Caniveau ceinturant le site avec une végétation très dense (30/08/21)

La piste d'accès aux anciennes plages de la Caunette est définitivement condamnée par la mise en place de gros enrochements au niveau de l'ancien portail. Le site est donc inaccessible aux véhicules depuis la D111.



Photo 57 : Accès condamné à l'ancienne plage (30/08/21)

4.2 Zone de l'ancienne usine de la Caunette

La société AUDE AGREGAT est installée sur le site de l'ancienne usine de la Caunette. Cette société a réalisé des travaux d'aménagement afin d'y implanter une usine de concassage-criblage. Une couverture des sols en produits concassés fins a été mise en place sur l'ensemble du site, avant de réutiliser la zone pour les besoins de l'exploitation.



Photo 58 : Vue du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon (21/05/21)

4.3 Surveillance des eaux souterraines (A210)

4.3.1 Présentation des points de prélèvements

La qualité des eaux souterraines au droit du site de la Caunette est contrôlée à l'aide de deux piézomètres :

- un en amont géographique du site (Pz6) ;
- un en aval géographique du site (Pz7).

Les caractéristiques des ouvrages surveillés sont données ci-après. Le piézomètre PZ6 est décrit au §1.5.1 page 43 à la Figure 24. Le PZ6 est suivi dans le cadre de la surveillance des eaux souterraines au nord du bassin de Montredon. Le contrôle de Pz6 est réalisé tous les semestres, tandis que PZ7 est suivi trimestriellement. Les fiches de prélèvements de 2021 des piézomètres sont données en annexe.

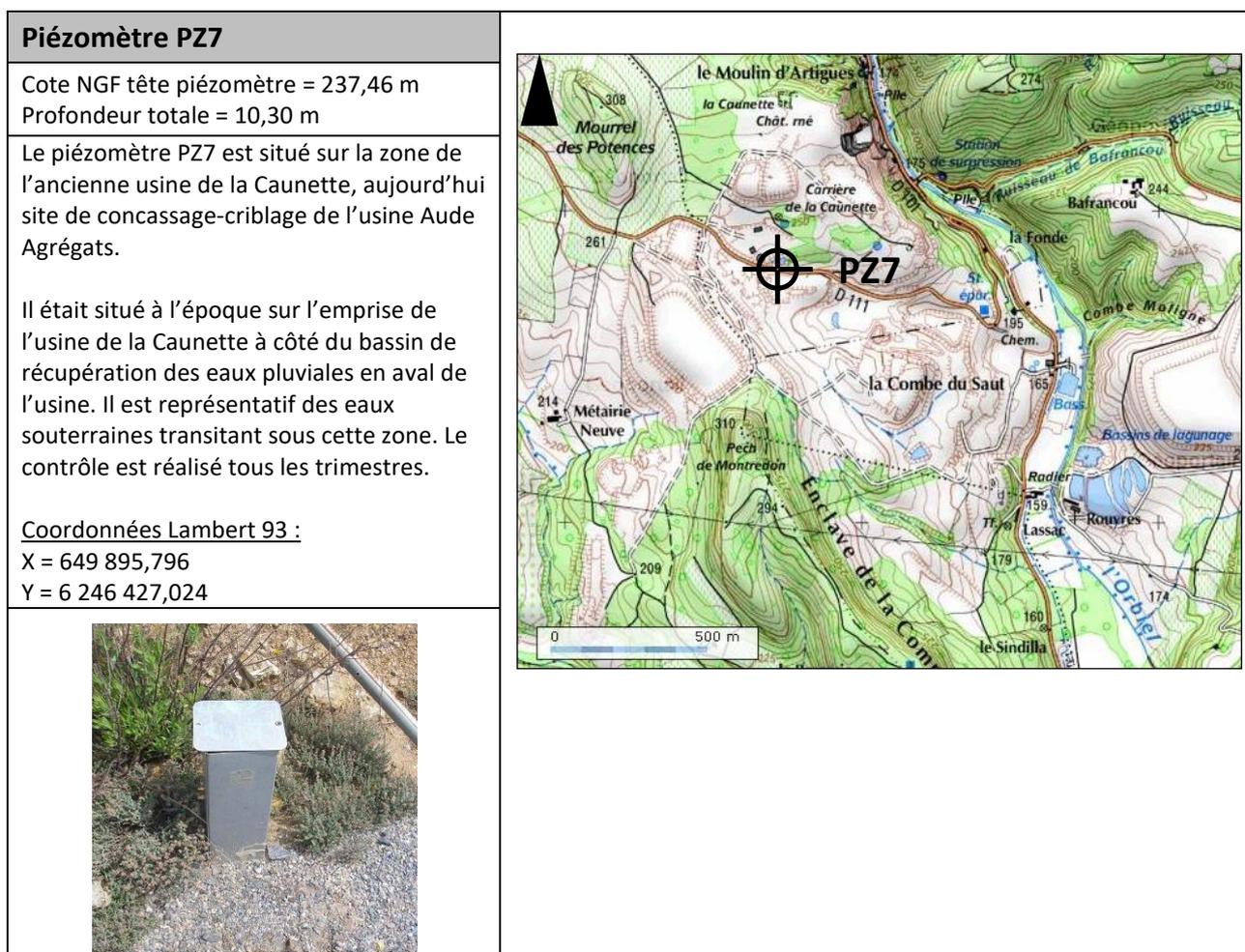


Figure 151 : Fiche piézomètre PZ7

4.3.2 Résultats d'analyses des eaux souterraines

Les analyses de l'eau du piézomètre PZ6 sont données dans le tableau ci-après. Les prélèvements sont réalisés semestriellement dans le cadre du programme de base, puis mensuellement lors du suivi renforcé de Montredon durant les travaux, c'est-à-dire à partir du mois d'août. La filtration à 0,45 µm pour l'analyse de l'arsenic dissous est réalisée sur site, ainsi que les mesures d'oxydoréduction (E_h), de température et d'oxygène dissous. Les fiches de prélèvements pour 2021 des piézomètres sont données en annexe.

PZ6		26/01/21	23/02/21	23/03/21	27/04/21	25/05/21	21/06/21	20/12/21	Moyenne
pH	u	7,66	7,73	7,69	7,80	7,70	7,92	7,62	7,73
Conductivité	(µS/cm)	1734	1537	1575	1625	1542	1648	1457	1588
Eh	(mV)	291	268	310	313	261	171	334	278
Température	(°C)	13,7	13	12,2	14,5	14,6	16	14,9	14,1
Oxygène dissous	(mg/L)	8,5	8,2	8,9	7,9	9,1	6,9	7,5	8,1
As total	(mg/L)	0,282	0,293	0,449	0,661	0,337	3,08	0,988	0,870
As dissous	(mg/L)	0,267	0,283	0,441	0,577	0,33	0,559	0,939	0,485
Cyanures totaux	(mg/L)	0,015	0,014	0,012	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91
Niveau/Tête piézo	(m)	2,92	2,37	2,05	2,39	3,47	3,78	2,74	2,82
Cote nappe	(mNGF)	247,99	248,54	248,86	248,52	247,44	247,13	248,17	248,09

Tableau 43 : Analyses du piézomètre PZ6

Les analyses de l'eau du piézomètre PZ7 sont données dans le tableau ci-après. Les prélèvements sont réalisés trimestriellement dans le cadre du programme de base.

PZ7		févr.-21	mai-21	août-21	nov.-21	Moyenne annuelle
pH	u	7,40	7,68	7,33	pas assez d'eau	7,47
Conductivité	(YS/cm)	3179	3119	1659		2652
Eh	(mV)	293	299	307		300
Température	(°C)	15,9	16,9	18,7		17,2
O2 dissous	(mg/L)	8,2	9,4	7,1		8,3
As total	(mg/L)	0,190	0,401	0,096		0,229
As dissous	(mg/L)	0,120	0,090	0,078		0,096
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	237,46	237,46	237,46	237,46	237,46
Niveau/Tête piézo	(m)	9,40	9,22	10,14	10,24	9,75
Cote nappe	(mNGF)	228,06	228,24	227,32	227,22	227,71

Tableau 44 : Analyses du piézomètre PZ7

Commentaires :

Pour le piézomètre PZ7 les concentrations en arsenic sont comprises entre 0,096 mg/L et 0,401 mg/L en 2021 et conformes aux concentrations relevées les précédentes années. L'arsenic est principalement sous sa forme particulaire à 58% en moyenne.

Les cyanures totaux et libres sont en dessous des limites de détection.

Les graphes suivants montrent sur chaque piézomètre :

- la pluviométrie semestrielle et le niveau d'eau,
- les concentrations en arsenic total et dissous et le niveau d'eau,
- les concentrations en cyanures totaux et libres et le niveau d'eau.

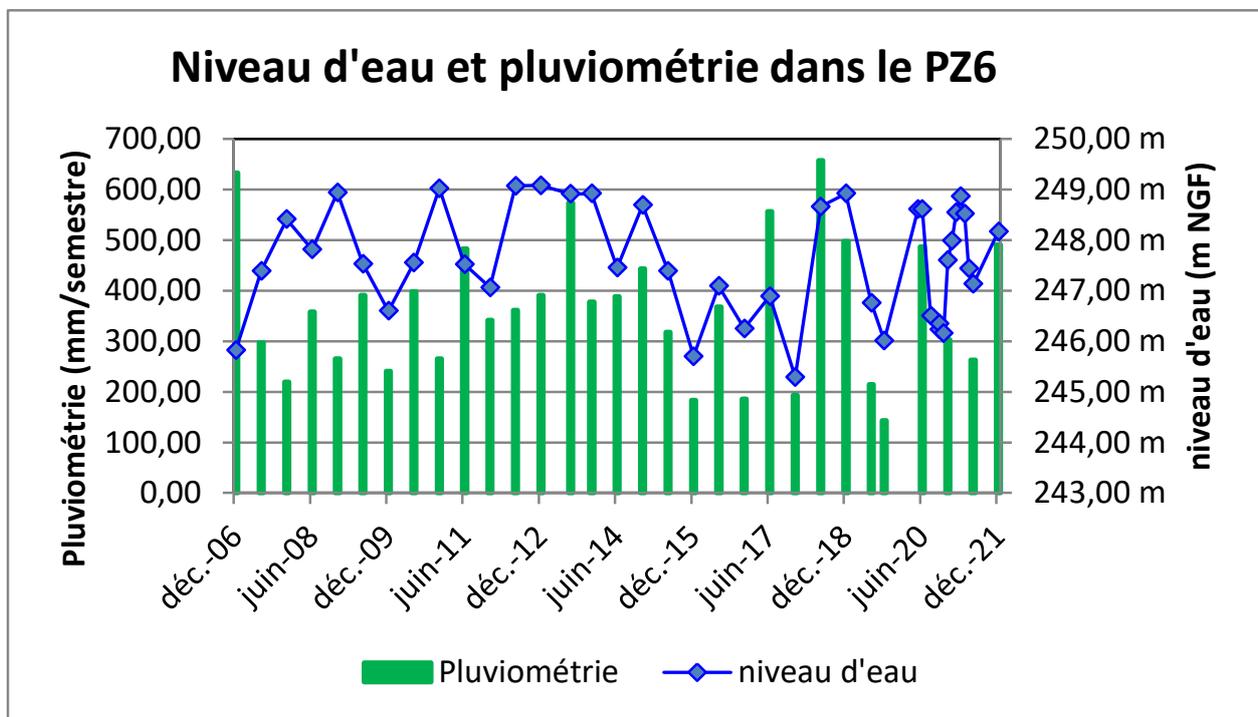


Figure 152 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie semestrielle

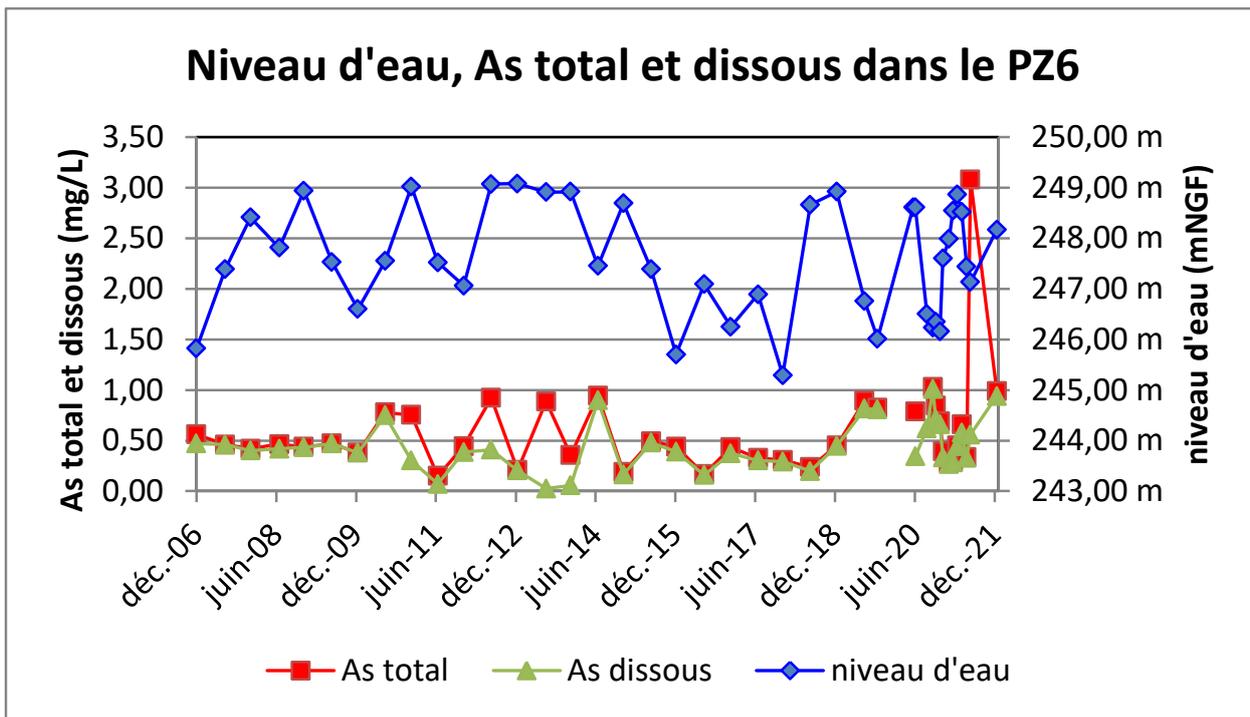


Figure 153 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6

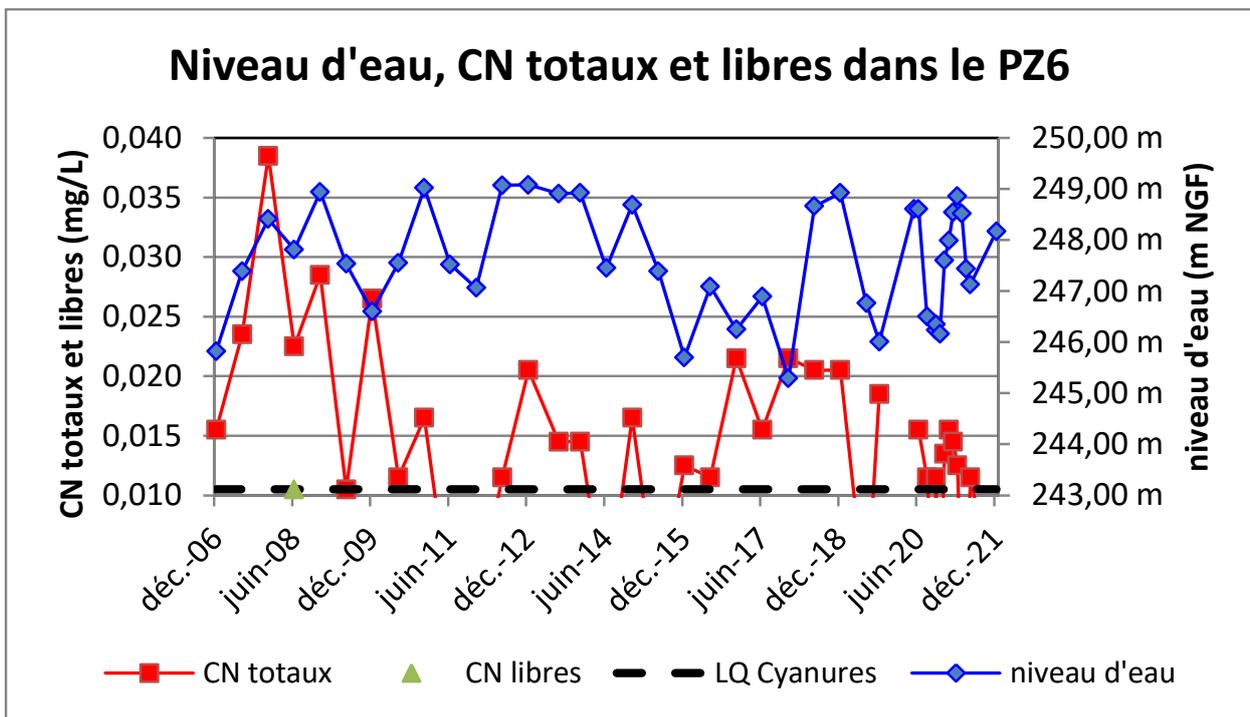


Figure 154 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6

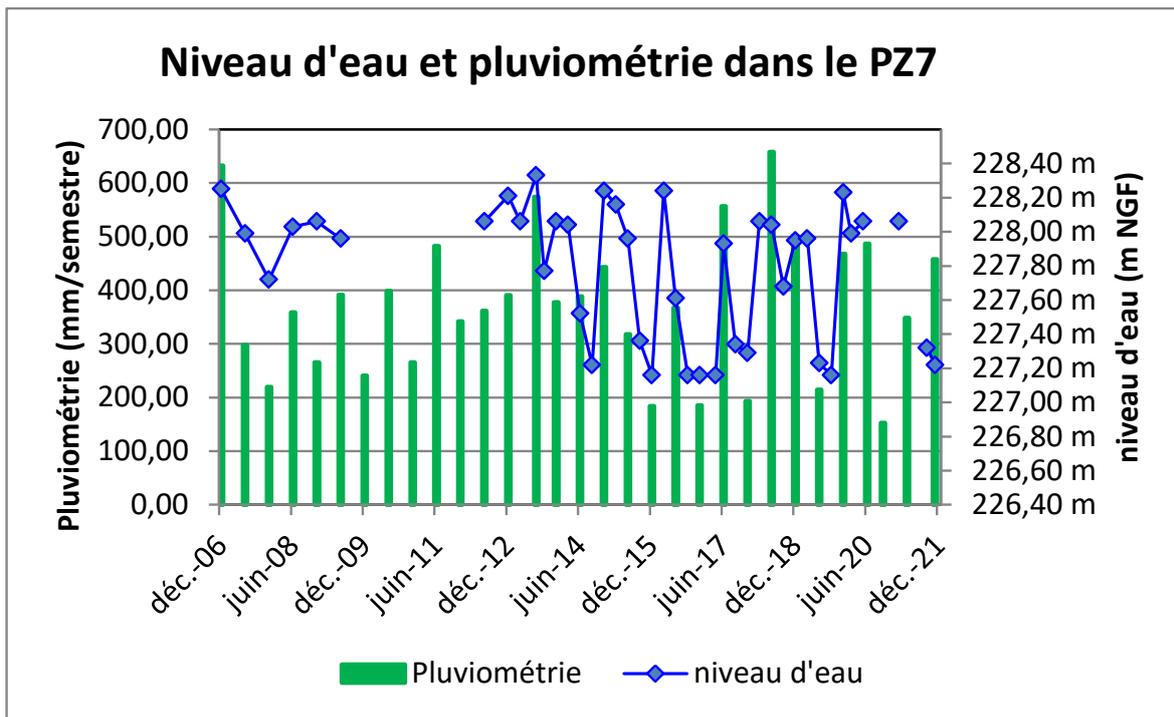


Figure 155 : Niveau d'eau dans le PZ7 et pluviométrie semestrielle

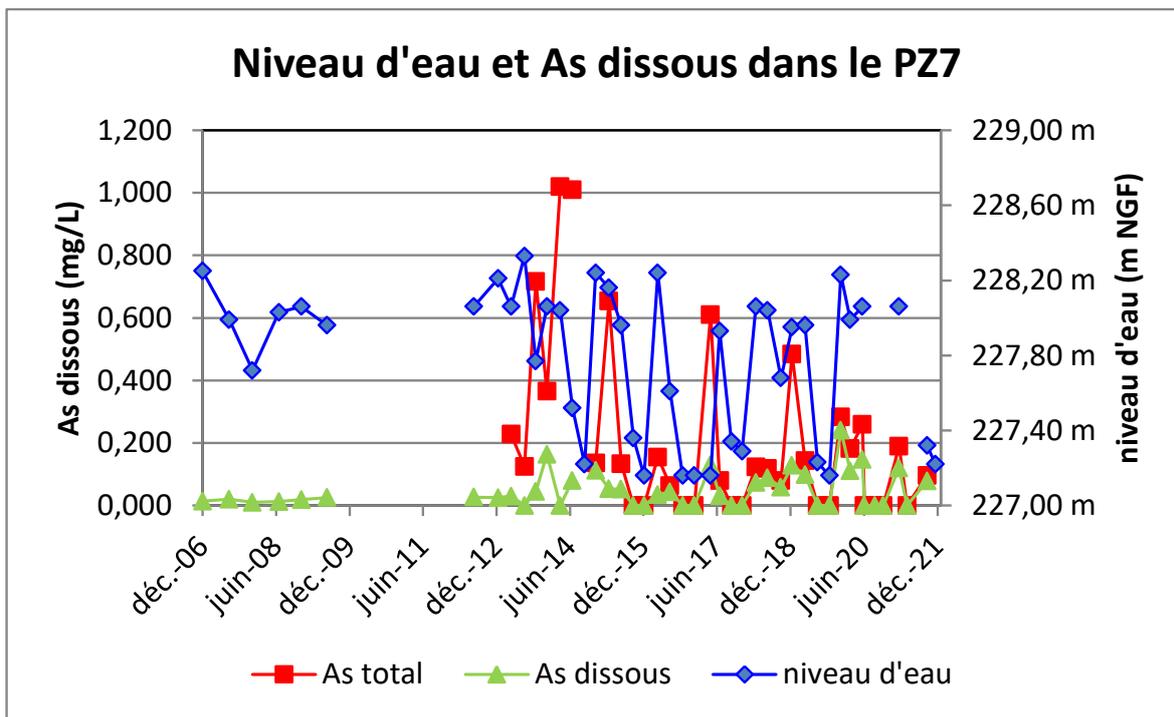


Figure 156 : Concentrations en arsenic total, dissous et niveau d'eau dans le PZ7

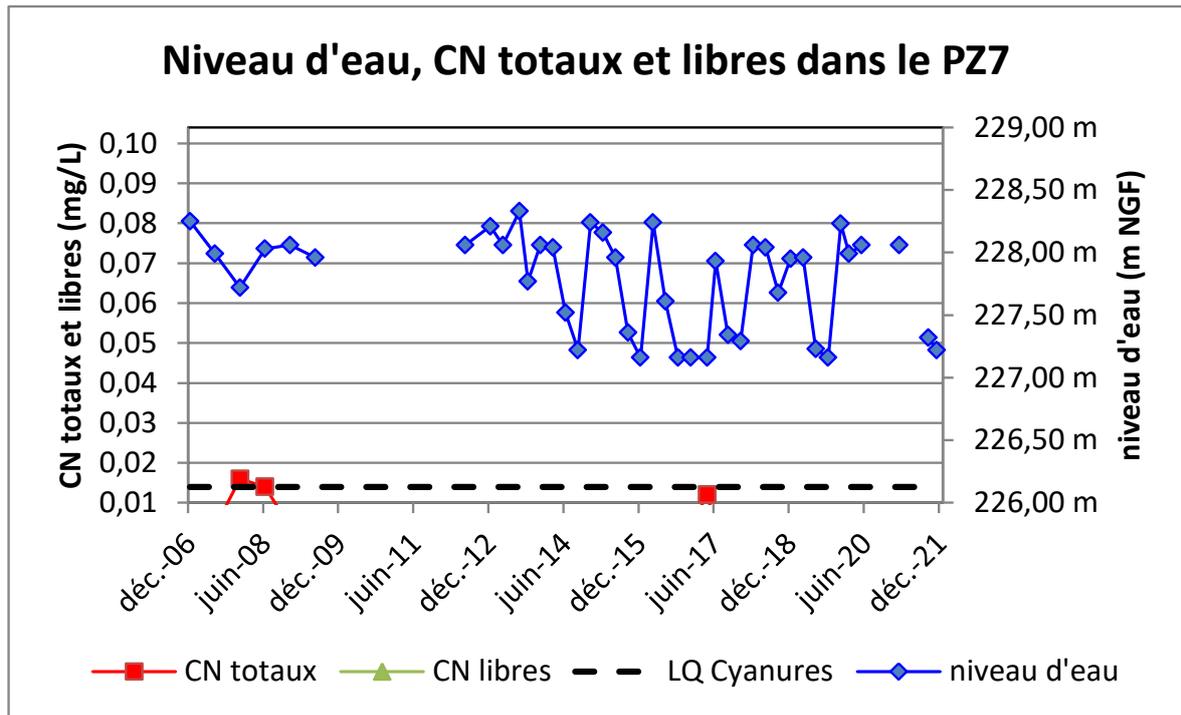


Figure 157 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le PZ7

On constate que les évolutions des niveaux d'eau suivent les cycles climatiques. Les concentrations en arsenic total et dissous restent relativement élevées dans le PZ6 (entre 0,2 et 1 mg/L). On notera toutefois une concentration importante en arsenic total (3,09 mg/L), mais pas en arsenic dissous (0,56 mg/L). Cette forte concentration ne se retrouve pas lors du prélèvement suivant en décembre. De même des traces de cyanures totaux sont toujours présentes dans le PZ6 pour des raisons historiques décrites au 1.5.4.2.

Sur le PZ7 les concentrations en arsenic total et dissous sont plus faibles, de l'ordre de 0,2 mg/L et aucune trace de cyanures n'est détectée.

5 Schéma conceptuel

Les sources potentielles de pollution suivies sont les sites de stockage de Montredon et de l'Artus sur les communes de Salsigne et de Limousis. Les voies de transfert sont les eaux pluviales, les eaux d'infiltrations collectées jusqu'à la station de traitement du site de la combe du Saut, dont les eaux traitées vont ensuite dans la lagune, puis dans l'Orbiel. La cible est la rivière Orbiel et les riverains qui peuvent en avoir l'usage (arrosage des jardins...).

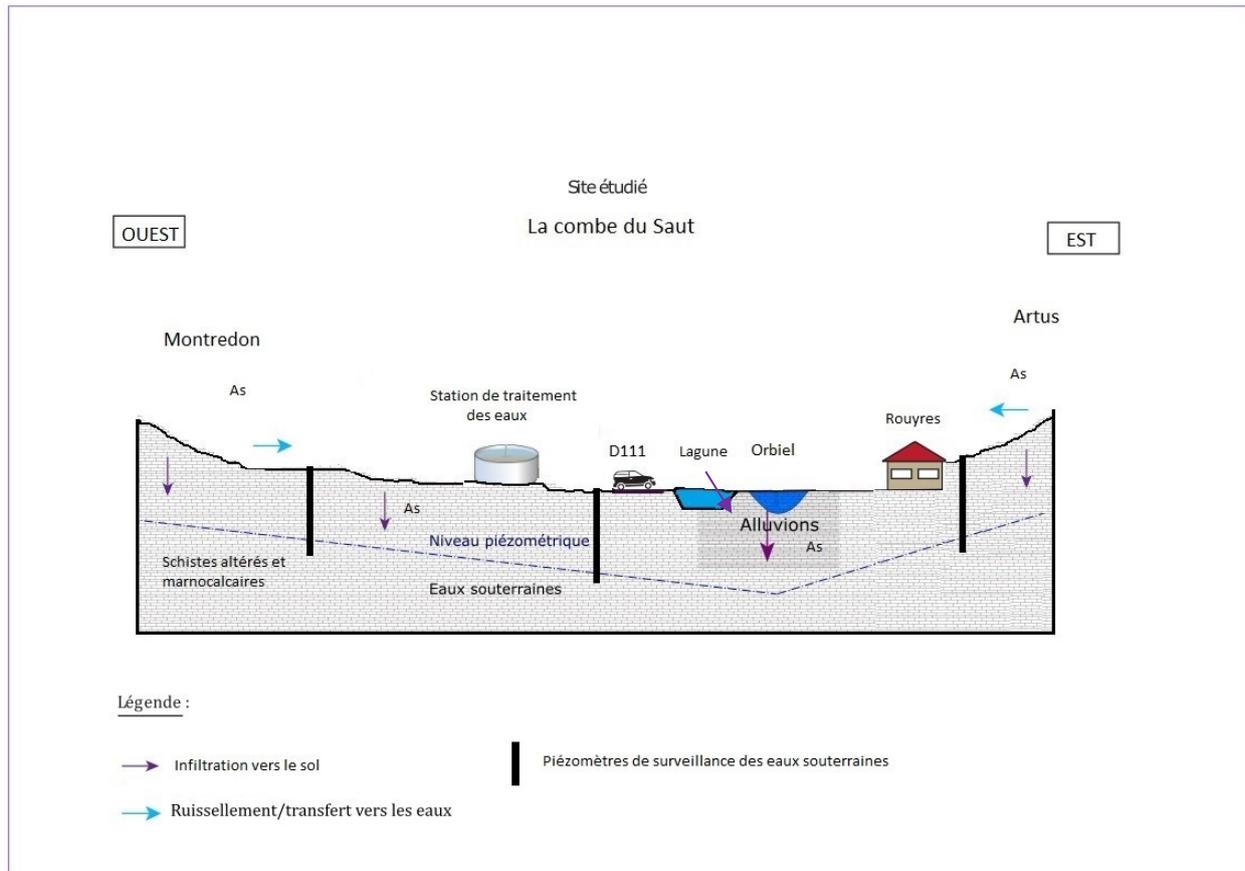


Figure 158 : Schéma conceptuel des pollutions et transferts potentiels

6 Conclusion

Les évolutions de la qualité des eaux autour des stockages semblent suivre celles déjà observées les années précédentes.

L'année 2021 a été marquée par la fin des travaux de rétablissement de l'étanchéité du bassin de Montredon. Un nouveau complexe d'étanchéité associé à l'installation de 4 puits de pompage et une meilleure gestion des eaux de ruissellement doivent permettre d'éliminer la nappe perchée présente au sein du stockage. Depuis juin 2021, les niveaux d'eau à l'intérieur du bassin de Montredon semblent progressivement diminués sur l'ensemble des piézomètres installés en partie sommitale. Cela sera à surveiller en 2022.

Pour l'Artus aucune évolution significative n'est observée en 2021. On notera toutefois que suites aux divers épisodes pluvieux de 2018 et de juin 2020, les zones d'érosion déjà identifiées ont tendance à progresser mettant à nu les résidus miniers. Sur ces zones, 10 doivent faire l'objet d'un traitement en priorité selon l'expertise réalisée par Fondasol en 2021.

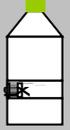
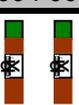
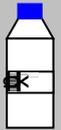
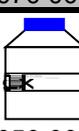
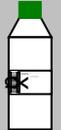
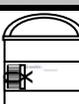
Les autres sites tels que l'usine de la Caunette, le champ Magné ou les anciennes plages de la Caunette ne présentent aucune évolution durant l'année 2021 par rapports aux années précédentes.

La surveillance des stockages va se poursuivre en 2022.

ANNEXES

- ANNEXE 1 : Fiches flaconnage
- ANNEXE 2 : Fiches de prélèvements piézomètres
- ANNEXE 3 : Résultats analytiques Eurofins
- ANNEXE 4 : Plans Artus et Montredon
- ANNEXE 5 : Rapports de contrôle géotechnique

ANNEXE 1 : Fiches flaconnage

Réceptient	volume (ml)	stabilisant	Paramètre et volume minimum par échantillon en mL	Visuel code barre
VERRE	200 mL bouchon noir	HNO ₃ 	AOX	 1072 000000
	250 bouchon vert	H ₂ SO ₄ 	COT (25) ou COD (25) Détergents anioniques (100) Substances extractibles (25)	 1002 000000
	500 bouchon bleu	aucun	HAP (500) PCB (500)	 1005 000000
	60 bouchon vert	NaOH 	Cyanures (20) Sulfures (20) Sulfites (20)	 1004 000000
	40 bouchon vert	H ₂ SO ₄ 	HCT GC C ₁₀ -C ₄₀ BTEX COHV HCT C ₆ -C ₁₂ Indice phénol TPH (2 vials) } 2 vials pour tout	 1007 000000
	120 bouchon blanc	aucun	Mercure (120)	 1003 000000
	500 bouchon rouge	Na ₂ SO ₃	POC (un flacon / échantillon) POP (un flacon / échantillon) POA (un flacon / échantillon) autres pesticides (2 flacons / échantillon)	 1006 000000
Plastique	250 bouchon bleu	aucun	DBO (250) un flacon pH + conductivité TA / TAC / TH turbidité / Chlore Fluorure } un flacon	 1070 000000
	1000 bouchon bleu	aucun	MES / MESO (1000) Autres composés (nous consulter)	 1050 000000
	60 bouchon bleu	aucun	anions, NH ₄ (sur eau propre) Cr VI, métaux solubles	 1080 000000
	40 bouchon blanc	HNO ₃ 	Métaux (hors mercure et métaux solubles)	 1100 000000
	250 bouchon vert	H ₂ SO ₄ 	DCO, NH ₄ (sur eau sale) N-Kjeldahl (100) indice KMnO ₄ (50)	 1090 000000
Liste du flaconnage pour les échantillons de sol ou matrice solide				
Réceptient	volume (ml)	Additif	Paramètre	Visuel code barre
pot de verre	375	aucun	4 paramètres courants maximum	 1008 000000
Plastique	1800	aucun	Lixitest / Lixiflash / Essai de lixiviation	 1600 000000
Kit COVs	kit (1008 + 100 ml verre (méthanol) + carotteur)		COVs  	 +  + 

ANNEXE 2 : Fiches de prélèvements piézomètres
