

Anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel

MINELIS	DPSMMOS22A-b-2301	Version 3
<h1>Surveillance des stockages et sols pollués</h1> <h2>Rapport annuel 2022</h2>		

Version	Date	Corrections et modification
1	08/03/23	1 ^{ère} version publiée
2	28/06/23	2 ^{ème} version publiée – Remarques BRGM
3	21/07/23	3 ^{ème} version publiée – Corrections BRGM



Domaine A / ATTES



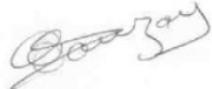
0604 / 0811 / 0804



Anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel
Surveillance des stockages et sols pollués
Rapport annuel 2022

Auteurs : MINELIS Christophe GROSSIN	Code du document : DPSMMOS22A-b-2301 Numéro de version : 3 Date : 08/03/2023
--	---

Identification du client : BRGM – DPSM UTAM SUD Quartier la Plaine Puits Yvon MORANDAT 13120 GARDANNE	Référence du contrat : HASUD210716
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 : 08/03/23 
Relecture : MINELIS	Nom et fonction : Ségolène MAGHE, Ingénieur environnement	Date et signature : 08/03/23 
Contrôle qualité : MINELIS	Nom et fonction : Nicolas SAUZAY, Superviseur	Date et signature : 08/03/23 

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	13
Résumé technique.....	14
INTRODUCTION	16
1 Stockage de Montredon	17
1.1 Etat général.....	17
1.2 Fonctionnement du système de drainage.....	18
1.2.1 <i>Pompage interne au stockage</i>	18
1.2.2 <i>Drains périphériques</i>	18
1.2.3 <i>Drain de pied du flanc ouest de Montredon</i>	20
1.3 Végétalisation et comportement à l'érosion	21
1.3.1 <i>Flanc Ouest du stockage de Montredon</i>	21
1.3.2 <i>Flanc sud du stockage de Montredon</i>	25
1.3.3 <i>Flanc Est du stockage de Montredon</i>	26
1.3.4 <i>Partie sommitale du stockage de Montredon</i>	28
1.4 Stabilité.....	30
1.4.1 <i>Relevés inclinométriques</i>	35
1.4.2 <i>Relevés des cellules de pression interstitielle</i>	37
1.4.3 <i>Relevés des plots topographiques</i>	41
1.5 Qualité des eaux de surface et souterraines (A210 et A220).....	45
1.5.1 <i>Présentation des différents points de prélèvements</i>	45
1.5.2 <i>Méthodologie des prélèvements</i>	52
1.5.3 <i>Matériels utilisés pour les prélèvements</i>	52
1.5.4 <i>Résultats d'analyses des eaux de surface (A220)</i>	55
1.5.5 <i>Résultats d'analyses des eaux souterraines (A210)</i>	59
2 Stockage de l'Artus	93
2.1 Etat général.....	93
2.2 Fonctionnement du drainage	94
2.3 Végétalisation et comportement à l'érosion	96
2.4 Stabilité – relevés des plots topographiques	99
2.5 Qualité des eaux de surface et souterraines (A210 et A220).....	103
2.5.1 <i>Présentation des différents points de prélèvements</i>	103
2.5.2 <i>Résultats d'analyses des eaux de surface (A220)</i>	110
2.5.3 <i>Résultats d'analyses des eaux souterraines (A210)</i>	111
2.5.4 <i>Analyses des drains de l'Artus (A210)</i>	131
2.5.5 <i>Analyses des bassins de stockage et d'évaporation (A220)</i>	141
3 Usine de l'Artus et Champ Magné.....	152
3.1 Etat général.....	152
3.2 Surveillance des eaux souterraines (A210)	154
3.2.1 <i>Présentation des points de prélèvements</i>	154
3.2.2 <i>Résultats d'analyses des eaux souterraines</i>	157
4 Plages et Usine de la Caunette.....	162
4.1 Zone des anciennes plages de la Caunette	162
4.2 Zone de l'ancienne usine de la Caunette	165

4.3	Surveillance des eaux souterraines (A210)	165
4.3.1	<i>Présentation des points de prélèvements</i>	165
4.3.2	<i>Résultats d'analyses des eaux souterraines</i>	166
5	Schéma conceptuel	172
6	Conclusion	173
	ANNEXES	174

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Situation géographique du stockage de Montredon (d'après Géoportail)	17
Figure 2 : Plan de remplacement des conduites D1 et D2 de Montredon	19
Figure 3 : Zone d'écoulement du drain de pied de Montredon	20
Figure 4 : Fiche inclinomètre IC5	30
Figure 5 : Fiche inclinomètre IC6	31
Figure 6 : Fiche inclinomètre IC7	31
Figure 7 : Fiche cellule de pression interstitielle « A »	32
Figure 8 : Fiche cellules de pression interstitielle « E1 et E2 »	32
Figure 9 : Fiche cellule de pression interstitielle « C »	33
Figure 10 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO1	33
Figure 11 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO3	34
Figure 12 : Evolution des déplacements ponctuels sur IC5 et IC6 depuis novembre 2019 (source FONDASOL)	36
Figure 13 : Relevé de pression interstitielle de la cellule A en fonction du temps	39
Figure 14 : Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2 en fonction du temps	40
Figure 15 : Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 en fonction du temps	40
Figure 16 : Position des 11 plots topographiques à Montredon	41
Figure 17 : Tassement en partie sommitale à Montredon avant travaux	43
Figure 18 : Tassement en partie sommitale à Montredon après travaux	43
Figure 19 : Fiche piézomètre SPI	45
Figure 20 : Fiche piézomètre SPJ	45
Figure 21 : Fiche piézomètre SPB	46
Figure 22 : Fiche piézomètre PZ09-03	46
Figure 23 : Fiche piézomètre PZO	47
Figure 24 : Fiche piézomètre PZ5	48
Figure 25 : Fiche piézomètre PZ6	48
Figure 26 : Fiche piézomètre MST11	49
Figure 27 : Fiche prélèvements RM1 et RM2	49
Figure 28 : Fiche piézomètre Pz central (ex Drain Central)	50
Figure 29 : Fiche drains D1 et D2	51
Figure 30 : Fiche canalisation Montredon	51
Figure 31 : Concentrations en arsenic total et dissous sur RM1	56
Figure 32 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM1	57
Figure 33 : Concentrations en arsenic total et dissous sur le RM2	57
Figure 34 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM2	58
Figure 35 : Courbes hydro-isohypses, cotes piézométriques et concentrations en arsenic des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – juin 2022	60
Figure 36 : Courbes hydro-isohypses, cotes piézométriques et concentrations en arsenic des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – décembre 2022	61
Figure 37 : Analyses du piézomètre PZ5	62
Figure 38 : Analyses du piézomètre PZ6	62
Figure 39 : Analyses du piézomètre SPI	63
Figure 40 : Analyses du piézomètre MST11	63
Figure 41 : Niveau d'eau du PZ5 et pluviométrie	65
Figure 42 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ5	66
Figure 43 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ5	66
Figure 44 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie	67
Figure 45 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6	67
Figure 46 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6	68
Figure 47 : Niveau d'eau du SPI et pluviométrie	68
Figure 48 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPI	69
Figure 49 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPI	69
Figure 50 : Niveau d'eau du MST11 et pluviométrie	70
Figure 51 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le MST11	70
Figure 52 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le MST11	71
Figure 53 : Analyses du piézomètre SPJ	72

Figure 54 : Analyses du piézomètre PZ09-03	72
Figure 55 : Analyses du piézomètre PZO	72
Figure 56 : Niveau d'eau du SPJ et pluviométrie	74
Figure 57 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPJ.....	74
Figure 58 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPJ.....	75
Figure 59 : Niveau d'eau du PZO et pluviométrie.....	75
Figure 60 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZO	76
Figure 61 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZO	76
Figure 62 : Niveau d'eau du SPB puis PZ09-03 et pluviométrie	77
Figure 63 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03	77
Figure 64 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03	78
Figure 65 : Niveau de l'eau dans le piézomètre central à Montredon	80
Figure 66 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit de la canalisation unique de Montredon	82
Figure 67 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit de la canalisation unique de Montredon	82
Figure 68 : implantation des piézomètres de surveillance de Montredon durant les travaux	84
Figure 69 : Niveaux d'eau des piézomètres en partie sommitale de Montredon après travaux	85
Figure 70 : Niveaux d'eau des piézomètres sur les flancs Sud et Est de Montredon après travaux	85
Figure 71 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-01.....	87
Figure 72 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-02.....	87
Figure 73 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-01.....	89
Figure 74 : Concentrations en As total et dissous et cyanures totaux et libres sur le PZ19-02.....	89
Figure 75 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ central.....	90
Figure 76 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-09	92
Figure 77 : Situation géographique des plages de l'Artus (d'après Géoportail).....	93
Figure 78 : Position des plots topographiques à l'Artus	99
Figure 79 : Tassement en partie sommitale du stockage de l'Artus.....	101
Figure 80 : Tassement sur les talus Nord et Sud du stockage de l'Artus	102
Figure 81 : Fiche piézomètre SEPS 1.....	103
Figure 82 : Fiche piézomètre SEPS 2.....	103
Figure 83 : Fiche piézomètre L2.....	104
Figure 84 : Fiche piézomètre L5.....	104
Figure 85 : Fiche piézomètre SC7	105
Figure 86 : Fiche piézomètre PZ14	105
Figure 87 : Fiche piézomètre PZ15	106
Figure 88 : Fiche prélèvement drain supérieur sud.....	106
Figure 89 : Fiche prélèvement drain supérieur nord	107
Figure 90 : Fiche prélèvement drain supérieur central	107
Figure 91 : Fiche prélèvement drains inférieurs.....	108
Figure 92 : Fiche prélèvement Orbiel amont des plages de l'Artus.....	108
Figure 93 : Fiche prélèvement Orbiel aval des plages de l'Artus.....	109
Figure 94 : Implantation des piézomètres autour du stockage de l'Artus	112
Figure 95 : Courbes hydro-isohypses, cotes piézométriques et concentrations en arsenic total et dissous des eaux souterraines autour du stockage de l'Artus – juin 2022.....	113
Figure 96 : Courbes hydro-isohypses, cotes piézométriques et concentrations en arsenic total et dissous des eaux souterraines autour du stockage de l'Artus – décembre 2022	114
Figure 97 : Niveau d'eau du SEPS1 et pluviométrie semestrielle	119
Figure 98 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SEPS1.....	120
Figure 99 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SEPS1	120
Figure 100 : Niveau d'eau du SEPS2 et pluviométrie semestrielle	121
Figure 101 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SEPS2.....	121
Figure 102 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SEPS2	122
Figure 103 : Niveau d'eau du L5 et pluviométrie semestrielle	122
Figure 104 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le L5.....	123
Figure 105 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le L5	123
Figure 106 : Niveau d'eau du PZ14 et pluviométrie semestrielle	124
Figure 107 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le PZ14	124
Figure 108 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ14	125
Figure 109 : Niveau d'eau du PZ15 et pluviométrie semestrielle.....	125

Figure 110 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le PZ15	126
Figure 111 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ15	126
Figure 112 : Niveau d'eau du SC7 et pluviométrie semestrielle.....	127
Figure 113 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le SC7	127
Figure 114 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SC7	128
Figure 115 : Niveau d'eau du L2 et pluviométrie semestrielle	128
Figure 116 : Concentrations en As total et dissous et niveau d'eau dans le L2.....	129
Figure 117 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le L2	129
Figure 118 : Analyses des drains et penstocks de l'Artus en 2022	132
Figure 119 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Sud.....	133
Figure 120 : Pluviométrie et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Sud	134
Figure 121 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Sud	134
Figure 122 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Nord	135
Figure 123 : Pluviométrie et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Nord	135
Figure 124 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Nord.....	136
Figure 125 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain supérieur Central.....	136
Figure 126 : Débits et flux en arsenic total et dissous du drain supérieur Central.....	137
Figure 127 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain supérieur Central	137
Figure 128 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit des drains inférieurs	138
Figure 129 : Pluviométrie et flux en arsenic total et dissous des drains inférieurs	138
Figure 130 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit des drains inférieurs.....	139
Figure 131 : Débits sur les drains Artus depuis le début de la surveillance	139
Figure 132 : Concentrations moyennes dans les bassins de l'Artus en 2022 pour les principaux éléments analysés	148
Figure 133 : Synoptique de gestion des eaux de l'Artus et moyennes analytiques en 2022 des éléments principaux	149
Figure 134 : Fiche piézomètre PZ8	155
Figure 135 : Fiche piézomètre BP11	155
Figure 136 : Niveau d'eau dans le PZ8 et pluviométrie semestrielle	159
Figure 137 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ8.....	159
Figure 138 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le PZ8	160
Figure 139 : Niveau d'eau dans le BP11 et pluviométrie semestrielle	160
Figure 140 : Concentrations en arsenic total, dissous et niveau d'eau dans le BP11.....	161
Figure 141 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le BP11.....	161
Figure 142 : Fiche piézomètre PZ7	166
Figure 143 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie semestrielle.....	168
Figure 144 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6.....	168
Figure 145 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6.....	169
Figure 146 : Niveau d'eau dans le PZ7 et pluviométrie semestrielle	169
Figure 147 : Concentrations en arsenic total, dissous et niveau d'eau dans le PZ7	170
Figure 148 : Concentrations en cyanures totaux, libres et niveau d'eau dans le PZ7	170
Figure 149 : Schéma conceptuel des pollutions et transferts potentiels	172

Photo 1 : Puits de pompage n°4 en partie sommitale (19/04/22)	18
Photo 2 : Compteur centralisé du pompage des 4 puits (19/04/22)	18
Photo 3 : Jonction des deux nouvelles conduites des drains D1 et D2 (05/07/22)	19
Photo 4 : Exutoire au niveau du regard de la station de la canalisation unique de Montredon (drains sud et nord et 4 puits de pompage) (21/06/22)	19
Photo 5 : Clôture flanc sud déplacée pour mettre la conduite à l'intérieur du périmètre	19
Photo 6 : Sortie du drain de pied du flanc est de Montredon (28/03/22)	20
Photo 7 : Flanc Ouest de Montredon (12/12/22)	21
Photo 8 : Flanc Ouest de Montredon – Merlon de protection des descentes d'eau (07/11/22)	21
Photo 9 : Descente d'eau avec membrane bitumineuse flanc Ouest (12/12/22)	21
Photo 10 : Réparation géomembrane sur descente d'eau flanc ouest (15/12/22)	21
Photo 11 : Déchaussement d'un drain - Flanc ouest (09/09/21)	22
Photo 12 : Réparation du déchaussement du drain - Flanc ouest (12/12/22)	22
Photo 13 : Fossé sur la plateforme +248m NGF (12/12/22)	22
Photo 14 : Caniveau avec stagnation d'eau + 248 m NGF (12/12/22)	22
Photo 15 : Exutoire milieu plateforme +248m NGF (12/12/22)	23
Photo 16 : Exutoire début de la plateforme +248mNGF (vue d'en bas) (12/12/22)	23
Photo 17 : Drains sub-horizontaux sur le talus aval du flanc ouest (12/12/22)	23
Photo 18 : Bassin de tranquillisation en bas de l'exutoire milieu plateforme +248m (12/12/22)	23
Photo 19 : Etiquetage ouvrages de surveillance (14/12/22)	24
Photo 20 : Piquetage des rangées de pieux de confortement sur le flanc ouest (07/11/22)	24
Photo 21 : Piste du flanc sud (07/11/22)	25
Photo 22 : Portail du flanc sud (21/12/22)	25
Photo 23 : Erosion jusqu'à l'accroche terre (12/12/22)	25
Photo 24 : Couvercle buse remis en place (05/10/22)	25
Photo 25 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (21/02/22)	26
Photo 26 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (30/05/22)	26
Photo 27 : Merlon de protection sur le flanc Est (12/12/22)	27
Photo 28 : Réparation de la géomembrane sur le flanc Est (12/12/22)	27
Photo 29 : Vue de la partie sommitale de Montredon (21/12/22)	28
Photo 30 : Fossé membrané en partie sommitale (12/12/22)	29
Photo 31 : Nettoyage fossé membrané en partie sommitale (11/10/22)	29
Photo 32 : Ornières en partie sommitale (15/12/22)	29
Photo 33 : Marquage plot topographique en partie sommitale (11/10/22)	29
Photo 34 : Matériel de prélèvement des eaux souterraines	54
Photo 35 : Photo 36 : Débris de végétaux à proximité du MST11 après un orage (mars 2022)	65
Photo 37 : Point de vue n°1 – flanc est (16/08/22)	94
Photo 38 : Point de vue n°2 – piste côté nord (16/08/22)	94
Photo 39 : Point de vue n°3 – flanc ouest (16/08/22)	94
Photo 40 : Point de vue n°4 – flanc sud (16/08/22)	94
Photo 41 : Bassin de collecte des drains inférieurs avant curage (24/01/22)	95
Photo 42 : Bassin de collecte des drains inférieurs après curage (04/05/22)	95
Photo 43 : Déversoir amont vers le bassin de dissipation d'énergie (24/01/22)	96
Photo 44 : Bassin de dissipation d'énergie vue depuis le déversoir amont (12/12/22)	96
Photo 45 : Localisation des désordres identifiés sur l'Artus (source FONDASOL)	96
Photo 46 : Bassin de collecte des eaux de ruissellement nettoyé (désordre n°6) (05/07/22)	97
Photo 47 : Fil d'eau en sortie buse nord protégé (désordre n°6) (05/07/22)	97
Photo 48 : Affleurement de résidus avant recouvrement (désordre n°2) - 05/01/22	97
Photo 49 : Affleurement de résidus recouvert et zone remodelée (désordre n°2) - 27/06/22	97
Photo 50 : Fossé reprofilé en enrochement bétonné (désordre n°5) - 30/08/22	97
Photo 51 : Fossé reprofilé en enrochement bétonné (désordres n°7et 8) - 27/06/22	97
Photo 52 : Piste flanc ouest reprofilée (05/07/22)	98
Photo 53 : Création d'un fossé de canalisation des eaux de ruissellement le long de la piste (05/07/22)	98
Photo 54 : Rejet d'eau bétonné en aval de la piste flanc ouest (08/07/22)	98
Photo 55 : Portail accès Nord (08/07/22)	98
Photo 56 : Vue des six bassins d'évaporation (avril 2022)	141
Photo 57 : Zone du champ Magné (14/06/22)	152
Photo 58 : Zone de l'ancienne usine Artus – accès dégagé au PZ8 (08/02/22)	152

Photo 59 : Caniveau d'évacuation des eaux pluviales traversant le champ Magné (14/06/22)	153
Photo 60 : Caniveau d'évacuation des eaux pluviales traversant le champ Magné (20/12/22)	153
Photo 61 : Bassin de dissipation après les pluies (14/03/22)	153
Photo 62 : Bassin de dissipation à curer (16/08/22)	153
Photo 63 : Situation des piézomètres / anciennes unités ICPE en 2003 (sur fond Géoportail)	156
Photo 64 : Vue aérienne du site des anciennes plages de la Caunette de 2003 (fond de carte Géoportail)	162
Photo 65 : Vue générale du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon	162
Photo 66 : Vue sur le château de la Caunette depuis l'ancienne plage de la Caunette (23/12/22)	163
Photo 67 : Végétation au niveau des anciennes plages (23/12/22)	163
Photo 68 : Piste entourant les anciennes plages (30/05/22)	163
Photo 69 : Caniveau ceinturant le site avec une végétation très dense (23/12/22)	163
Photo 70 : Accès condamné à l'ancienne plage (30/05/22)	164
Photo 71 : Traces de chenilles sur les anciennes plages (23/12/22)	164
Photo 72 : Traces passage d'engin (23/12/22)	164
Photo 73 : Vue du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon (17/05/22)	165

Tableau 1 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 1 ^{er} semestre 2022.....	37
Tableau 2 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 2 ^{ème} semestre 2022	38
Tableau 3 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon	42
Tableau 4 : Matériel technique utilisé lors des campagnes de prélèvement.....	52
Tableau 5 : Analyses des eaux superficielles autour de Montredon	55
Tableau 6 : Analyses de la canalisation unique des eaux de Montredon.....	81
Tableau 7 : Caractéristiques des piézomètres suivi renforcé de Montredon.....	83
Tableau 8 : Analyses du PZ18-01	86
Tableau 9 : Analyses du PZ18-02	86
Tableau 10 : Analyses du PZ19-01	88
Tableau 11 : Analyses du PZ19-02	88
Tableau 12 : Analyses du PZ Central.....	90
Tableau 13 : Analyses du SD18-09.....	91
Tableau 14 : Relevés topographiques sur le stockage de l'Artus	100
Tableau 15 : Analyses dans l'Orbiel en amont et en aval du site de l'Artus.....	110
Tableau 16 : Analyses sur le piézomètre L5 en amont du site de l'Artus	115
Tableau 17 : Analyses sur le piézomètre PZ14 sur le site de l'Artus	115
Tableau 18 : Analyses sur le piézomètre PZ15 sur le site de l'Artus	116
Tableau 19 : Analyses sur le piézomètre SC7 en aval du site de l'Artus.....	116
Tableau 20 : Analyses sur le piézomètre L2 entre l'Orbiel et le bassin 6 de l'Artus	117
Tableau 21 : Analyses sur le piézomètre SEPS1 en aval du site de l'Artus	117
Tableau 22 : Analyses sur le piézomètre SEPS2 en aval du site de l'Artus	118
Tableau 23 : Analyses des bassins de l'Artus (janvier 2022)	142
Tableau 24 : Analyses des bassins de l'Artus (février 2022).....	142
Tableau 25 : Analyses des bassins de l'Artus (mars 2022)	143
Tableau 26 : Analyses des bassins de l'Artus (avril 2022).....	143
Tableau 27 : Analyses des bassins de l'Artus (mai 2022)	144
Tableau 28 : Analyses des bassins de l'Artus (juin 2022)	144
Tableau 29 : Analyses des bassins de l'Artus (juillet 2022)	145
Tableau 30 : Analyses des bassins de l'Artus (août 2022)	145
Tableau 31 : Analyses des bassins de l'Artus (septembre 2022)	146
Tableau 32 : Analyses des bassins de l'Artus (octobre 2022).....	146
Tableau 33 : Analyses des bassins de l'Artus (novembre 2022)	147
Tableau 34 : Analyses des bassins de l'Artus (décembre 2022)	147
Tableau 35 : Analyses du SCN, CN totaux, HCO3, COT et As dissous annuellement sur les bassins Artus.....	150
Tableau 36 : Analyses en arsenic dissous dans les bassins depuis 2018	151
Tableau 37 : Analyses sur le piézomètre PZ8	157
Tableau 38 : Analyses sur le piézomètre BP11	157
Tableau 39 : Analyses du piézomètre PZ6.....	167
Tableau 40 : Analyses du piézomètre PZ7	167

Résumé non technique

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

Les stockages principaux sont Montredon et l'Artus.

Les travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage de Montredon se sont terminés en mai 2021. En septembre 2021, un fort épisode orageux a occasionné quelques désordres sur les descentes d'eaux. Ces désordres ont été réparés à l'automne 2022.

Les plots topographiques n'ont pas présenté d'évolutions importantes en 2022. De même, les cellules de pression interstitielles ne montrent pas d'évolution particulière, même si une tendance à la baisse se dessine, ce qui signifierait une désaturation du stockage. Cela est également constaté par l'assèchement progressif des piézomètres en partie sommitale du stockage.

Les inclinomètres IC5 et IC6 sur le flanc Ouest, complétés par IC7 sur le flanc Est, n'ont montré aucun mouvement significatif en 2022.

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.

Le stockage de l'Artus ne présente pas non plus d'évolution notable. Les désordres identifiés les années précédentes ont été repris à l'été 2022. En particulier, des compléments en enrochements bétonnés sur des descentes d'eaux et le curage des bassins de tranquillisation ont été réalisés. Cela doit permettre une meilleure gestion des eaux pluviales sur le site.

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 2022
	<p><u>Stockage de Montredon pour l'année 2022</u></p> <p>Suite aux travaux de rétablissement du confinement étanche du stockage en 2020 et 2021, un épisode pluvieux intense à l'automne 2021 a mis à mal quelques descentes d'eau. Des travaux de reprises de ces désordres ont été réalisés en 2022.</p> <p>Les niveaux d'eau des piézomètres installés en partie sommitale ont tous diminué en 2022 : la plupart sont maintenant à sec fin 2022 (SD18-03, SD18-04 et SD18-05), ou ne contiennent plus que de la boue (SD18-10 et SD18-13). Cela montre que les eaux pluviales ne pénètrent plus dans le stockage et que le pompage des eaux via les puits est efficace.</p> <p>En termes de qualité, le piézomètre le plus impacté présentant les plus importantes concentrations en arsenic reste celui ciblant les eaux internes au stockage (PZ Central).</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 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 en 2022.</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 depuis la fin des travaux.</p> <p>Les plots topographiques n'indiquent pas de mouvements significatifs en 2022.</p> <p><u>Stockage de l'Artus pour l'année 2022</u></p> <p>L'état général du stockage de l'Artus n'a pas beaucoup évolué en 2022. Des travaux de reprise des désordres tels que des zones d'érosion et des descentes d'eaux endommagées ont été réalisés en 2022 suite à l'expertise menée par Fondasol en 2021.</p> <p><u>Usine Artus et champ Magné pour l'année 2022</u></p> <p>L'état général de l'ancienne zone de l'usine Artus et du champ Magné ne présente pas d'évolutions majeures pour l'année 2022 par rapport aux années précédentes.</p> <p><u>Plages et usine de la Caunette pour l'année 2022</u></p> <p>L'état général des anciennes plages et de l'usine de la Caunette ne présente pas d'évolutions majeures pour l'année 2022 par rapport aux années précédentes.</p>

Prestation élémentaire A210 – Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	
Eaux souterraines - Résultats analytiques	<ul style="list-style-type: none"> - Pour Montredon : les eaux de la canalisation unique de Montredon, qui regroupe depuis mai 2021 les anciens drains D1 et D2 ainsi que les eaux des 4 puits de pompage de Montredon, s'écoulent normalement et 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 2022 par rapport aux valeurs constatées les années 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 (42,7 mg/L pour le PZ14 et 7,72 mg/L pour le PZ15 en moyenne sur 2022). 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 2022 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, lorsqu'il y a suffisamment d'eau, les concentrations en arsenic sont restées stables en 2022 et conformes aux concentrations relevées les précédentes années.
Conclusion et préconisations	
Surveillance des stockages	La surveillance des stockages va se poursuivre en 2023 selon le marché de travaux HASUD210716.
Eaux souterraines	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 2023, ainsi que le remplacement de certains ouvrages de diamètre trop réduit pour une purge correcte.

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 EUROFINIS 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 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 site de Montredon est dans un bon état général. Les travaux de reprise d'étanchéité ont été terminés en 2021. Malheureusement, suite à un épisode pluvieux intense en septembre 2021 et le manque de développement du couvert végétal, quelques désordres sont apparus essentiellement sur des descentes d'eau. La reprise de ces désordres a été réalisée en octobre 2022.

La clôture mise en place en 2021 est en état. Elle a fait l'objet en novembre 2022 d'une reprise sur le flanc sud afin de repositionner la canalisation de Montredon à l'intérieur de l'enceinte clôturée.

Les plants mis en place lors de la végétalisation du site ont fait l'objet d'un entretien en 2022 (arrosage). La couverture herbacée commence lentement à se développer.



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 2022, les 4 puits de pompage mis en place en 2021 ont fonctionné normalement depuis le 31/01/2022. Selon la séquence initiale de pompage 1 seule pompe fonctionne à la fois et alternativement pendant 3heures 7j/7j. Il semble que le pompage commence à porter ces fruits car la quasi-totalité des piézomètres de sub-surface (profondeur inférieure à 5m) en partie sommitale sont à sec ou ne contiennent plus que de la boue. A terme, ces 4 puits doivent permettre à terme d'éliminer la nappe perchée présente au sein du stockage et donc toute fuite d'effluent à travers le flanc Est.



Photo 1 : Puits de pompage n°4 en partie sommitale
(19/04/22)



Photo 2 : Compteur centralisé du pompage des 4 puits (19/04/22)

1.2.2 Drains périphériques

Les drains périphériques D1 (côté Sud du stockage) et D2 (côté Nord du stockage) récupéraient les eaux du flanc ouest selon deux tracés. Ces 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 (cf. Plan ci-après).

Les eaux des 4 puits de pompage intermittents sont raccordées à cette même conduite avant de s'écouler par gravité jusqu'à la station. Le débit est relevé toutes les semaines par l'exploitant de la station de la Combe du Saut et tous les mois par MINELIS (cf. § 1.5.4.4.).

A noter que la clôture du flanc sud de Montredon a été déplacée afin de mettre la tuyauterie du drain à l'intérieur de l'enceinte clôturée (novembre 2022).

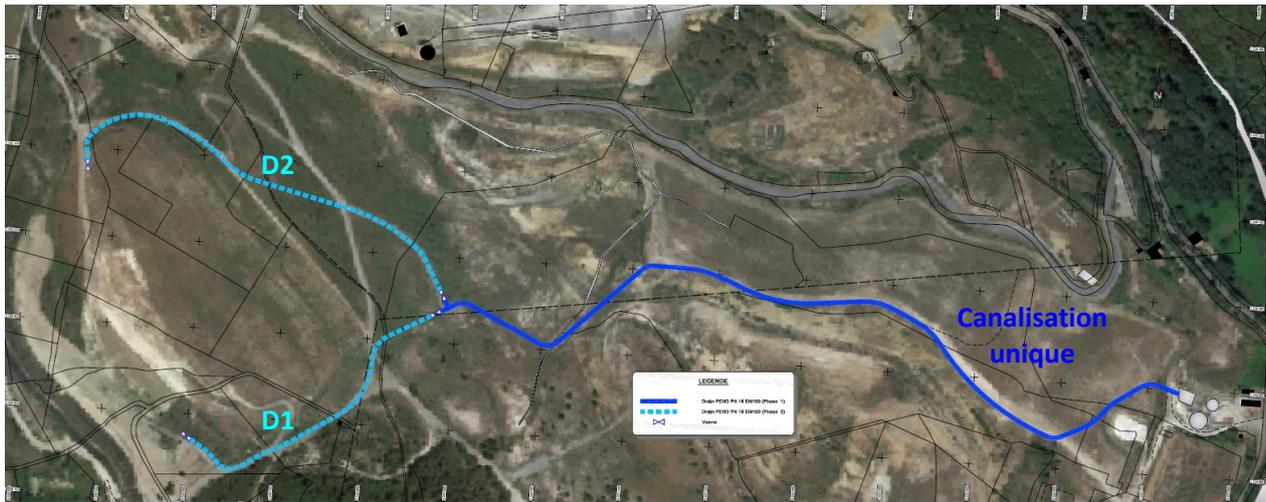


Figure 2 : Plan de remplacement des conduites D1 et D2 de Montredon



Photo 3 : Jonction des deux nouvelles conduites des drains D1 et D2 (05/07/22)



Photo 4 : Exutoire au niveau du regard de la station de la canalisation unique de Montredon (drains sud et nord et 4 puits de pompage) (21/06/22)



Photo 5 : Clôture flanc sud déplacée pour mettre la conduite à l'intérieur du périmètre

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 en cas de détection de concentrations 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. Toutefois la végétation devient très envahissante à cet endroit, qu'il conviendrait de traiter régulièrement.

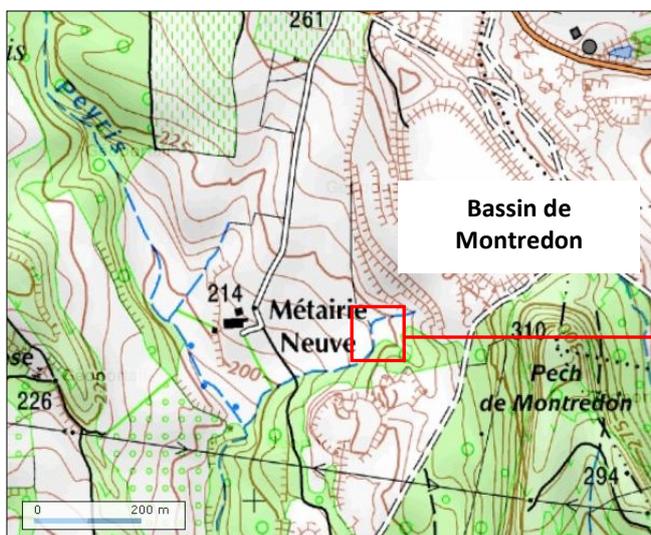


Figure 3 : Zone d'écoulement du drain de pied de Montredon



Photo 6 : Sortie du drain de pied du flanc est de Montredon (28/03/22)

1.3 Végétalisation et comportement à l'érosion

1.3.1 Flanc Ouest du stockage de Montredon

Des travaux de reprise de quelques désordres survenus à l'automne 2021 (suite à un épisode de 100 mm de pluie en 2 jours) ont été entrepris à partir de septembre 2022. Ceux-ci consistent essentiellement à la mise en place de merlons de protections le long de certaines descentes d'eau, en particulier aux intersections. Des ruptures sur quelques géomembranes ont également fait l'objet de réparations.



Photo 7 : Flanc Ouest de Montredon (12/12/22)



Photo 8 : Flanc Ouest de Montredon – Merlon de protection des descentes d'eau (07/11/22)



Photo 9 : Descente d'eau avec membrane bitumineuse flanc Ouest (12/12/22)



Photo 10 : Réparation géomembrane sur descente d'eau flanc ouest (15/12/22)

Un drain avait été déchaussé en 2021 sur le flanc Ouest. Celui-ci a été réparé et englobé dans un enrochement bétonné en 2022.



**Photo 11 : Déchaussement d'un drain - Flanc ouest
(09/09/21)**



**Photo 12 : Réparation du déchaussement du drain -
Flanc ouest (12/12/22)**

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 et 2022. Un exutoire en enrochements bétonnés a été créé en milieu de plateforme afin de permettre l'évacuation des eaux de cette plateforme.



**Photo 13 : Fossé sur la plateforme +248m NGF
(12/12/22)**



**Photo 14 : Caniveau avec stagnation d'eau + 248 m
NGF (12/12/22)**

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



Photo 15 : Exutoire milieu plateforme +248m NGF (12/12/22)



Photo 16 : Exutoire début de la plateforme +248mNGF (vue d'en bas) (12/12/22)

Le talus aval du flanc Ouest ne présente pas de désordres particuliers : les drains sub horizontaux installés en 2017 sont bien en place. Le bassin de tranquillisation en aval de l'exutoire central de la plateforme +248m a été curé.



Photo 17 : Drains sub-horizontaux sur le talus aval du flanc ouest (12/12/22)



Photo 18 : Bassin de tranquillisation en bas de l'exutoire milieu plateforme +248m (12/12/22)

Un étiquetage de l'ensemble des ouvrages de surveillance de Montredon a été mis en place fin 2022. Un piquetage a également été réalisé pour matérialiser les rangées de pieux de confortement du flanc ouest de Montredon.



**Photo 19 : Etiquetage ouvrages de surveillance
(14/12/22)**



Photo 20 : Piquetage des rangées de pieux de confortement sur le flanc ouest (07/11/22)

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. En 2022, la clôture a été déplacée afin de mettre la conduite du drain sud de Montredon à l'intérieur de l'enceinte clôturée.



Photo 21 : Piste du flanc sud (07/11/22)



Photo 22 : Portail du flanc sud (21/12/22)

Un merlon de protection le long de la descente d'eau du flanc sud a été mis en place en 2022, afin de bien canaliser les eaux et éviter les débordements pouvant endommager la piste.

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, ces traces d'érosion ne semblent pas avoir évolué en 2022 et seront surveillées en 2023. Le couvercle des buses sur le flanc sud a été remis en place.



Photo 23 : Erosion jusqu'à l'accroche terre (12/12/22)



Photo 24 : Couvercle buse remis en place (05/10/22)

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. Quelques zones d'érosion le long de ces descentes d'eau ont été reprises en 2022 en créant des merlons de protection, notamment aux jonctions de ces descentes.



Photo 25 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (21/02/22)



Photo 26 : Panorama du flanc est du stockage de Montredon (30/05/22)



**Photo 27 : Merlon de protection sur le flanc Est
(12/12/22)**



**Photo 28 : Réparation de la géomembrane sur le flanc
Est (12/12/22)**

1.3.4 Partie sommitale du stockage de Montredon

La partie sommitale de Montredon reprise entièrement en 2021 pour refaire le complexe d'étanchéité a été végétalisée. La végétation commence à se développer lentement malgré une année 2022 très sèche (seulement 500 mm de pluie contre 750 mm en moyenne sur les 10 dernières années).



Photo 29 : Vue de la partie sommitale de Montredon (21/12/22)

On notera, suites aux pluies de septembre et novembre 2021, que des fossés membranés de faibles pentes se sont remplis partiellement de terre issue de la couverture. Ces fossés ont été nettoyés en 2022.

On notera que durant les travaux de réparation des désordres de Montredon, la circulation des engins de chantier a fini par former quelques ornières. Celles-ci devront être surveillées dans les mois qui viennent afin de vérifier qu'elles ne s'aggravent pas avec les pluies.

Enfin, comme sur l'ensemble des ouvrages de surveillance de Montredon, un marquage a été mis en place sur les plots topographiques.



**Photo 30 : Fossé membrané en partie sommitale
(12/12/22)**



**Photo 31 : Nettoyage fossé membrané en partie
sommitale (11/10/22)**



Photo 32 : Ornières en partie sommitale (15/12/22)



**Photo 33 : Marquage plot topographique en partie
sommitale (11/10/22)**

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 (non relevé entre août 2019 et octobre 2022 en raison d'un problème de connectique) et C côté ouest, SCO1 et SCO3 au sommet ;
- **4 piézomètres** SPI, SPJ, SPB et PzO côté ouest ; **3 piézomètres** Pz6, Pz5 et MST11 coté est ;
- **11 plots topographiques** au sommet.

Les caractéristiques des ouvrages sont données dans les **Figure 4** à **Figure 11** pages suivantes.

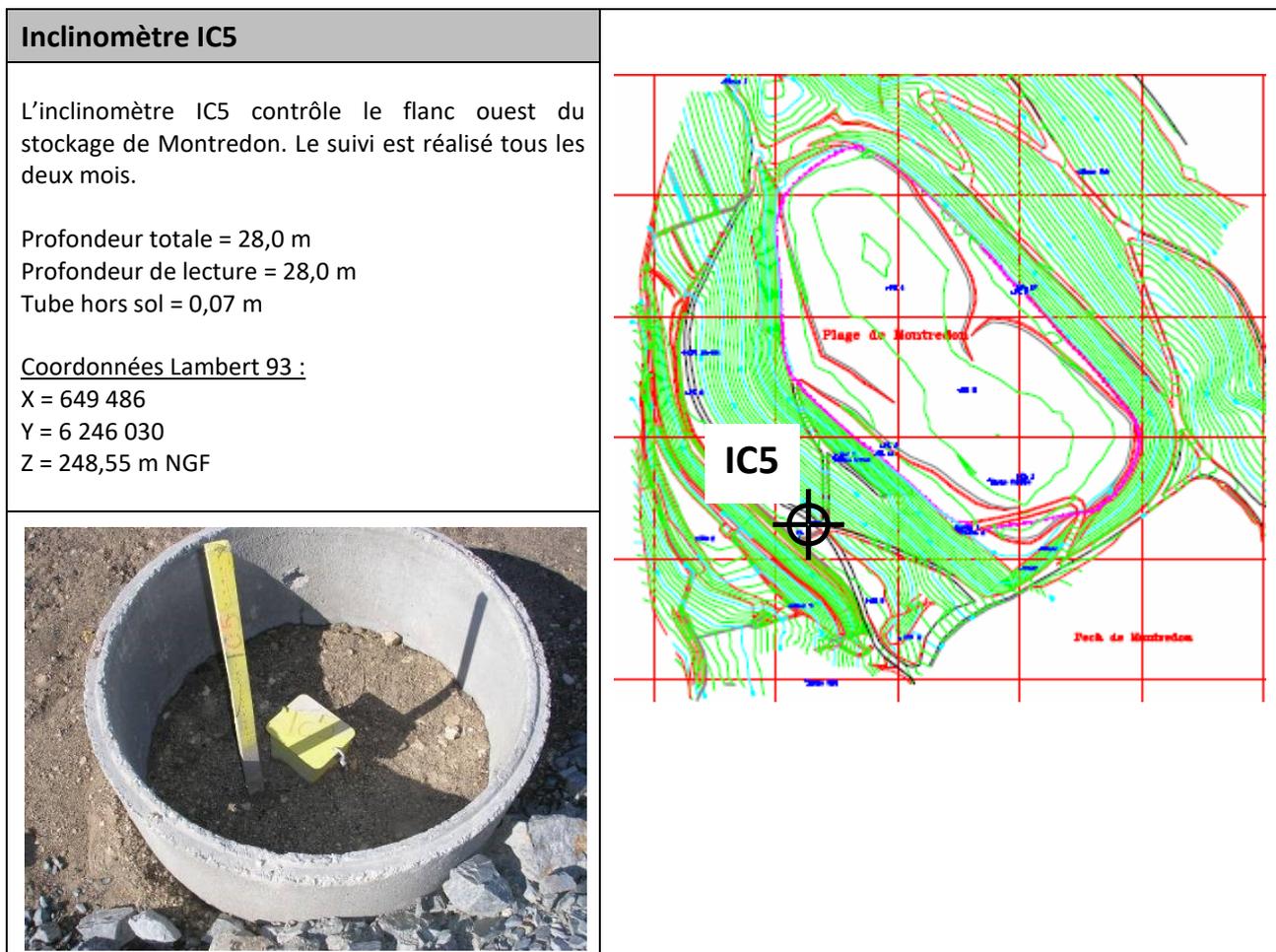


Figure 4 : Fiche inclinomètre IC5

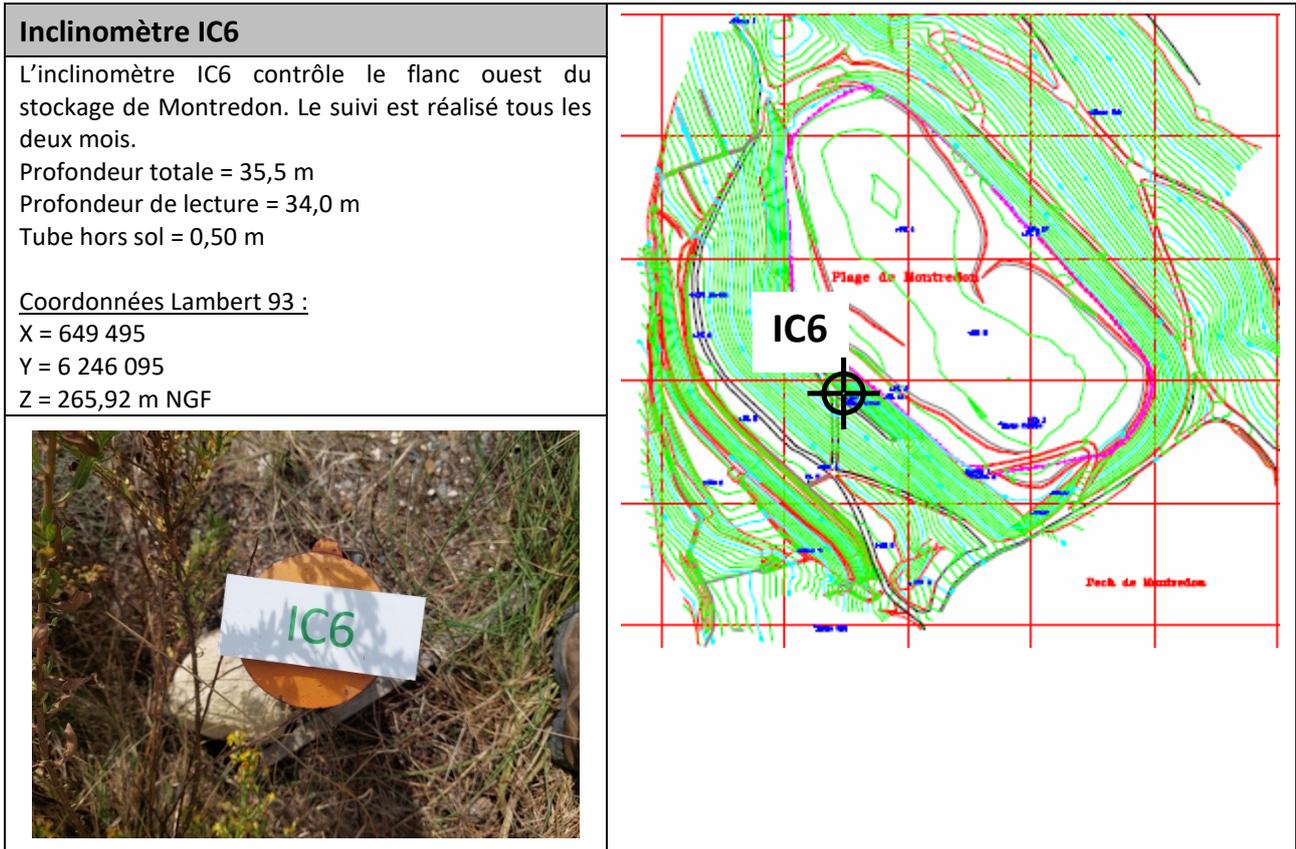


Figure 5 : Fiche inclinomètre IC6

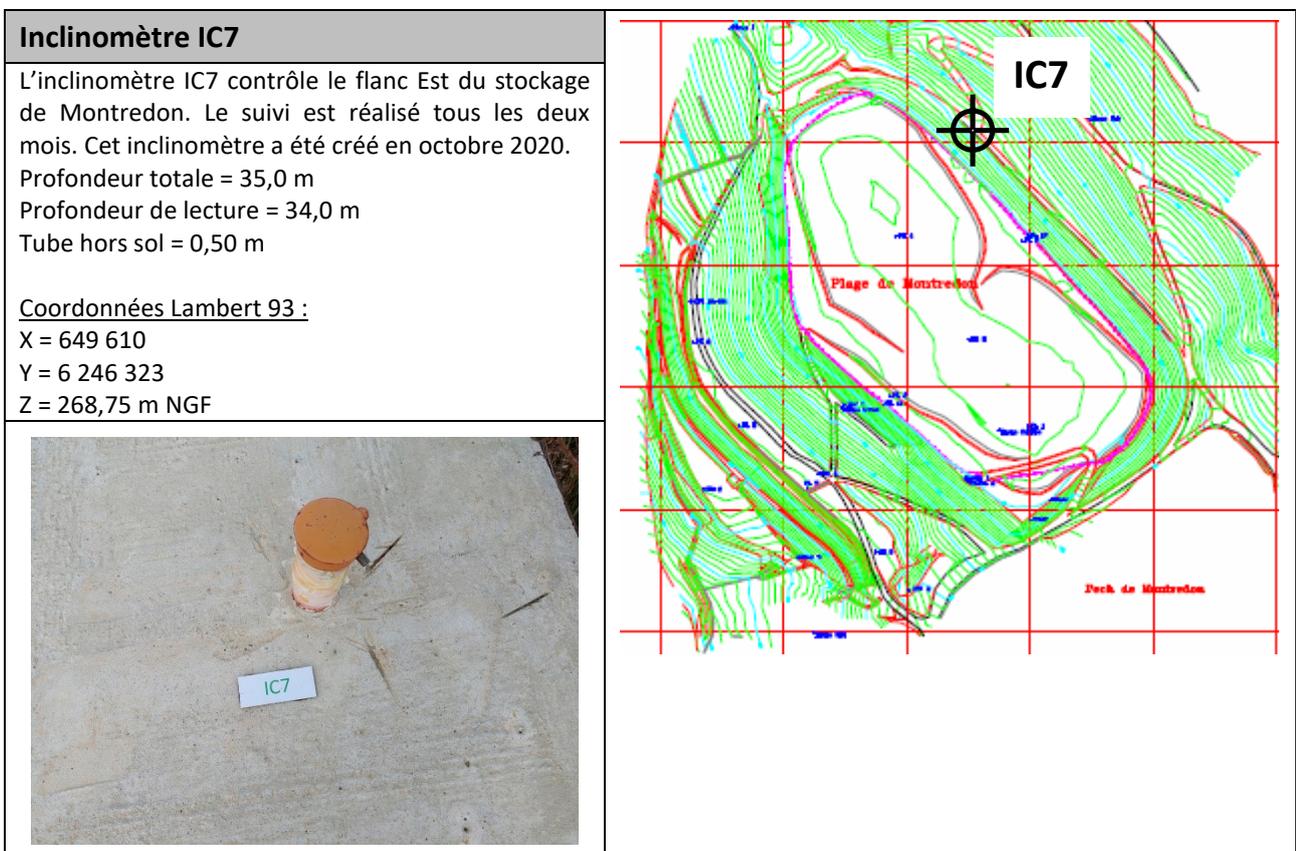


Figure 6 : Fiche inclinomètre IC7

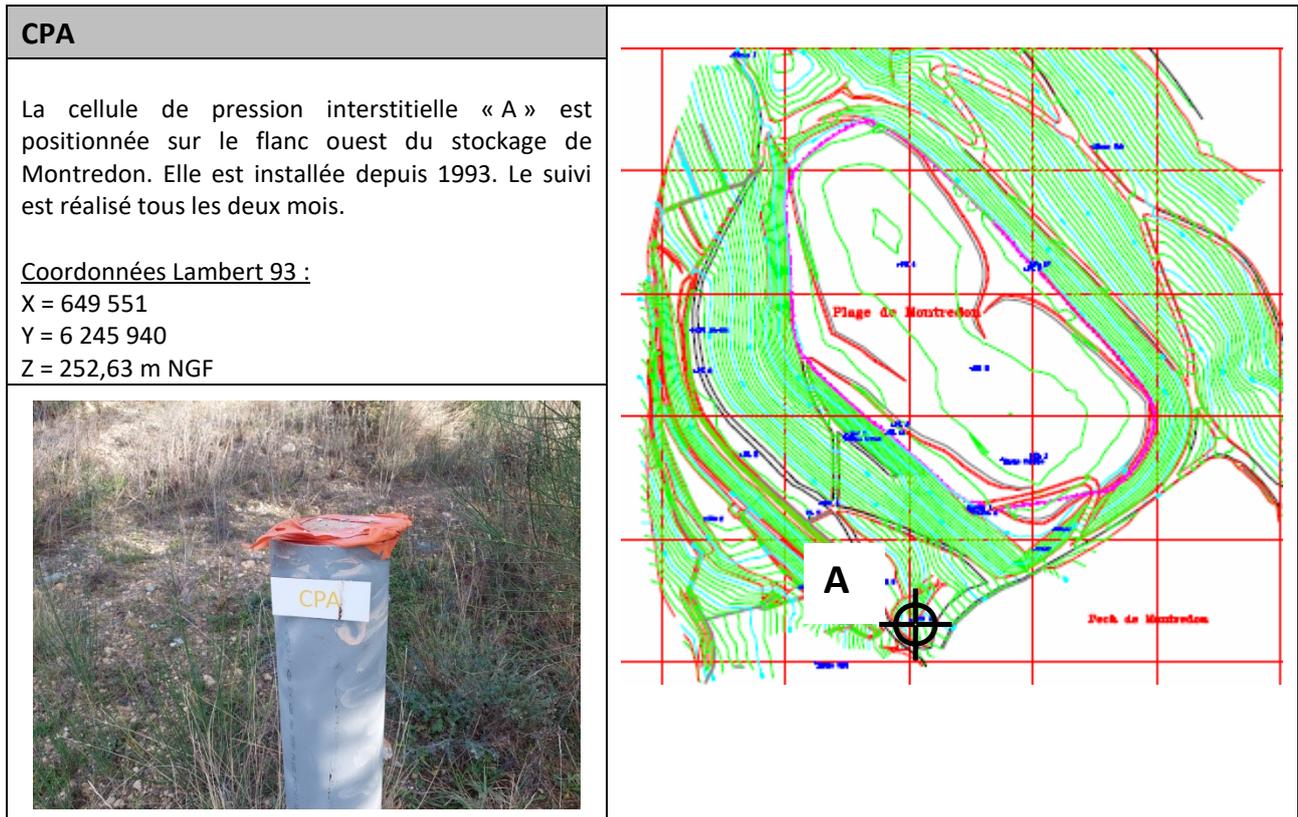


Figure 7 : Fiche cellule de pression interstitielle « A »

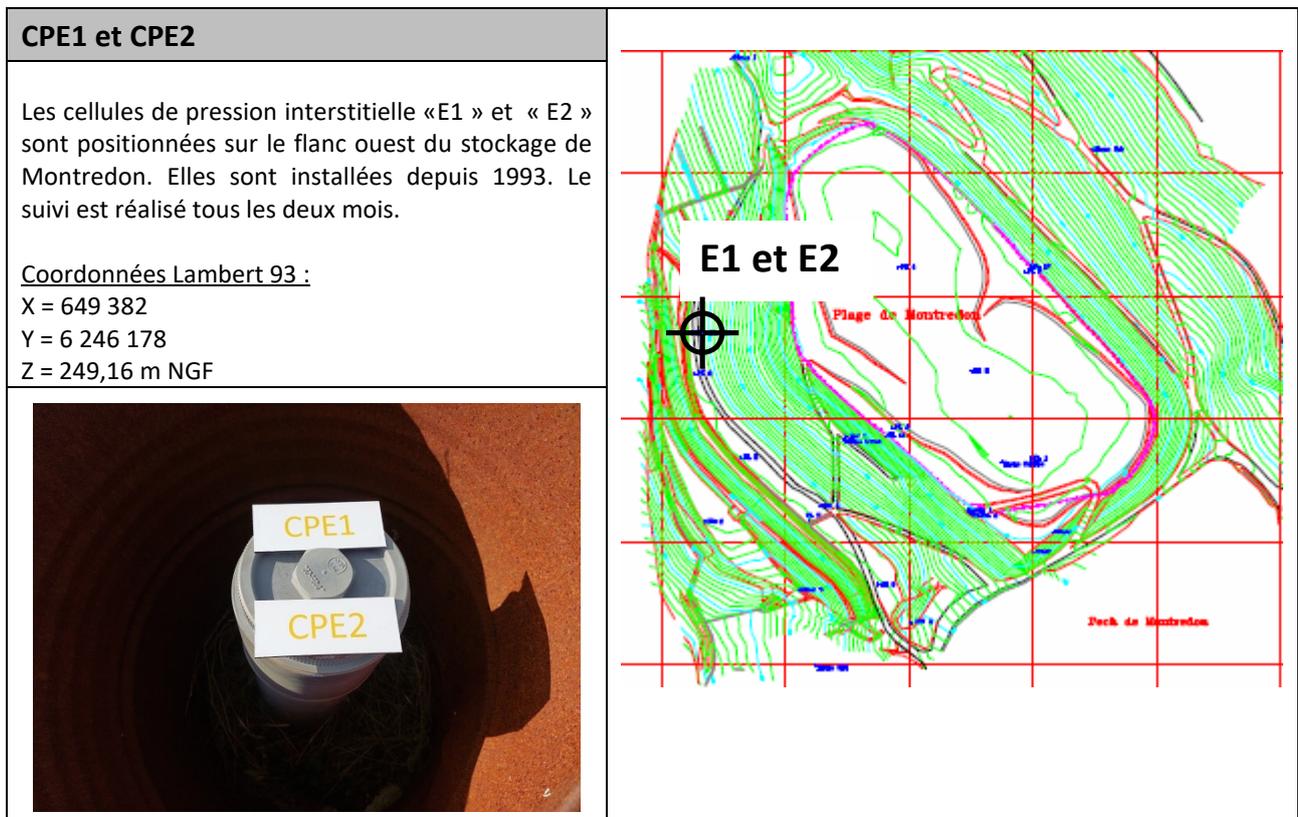


Figure 8 : Fiche cellules de pression interstitielle « E1 et E2 »

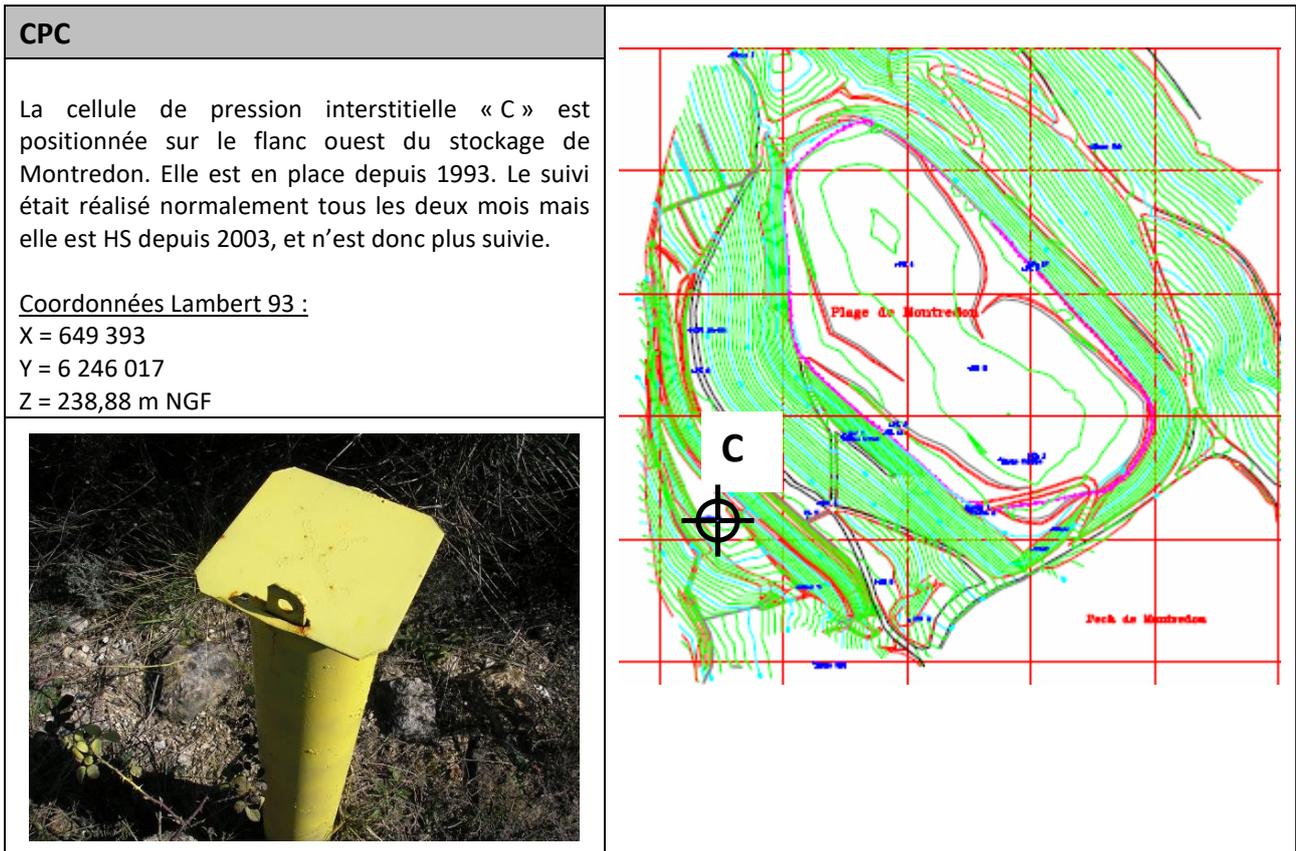


Figure 9 : Fiche cellule de pression interstitielle « C »

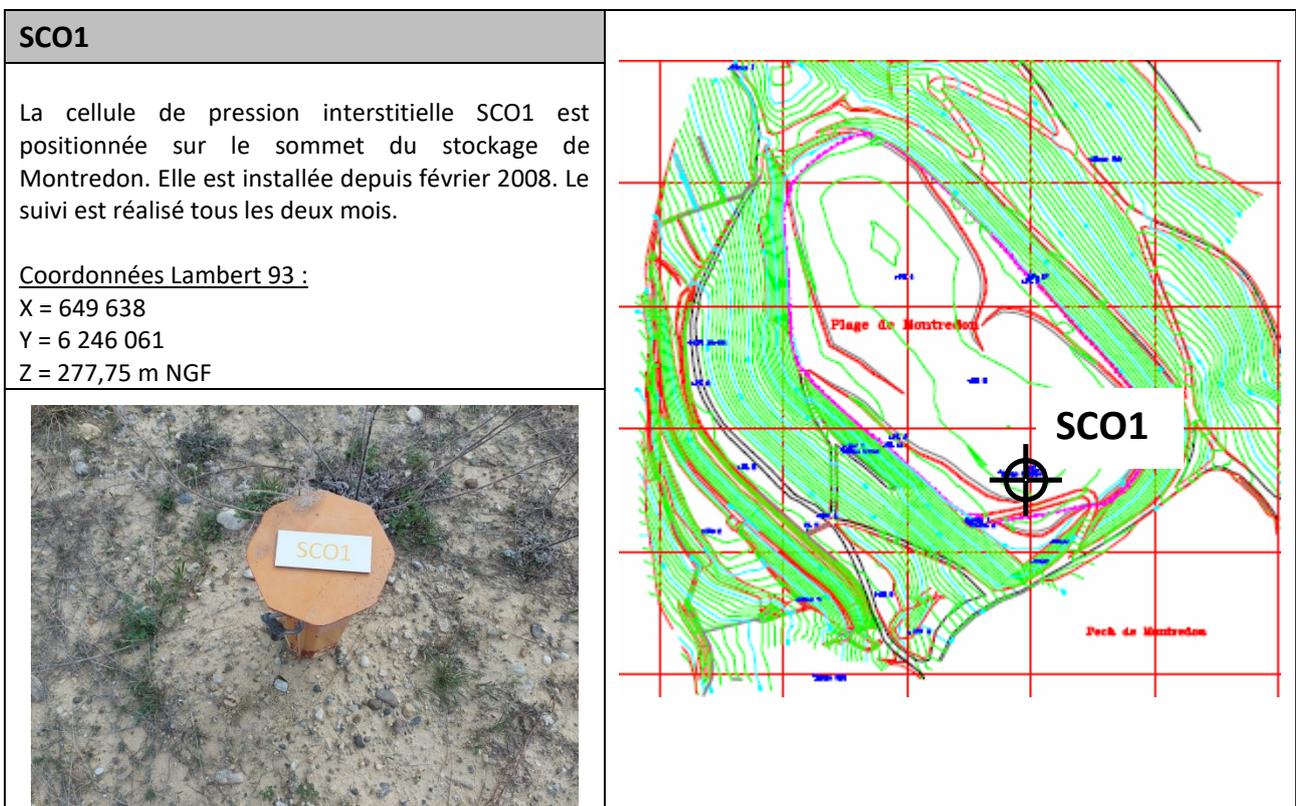


Figure 10 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO1

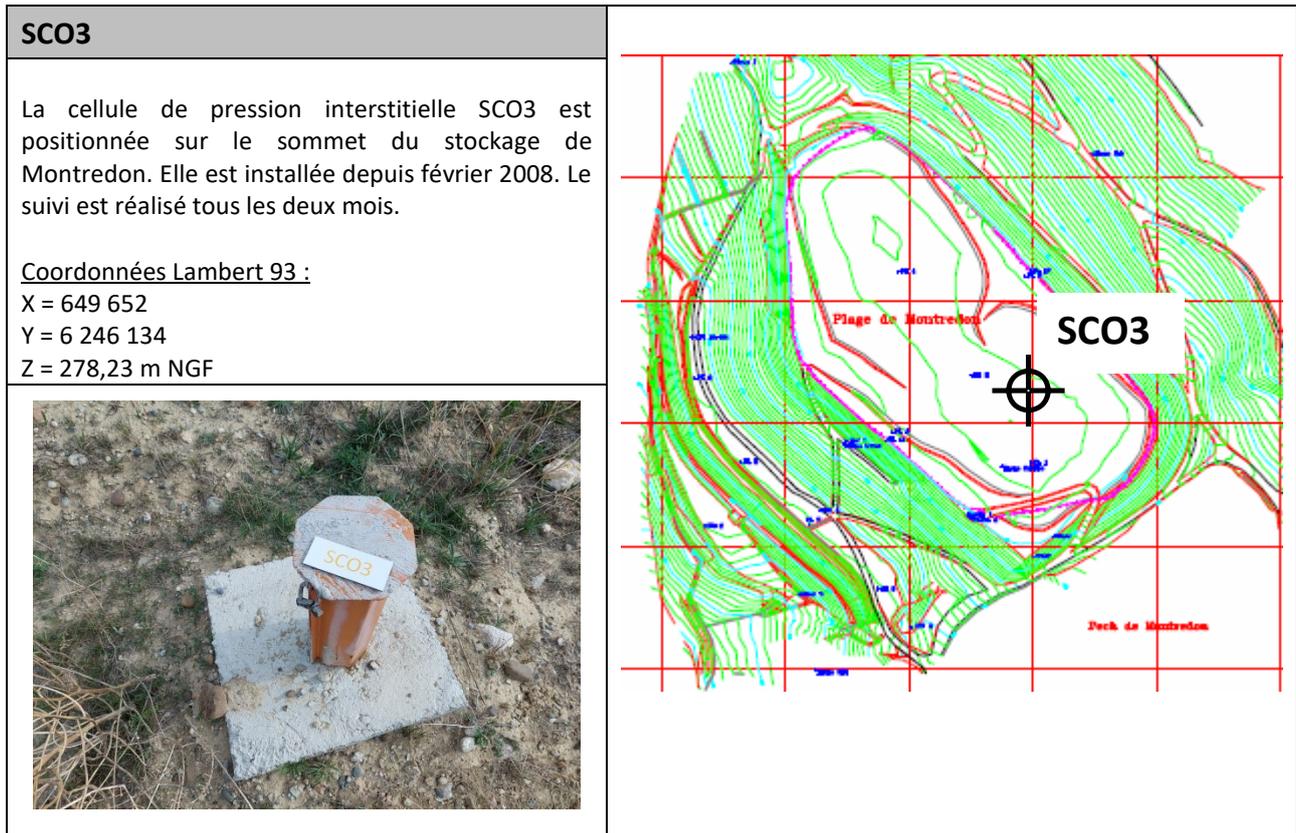


Figure 11 : Fiche cellule de pression interstitielle SCO3

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 2022, les relevés inclinométriques ont été réalisés aux dates suivantes :

- 15 février 2022,
- 26 avril 2022,
- 29 juin 2022,
- 23 août 2022,
- 8 novembre 2022,
- 02 janvier 2023.

On rappellera ici les principales conclusions données par FONDASOL à l'issue du dernier levé du 02 janvier 2023. Les rapports de contrôle inclinométriques sont donnés en ANNEXE.

Inclinomètre IC5 :

A noter qu'un problème de mesure (déraillement de la sonde) n'a pas rendu exploitable la dernière mesure du 02 janvier 2023. Les commentaires sont donc basés sur le levé précédent du 8 novembre 2022.

- Comparé à Novembre 2019, on note un déplacement oscillant autour de 0, sans déplacement cumulé en tête sur cette mesure avec peu d'évolution depuis la précédente mesure et indiquant l'absence de mouvements significatifs au droit de cet ouvrage. En appliquant strictement la Norme, le déplacement cumulé serait proche de 1mm pour cette dernière mesure.
- Les déplacements ponctuels suivis depuis Novembre 2019 sont proches de 0 mm sur cette dernière comparaison à 12 m, 12,5 m et 20,5 m, avec très peu d'évolution de puis les derniers relevés.

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 janvier 2023, confirme l'arrêt de la cinétique d'augmentation des déplacements observés depuis le début de l'année avec un retour à 1,2 cm, contre 1,7 cm de déplacement en juin, à 5 m de profondeur. En appliquant strictement la Norme, ils n'atteindraient que 1 mm à partir de 3 m de profondeur. Aucun déplacement n'est observé depuis le dernier relevé.

L'évolution des déplacements ponctuels montreraient de très faibles variations autour de 25 / 26 m de profondeur (entre 2 et 4 mm vers l'aval), **avec un retour à une amplitude plus faible comparable à celle de juin 2021 et une stabilisation depuis la dernière mesure.**

Inclinomètre IC7 :

- Avec un ancrage à 30 m de profondeur, les déplacements cumulés seraient proches de 0 avec ou sans interprétation stricte de la Norme.
- Les déplacements calculés peuvent donc être considérés comme négligeables.

En synthèse, la mesure réalisée depuis Novembre 2019 sur IC5 et IC6 est de bonne qualité et a montré l'absence de mouvements significatifs pour une exploitation stricte de la Norme (sauf pour IC5 en janvier 2023, problème de sonde).

En mesure brute, le léger mouvement observé sur IC6 depuis le début de l'année 2022 s'est stabilisé sur cette dernière mesure avec une amplitude de mouvement qui reste faible.

Enfin, suite à la réalisation de l'inclinomètre IC7, les mesures inclinométriques de janvier 2023 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).

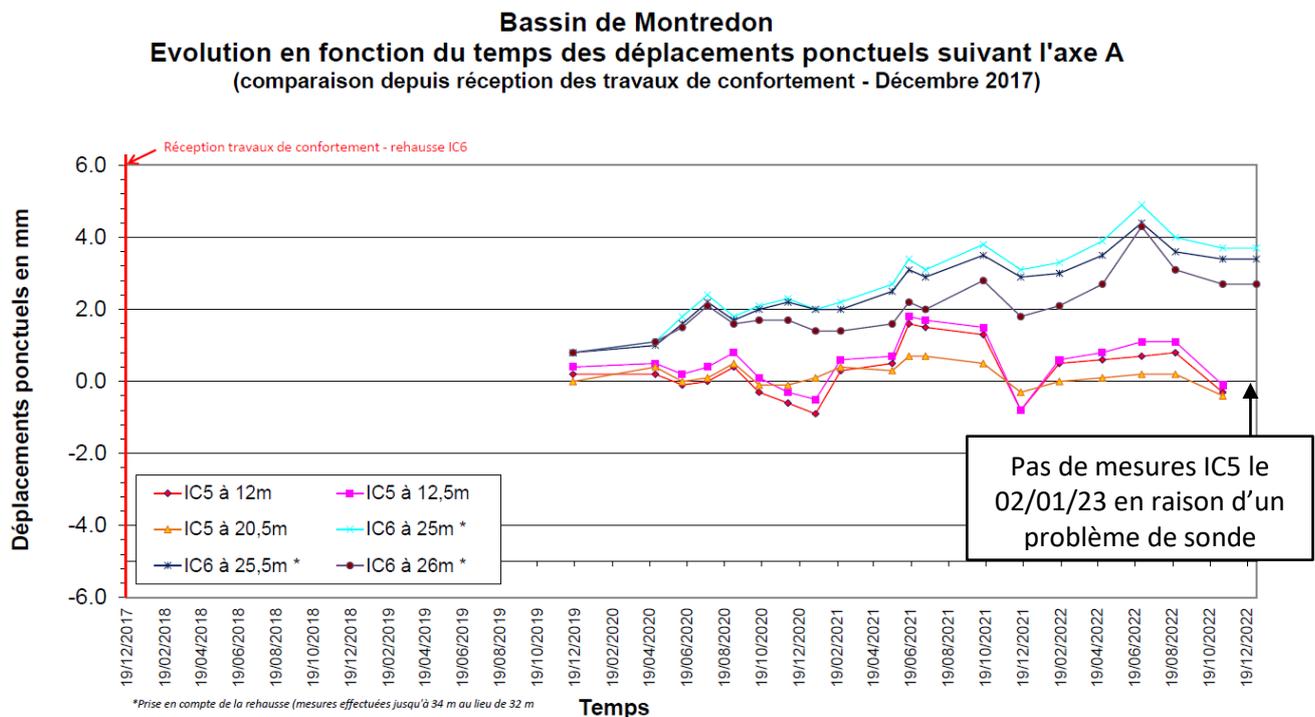


Figure 12 : Evolution des déplacements ponctuels sur IC5 et IC6 depuis novembre 2019 (source FONDASOL)

1.4.2 Relevés des cellules de pression interstitielle

Les capteurs de pression interstitielle (CPI) permettent de suivre la pression de l'eau dans un massif peu perméable comme c'est le cas du bassin de Montredon. Certaines CPI sont situés dans le bassin lui-même (SCO1 et SCO3 à 2 profondeurs différentes), les autres sur le flanc ouest (E1, E2 et A également à différentes profondeurs). Les mesures des cellules de pression interstitielle sont réalisées tous les deux mois à l'aide de l'appareil TELEMAC PC6 sur le site de Montredon.

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

Pour l'année 2022, 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 23/02/22							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	989,7	37,64	+235,80
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	959,9	108,85	+228,22
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	994,0	11,71	+264,18
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	893,1	11,47	+253,85
Mesures du 19/04/22							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	998,8	39,30	+235,97
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	959,7	109,22	+228,25
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	893,0	11,65	+253,87
Mesures du 29/06/22							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	991,2	34,87	+235,53
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,0	108,67	+228,20
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	893,8	10,22	+253,72

Tableau 1 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 1^{er} semestre 2022

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 22/08/22							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	993,8	30,06	+235,05
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,4	107,94	+228,12
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,7	8,38	+263,84
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	894,1	9,69	+253,67
Mesures du 25/10/22							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	995,0	27,84	+234,82
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	995,1	10,03	+240,04
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,5	105,93	+227,92
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	996,1	7,58	+263,76
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	895,2	7,72	+253,47
Mesures du 23/12/22							
E1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	996,0	25,98	+234,64
E2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	995,4	9,46	+239,99
A (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,0	106,84	+228,01
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	996,0	6,99	+263,70
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	995,4	6,28	+253,33

Tableau 2 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon au 2^{ème} semestre 2022Commentaires :

Ces résultats indiquent des pressions interstitielles, hors cellule A, comprises entre 6,3 et +39,3 kPa suivant les points. Concernant la cellule A, celle-ci présente toujours une pression élevée aux alentours de 108 kPa en moyenne pour 2022, 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 qui ne fonctionnait plus depuis août 2019 en raison d'une détérioration de la fiche du câble de mesure, a été provisoirement réparée (les soudures restent plus ou moins défectueuses, valeurs instables par moment) en octobre 2022.

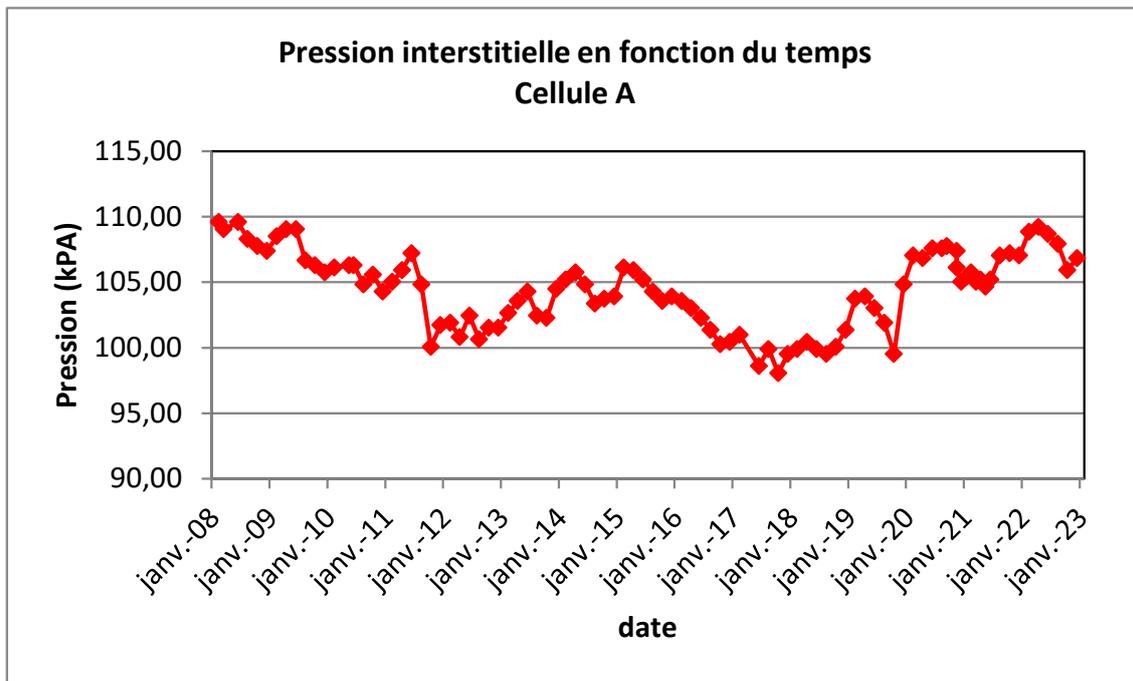


Figure 13 : Relevé de pression interstitielle de la cellule A en fonction du temps

Les cellules de pression interstitielle SCO1 et SCO3 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, SCO1 et SCO3 indiquent des abaissements de l'ordre de 1m de la pression jusqu'en juin et octobre 2017.

Les niveaux étaient remontés légèrement durant l'hiver 2020, en atteignant des cotes record en SCO1 (264,45/264,28mNGF en hiver 2019) et en SCO3 (254,04 mNGF). **Ceci indiquait que le stock se sature légèrement et progressivement, ce qui est préjudiciable à la stabilité générale.**

En 2021 puis en 2022, les niveaux semblent diminuer, peut-être un premier effet des travaux de reprise de l'étanchéité et du pompage. Cela sera à suivre lors des prochains mois.

Les cotes de pression mesurées en SCO1 et SCO3 et le niveau piézométrique observé sur « drain central » sont différents, indiquant que le stock présente des contrastes de perméabilité sur sa hauteur (discontinuités entre les niveaux de saturation).

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 qui étaient liés à la faible pluviométrie et en accord avec les suivis piézométriques. En octobre 2016 et octobre 2017, les pressions mesurées en E1 étaient les plus basses jamais enregistrées en relation avec le déficit pluviométrique enregistré sur la période.

Les fluctuations étaient normales en E1 en 2018, 2019, 2020 avec une tendance à la baisse en 2021, confirmée en 2022. Pour E2, la cellule ne donnait plus d'information depuis août 2019 en raison d'un problème de connectique, celle-ci a été réparé en octobre 2022 (même si certaines soudures restent précaires). Les valeurs récupérées en 2022 semblent cohérentes avec celles constatées sur la cellule E1.

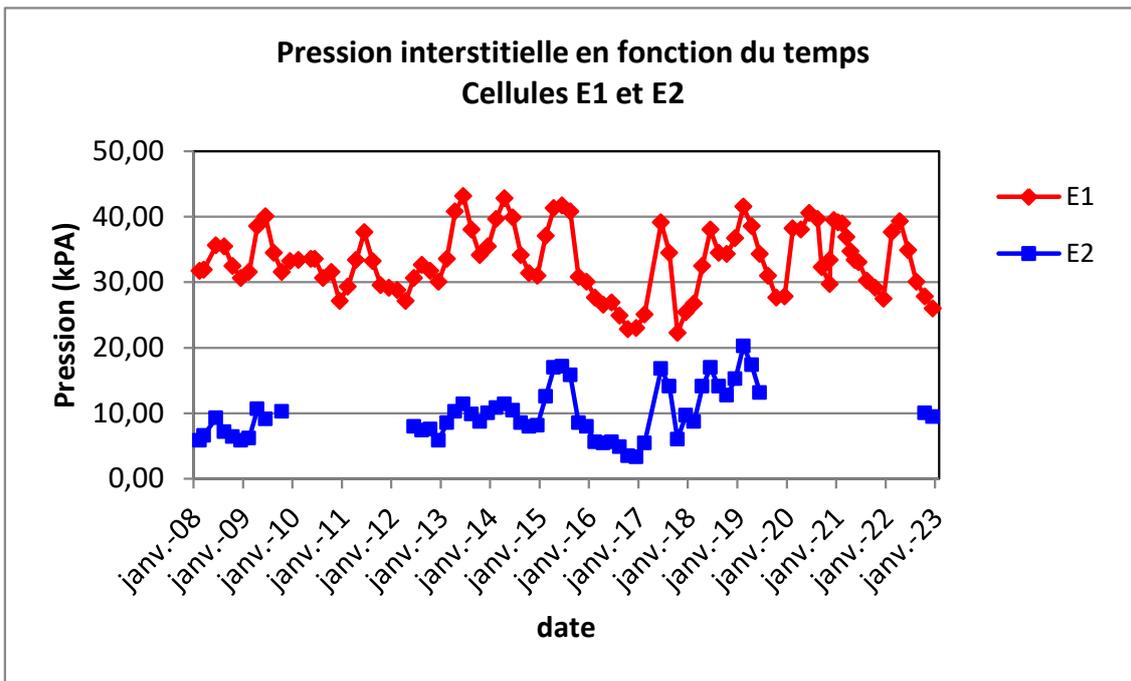


Figure 14 : Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2 en fonction du temps

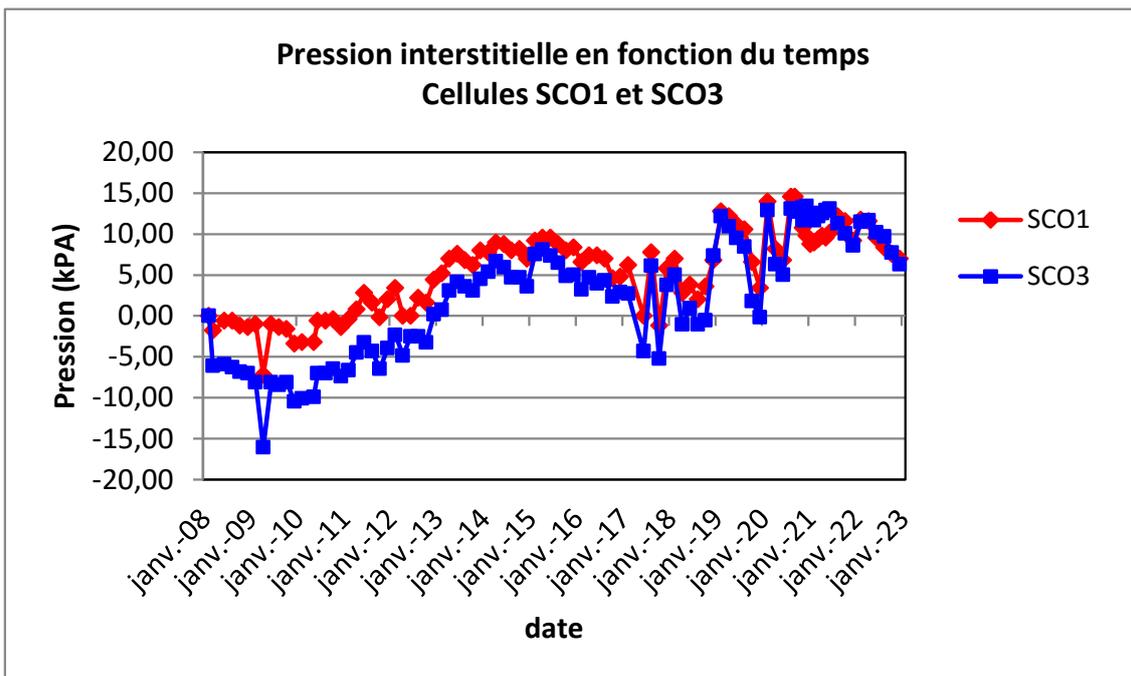


Figure 15 : Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 en fonction du temps

1.4.3 Relevés des plots topographiques

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

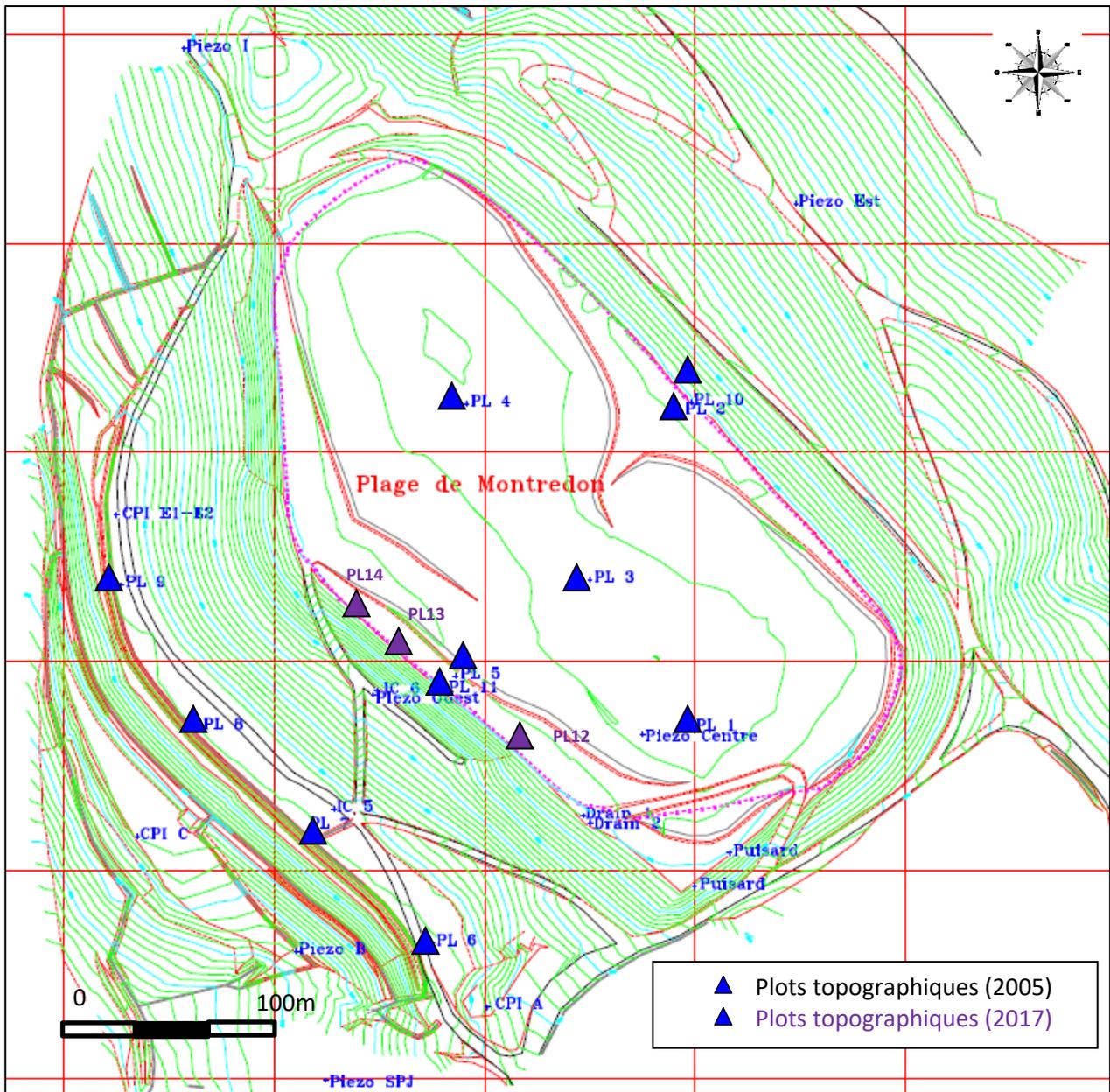


Figure 16 : Position des 11 plots topographiques à Montredon

Les relevés des plots topographiques ont été réalisés tous les deux mois en 2022. A noter que pendant les travaux de Montredon en 2021, les plots situés en partie sommitale ont été déposés puis remis en place en fin de chantier avec une numérotation « bis » pour repartir sur une nouvelle référence (cas des plots 1, 2, 3, 4, 5, 10, 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	03/01/23	-0,022	+0,004	-0,012	+0,001
2Bis	Centre/Est	07/06/21	03/01/23	-0,015	+0,000	-0,013	+0,001
3Bis	Centre	07/06/21	03/01/23	+0,009	+0,026	-0,037	-0,003
4Bis	Nord	07/06/21	03/01/23	+0,016	+0,016	-0,040	-0,003
5Bis	Centre/Ouest	07/06/21	03/01/23	+0,000	+0,022	+0,007	-0,001
6	Plateforme +247 Sud	05/06/06	03/01/23	+0,038	+0,124	+0,015	+0,002
7	Plateforme +247 Centre1	05/06/06	03/01/23	-0,095	+0,006	+0,054	+0,006
8	Plateforme +247 Centre2	05/06/06	03/01/23	-0,249	-0,060	+0,040	+0,001
9	Plateforme +247 Nord	05/06/06	03/01/23	-0,057	-0,038	+0,000	+0,011
10Bis	Sommet digue Est	07/06/21	03/01/23	-0,016	+0,001	-0,001	+0,007
11Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/23	+0,015	+0,026	-0,050	-0,010
12Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/23	+0,002	+0,016	+0,001	-0,014
13Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/23	+0,022	+0,046	-0,004	-0,003
14Bis	Sommet digue Ouest	07/06/21	03/01/23	-0,006	+0,019	+0,028	+0,021

Tableau 3 : 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 17** 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 18**. Les premiers tassements observés après travaux sont très faibles sur les 6 premiers mois (entre 1 et 2 cm), et restent faibles en 2022.

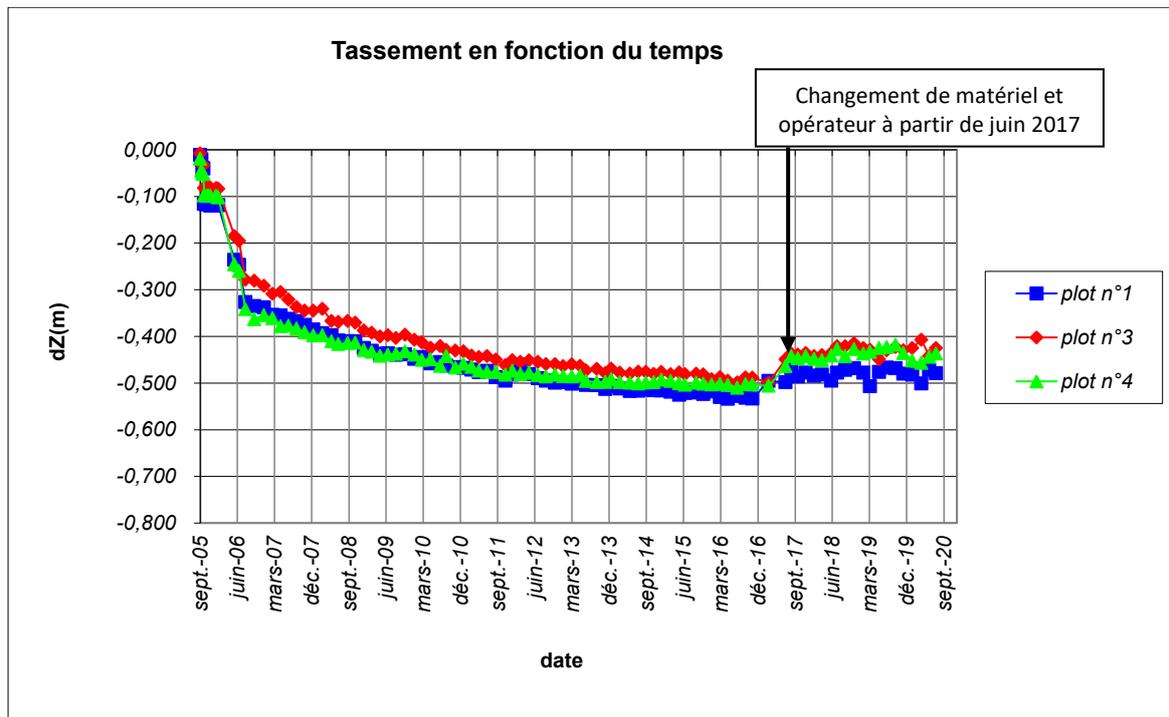


Figure 17 : Tassement en partie sommitale à Montredon avant travaux

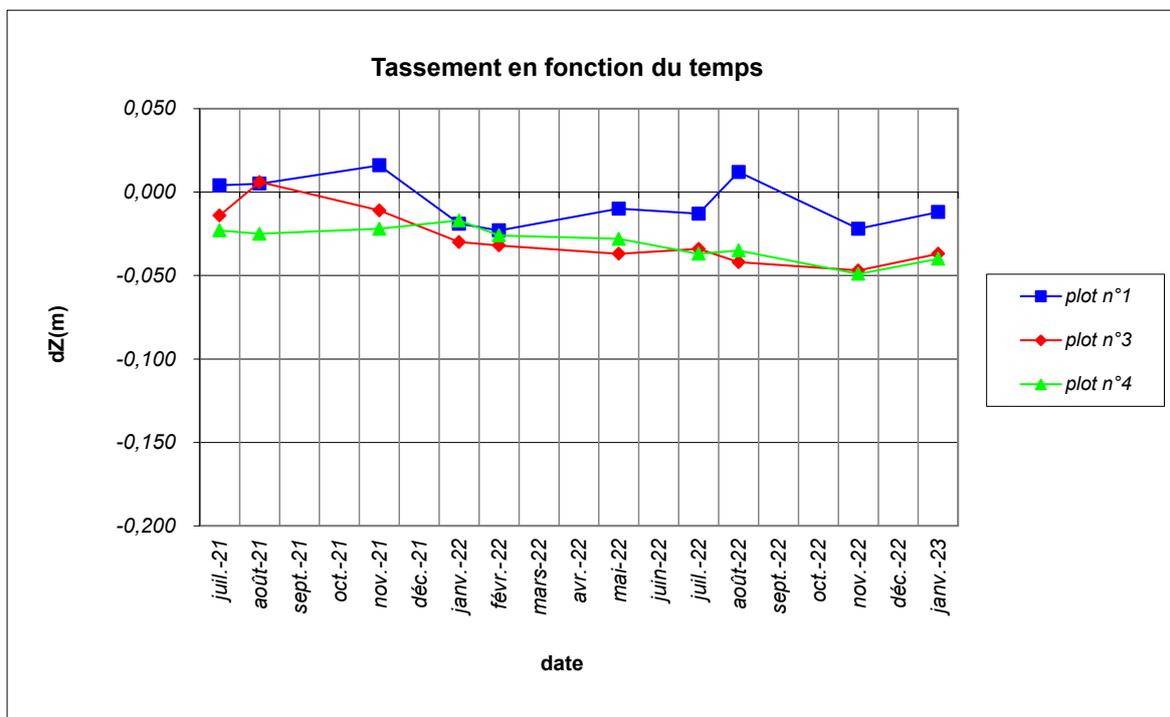


Figure 18 : Tassement en partie sommitale à Montredon après travaux
En partie Ouest sur banquette (PL6 à PL9)

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 semblait présenter moins de mouvement, et cela a tendance à se confirmer en 2022. Cela sera à suivre lors des prochains levés.

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 +/- 2 cm, 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 (A210 et A220)

1.5.1 Présentation des différents points de prélèvements

Les caractéristiques des ouvrages surveillés sont données ci-après (Figure 19 à Figure 29).

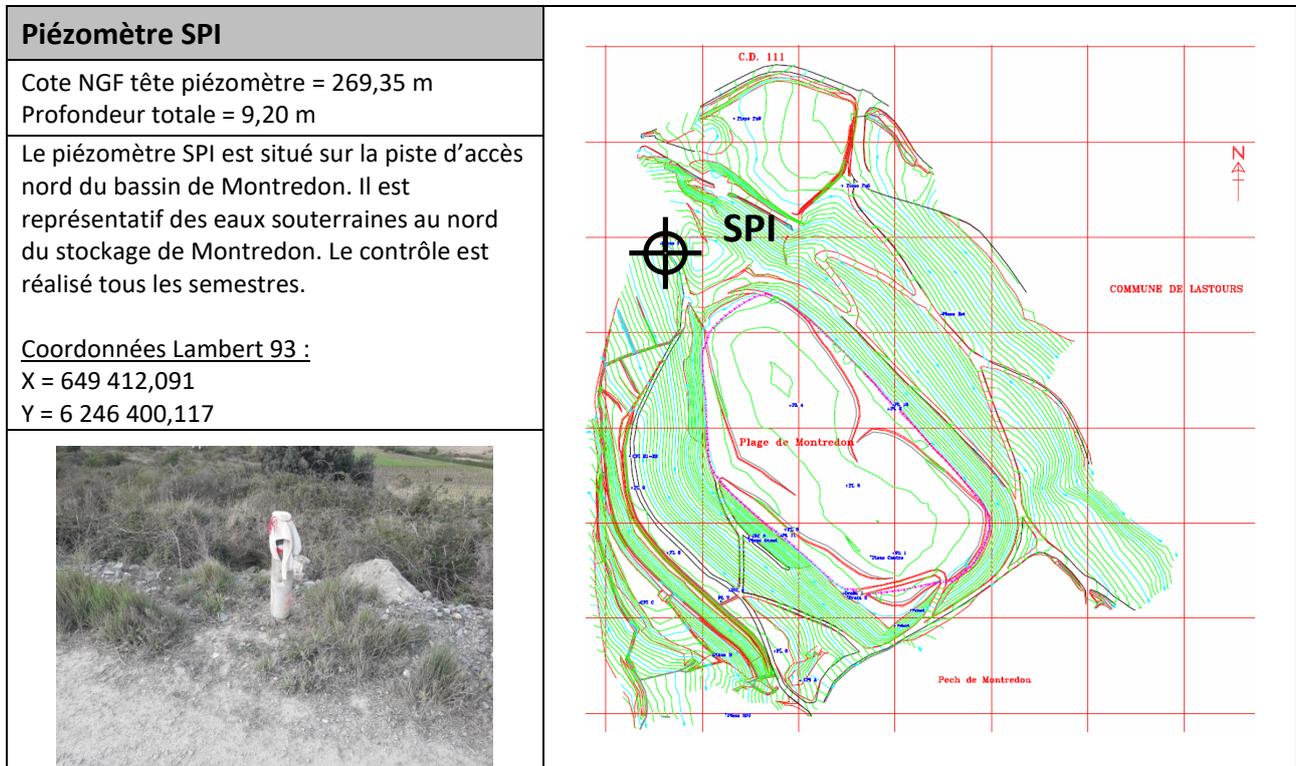


Figure 19 : Fiche piézomètre SPI

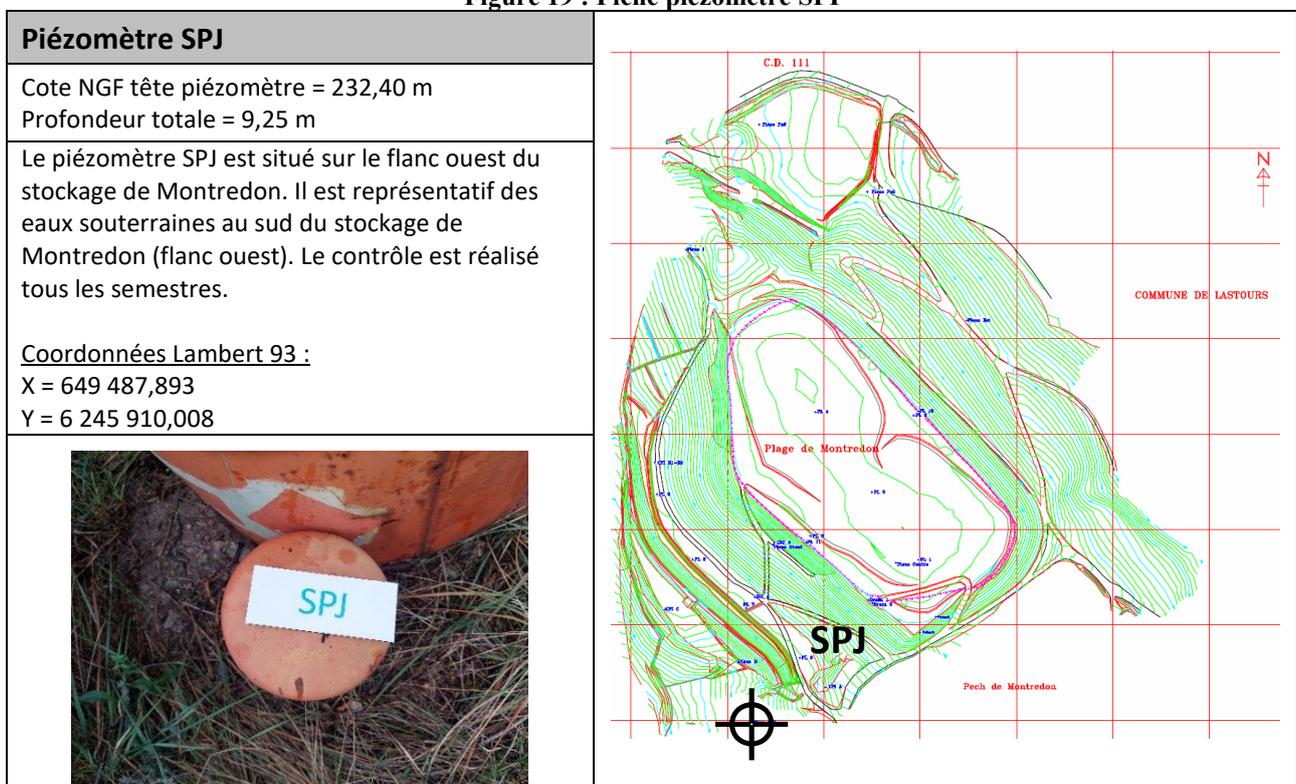


Figure 20 : Fiche piézomètre SPJ

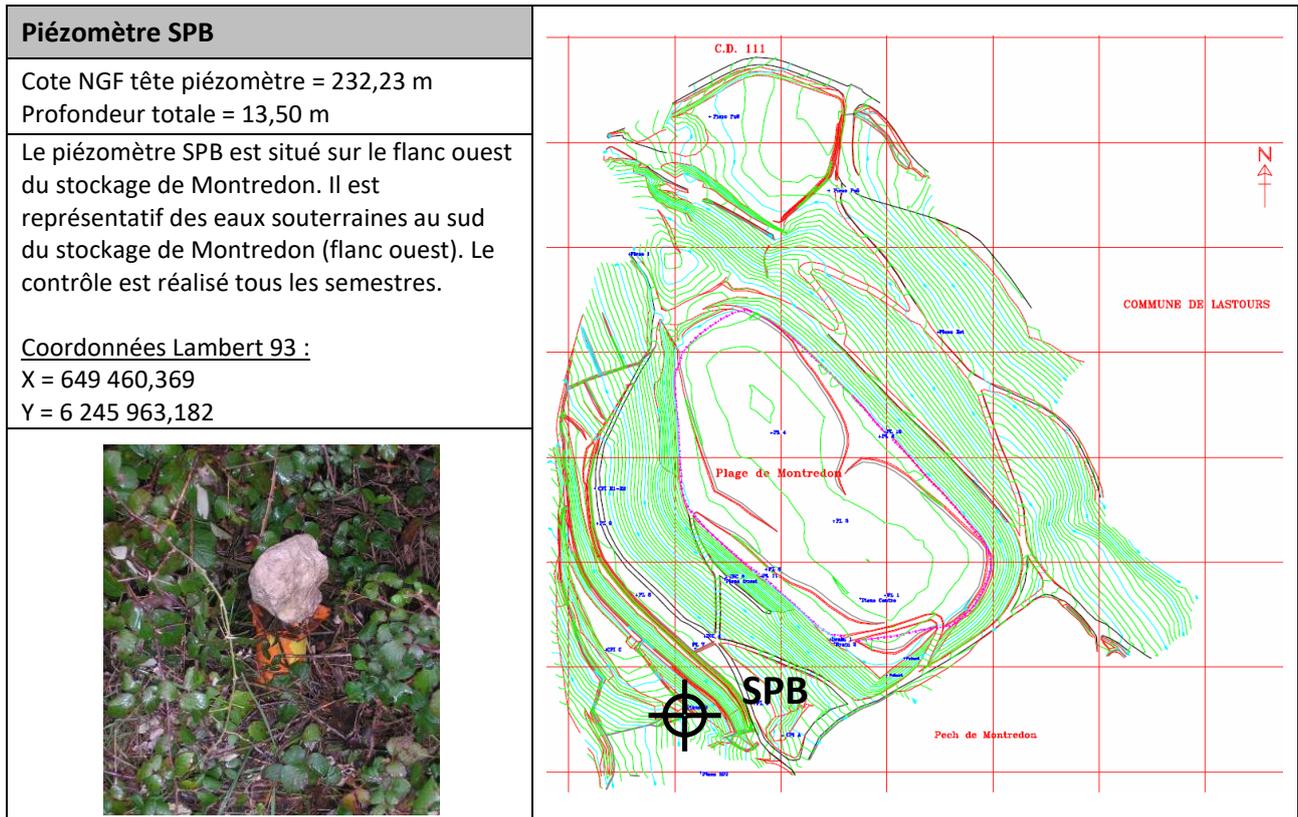


Figure 21 : Fiche piézomètre SPB

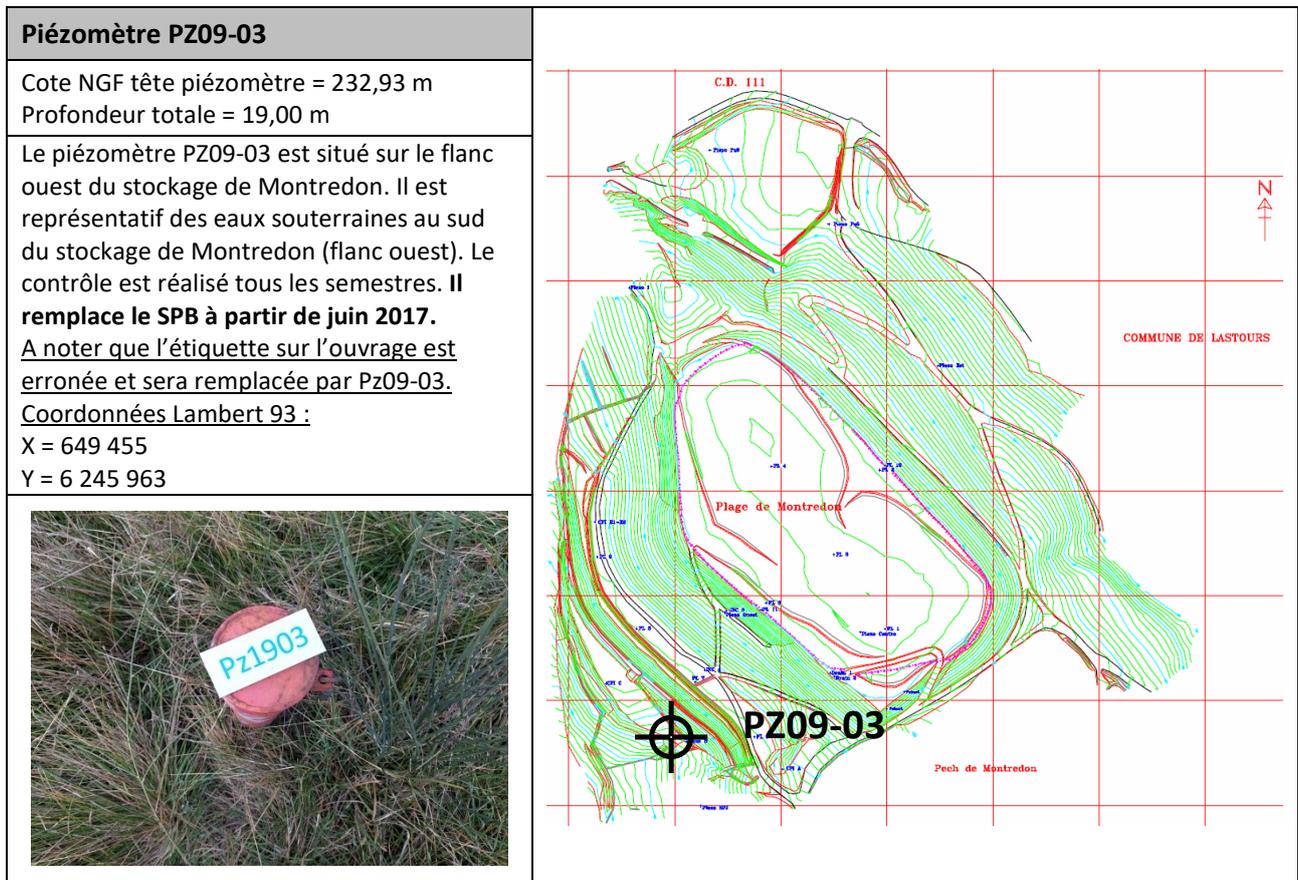


Figure 22 : Fiche piézomètre PZ09-03

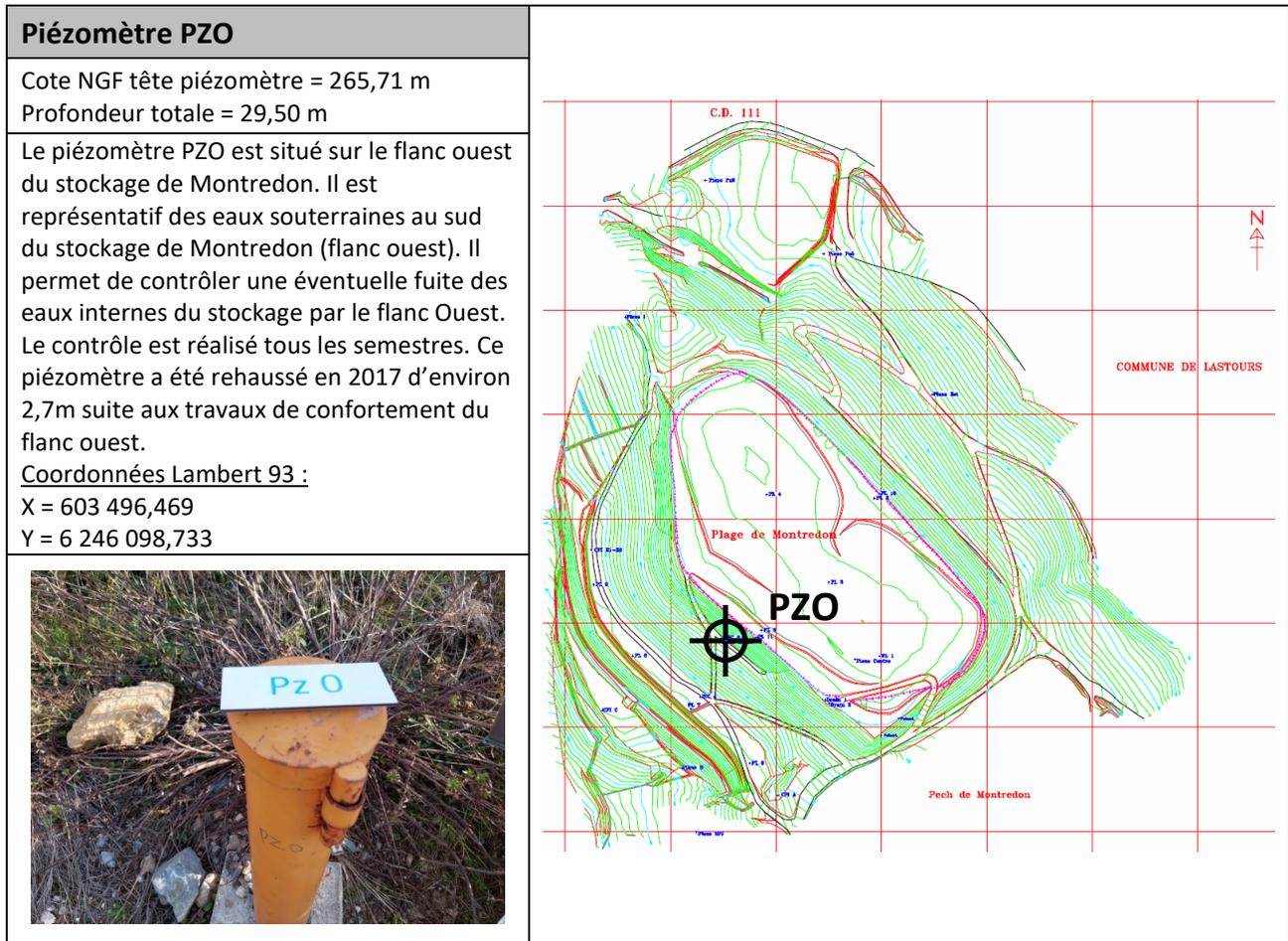


Figure 23 : Fiche piézomètre PZO

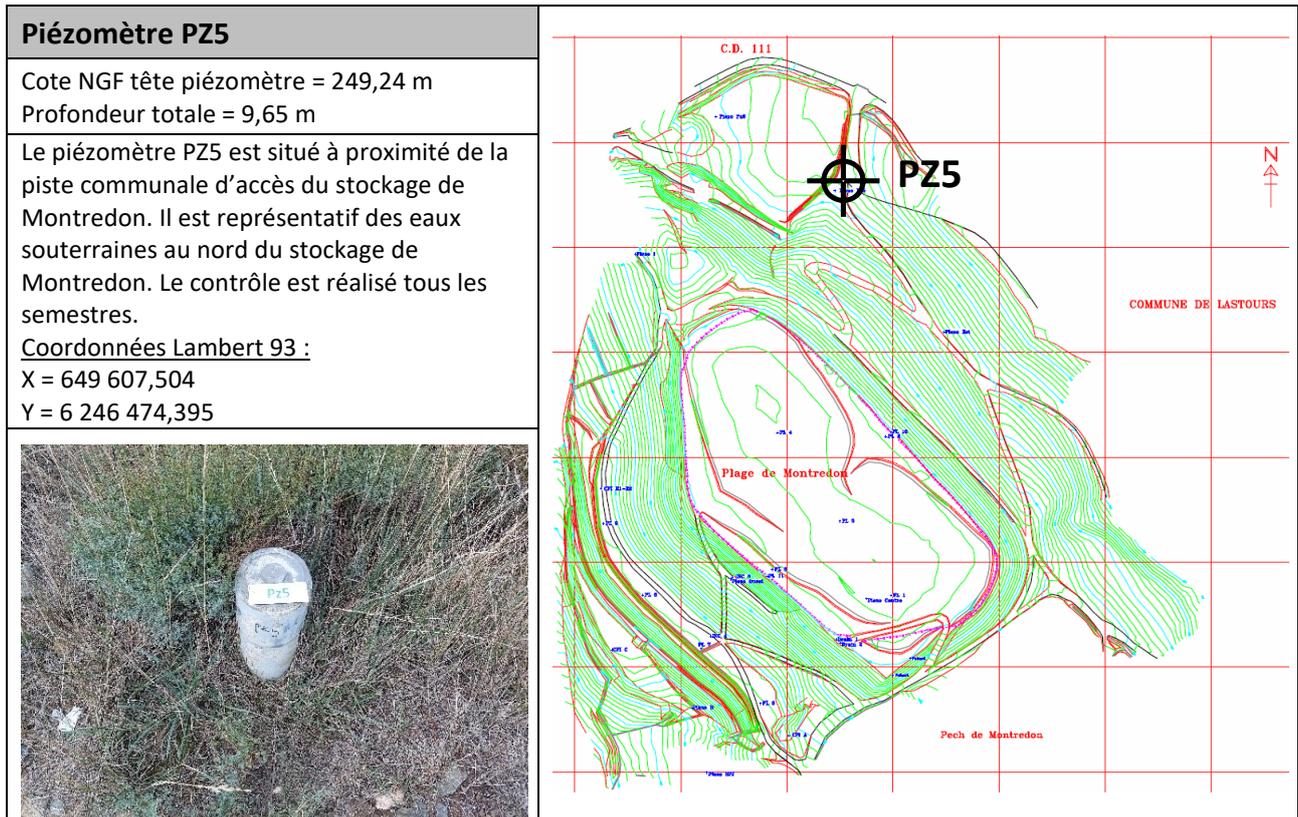


Figure 24 : Fiche piézomètre PZ5

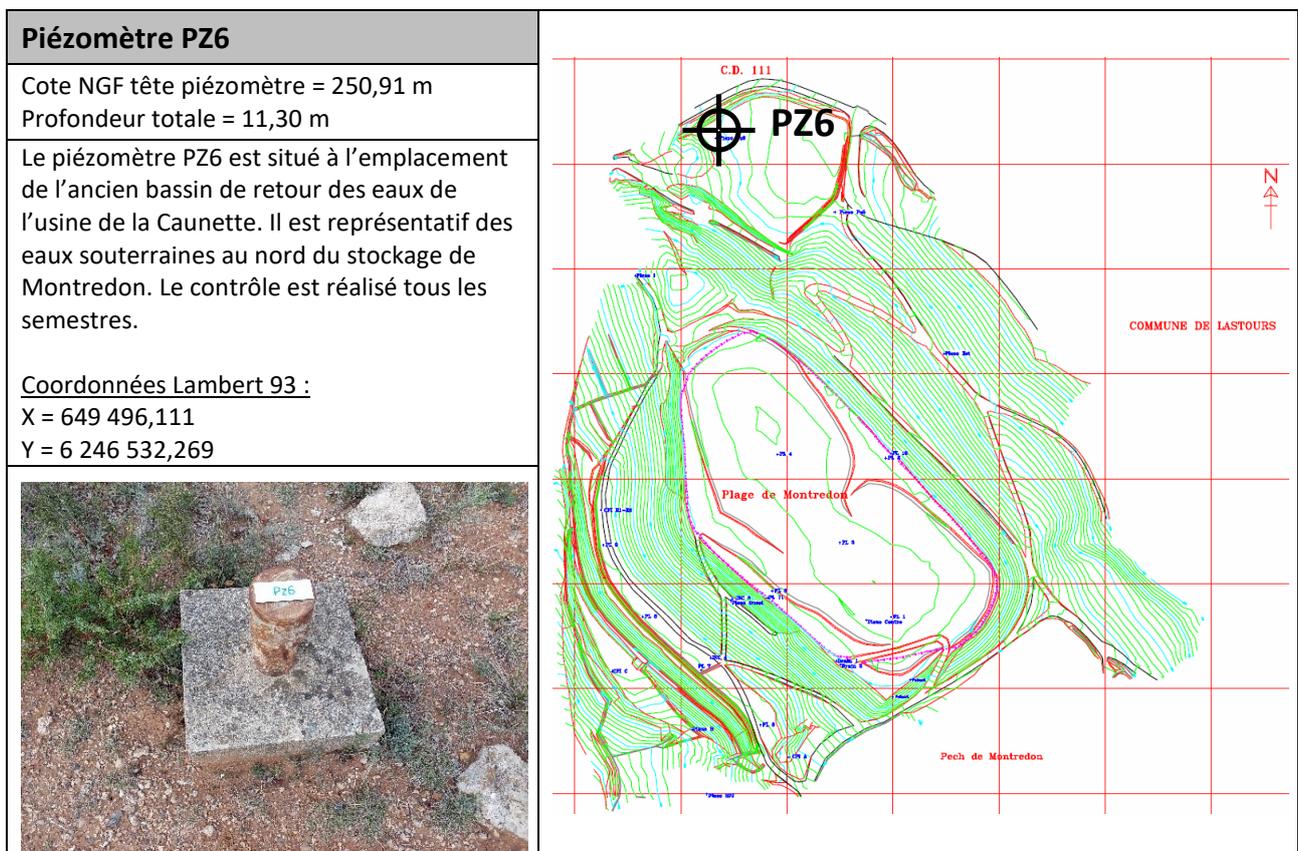


Figure 25 : Fiche piézomètre PZ6

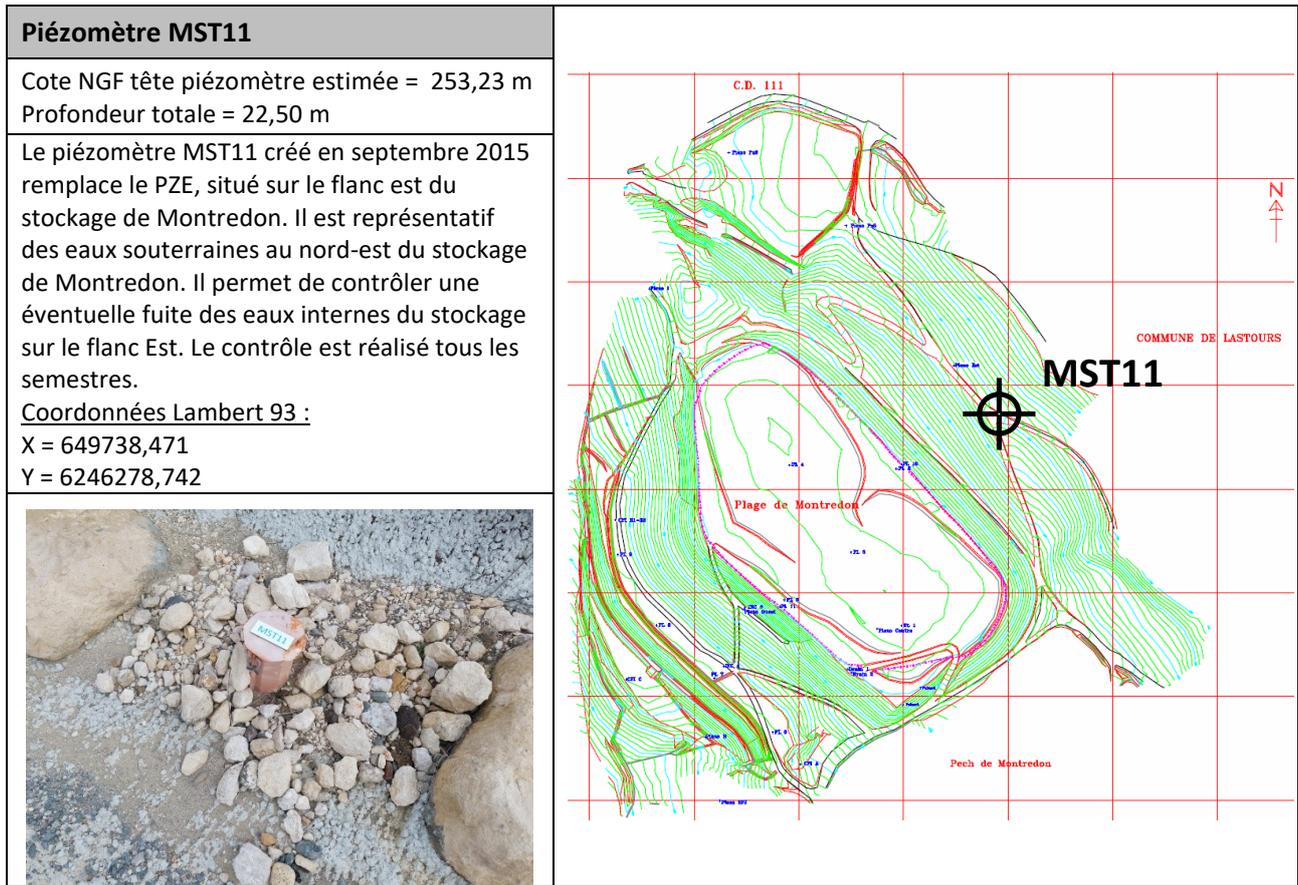


Figure 26 : Fiche piézomètre MST11

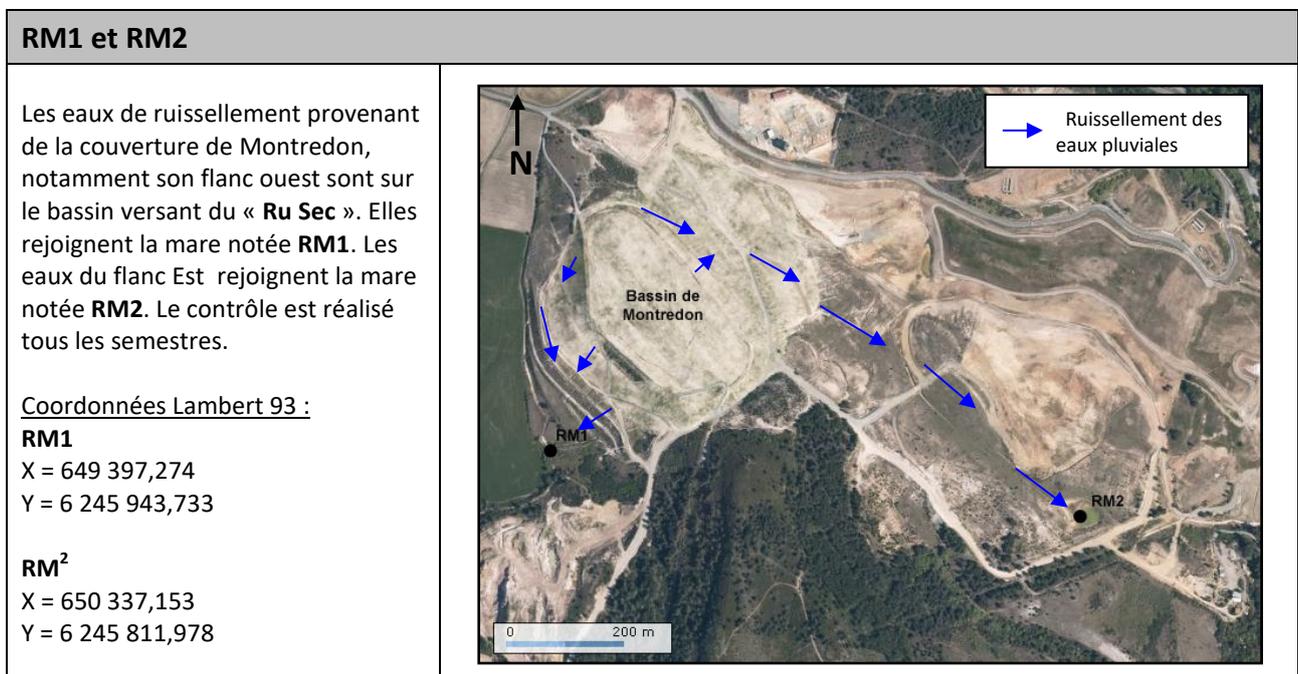


Figure 27 : Fiche prélèvements RM1 et RM2

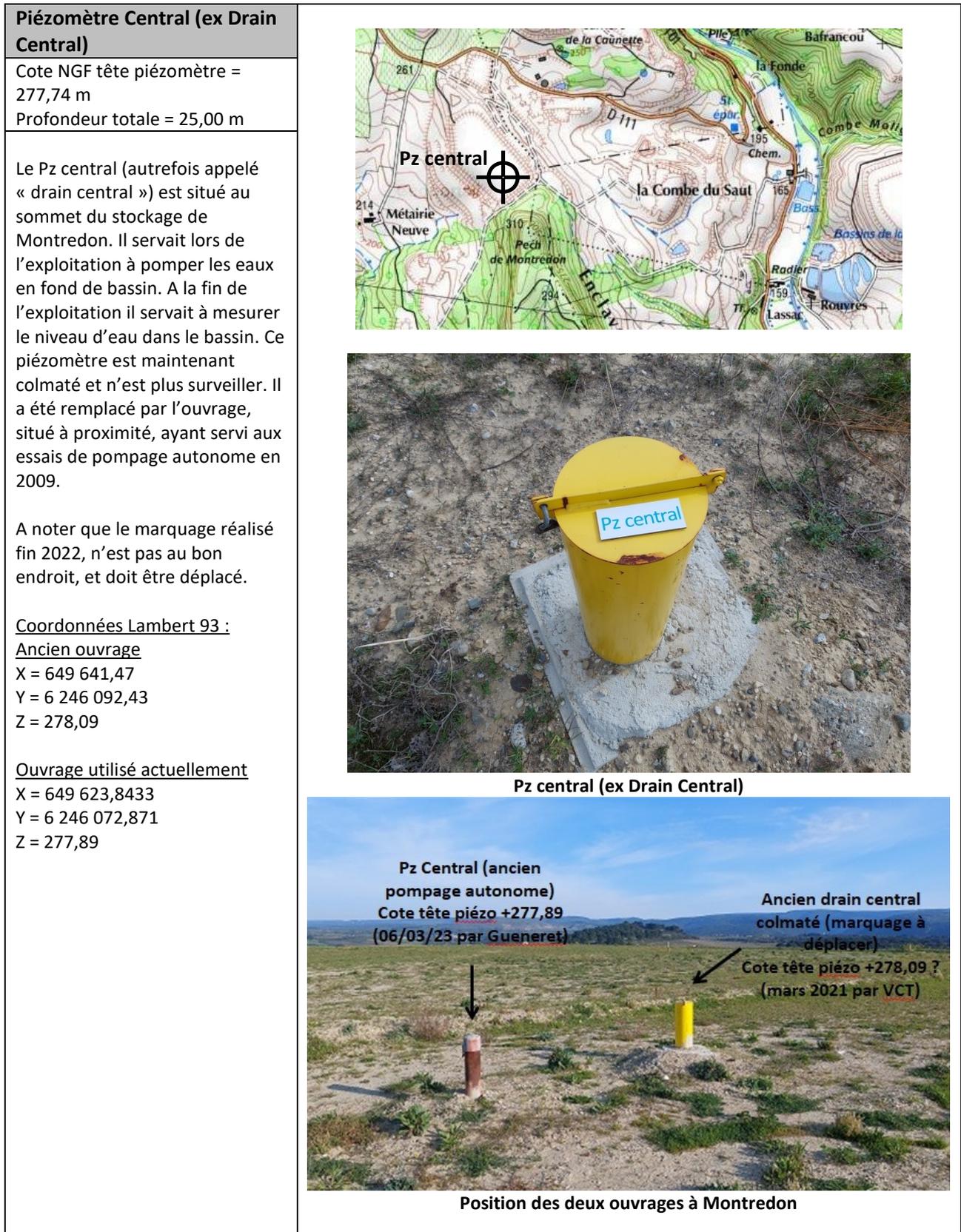


Figure 28 : Fiche piézomètre Pz central (ex Drain Central)

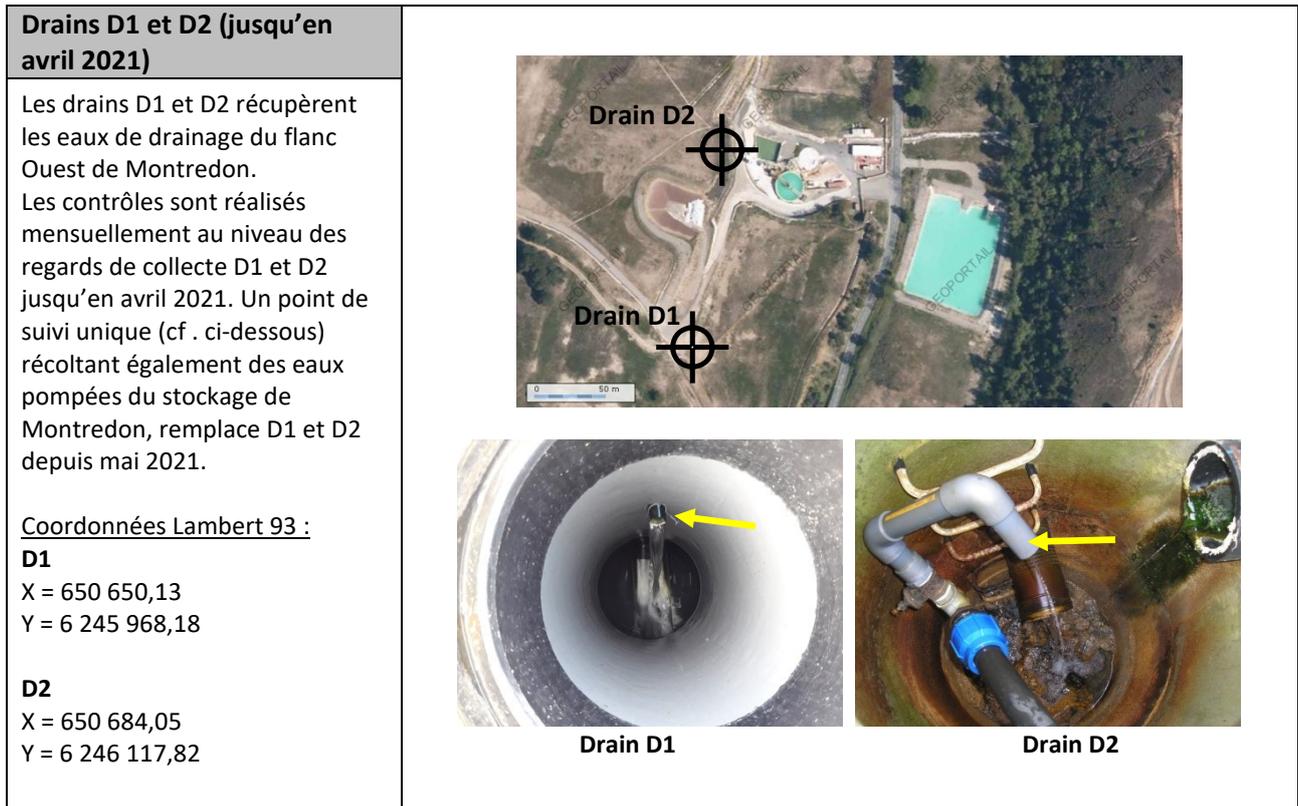


Figure 29 : Fiche drains D1 et D2

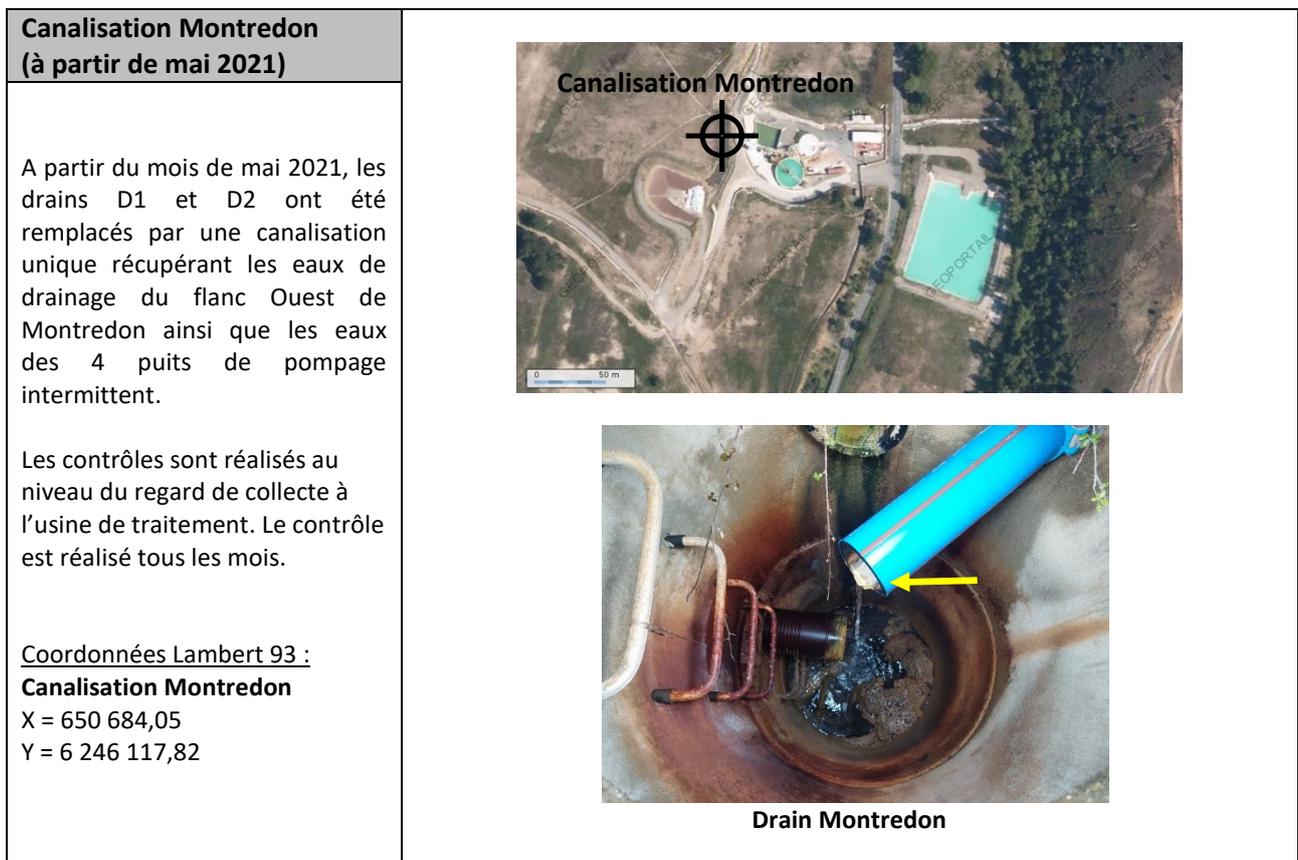


Figure 30 : Fiche canalisation Montredon

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.

1.5.3 Matériels utilisés pour les prélèvements

Les mesures de pH, conductivité, température, potentiel redox et taux d'oxygène sont réalisées sur place. Le matériel utilisé pour les analyses in-situ est donné dans le **Tableau 4**:

	Matériel	Précision/gamme de mesure	Photographie
Mesure pH, conductivité, température de l'eau, ORP	Sonde multiparamètres Hanna HI9829 (SN B0087281) pH, ORP, Conductivité, Température, puis MES à partir du septembre 2022	Précision ± 0,01 unité pour le pH ± 1 µS/cm pour la conductivité ±1 mg/L pour les MES	
Oxymètre	Oxymètre à main "professionnel ODO" YSI (PROODO2009) avec câble 4m et capteur oxygène optique	Précision ± 0,01 mg/L	
Mesure des matières en suspension (jusqu'en août 2022 puis utilisation sonde HI9829 à partir de septembre 2022)	Appareil de mesure de particules en suspension – série 740	Précision ± 5%	

Tableau 4 : Matériel technique utilisé lors des campagnes de prélèvement

A noter que ce matériel est commun pour l'ensemble des prélèvements réalisés sur les anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel, aussi bien pour les eaux superficielles que les eaux souterraines.

1.5.3.1 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 bécher 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 bécher 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.

1.5.3.2 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 34 : 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 stabilisation des paramètres physico-chimiques. 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, conductivité, potentiel Rédox et température 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 .

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

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.

		Mars.22	Jun.22	Sept.22	Déc.22	Moyenne
Pluviométrie cumulée depuis janvier22	mm	146	277	383	500	
RM1 ruissellement côté ouest (Ru Sec)¹	Date	29/03/22	27/06/22	20/09/22	19/12/22	
pH	Unité	7,87	7,54	7,54	7,87	7,71
Conductivité à 25°C	µS/cm	2 291	1 392	2 842	381	1 727
E _n	mV	+297	+343	+366	+348	+339
Température	°C	14,4	16,8	17,2	10,9	14,8
Oxygène dissous	mg/L	8,7	7,1	7,7	8,0	7,9
As total	mg/L	0,047	0,138	0,144	0,112	0,110
As dissous	mg/L	0,038	0,100	0,142	0,105	0,096
Cyanures totaux	mg/L	0,025	0,014	0,018	<0,010	0,016
Cyanures libres	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
RM2 ruissellement côté est (La Caunette)	Date	29/03/22	27/06/22	20/09/22	19/12/22	
pH	Unité	7,72	7,84	7,21	7,54	7,58
Conductivité à 25°C	µS/cm	1 778	1 736	3 384	2 808	2 427
E _n	mV	+338	+316	+153	+371	+295
Température	°C	15,1	27,4	24,3	10,4	19,3
Oxygène dissous	mg/L	10,8	8,2	10,5	11,2	10,2
As total	mg/L	0,255	1,490	2,200	0,637	1,146
As dissous	mg/L	0,257	1,460	2,240	0,611	1,142
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

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 0,110 mg/L et en dissous de 0,096 mg/L.

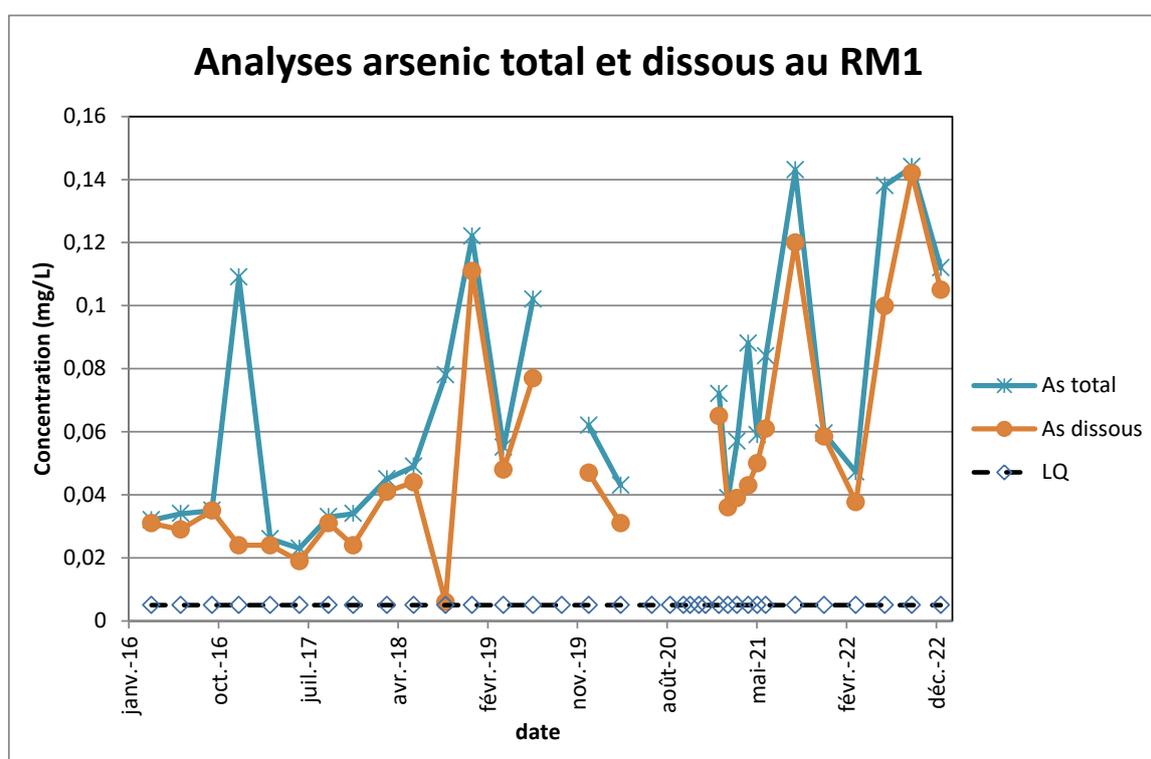
Des traces en cyanures totaux sont relevées à ce point (0,016 mg/L en moyenne), mais aucun cyanure libre². Il est à noter que ce prélèvement est réalisé après la résurgence du

¹ Le prélèvement RM1 rassemble les eaux de ruissellement du flanc ouest ainsi que les eaux du drain de pied de ce même flanc

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)³, les concentrations en arsenic total sont plus élevées, variant de 2,200 mg/L en septembre à 0,255 mg/L en mars 2022. Aucun cyanures ni totaux, ni libres ne sont détectés. 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 parfois des concentrations 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 RM1 et RM2 pour l'arsenic total et dissous ainsi que pour les cyanures totaux et libres depuis 2016.



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

Figure 31 : Concentrations en arsenic total et dissous sur RM1

² Le laboratoire nous a fait part parfois de ses difficultés d'analyse des cyanures sur RM1 : 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. Lorsque cette incohérence analytique se manifeste il est vérifié que cela reste dans la marge d'incertitude des analyses, et cela est précisé au lecteur. Si la différence est supérieure à la marge d'incertitude, alors le laboratoire est sollicité pour rechercher une explication sur ces résultats incohérents et réaliser une contre-analyse,

³ Le prélèvement RM2 récupère seulement la partie haute des eaux de ruissellement du flanc Ouest. La partie basse étant récupérée par la mare B2

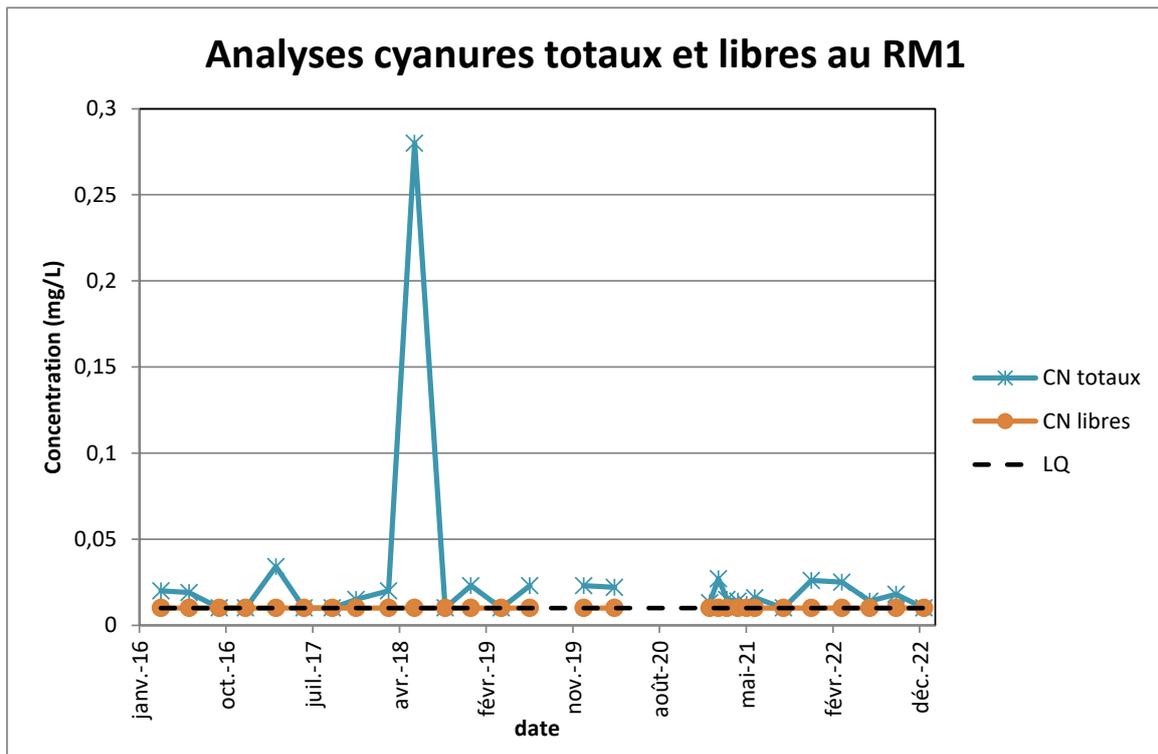


Figure 32 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM1

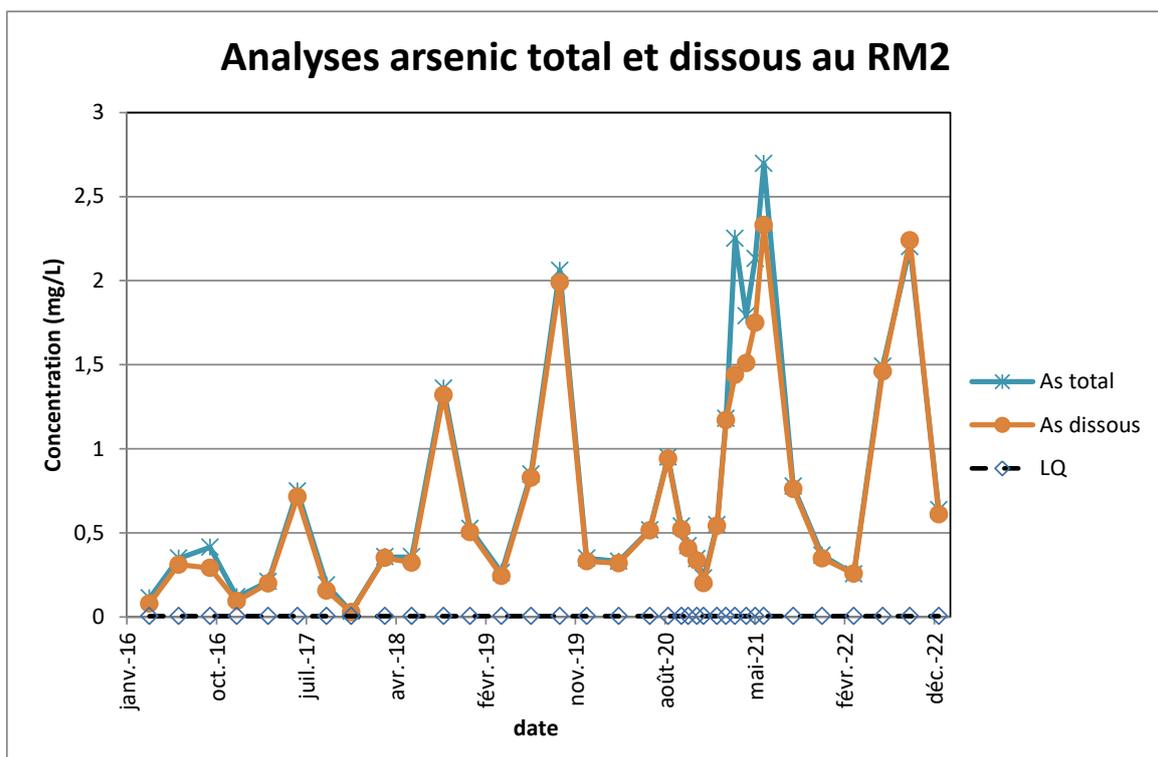


Figure 33 : Concentrations en arsenic total et dissous sur le RM2

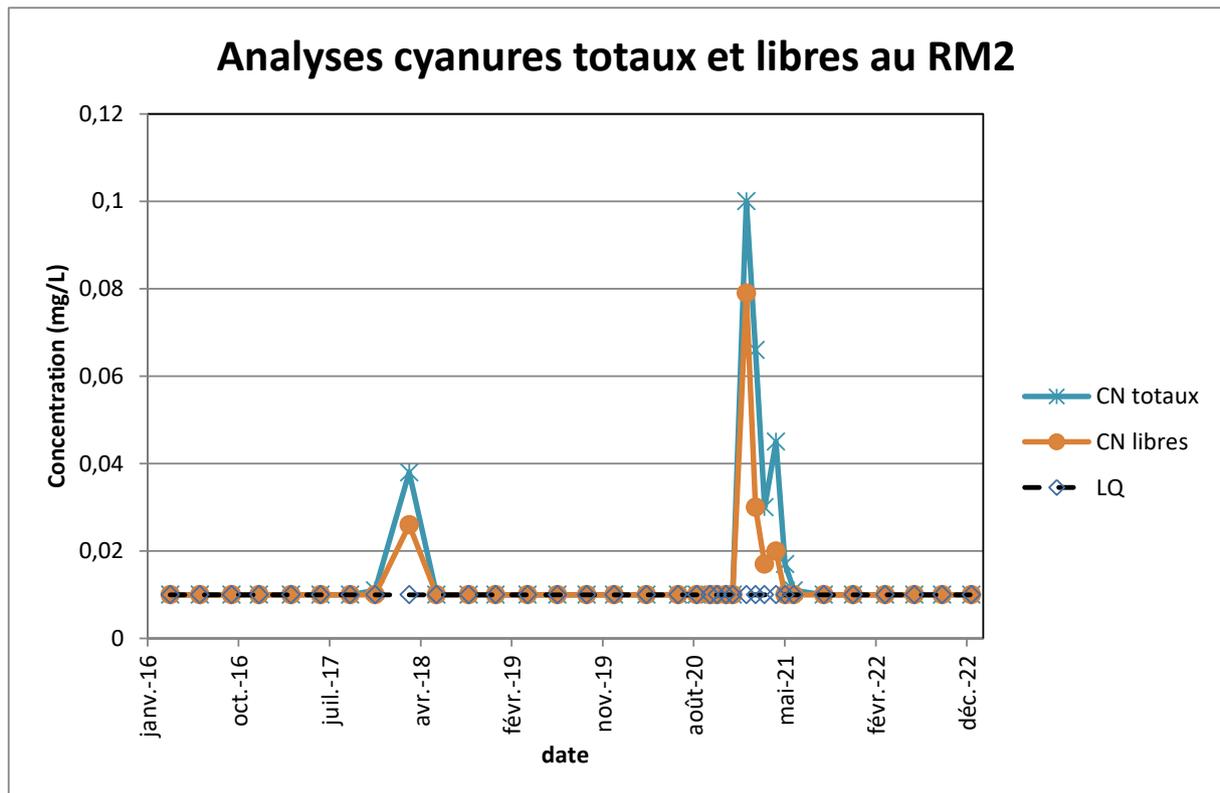


Figure 34 : Concentrations en cyanures totaux et libres sur le RM2

Concernant les concentrations en arsenic total et dissous, il semble que celles-ci augmentent progressivement depuis 2016, mais il faut préciser qu'en 2020-2021, les travaux de Montredon ont pu perturber 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.

1.5.5 Résultats d'analyses des eaux souterraines (A210)

1.5.5.1 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 45.

A l'aide des mesures des niveaux piézométriques, nous avons pu établir des courbes hydro-isohypses (cf. **Figure 35**). 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.

On rappelle que cette modélisation n'est en aucun cas une modélisation hydrogéologique dans laquelle il faudrait intégrer l'architecture ou la géométrie des formations géologiques, et vérifier les différentes variables des entrées/sorties du système (pluie, ETP, pompages...).

Pour améliorer ce modèle plusieurs possibilités :

- intégration d'un relevé Lidar pour récupérer une topographie plus fine et intégrer des points de forçage plus précis (fond de talweg, rivières ...). Néanmoins cela représenterait un travail fastidieux ;
- l'outil d'interpolation utilisé n'est ici qu'une aide et ne doit pas être considéré comme une modélisation. C'est pourquoi il a été nécessaire de retravailler les résultats avec l'expérience du terrain pour supprimer certains artéfacts. Un complément de rectification de certains artéfacts pourrait être envisagé.

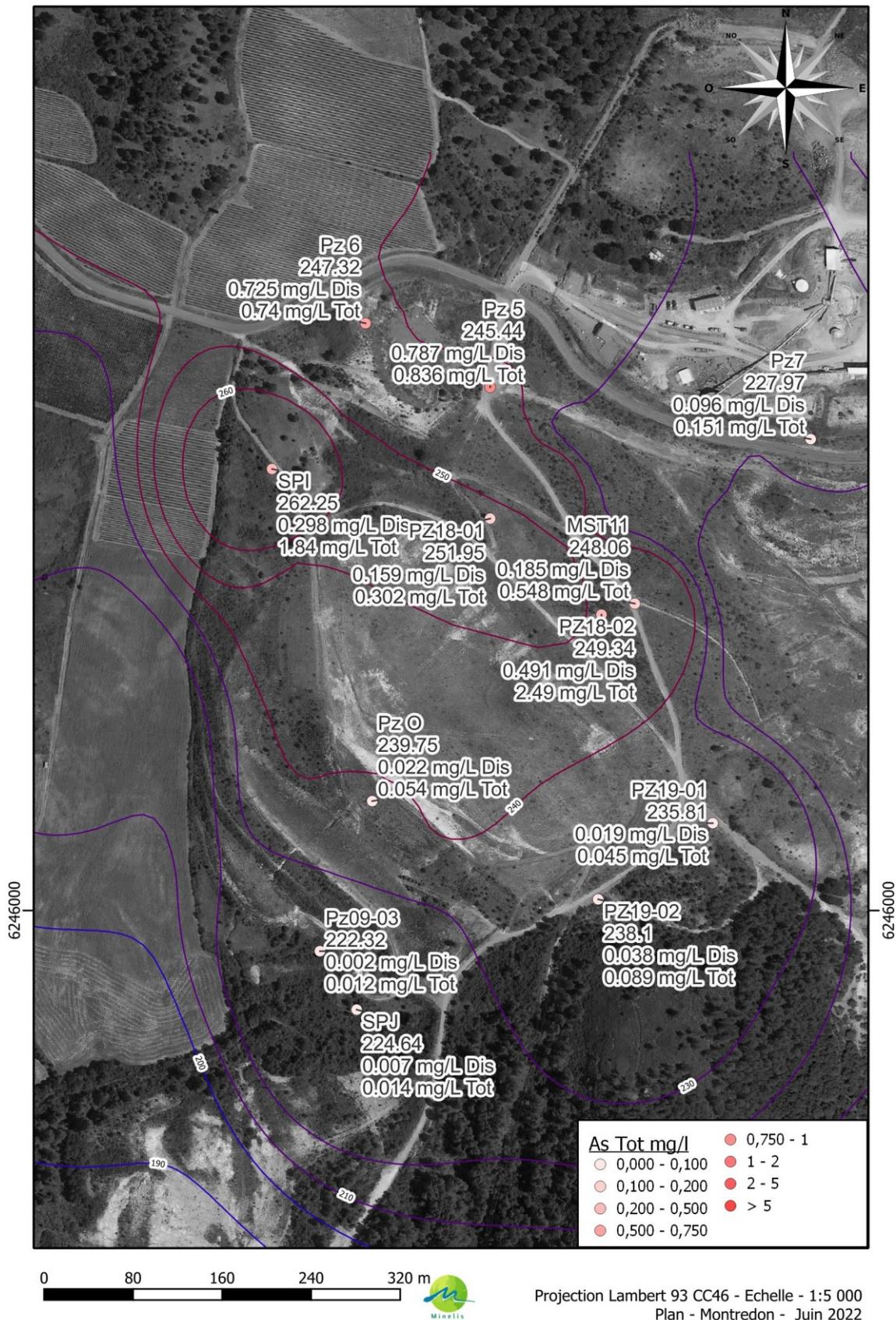


Figure 35 : Courbes hydro-isohypses, cotes piézométriques et concentrations en arsenic des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – juin 2022

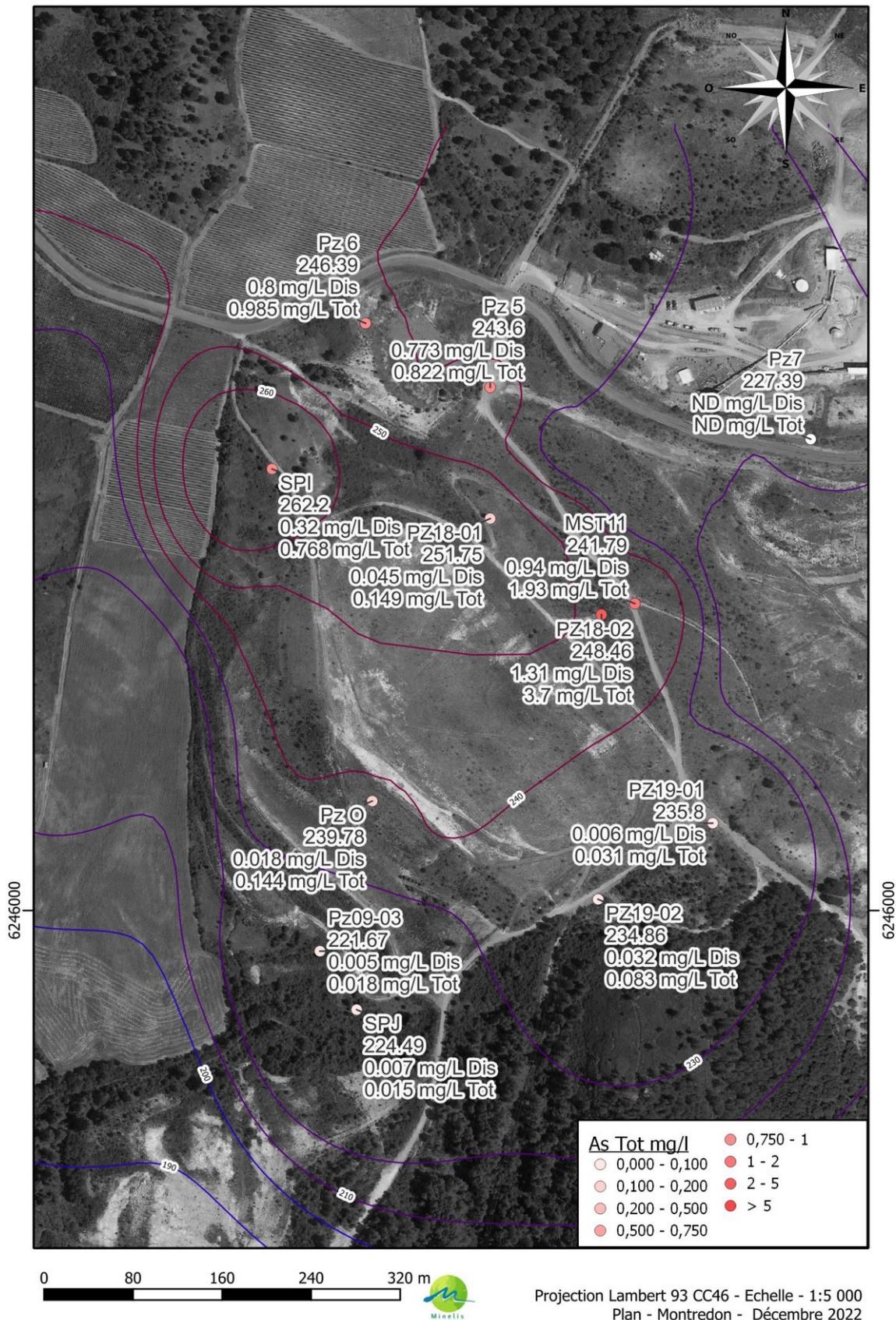


Figure 36 : Courbes hydro-isohypses, cotes piézométriques et concentrations en arsenic des eaux souterraines autour du stockage de Montredon – décembre 2022

1.5.5.2 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 certains piézomètres ont également été analysés lors des campagnes basses eaux et/ou hautes eaux. 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 2022 des piézomètres sont données en annexe.

PZ5		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	7,47	7,55	7,73	7,46	7,55
Conductivité	(µS/cm)	2211	2105	3497	3425	2810
Eh	(mV)	339	337	335	360	343
Température	(°C)	14,2	15,3	18,3	16,5	16,1
Oxygène dissous	(mg/L)	7,9	7,0	6,2	9,3	7,6
As total	(mg/L)	0,800	0,836	0,881	0,822	0,835
As dissous	(mg/L)	0,740	0,787	0,782	0,773	0,771
Cyanures totaux	(mg/L)	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	NA	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24
Niveau/Tête piézo	(m)	2,68	3,80	5,36	5,64	4,37
Cote nappe	(mNGF)	246,56	245,44	243,88	243,60	244,87

Figure 37 : Analyses du piézomètre PZ5

PZ6		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	7,73	7,72	7,79	7,64	7,72
Conductivité	(µS/cm)	1411	1247	2216	2153	1757
Eh	(mV)	330	321	309	353	328
Température	(°C)	13,7	15,2	19,2	16,5	16,2
Oxygène dissous	(mg/L)	7,8	7,1	5,6	8,0	7,1
As total	(mg/L)	2,790	0,740	0,933	0,985	1,362
As dissous	(mg/L)	0,430	0,725	0,841	0,8	0,699
Cyanures totaux	(mg/L)	0,011	0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	NA	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91
Niveau/Tête piézo	(m)	2,01	3,59	4,77	4,52	3,72
Cote nappe	(mNGF)	248,9	247,32	246,14	246,39	247,19

Figure 38 : Analyses du piézomètre PZ6

SPI		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	NA	8,19	8,09	8,24	8,17
Conductivité	(μ S/cm)		373	840	760	658
Eh	(mV)		257	309	318	295
Température	(°C)		15,6	18,9	15,0	16,5
Oxygène dissous	(mg/L)		7,1	6,8	8,0	7,3
As total	(mg/L)		1,84	0,702	0,768	1,103
As dissous	(mg/L)		0,298	0,405	0,32	0,341
Cyanures totaux	(mg/L)		0,120	0,170	0,120	0,137
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
Niveau/Tête piézo	(m)		7,10	7,43	7,15	7,23
Cote nappe	(mNGF)		262,25	261,92	262,20	262,12

Figure 39 : Analyses du piézomètre SPI

*NA = non analysé (pas au programme de la campagne hautes eaux d'avril)

MST11		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	7,57	7,83	8,03	7,73	7,79
Conductivité	(μ S/cm)	910	432	649	1233	806
Eh	(mV)	329	321	315	345	328
Température	(°C)	15,8	15,5	18,7	14,8	16,2
Oxygène dissous	(mg/L)	8,3	7,3	5,5	7,6	7,2
As total	(mg/L)	0,422	0,548	2,98	1,93	1,470
As dissous	(mg/L)	0,360	0,185	2,02	0,94	0,876
Cyanures totaux	(mg/L)	0,048	0,015	<0,010	0,019	0,022
Cyanures libres	(mg/L)	NA	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23
Niveau/Tête piézo	(m)	6,83	6,79	12,51	13,06	9,80
Cote nappe	(mNGF)	246,4	246,44	240,72	240,17	243,43

Figure 40 : Analyses du piézomètre MST11

Note : Les piézomètres de Montredon sont à analyser, selon le programme de surveillance de base, tous les 6 mois (juin et décembre de chaque année). Les PZ5, PZ6 et MST11 ont également été analysés dans le cadre des campagnes complémentaires hautes eaux (25/04/22) et basses eaux (26/09/22). Le SPI a été analysé, en plus des campagnes de juin et décembre, dans le cadre de la campagne complémentaire uniquement des basses eaux de septembre (26/09/22).

Commentaires :

En règle générale les concentrations en arsenic total et dissous au nord et à l'est du stockage restent élevées en 2022, 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 et ne constituent donc pas une référence « amont » du stockage de Montredon appropriée au sens de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. 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 arsenic total en avril 2022 sur le PZ6 (2,79 mg/L), mais pas en arsenic dissous (0,43 mg/L). Il n'y a pas eu de

contre analyse pour l'arsenic total, mais cette forte concentration ne se retrouve pas lors des prélèvements suivants en 2022. En revanche cette forte concentration présente le même schéma qu'en juin 2021. Cela est peut-être à mettre en relation avec la pluviométrie importante en avril 2022 avec 61mm de pluie la semaine précédente au prélèvement, et à un degré moindre en juin 2021 avec 9 mm les deux jours précédant le prélèvement.

Les concentrations en cyanures totaux et libres des deux piézomètres PZ5 et PZ6 sont inférieures à la limite de détection de 10 µg/L.

Le piézomètre SPI n'a pas pu être prélevé entre juin 2020 et avril 2021 inclus, car durant les 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 ?) qui est donc de nouveau opérationnel depuis cette date. L'arsenic est principalement sous forme particulaire sur ce piézomètre. Les concentrations en cyanures totaux sont relativement élevées (0,14 mg/L), mais sont en baisse par rapport à l'année 2021. On ne relève pas de cyanures libres (<0,010 mg/L) dans ce piézomètre.

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 de cyanure). A noter qu'en octobre 2020, la tête de ce piézomètre a été endommagée par un engin (tube plié) et qu'il n'a donc pas pu être analysé, mais a été remis en service fin novembre 2020. En 2022, il a pu être analysé lors de chaque passage : la concentration en arsenic total est relativement élevée à 0,88 mg/L en moyenne mais avec un pic à 2,98 mg/L en septembre. L'arsenic est principalement particulaire sur ce piézomètre.

On notera que le piézomètre MST11 est situé au niveau d'un radier récupérant les eaux de ruissellement du flanc Est de Montredon via les descentes d'eau. Lors de certains épisodes pluvieux il n'est pas exclu qu'une partie de ces eaux s'infiltrent dans le piézomètre qui ne possède pas de bouchon mais un simple capot, comme l'atteste une accumulation de débris de végétaux près du piézomètre après de fortes pluies en mars 2022 (68 mm en 48h).



Photo 35 : Photo 36 : Débris de végétaux à proximité du MST11 après un orage (mars 2022)

Un bouchon sera mis en place en 2023 afin d'éviter l'intrusion d'eaux parasites en cas de fortes pluviométrie.

Les graphes suivants montrent sur chaque piézomètre :

- la pluviométrie mensuelle 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.

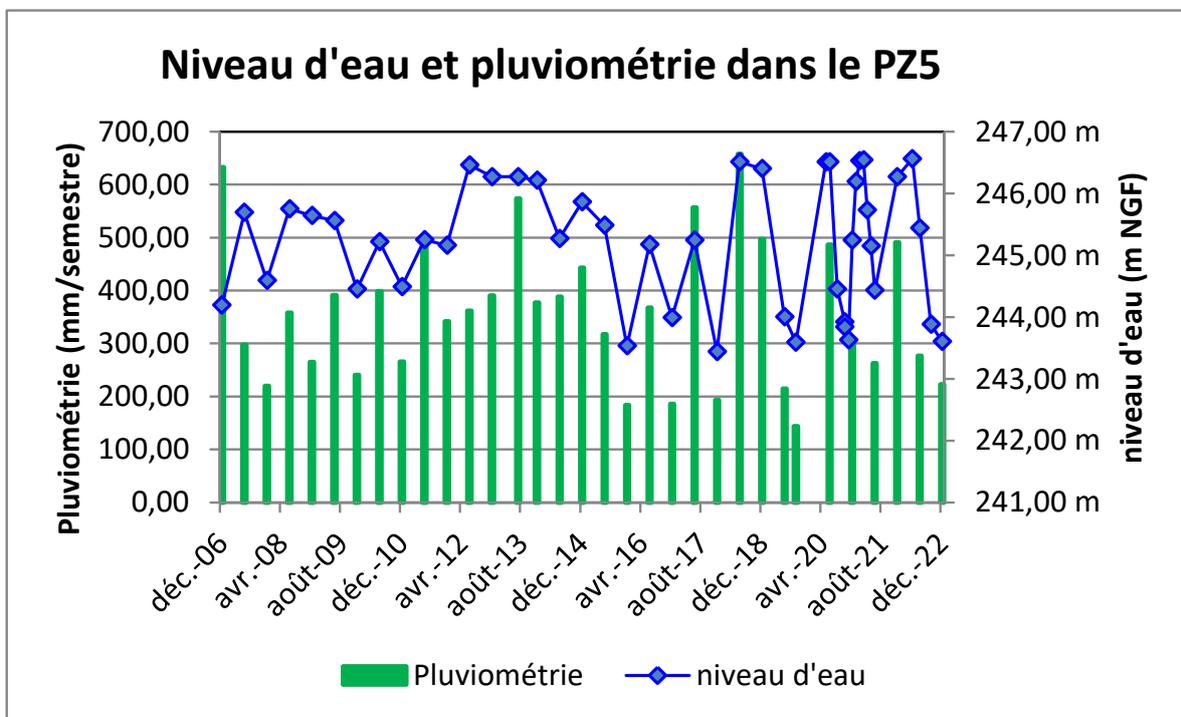


Figure 41 : Niveau d'eau du PZ5 et pluviométrie

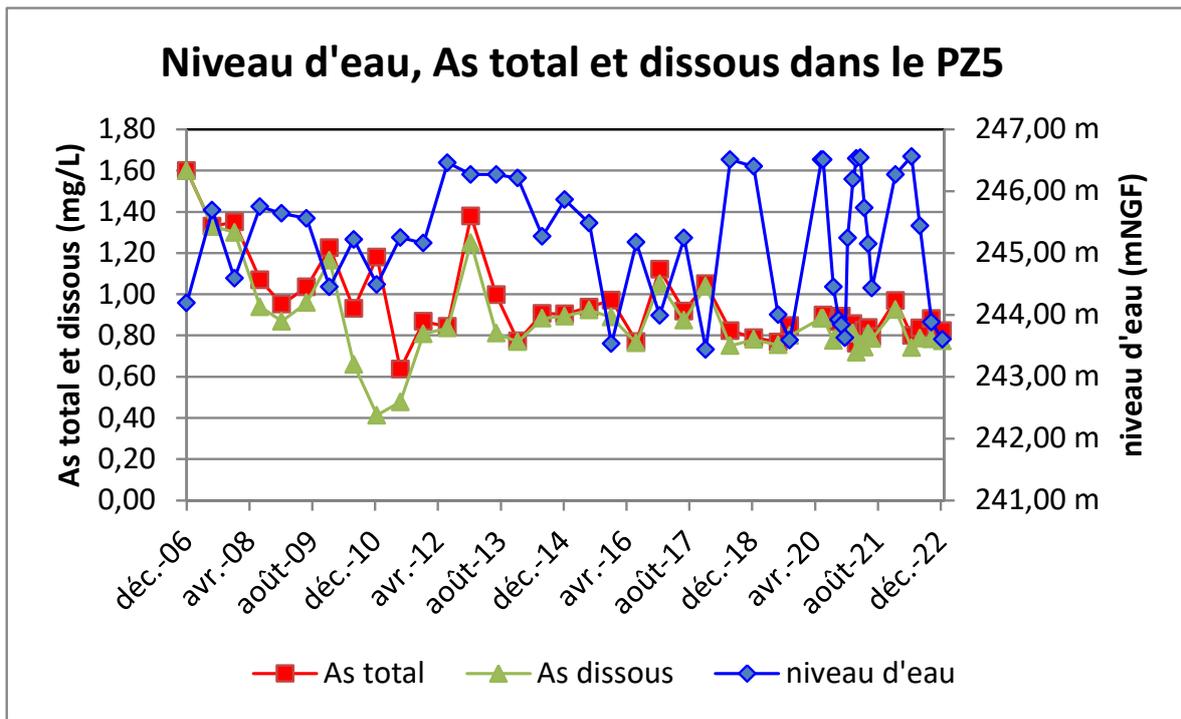


Figure 42 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ5

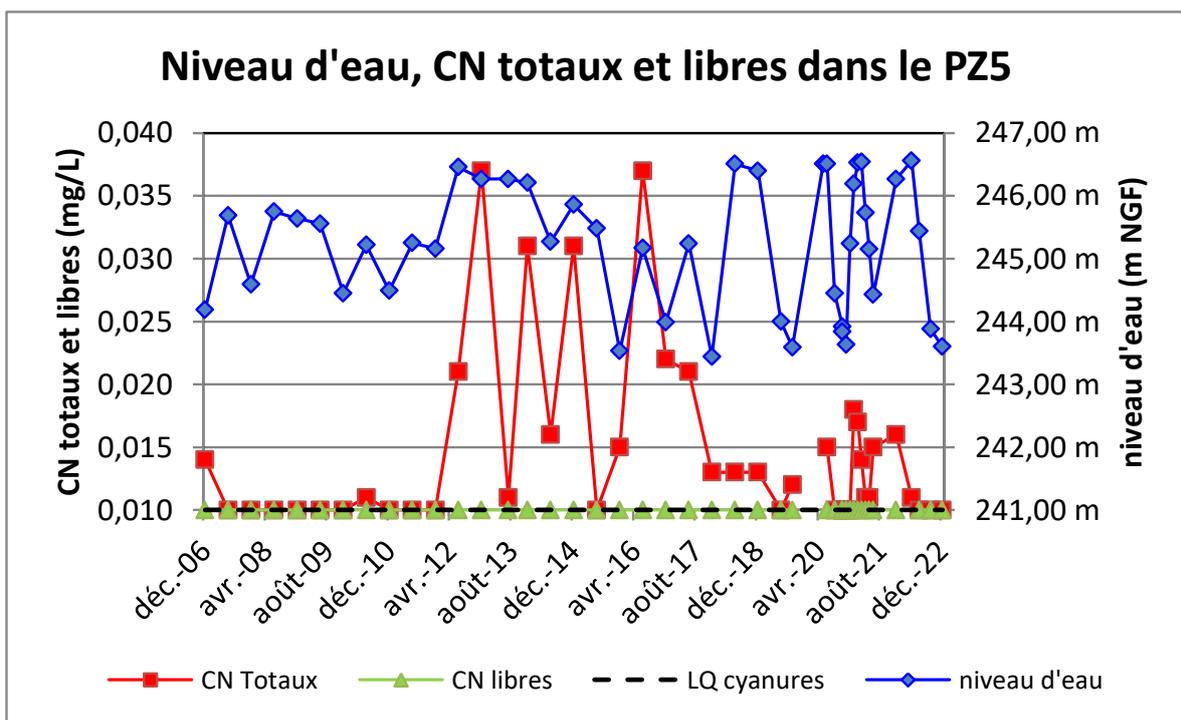


Figure 43 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ5

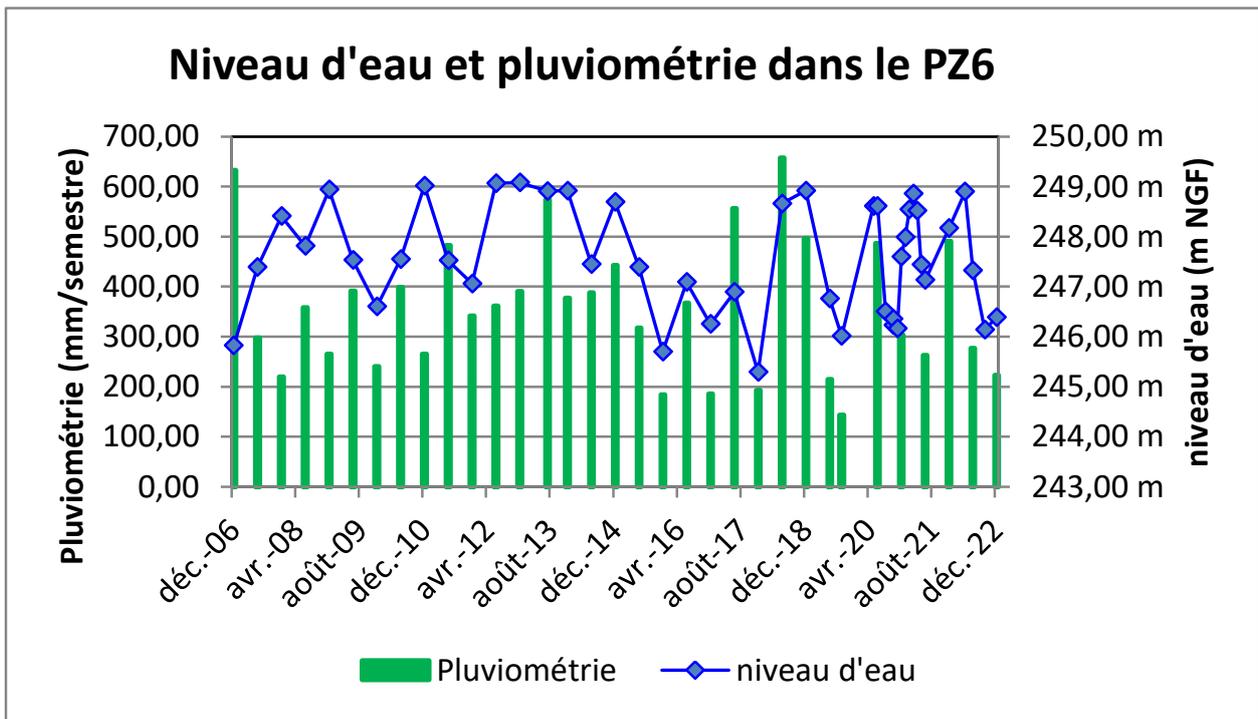


Figure 44 : Niveau d'eau du PZ6 et pluviométrie

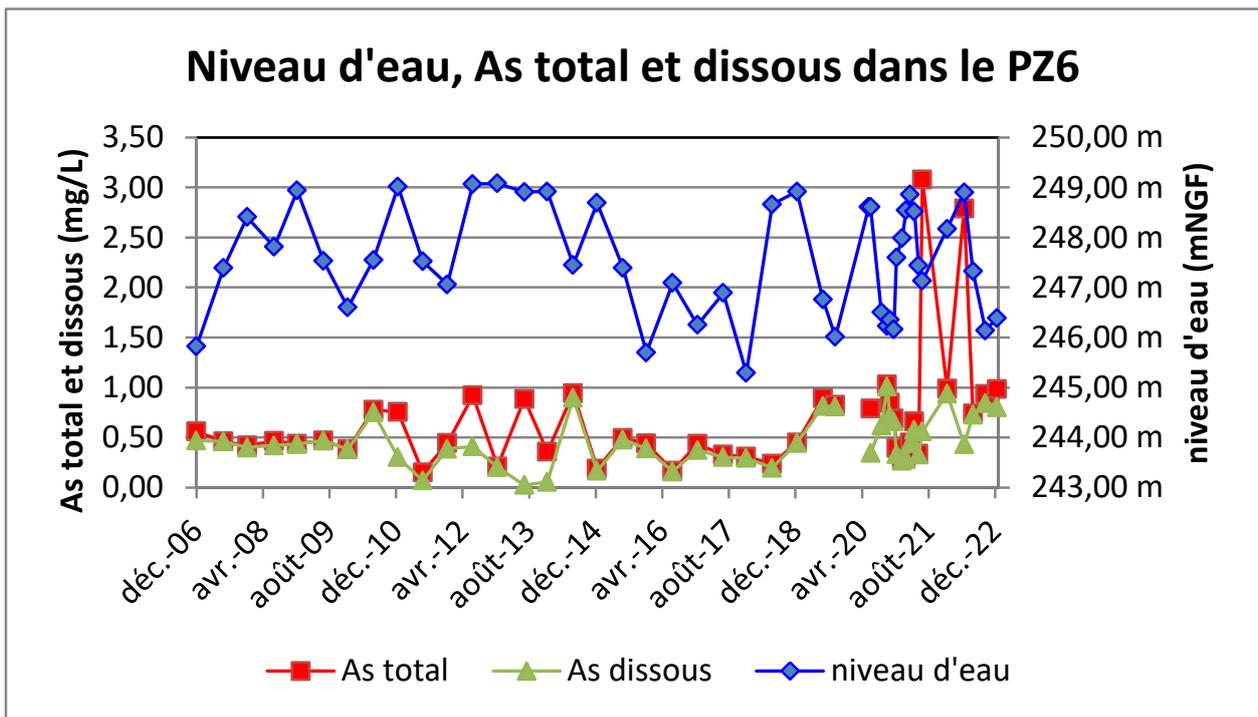


Figure 45 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZ6

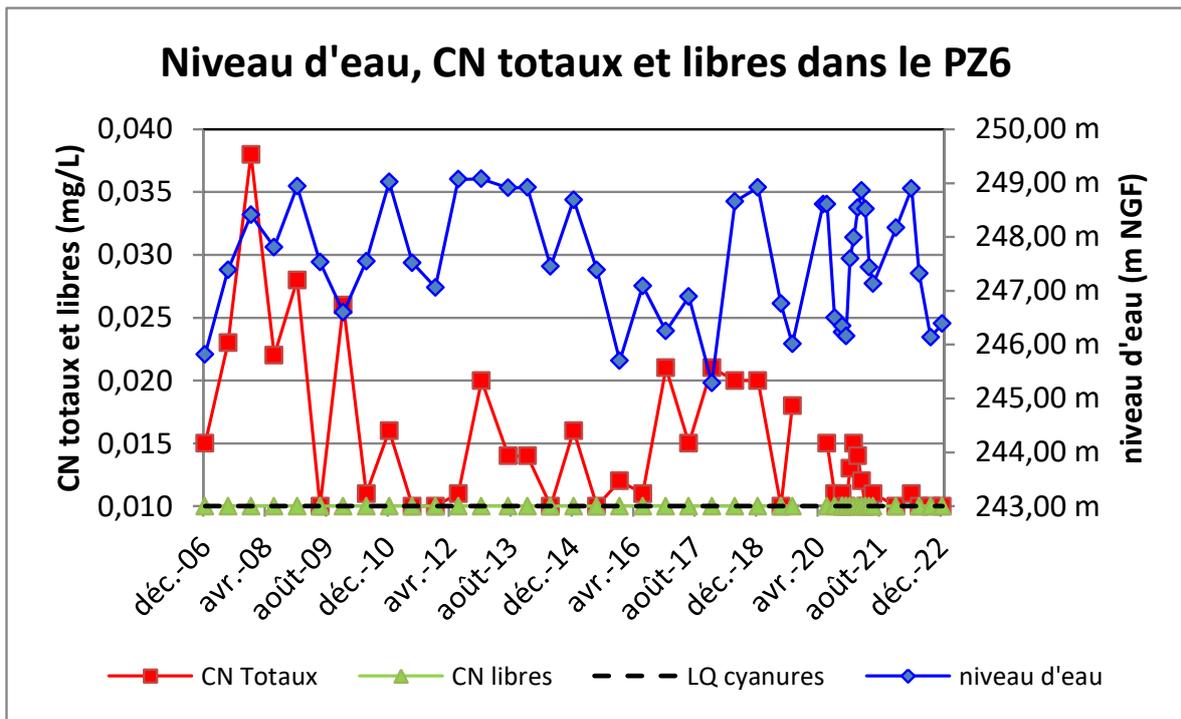


Figure 46 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZ6

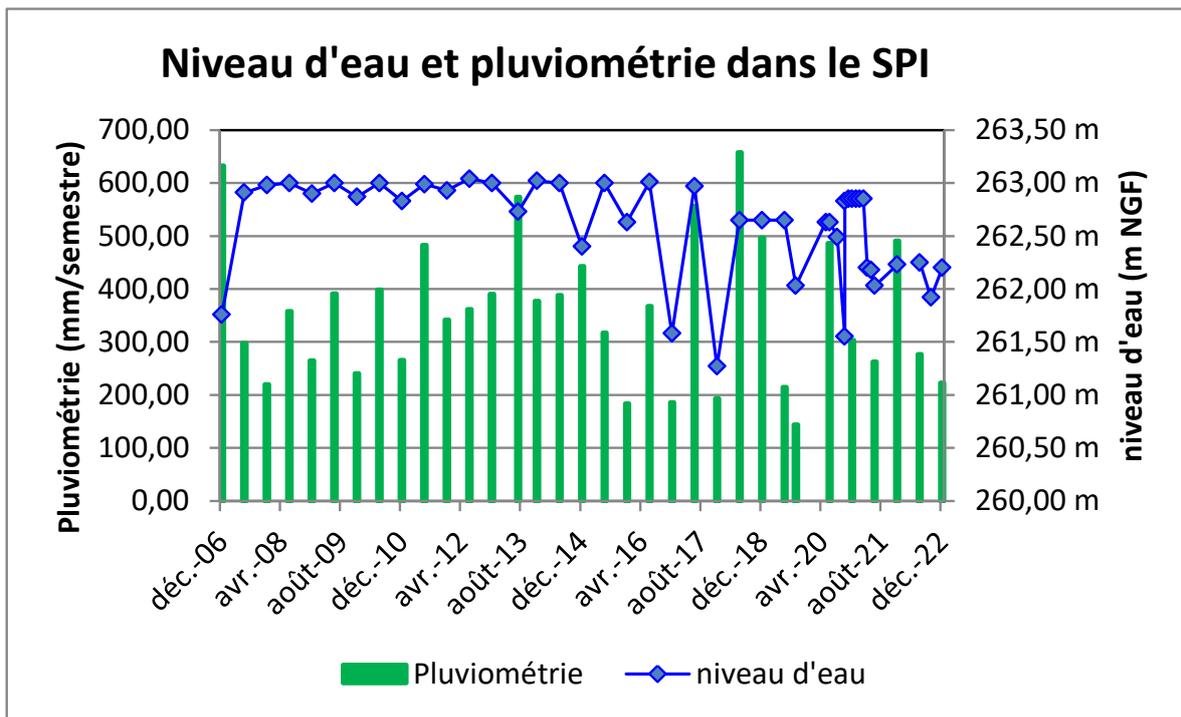


Figure 47 : Niveau d'eau du SPI et pluviométrie

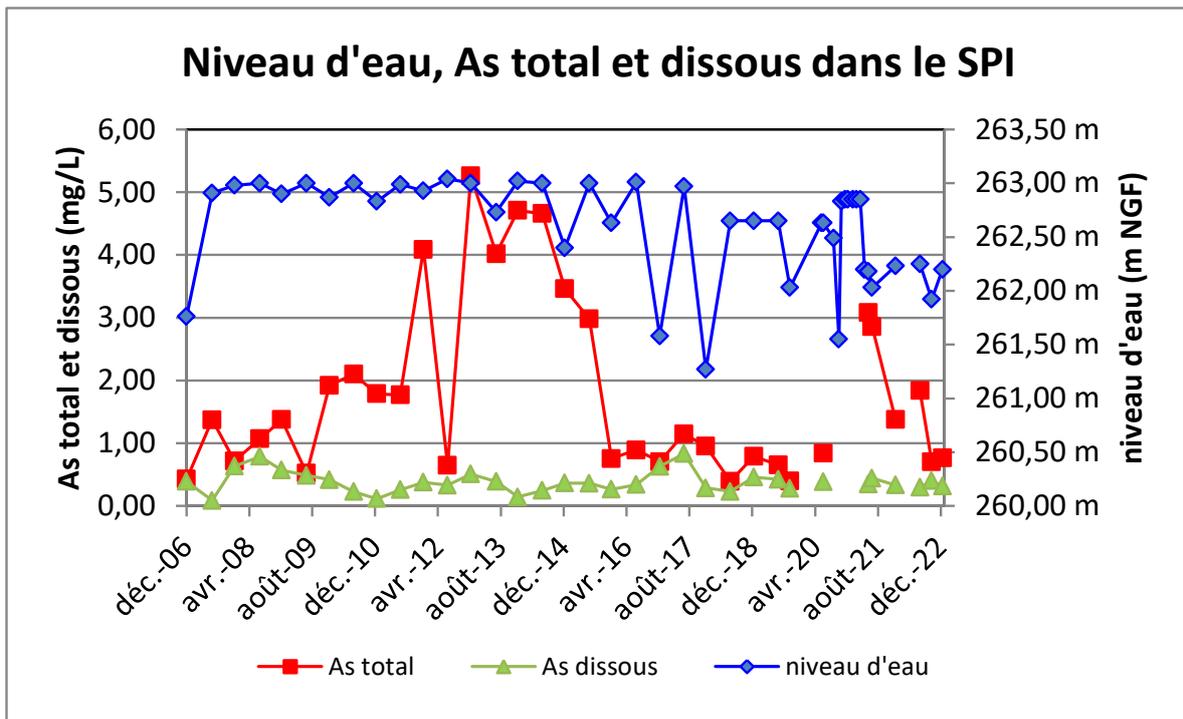


Figure 48 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPI

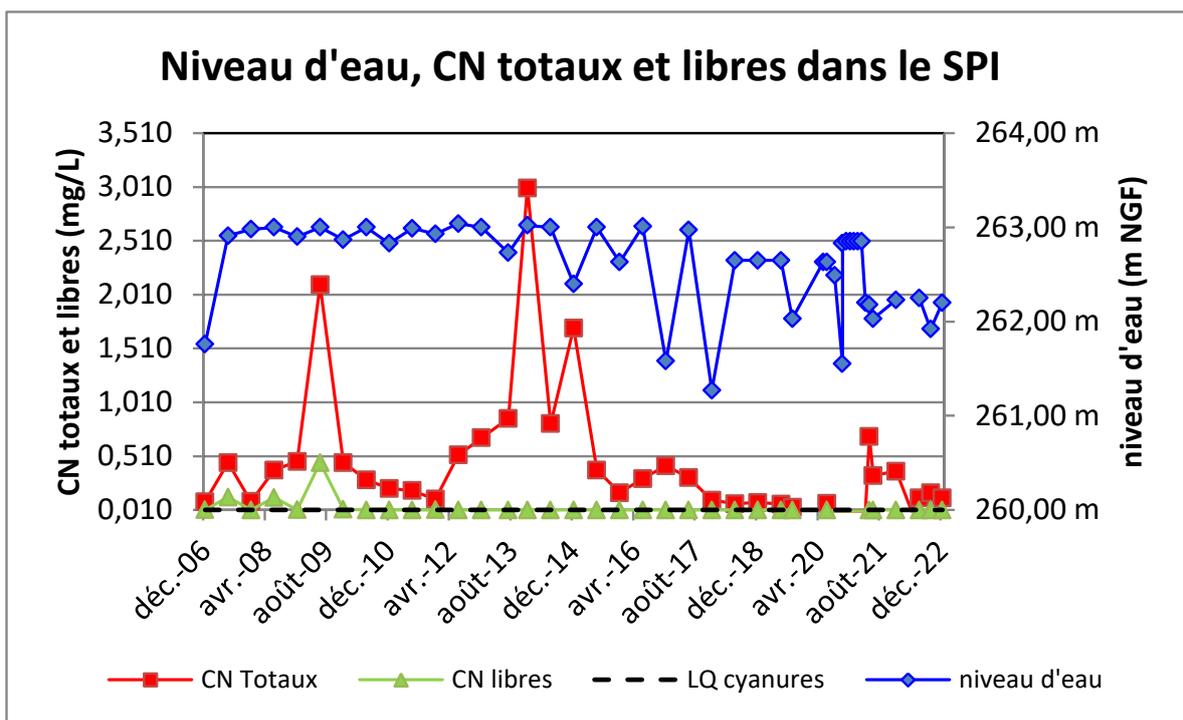


Figure 49 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPI

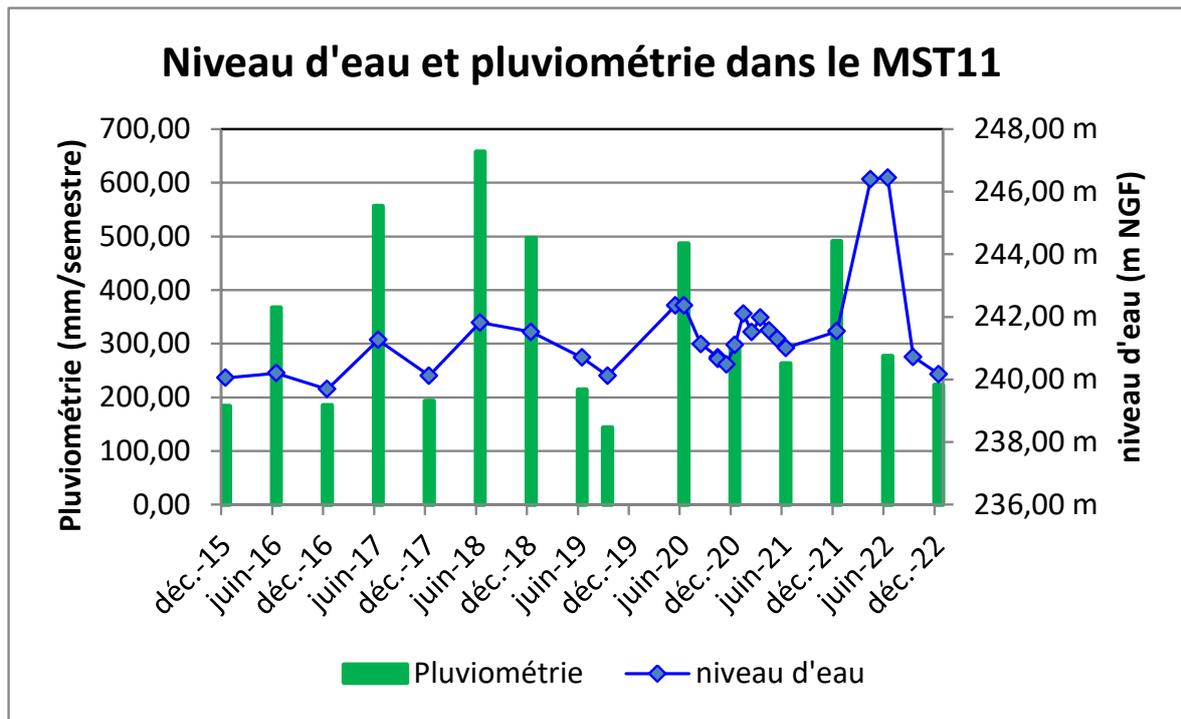


Figure 50 : Niveau d'eau du MST11 et pluviométrie

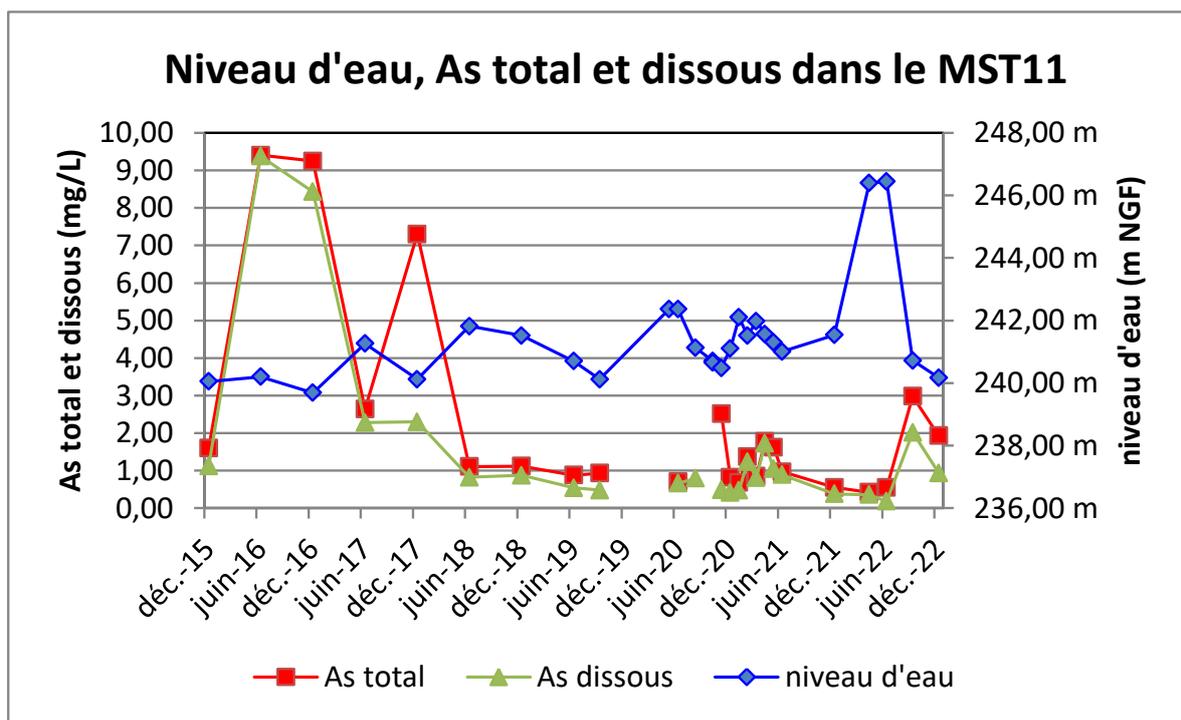


Figure 51 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le MST11

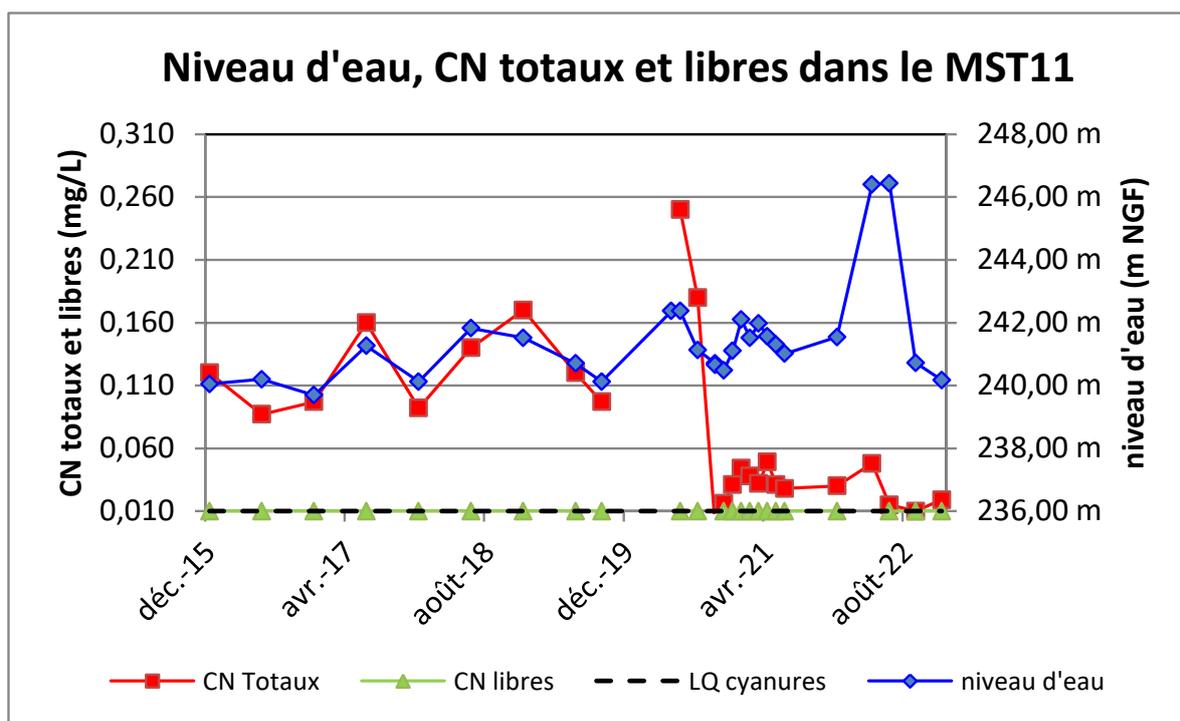


Figure 52 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le MST11

On n'observe pas ou peu d'évolution des niveaux d'eau sur les piézomètres au nord et à l'Est de Montredon, sauf sur le MST11 en avril et en juin 2022. Les prélèvements du 25/04 et du 27/06 ont été effectués suites à deux épisodes pluvieux de 27mm le 23/04 et de 39mm le 23/06. Le piézomètre MST11 est situé le long de la piste d'accès du flanc est de Montredon et surtout depuis les travaux de Montredon de mai 2021 au niveau d'un gué bétonné récupérant les eaux des descentes d'eau du flanc Ouest. Il subit très probablement l'influence de ces arrivées d'eau.

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 de cyanures totaux restent présentes sur ces mêmes piézomètres.

1.5.5.3 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 certains piézomètres ont également été analysés lors des campagnes basses eaux et/ou hautes eaux. 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 2022 des piézomètres sont données en annexe.

SPJ		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	NA	7,77	7,76	7,61	7,71
Conductivité	(μ S/cm)		1033	2485	2410	1976
Eh	(mV)		337	349	356	347
Température	(°C)		14,3	18,1	13,7	15,4
Oxygène dissous	(mg/L)		7,0	6,8	7,7	7,2
As total	(mg/L)		0,0139	0,0159	0,0151	0,0150
As dissous	(mg/L)		0,0067	0,0072	0,0070	0,0070
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)		232,40	232,40	232,40	232,40
Niveau/Tête piézo	(m)		7,76	8,09	7,91	7,92
Cote nappe	(mNGF)		224,64	224,31	224,49	224,48

Figure 53 : Analyses du piézomètre SPJ

PZ09-03		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	NA	7,76	7,96	8,07	7,93
Conductivité	(μ S/cm)		523	658	673	618
Eh	(mV)		337	331	332	333
Température	(°C)		15,1	18,6	13,2	15,6
Oxygène dissous	(mg/L)		7,0	7,1	7,8	7,3
As total	(mg/L)		0,0115	0,0101	0,0180	0,0132
As dissous	(mg/L)		0,0021	0,0029	0,0046	0,0032
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)		232,93	232,93	232,93	232,93
Niveau/Tête piézo	(m)		10,61	11,69	11,26	11,19
Cote nappe	(mNGF)		222,32	221,24	221,67	221,74

Figure 54 : Analyses du piézomètre PZ09-03

PZO		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u	NA	7,68	NA	7,99	7,84
Conductivité	(μ S/cm)		1015		1361	1188
Eh	(mV)		302		317	309
Température	(°C)		16,6		14,8	15,7
Oxygène dissous	(mg/L)		7,0		8,2	7,6
As total	(mg/L)		0,0539		0,1440	0,0990
As dissous	(mg/L)		0,0224		0,0177	0,0201
Cyanures totaux	(mg/L)		<0,010		<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)		<0,010		<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)		265,71		265,71	265,71
Niveau/Tête piézo	(m)		25,96		25,93	25,95
Cote nappe	(mNGF)		239,75		239,78	239,77

Figure 55 : Analyses du piézomètre PZO

NA : Non analysé (non prévu au programme de base)

Note : Les piézomètres de Montredon sont à analyser, selon le programme de surveillance de base, tous les 6 mois (juin et décembre de chaque année). Les SPJ et PZ09-03 ont également été analysés dans le cadre de la campagne complémentaire des basses eaux de septembre (26/09/22).

Commentaires des données 2022 :

On observe peu d'évolution en 2022 des concentrations en arsenic total pour le PZ09-03 qui restent peu élevées (0,013 mg/L en moyenne sur 2022), et les cyanures ne sont pas détectés. La plupart des paramètres physico-chimiques contrôlés sont cohérents avec ceux mesurés précédemment sur le SPB.⁴

Sur le PZO, la concentration en arsenic total varie entre 0,05 mg/L en juin 2022 et 0,14 mg/L en décembre 2022. Ces valeurs sont en nette diminution par rapport aux valeurs de 2020 et 2021, période de travaux de Montredon qui ont pu perturber la qualité des eaux de ce piézomètre. La moyenne des concentrations en arsenic dissous sur 2022 est de 0,02 mg/L. Les concentrations en cyanures totaux et libres sont en dessous des seuils de détection de 0,010 mg/L en 2022.

Pour le piézomètre SPJ, les concentrations en arsenic total et dissous sont assez stables en 2022 et sont en moyenne respectivement de 0,015 mg/L et 0,007 mg/L. Les concentrations en cyanures totaux et libres sont en dessous des seuils de détection de 0,010 mg/L en 2022.

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.

⁴ 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 PZ09-03 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 PZ09-03 pour remplacer le SPB.

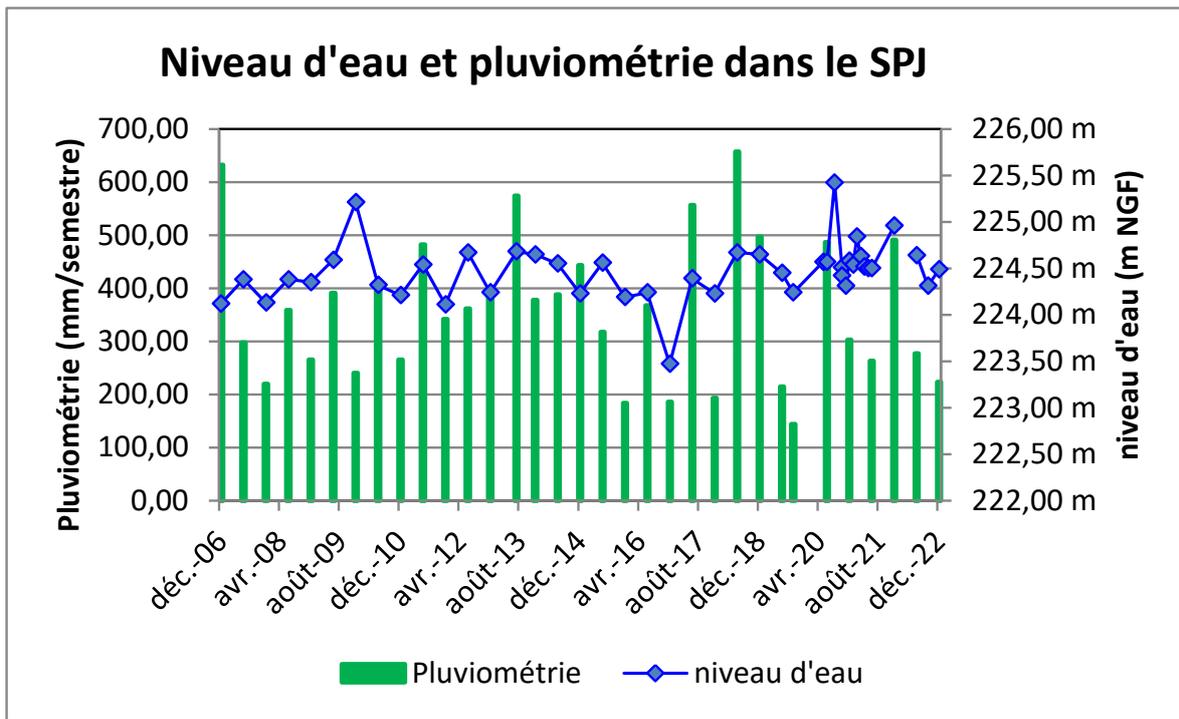


Figure 56 : Niveau d'eau du SPJ et pluviométrie

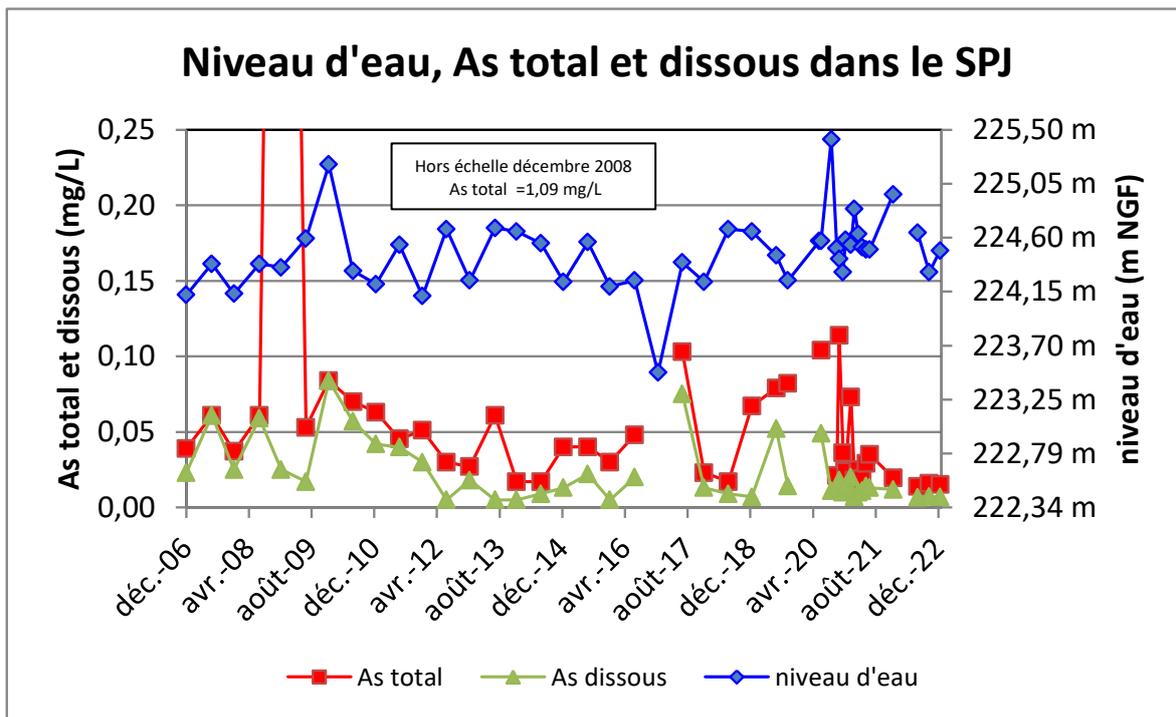


Figure 57 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPJ

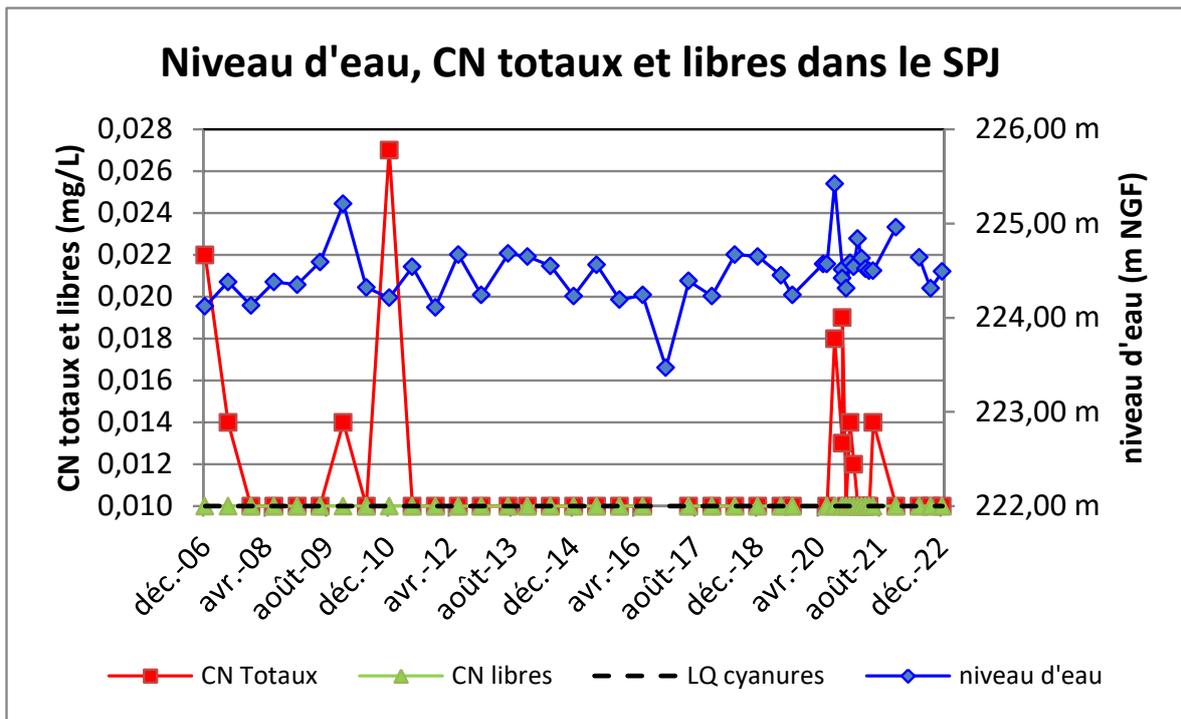


Figure 58 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPJ

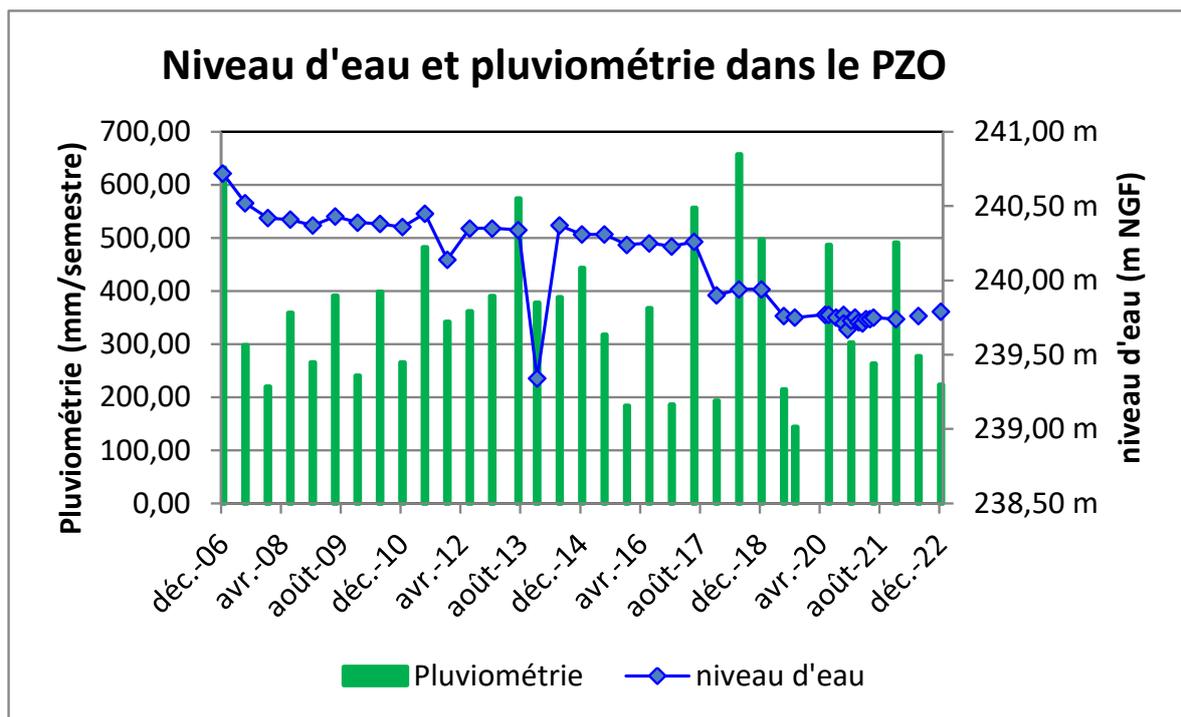


Figure 59 : Niveau d'eau du PZO et pluviométrie

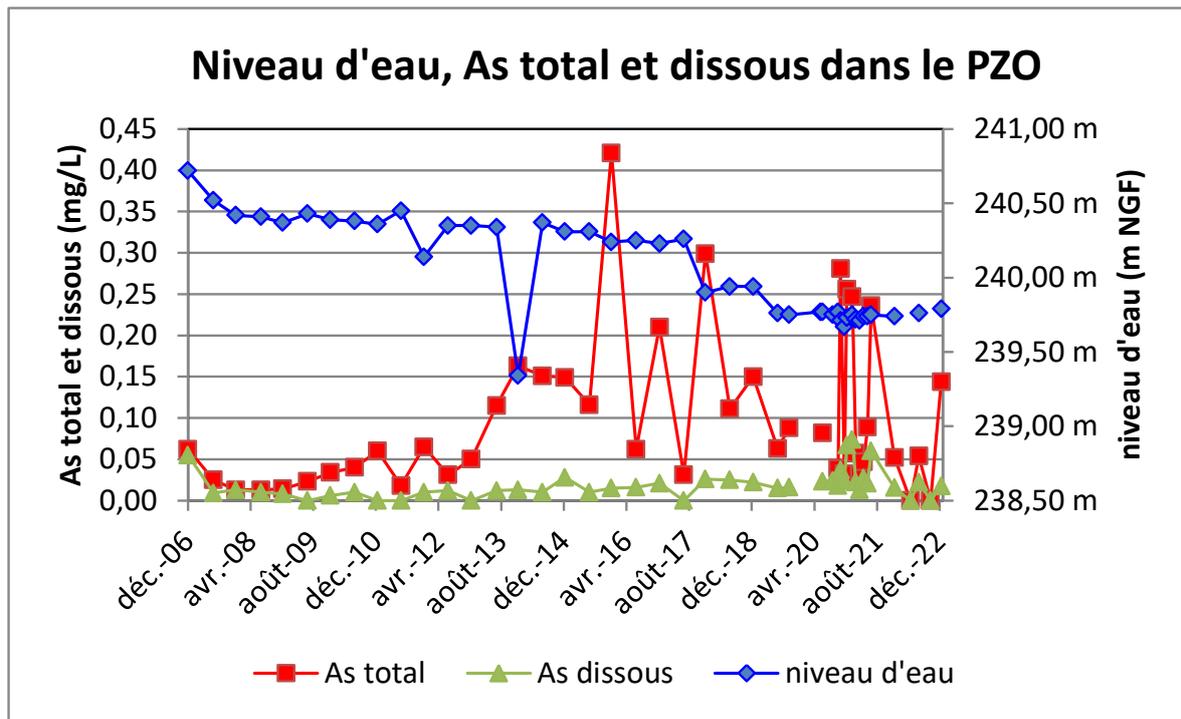


Figure 60 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le PZO

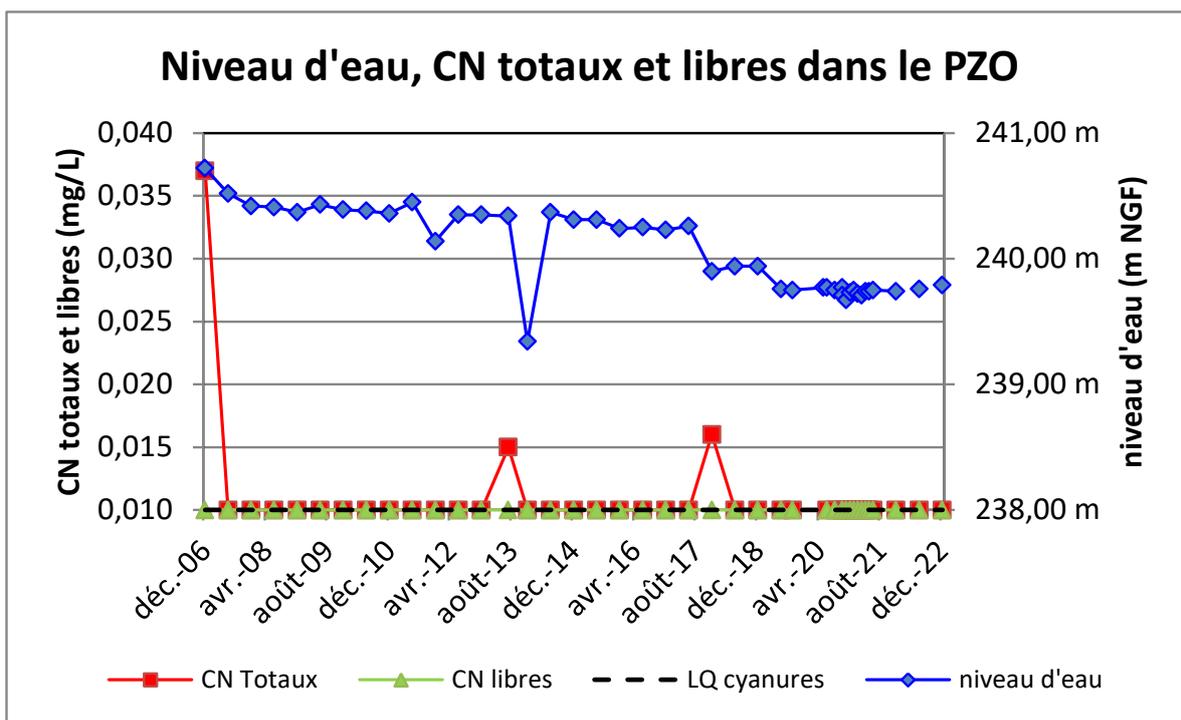


Figure 61 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le PZO

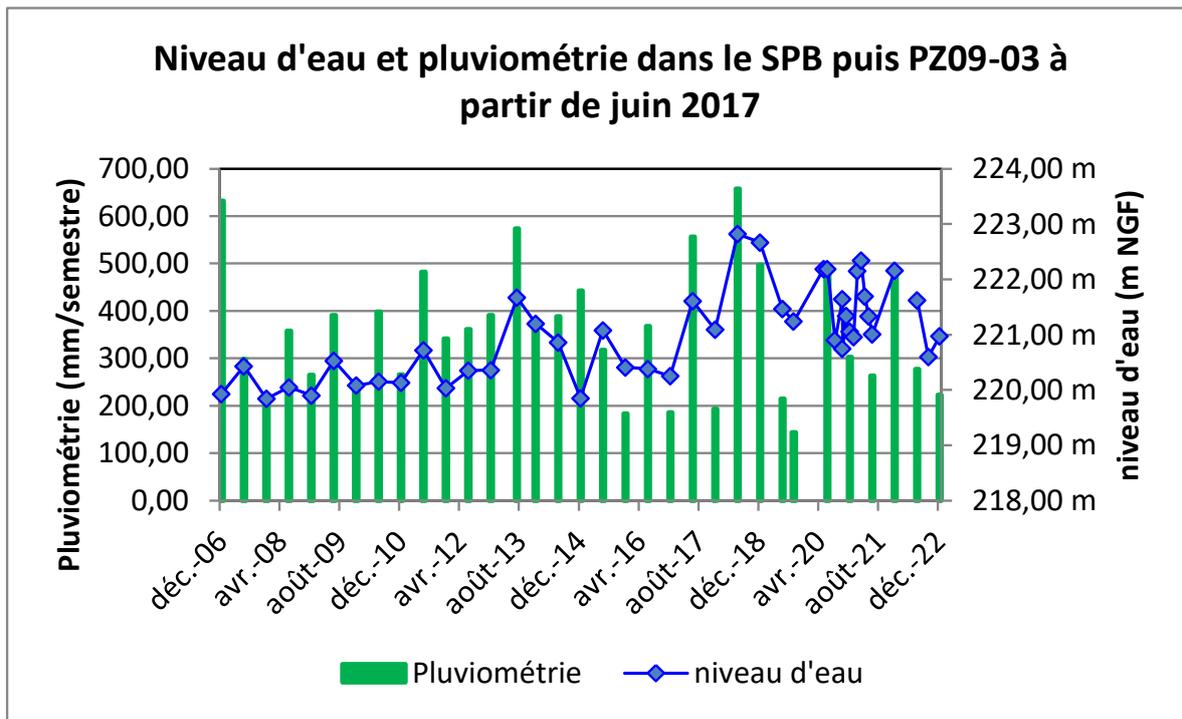


Figure 62 : Niveau d'eau du SPB puis PZ09-03 et pluviométrie

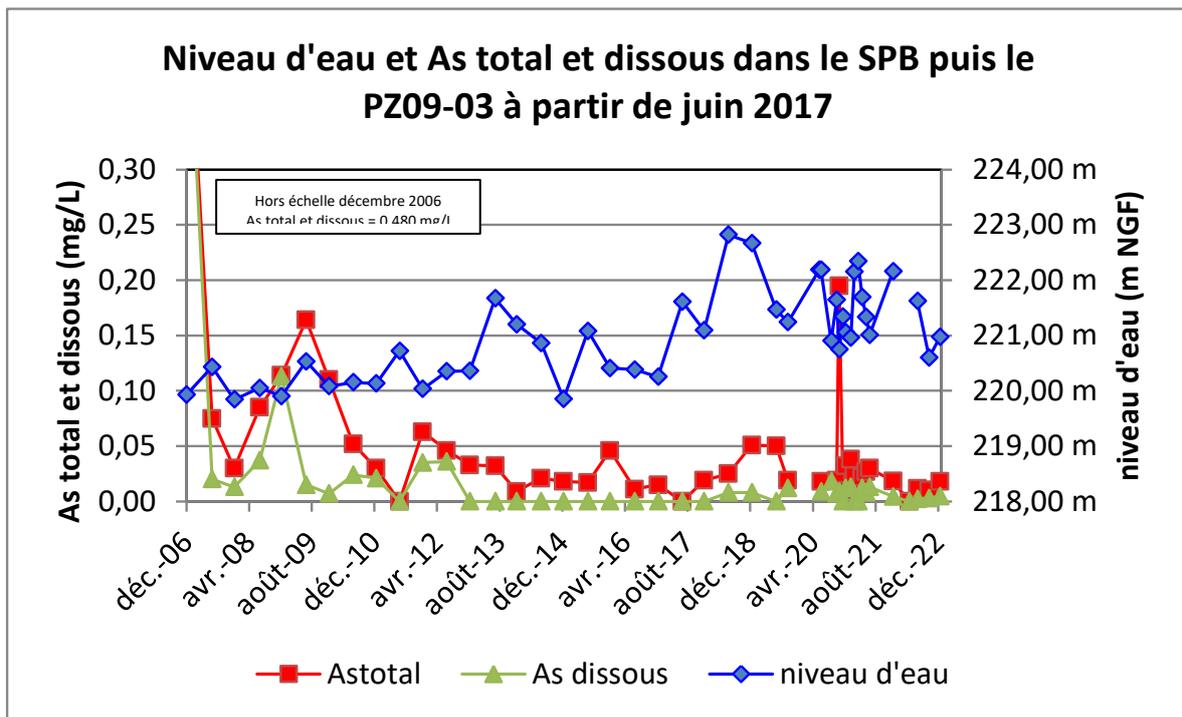


Figure 63 : Concentrations en arsenic total et dissous et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03

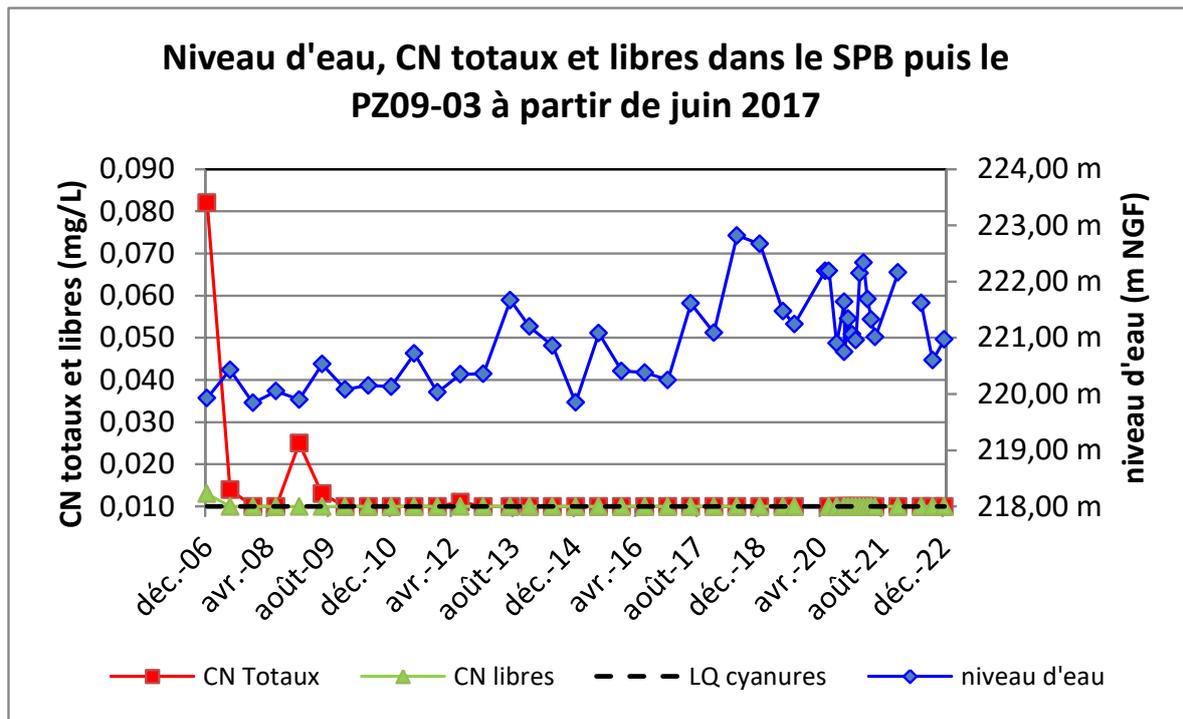


Figure 64 : Concentrations en cyanures totaux et libres et niveau d'eau dans le SPB puis PZ09-03

Commentaires des chroniques de suivi :

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 (même si celui-ci semble se stabiliser depuis 2018), et celui du PZ09-03 semblait augmenter entre 2012 et 2017 (avec une tendance à la stabilisation depuis 2018).

Les concentrations en cyanures libres sont 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 parfois mais à de faibles concentrations. Les concentrations en arsenic total et dissous restent relativement stables pour ces 3 piézomètres depuis 2006.

1.5.5.4 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 dans cet ouvrage depuis 2013 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 le piézomètre Drain Central en raison de la faible circulation de l'eau. En juin 2015, ce piézomètre a été hydrocuré par VEOLIA et une nette remontée de l'eau a été

constatée jusqu'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 (possiblement en lien avec un hydrocurage réalisé par VEOLIA le 19/12/2017). 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 2018 stabilisé à environ 4,70m, mais ce niveau semblait non représentatif : tube semble colmaté car la sonde de niveau ne descend plus au-delà de 6,00 mètres le tube semblait colmaté car la sonde de niveau ne descendait 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 2020, puis en 2021 jusqu'à la fin des travaux. Six mois après les travaux, une baisse constante du niveau est observée et se poursuit lentement en 2022, en lien avec la reprise de l'étanchéité de la couverture et la mise en marche d'un système de pompage des eaux du stockage.

On n'a pas noté 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 issues des 4 puits de pompage mis en œuvre ainsi que des deux drains D1 et D2 (cf. Figure 2), le débit fluctue beaucoup plus. En effet le fonctionnement de l'installation de pompage n'est pas continu et influe sur les débits constatés (cf. 1.2.1).

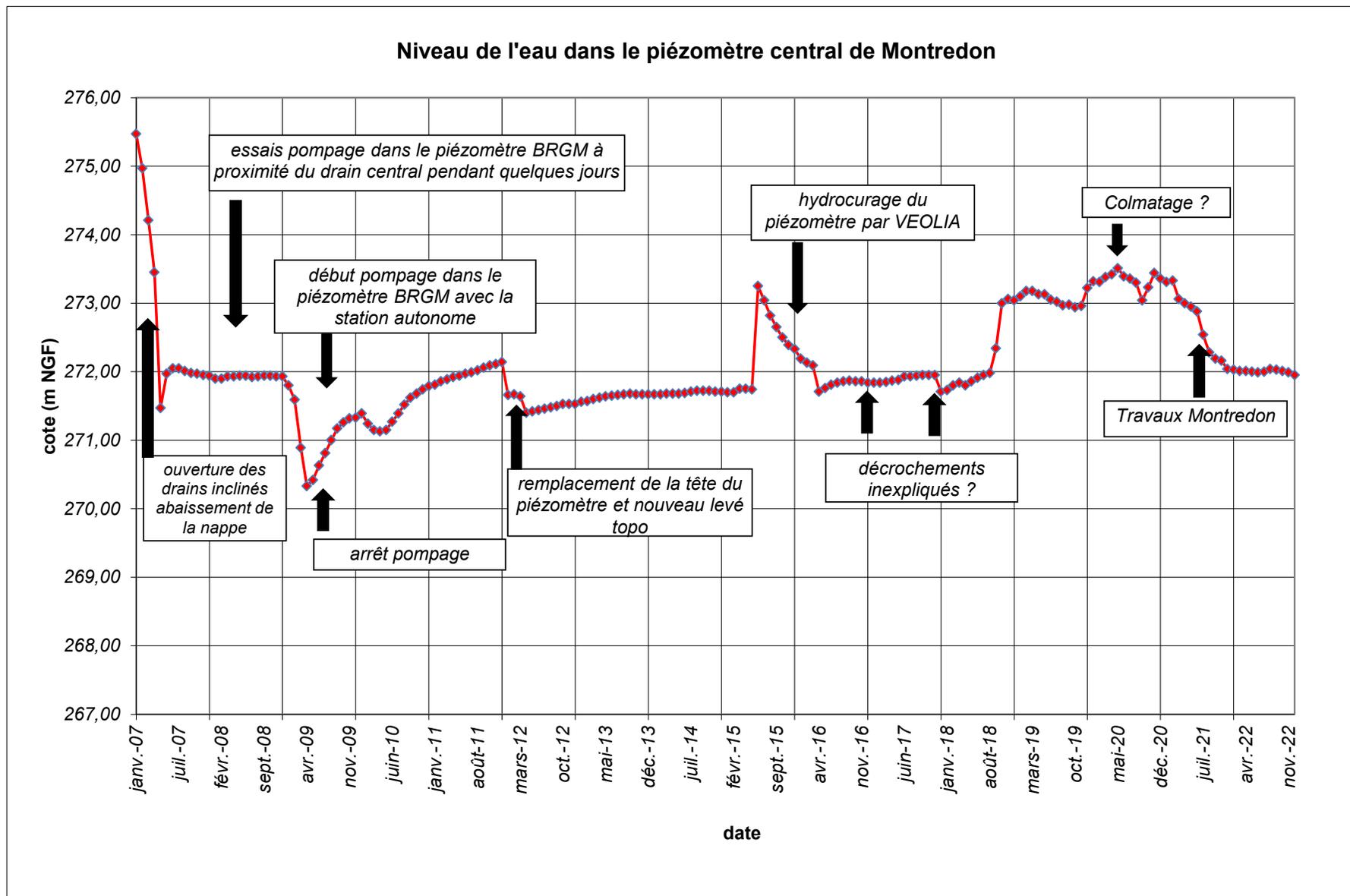


Figure 65 : Niveau de l'eau dans le piézomètre central à Montredon

Les drains D1 et D2 sont évacués par écoulement gravitaire vers la station de traitement. Ils ont été regroupés, depuis mai 2021, dans une canalisation unique qui récupère également les eaux provenant des 4 puits de pompage installés en partie sommitale de Montredon (cf. Figure 2). A partir de mai 2021, les mesures et prélèvements mensuels ont été réalisés à l'arrivée de la canalisation dans le regard de collecte à la station de traitement des eaux à la Combe du saut (cf. Figure 30).

Canalisation Montredon (Drain D1 + Drain 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)
janv-22	0,091	7,20	18350	141	10,0	9,4	38,00	35,60	<0,010	0,360
févr-22	0,396	7,45	9471	282	14,2	8,8	27,10	26,90	<0,010	0,190
mars-22	0,139	7,17	9674	353	13,2	8,3	23,90	23,30	<0,010	0,110
avr-22	0,091	7,17	17430	329	15,8	8,3	33,10	25,00	0,01	0,220
mai-22	0,161	7,02	20080	322	33,1	5,4	33,00	31,30	<0,010	0,210
juin-22	0,041	7,20	18150	279	34,9	4,5	29,10	28,70	<1,000	<1,000
juil-22	0,044	7,33	18420	245	35,4	4,5	25,50	25,20	0,016	0,140
août-22	0,302	7,16	18520	222	19,0	6,4	57,50	51,90	<0,010	0,220
sept-22	0,029	7,13	23590	223	27,4	5,2	36,60	36,90	0,037	0,190
oct-22	0,012	7,35	24170	240	25,5	6,2	61,80	60,40	<0,010	0,260
nov-22	0,168	6,95	21920	357	9,7	8,4	34,50	31,80	<0,010	0,350
déc-22	0,078	7,09	19700	352	13,3	8,5	35,60	34,30	<0,010	0,400
Moyenne	0,129	7,19	18290	279	21,0	7,0	36,31	34,28	<0,010	0,263

Tableau 6 : Analyses de la canalisation unique des eaux de Montredon

En 2022, les eaux issues du bassin de Montredon présentent des concentrations en arsenic total en moyenne de 36,31 mg/L et 34,28 mg/L en arsenic dissous. L'arsenic est donc essentiellement sous sa forme dissoute.

Les cyanures totaux sont toujours présents sur les eaux de Montredon à une concentration de 0,26 mg/L en moyenne en 2022. Les cyanures libres sont parfois détectés 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 pour la canalisation unique de Montredon.

Le débit n'est mesuré qu'une fois par mois lors du prélèvement, il n'est donc pas réaliste d'estimer des flux à partir des mesures ponctuelles de débit étant donné l'intermittence de la station de pompage (les puits étant désaturés après environ 10 min de pompage).

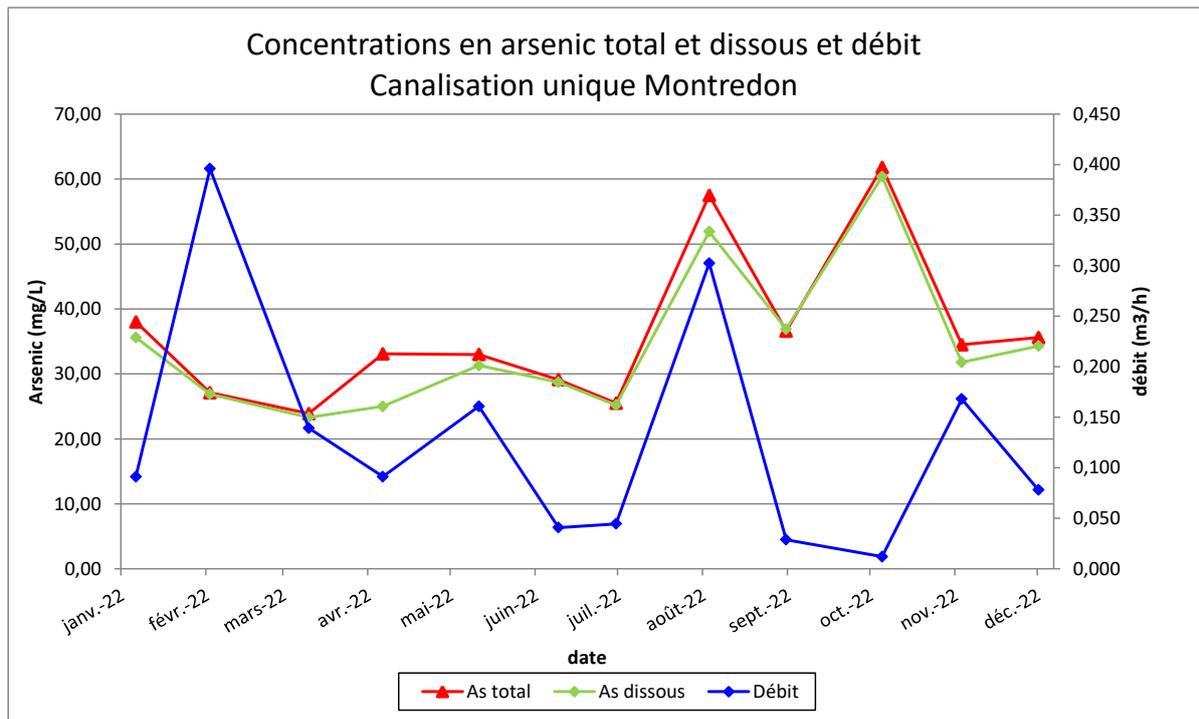


Figure 66 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit de la canalisation unique de Montredon

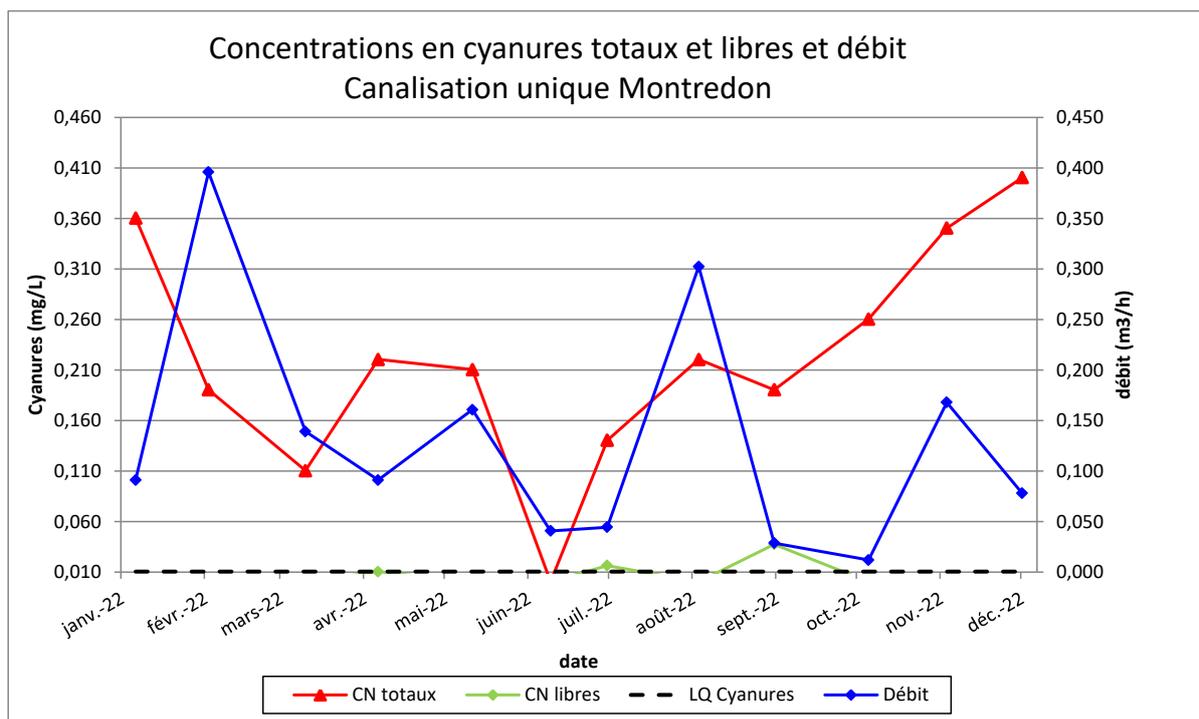


Figure 67 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit de la canalisation unique de Montredon

En 2022, la canalisation unique de Montredon (récupérant à la fois les eaux des drains D1 et D2 ainsi que les eaux de pompage éventuel des 4 puits de pompage installés à Montredon) présente des concentrations en arsenic total et dissous, ainsi que les cyanures totaux et libres en cohérence avec les drains D1 et D2 analysés individuellement jusqu'en avril 2021.

1.5.5.5 Analyses des piézomètres complémentaires

Un certain nombre de piézomètre nouveaux ont été installés entre décembre 2018 et septembre 2020 dans le but de surveiller l'état de saturation du stockage pendant les travaux de rétablissement de l'étanchéité de Montredon puis après les travaux. Certains piézomètres ont été mis en place en partie sommitale du stockage de Montredon et sont de faibles profondeurs (SD18-03, SD18-04, SD18-05, SD18-09, SD18-10 et SD18-13), d'autres ont été installés en partie sud et est du stockage de Montredon (PZ19-01, PZ19-02, PZ18-01 et PZ18-02) et sont de plus grande profondeur. Ils viennent compléter le piézomètre Central installé en partie sommitale et également de grande profondeur.

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

Nom	Date début suivi	Emplacement	Profondeur	X	Y	Z
PZ18-01	17/01/19	Digue Est	14,4	649608,05	6246355,27	265,32
PZ18-02	17/01/19	Digue Est	17,5	649707,66	6246267,93	259,00
PZ Central*	01/01/07	Sommitale	25,0	649623,84	6246072,87	277,89
SD18-03	12/12/18	Sommitale	4,0	649545,31	6246306,90	277,21
SD18-04	12/12/18	Sommitale	4,0	649581,06	6246278,35	277,18
SD18-05	12/12/18	Sommitale	6,0	649516,20	6246226,27	277,98
SD18-09	12/12/18	Sommitale	5,5	649609,77	6246122,58	278,31
SD18-10	12/12/18	Sommitale	4,6	649651,20	6246145,66	278,15
SD18-13	12/12/18	Sommitale	6,0	649544,59	6246198,82	278,69
PZ19-01	09/09/20	Sud	53,0	649807,79	6246079,16	258,15
PZ19-02	09/09/20	Sud	58,0	649705,43	6246010,00	266,85

Tableau 7 : Caractéristiques des piézomètres suivi renforcé de Montredon

*ancien forage pompage autonome cf. Figure 28.



Figure 68 : implantation des piézomètres de surveillance de Montredon durant les travaux

Un relevé hebdomadaire des niveaux d'eau était réalisé sur ces piézomètres durant les travaux. Certains piézomètres disposent également d'une sonde de mesure en continu.

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 présentaient des cotes approximatives. En revanche, une fois les travaux terminés, les niveaux d'eaux ont tous montré une baisse progressive jusqu'en décembre 2022. On constate même un assèchement pour les piézomètres SD18-03, SD18-04 et SD18-05, et uniquement la présence de boues au fond des piézomètres SD18-09, SD18-10 et SD18-13.

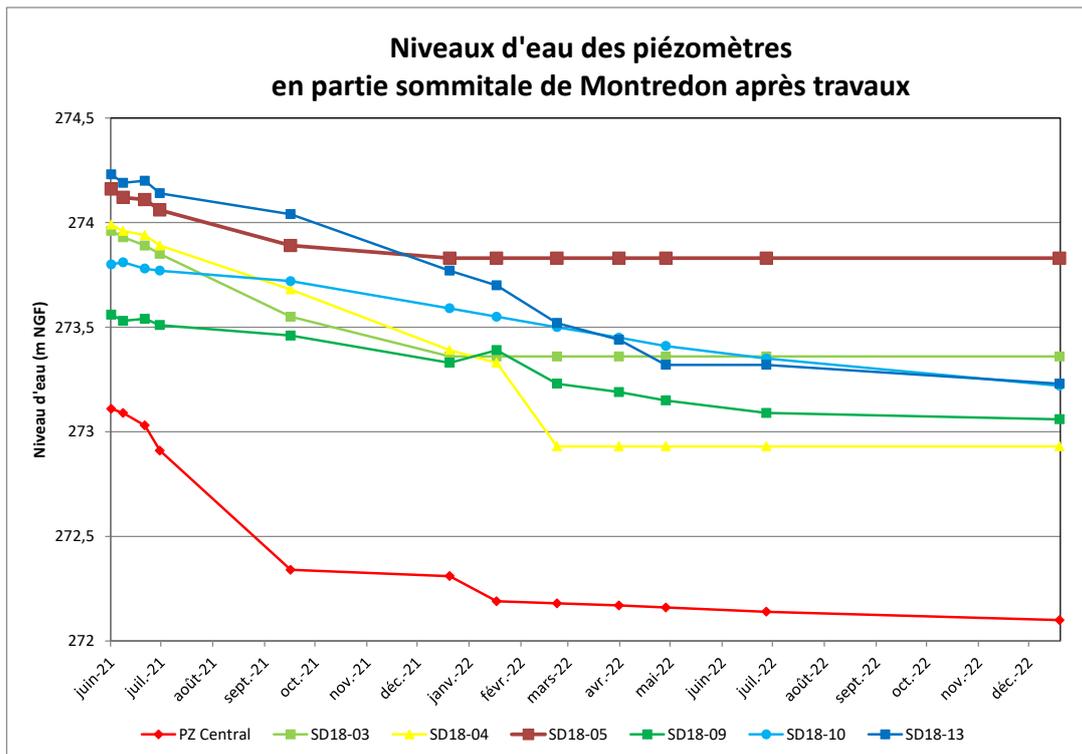


Figure 69 : Niveaux d'eau des piézomètres en partie sommitale de Montredon après travaux

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 2021.

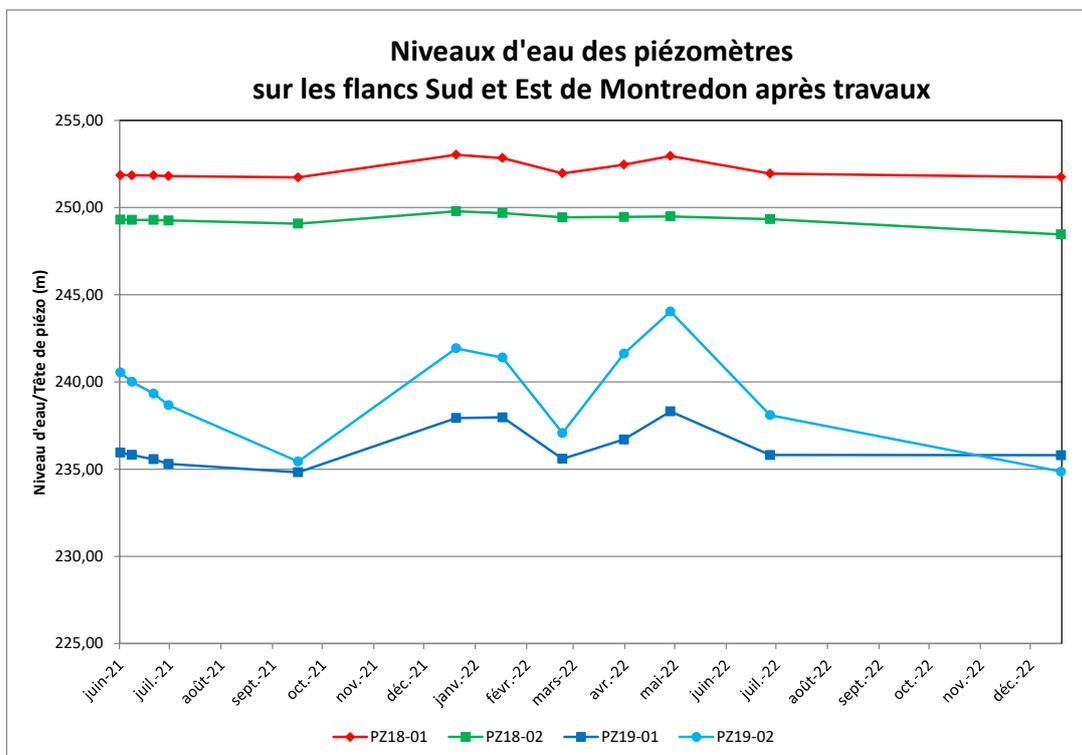


Figure 70 : Niveaux d'eau des piézomètres sur les flancs Sud et Est de Montredon après travaux

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 sur le flanc Est en 2022

Ces deux piézomètres situés sur le flanc est de Montredon sont surveillés semestriellement. En 2022, ils ont également fait l'objet d'un contrôle en septembre lors de la campagne basses eaux de septembre.

PZ18-01		27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	U	8,15	8,12	8,22	8,16
Conductivité	(μ S/cm)	1 764	3 025	3 054	2 614
Eh	(mV)	+327	+313	+323	+321
Température	(°C)	16,7	17,2	14,5	16,1
Oxygène dissous	(mg/L)	7,0	7,0	8,0	7,3
As total	(mg/L)	0,302	0,196	0,149	0,216
As dissous	(mg/L)	0,159	0,157	0,045	0,120
Cyanures totaux	(mg/L)	0,160	0,055	0,065	0,093
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	265,32	265,32	265,32	265,32
Niveau/tête piézo	(m)	13,37	13,51	13,57	13,48
Cote nappe	(mNGF)	251,95	251,81	251,75	251,84

Tableau 8 : Analyses du PZ18-01

PZ18-02		27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	U	8,20	7,97	8,37	8,18
Conductivité	(μ S/cm)	2 104	3 818	3 977	3 300
Eh	(mV)	+332	+325	+317	+325
Température	(°C)	16,9	16,6	14,6	16,0
Oxygène dissous	(mg/L)	7,0	6,9	9,7	7,9
As total	(mg/L)	2,490	1,680	3,700	2,623
As dissous	(mg/L)	0,491	1,160	1,310	0,987
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)	259,00	259,00	259,00	259,00
Niveau/tête piézo	(m)	9,66	9,85	10,54	10,02
Cote nappe	(mNGF)	249,34	249,15	248,46	248,98

Tableau 9 : Analyses du PZ18-02

Pour les piézomètres PZ18-01 et PZ18-02 situés en digue Est, les concentrations en arsenic sont restées du même ordre de grandeur durant les travaux et semblent restées stables un an après les travaux. Le PZ18-02 présente des concentrations en arsenic total plus élevées que sur le PZ18-01 (en moyenne 2,6 mg/l contre 0,2 mg/l en 2022). Pour le PZ18-01, l'arsenic est principalement sous sa forme dissoute, alors que sur le PZ18-02 présente une proportion variable d'arsenic particulaire, comme en juin et décembre.

Il n'y a pas de cyanures libres sur ces deux piézomètres. Les concentrations en cyanures totaux sont faibles sur le PZ18-01 (0,093 mg/l), et inférieures à la limite de détection sur le PZ18-02 (<0,010 mg/l).

Chronique des piézomètres PZ18-01 et PZ18-02 sur le flanc Est

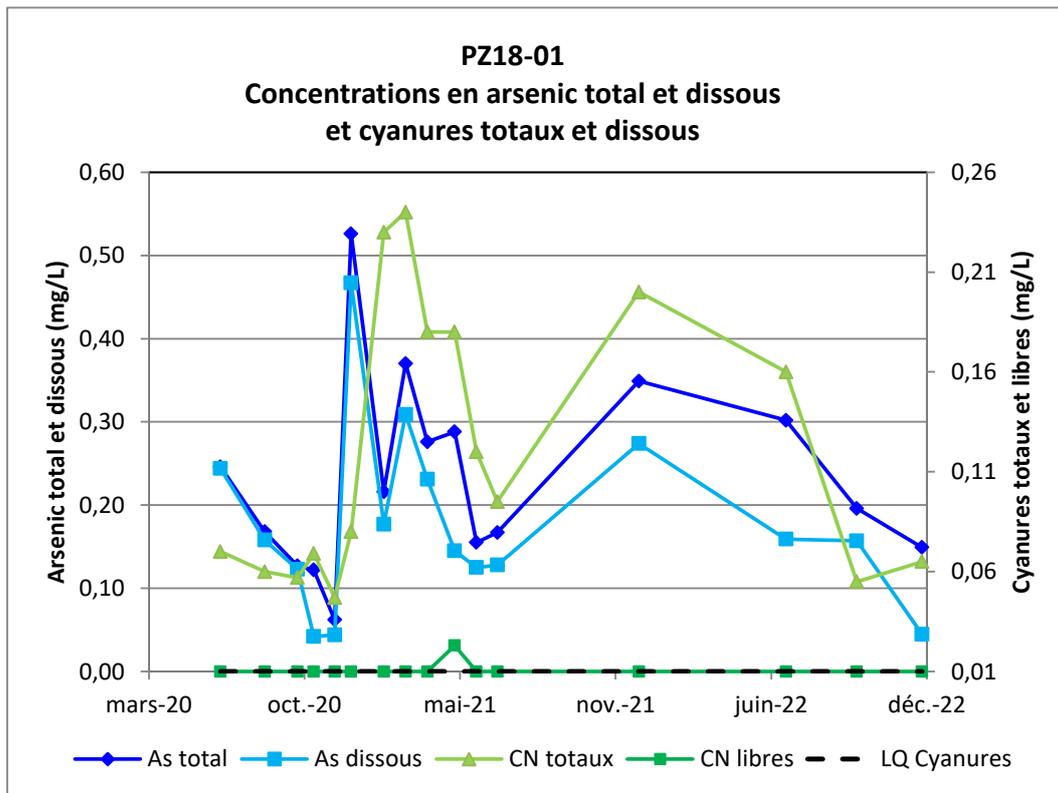


Figure 71 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-01

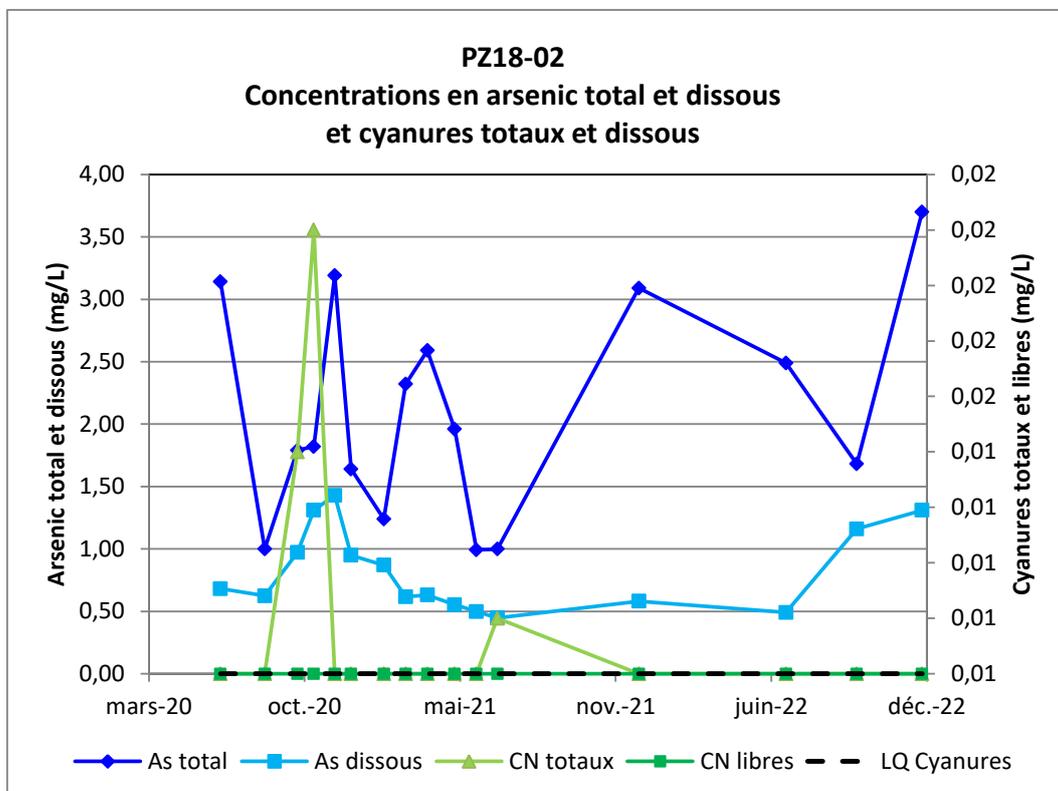


Figure 72 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ18-02

PZ19-01 et PZ19-02 sur le flanc sud en 2022

Ces deux piézomètres situés sur le flanc sud de Montredon sont surveillés semestriellement. En 2022, ils ont également fait l'objet d'un contrôle en septembre lors de la campagne basses eaux.

PZ19-01		27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	U	7,72	7,89	8,00	7,87
Conductivité	(μ S/cm)	1 327	2 223	1 379	1 643
Eh	(mV)	+338	+337	+332	+336
Température	(°C)	15,2	17,4	14,4	15,7
Oxygène dissous	(mg/L)	7,5	7,3	8,0	7,6
As total	(mg/L)	0,045	0,155	0,089	0,096
As dissous	(mg/L)	0,019	0,042	0,038	0,033
Cyanures totaux	(mg/L)	0,110	0,060	0,016	0,062
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	258,15	258,15	258,15	258,15
Niveau/tête piézo	(m)	22,34	22,86	22,35	22,52
Cote nappe	(mNGF)	235,81	235,29	235,80	235,63

Tableau 10 : Analyses du PZ19-01

PZ19-02		27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	U	7,51	7,47	7,73	7,57
Conductivité	(μ S/cm)	1 496	2 189	1 852	1 846
Eh	(mV)	+343	+340	+343	+342
Température	(°C)	14,8	17,2	14,2	15,4
Oxygène dissous	(mg/L)	7,3	7,6	7,7	7,5
As total	(mg/L)	0,031	0,140	0,083	0,085
As dissous	(mg/L)	0,006	0,016	0,032	0,018
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)	266,85	266,85	266,85	266,85
Niveau/tête piézo	(m)	28,75	31,41	31,99	30,72
Cote nappe	(mNGF)	238,10	235,44	234,86	236,13

Tableau 11 : Analyses du 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 0,096 mg/l et 0,085 mg/l en 2022, respectivement, avec toutefois des augmentations ponctuelles sur les 2 piézomètres en septembre 2022. L'arsenic est sous forme particulaire à plus de 50% dans les deux piézomètres.

Les concentrations en cyanures totaux et libres sont inférieures de la limite de quantification de 0,010 mg/L pour le Pz19-02. Sur le PZ19-01, seuls les cyanures totaux sont détectés avec en moyenne 0,062 mg/L en 2022 tandis que les cyanures libres sont inférieurs à la limite de quantification.

On ne note pas d'évolution nette à long terme sur le PZ19-02. En revanche les concentrations en arsenic pourraient présenter une tendance à la hausse dans le PZ19-01. Cela sera à suivre en 2023.

Chronique des piézomètres PZ19-01 et PZ19-02 sur le flanc Est

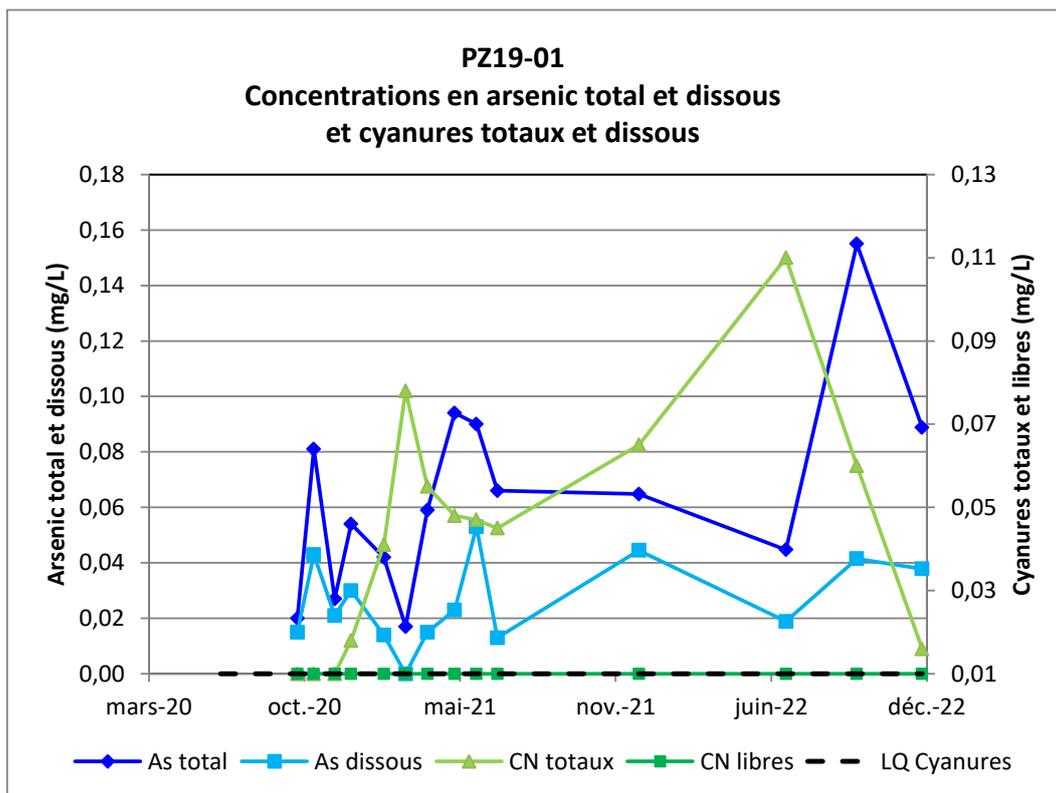


Figure 73 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le PZ19-01

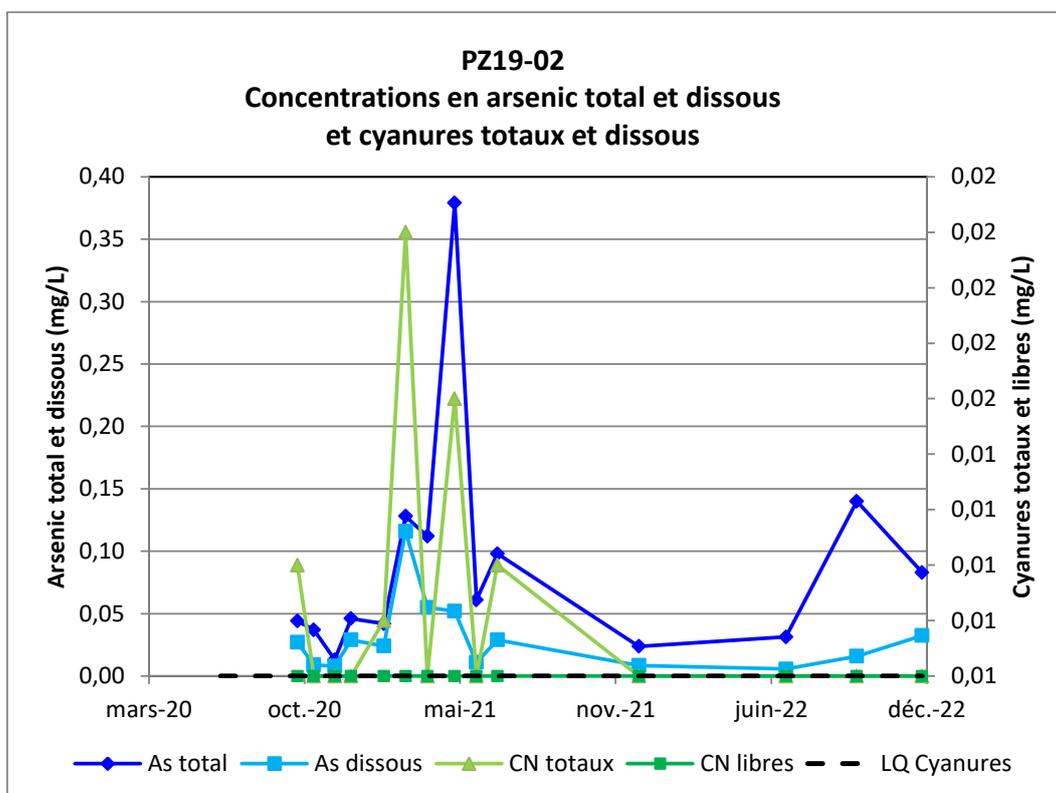


Figure 74 : Concentrations en As total et dissous et cyanures totaux et libres sur le PZ19-02

*A noter que le PZ central, qui présentait déjà des colmatages en 2018 et 2019 a été semblait-il bouché durant les travaux de reprise de l'étanchéité du bassin de Montredon entre juillet 2020 et avril 2021. Le prélèvement est donc réalisé depuis novembre 2020 sur le puits de pompage de la station autonome réalisé en 2008-2009.

SD18-03, SD18-04, SD18-05, SD18-10 et SD18-13 en 2022

Aucun prélèvement n'a pu être réalisé sur ces piézomètres en 2022 car ils étaient tous soit à sec (SD18-03, SD18-04 et SD18-05), soit ne contenaient que de la boue (SD18-10 et SD18-13).

SD18-09 en 2022

Pour ce piézomètre un seul prélèvement a pu être réalisé en 2022 en juin, car en décembre 2022 il ne renfermait plus que de la boue en fond de piézomètre.

SD18-09		27/06/22	19/12/22
pH	U	7,39	Pas de prélèvement possible uniquement de la boue
Conductivité	(μ S/cm)	20 740	
Eh	(mV)	+336	
Température	(°C)	15,6	
Oxygène dissous	(mg/L)	7,3	
As total	(mg/L)	222,000	
As dissous	(mg/L)	152,000	
Cyanures totaux	(mg/L)	<1,000	
Cyanures libres	(mg/L)	<1,000	
Cote tête de piézo.	(mNGF)	278,31	
Niveau/tête piézo	(m)	5,22	
Cote nappe	(mNGF)	273,09	

Tableau 13 : Analyses du SD18-09

Chronique du piézomètre SD18-09

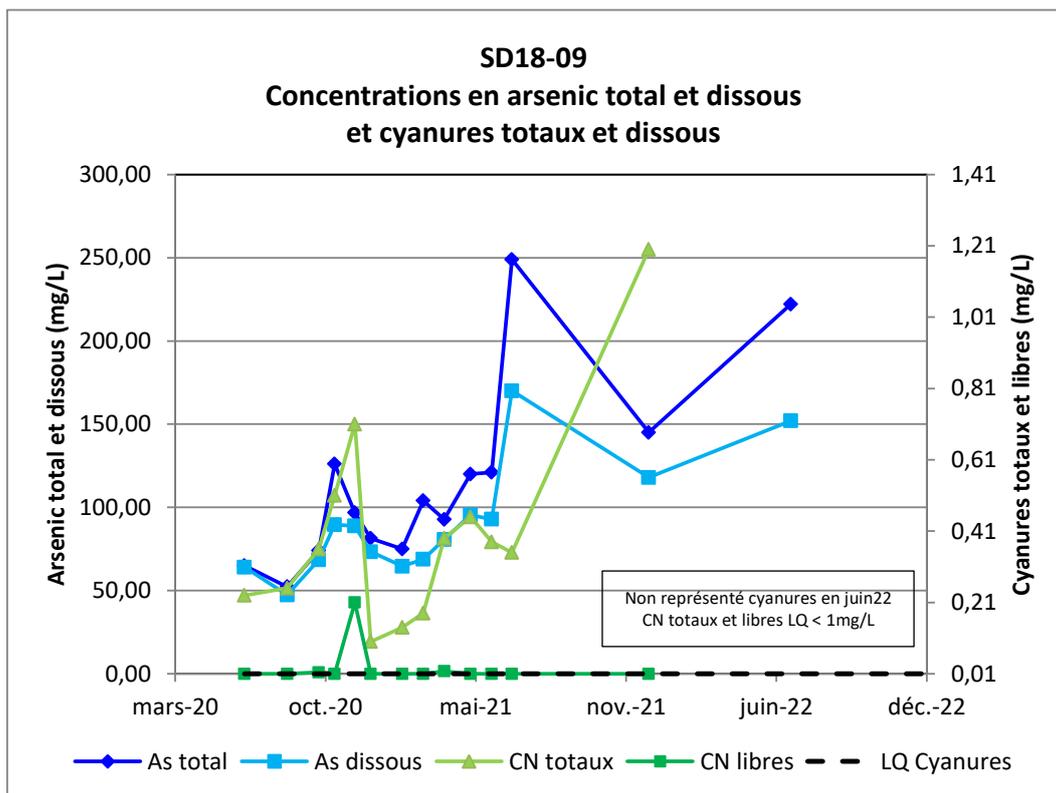


Figure 76 : Concentrations en arsenic et cyanures sur le SD18-09

Les concentrations en arsenic total et dissous étaient très élevées sur ce piézomètre avant de s'assécher : en moyenne de l'ordre de 116 mg/l en arsenic total et 91 mg/l en dissous. Les concentrations en cyanures totaux sont comprises entre 0,1 et 1,2 mg/l, et celles en cyanures libres le plus souvent inférieures à la limite de détection de 0,010 mg/l.

A noter que comme le PZ central, ce piézomètre a été foré dans les produits contenus dans le bassin de Montredon (concentrés de flottation arséniés). Cela explique les concentrations très élevées en arsenic mais également la présence de cyanures.

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 2022, à part quelques zones nécessaires aux travaux, aucun débroussaillage n'a été réalisé. Il sera à prévoir en 2023 afin de permettre les accès pour la surveillance de l'ensemble des risbermes.

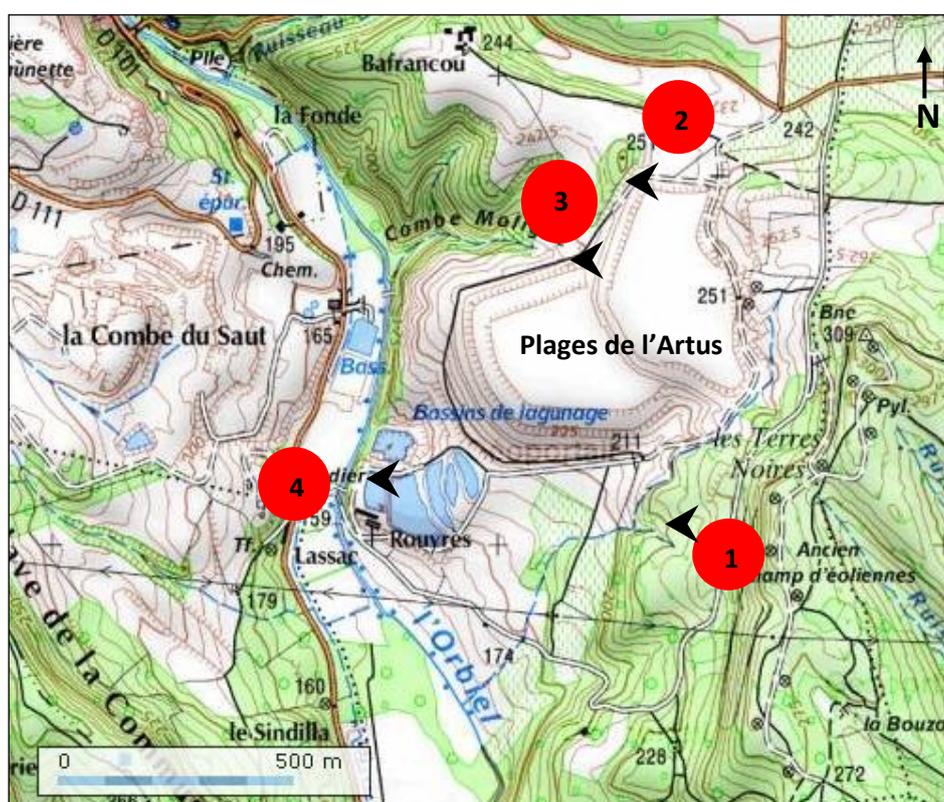


Figure 77 : Situation géographique des plages de l'Artus (d'après Géoportail)

-  Points de vue numérotés
-  Angle de vue

Les photos suivantes (**Photo 37 à Photo 40**) illustrent la situation selon les points de vue numérotés sur la **Figure 77**.



Photo 37 : Point de vue n°1 – flanc est (16/08/22)



Photo 38 : Point de vue n°2 – piste côté nord (16/08/22)



Photo 39 : Point de vue n°3 – flanc ouest (16/08/22)



Photo 40 : Point de vue n°4 – flanc sud (16/08/22)

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 drains).

En 2022, les drains supérieurs Nord, Sud et Central se sont écoulés normalement. On ne note pas de débordement au niveau des regards de collecte. Les drains et les regards ont été hydrocurés par VEOLIA en janvier (Sud et ½ Nord) et avril (½ Nord, Central et Penstocks) 2022.

Les drains inférieurs (Penstocks) s'écoulent également normalement sur les 4 tuyaux. Ces drains ont été hydrocurés en avril 2022 afin d'éliminer l'accumulation de précipités d'oxydes de fer qui peuvent empêcher à terme le bon écoulement des eaux.



Photo 41 : Bassin de collecte des drains inférieurs avant curage (24/01/22)



Photo 42 : Bassin de collecte des drains inférieurs après curage (04/05/22)

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 2022.



Photo 43 : Déversoir amont vers le bassin de dissipation d'énergie (24/01/22)



Photo 44 : Bassin de dissipation d'énergie vue depuis le déversoir amont (12/12/22)

Lors des différentes visites réalisées depuis quelques années, il avait été constaté que des zones de stériles non recouvertes présentent une érosion qui progresse dans le temps. Ces désordres pourraient à terme engendrer des risques d'instabilité. Suite à la mission d'AMO menée en 2021 par FONDASOL, des travaux sur une dizaine de désordres majeurs ont été réalisés entre juin et juillet 2022.

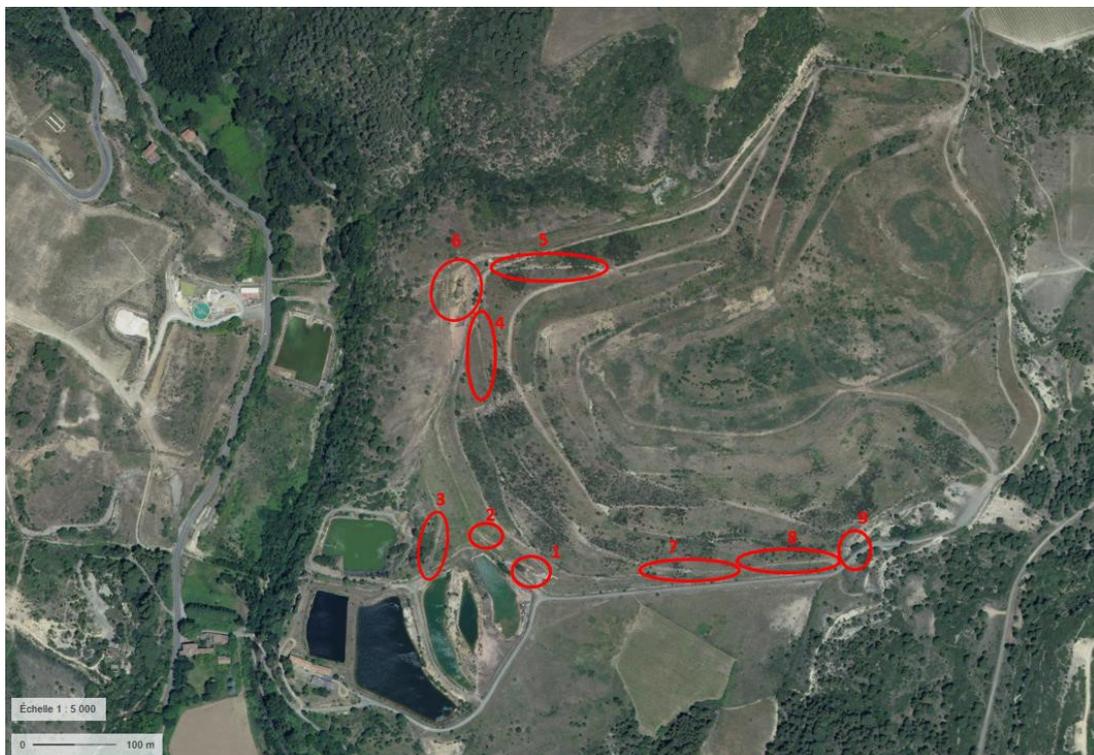


Photo 45 : Localisation des désordres identifiés sur l'Artus (source FONDASOL)

Nous avons représenté ci-après les principaux travaux réalisés en 2022. Les procès-verbaux des visites réalisées durant les travaux sont rassemblés en ANNEXE.



Photo 46 : Bassin de collecte des eaux de ruissellement nettoyé (désordre n°6) (05/07/22)



Photo 47 : Fil d'eau en sortie buse nord protégé (désordre n°6) (05/07/22)



Photo 48 : Affleurement de résidus avant recouvrement (désordre n°2) - 05/01/22



Photo 49 : Affleurement de résidus recouvert et zone remodelée (désordre n°2) - 27/06/22



Photo 50 : Fossé reprofilé en enrochement bétonné (désordre n°5) - 30/08/22



Photo 51 : Fossé reprofilé en enrochement bétonné (désordres n°7 et 8) - 27/06/22

En plus de ces désordres, les travaux ont permis la réfection de la piste du flanc ouest qui présentait de forts ravinements. Un fossé longitudinal à la piste a été créé afin de canaliser les eaux de ruissellement. Des rejets d'eau ont également été disposés sur la piste afin d'évacuer les eaux vers l'aval et le rejet d'eau le plus aval a été bétonné. Enfin le portail d'accès principal au Nord a été refixé et repeint.



Photo 52 : Piste flanc ouest reprofilée (05/07/22)



Photo 53 : Création d'un fossé de canalisation des eaux de ruissellement le long de la piste (05/07/22)



Photo 54 : Rejet d'eau bétonné en aval de la piste flanc ouest (08/07/22)



Photo 55 : Portail accès Nord (08/07/22)

2.4 Stabilité – relevés des plots topographiques

La stabilité de l'Artus ne posant aucun problème, la surveillance des inclinomètres et des cellules de pression interstitielle 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 :

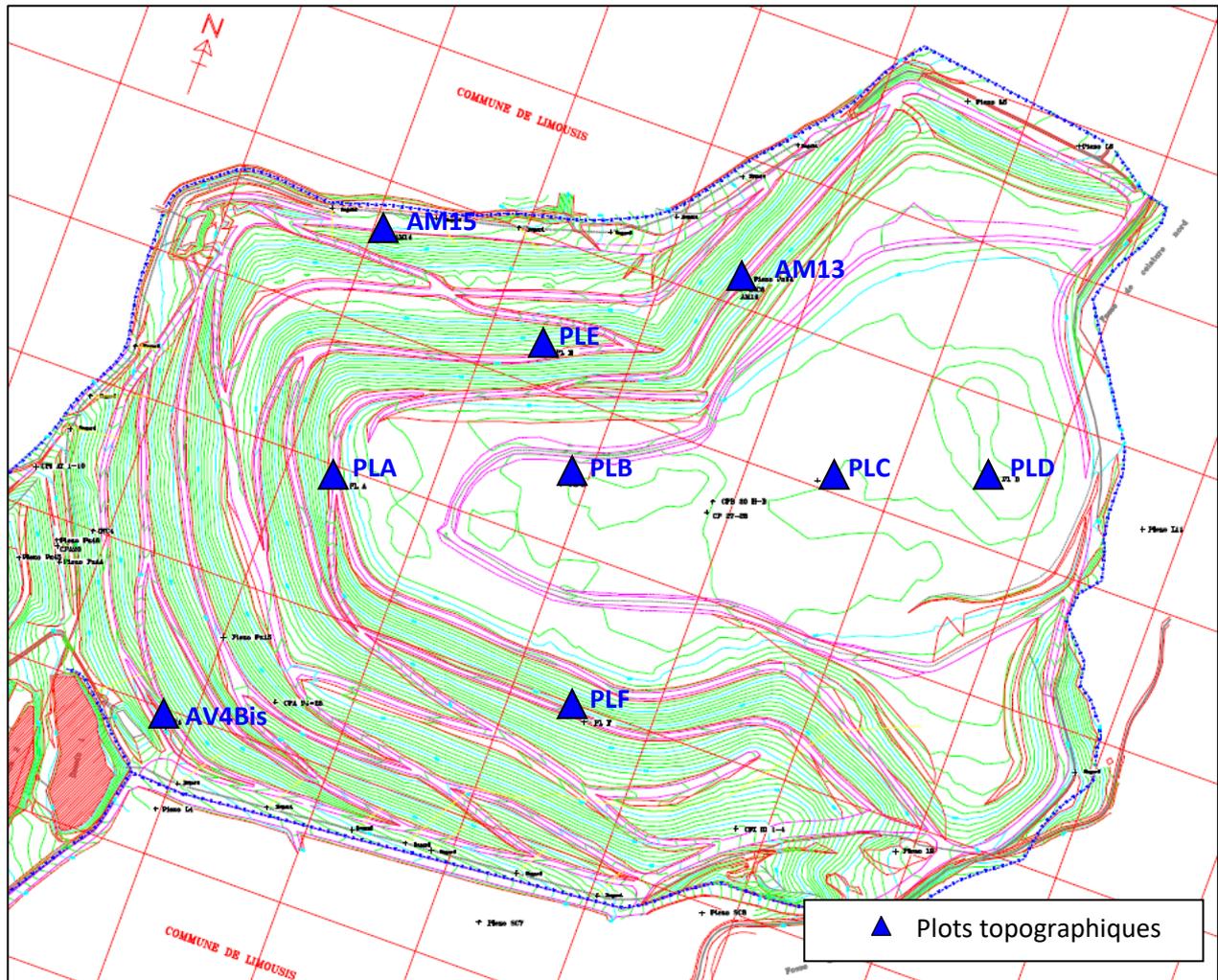


Figure 78 : Position des plots topographiques à l'Artus

Pour 2022, les levés des plots topographiques de l'Artus ont été réalisés les 4 juillet 2022 et le 3 janvier 2023. Les déplacements cumulés depuis le levé initial du 01/09/06 sont rassemblés dans le **Tableau 14** 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	03/01/23	+0,059	-0,006	-0,261
PL B	01/09/06	03/01/23	-	-	-
PL C	01/09/06	03/01/23	+0,043	-0,018	-0,295
PL D	01/09/06	03/01/23	-0,008	+0,012	-0,242
PL E	01/09/06	03/01/23	+0,007	-0,020	-0,049
PL F	01/09/06	03/01/23	-0,001	-0,045	-0,062
AM13	01/09/06	03/01/23	+0,026	-0,019	-0,076
AM15	01/09/06	03/01/23	+0,040	+0,007	+0,043
AV4	01/09/06	-	-	-	-
AV4 bis	14/05/13	03/01/23	-0,026	-0,027	+0,007

Tableau 14 : Relevés topographiques sur le stockage de l'Artus

Commentaire :

Depuis juin 2017, les levés sont réalisés par le cabinet GUENERET de Carcassonne. On notera à cette date 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 et n'est donc pas relevé. 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 mesures de 2020 et 2021 montraient 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. En 2022, cela semble à nouveau se stabiliser. Cela sera à suivre lors des prochains relevés.

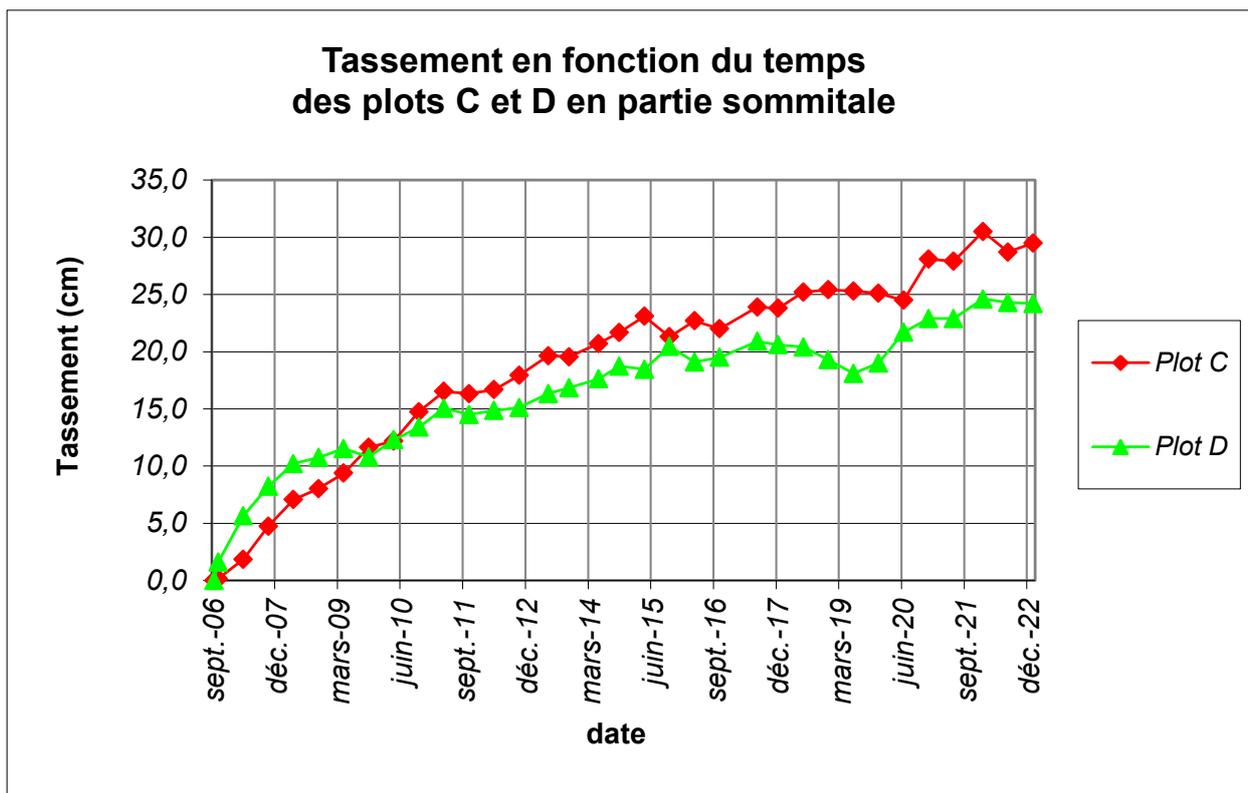


Figure 79 : Tassement en partie sommitale du stockage de l'Artus

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 et 2022 les tassements sont quasi nuls.

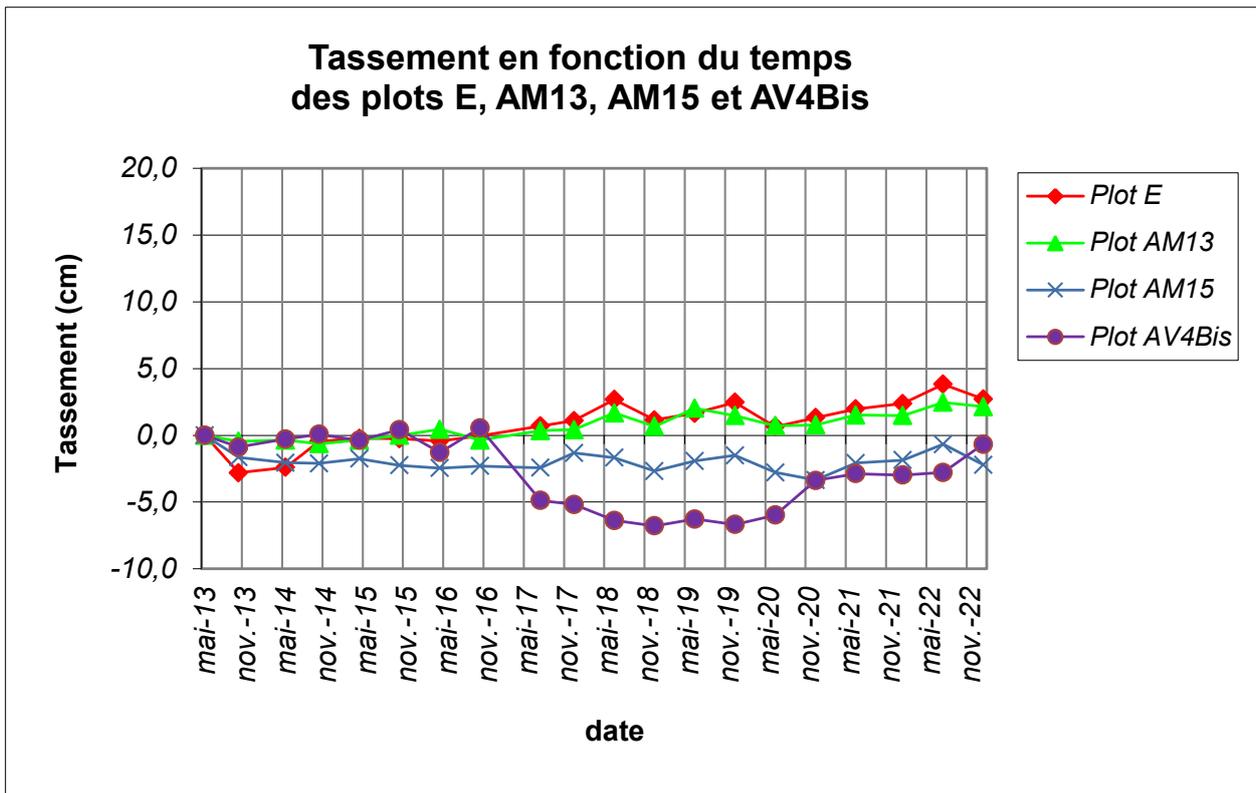


Figure 80 : Tassement sur les talus Nord et Sud du stockage de l'Artus

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 (A210 et A220)

2.5.1 Présentation des différents points de prélèvements

Les caractéristiques des ouvrages surveillés sont données ci-après (Figure 81 à Figure 93).

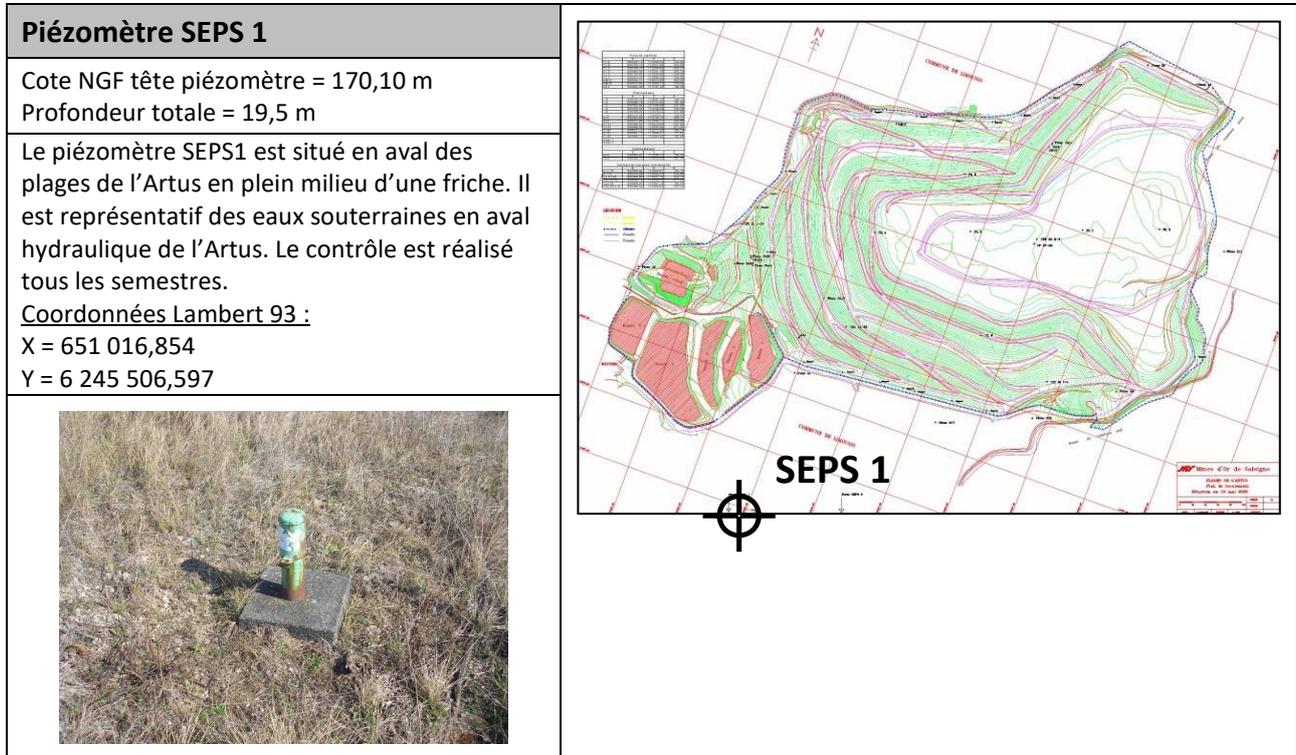


Figure 81 : Fiche piézomètre SEPS 1

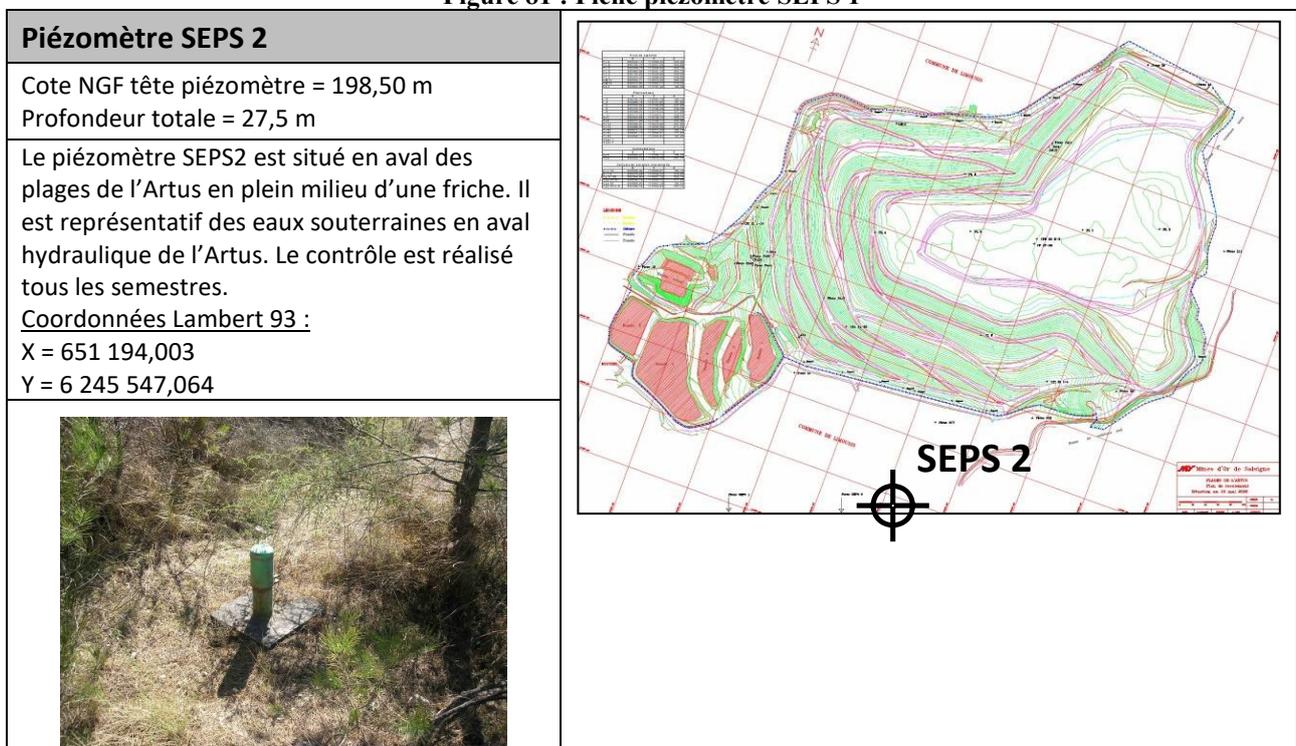


Figure 82 : Fiche piézomètre SEPS 2