

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctg> ou par ce code :



Mots clés : BRGM ; DPSM ; UTAM Sud ; Sites périphériques ; Résidus miniers ; Après-mine ; Mine ; Surveillance ; Environnement ; District aurifère ; Aude ; Artus ; Montredon ; La Caunette ; Combe du Saut ; Orbiel ; Grésillou ; Salsigne ; Lastours ; Limousis ; Villanière ; Conques-sur-Orbiel.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Albinet R., Arathoon L., Birée A., Huron Y., Labastie A., Vaxelaire S. (2023) – Anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel (11) – Rapport annuel de surveillance 2022. Rapport final V0. BRGM/RP-72666-FR, 231 p., 182 ill., 42 tab., 25 ann. (sur volume numérique).

© BRGM, 2023, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-20/01/2022

Synthèse

Dans le cadre de sa mission de gestion opérationnelle après-mine confiée par l'État, le BRGM assure, depuis 2006, pour le compte de celui-ci, la surveillance environnementale des anciens sites miniers et industriels du district minier de la vallée de l'Orbiel, tant au titre du Code Minier que du Code de l'Environnement. Le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM est en charge de cette mission. Les principaux résultats acquis en 2022 sont présentés ci-après.

Pluviométrie

Les précipitations annuelles enregistrées en 2022 sont en déficit de 35% par rapport aux moyennes interannuelles avec en particulier quasiment aucune pluie en mai et octobre. Les mois de mars et juin sont les seuls présentant un excédent de pluie par rapport aux normales.

Stockages de résidus de traitement

Le **stockage de l'Artus** ne présente pas de problème majeur en 2022.

Concernant le suivi des eaux souterraines du stockage de l'Artus et à proximité :

- les eaux internes au stockage montrent une baisse relative du niveau piézométrique en 2022 en lien avec la faible pluviométrie. Les concentrations en arsenic et cyanures dans les piézomètres Pz14 et Pz15 évoluent en 2022 dans la même gamme de valeurs que les années précédentes ;
- les chroniques d'analyses semblent présenter une tendance à la hausse des concentrations en arsenic depuis 2017 dans les drains supérieurs et inférieurs (Penstocks), également visibles sur les bassins B1, B2 et B6 ;
- les eaux souterraines à proximité du stockage ne présentent pas d'évolution inhabituelle du niveau d'eau. Les chroniques de suivi des concentrations en arsenic et cyanures ne mettent pas en évidence de tendance particulière à surveiller.

Sur le **stockage de Montredon**, les travaux consistant à rétablir l'étanchéité de la couverture du confinement du stockage ont été achevés en 2021. La recolonisation végétale est en cours et sera suivie en 2023. Le pompage des eaux internes au stockage a démarré début 2022 pour traitement à la station de dépollution. Les accès au site ont été sécurisés (clôture, portail, haie).

Le suivi géotechnique du stockage de Montredon ne montre pas de problématique de stabilité en 2022.

La surveillance des eaux internes du stockage était réalisée grâce à l'ouvrage PzCentral, mais le point de prélèvement a été modifié fin 2020 car le tubage s'est bouché au cours des travaux. Cette modification peut expliquer les concentrations (hausse pour l'arsenic à près de 20 mg/L et baisse pour les cyanures) observées depuis fin 2020 sur la chronique de suivi.

Les 6 piézomètres SD18-## mis en place en 2018 en partie sommitale pour contrôler le niveau d'eau dans le stockage de Montredon ont montré une baisse de niveau dès la fin de la mise en place de l'étanchéité, confirmée (essentiellement pour SD18-04, SD18-09, SD18-10 et SD18-13) après mise en service du pompage en février 2022. Ces ouvrages étant à sec ou boueux, seul SD18-09 a pu faire l'objet d'un unique prélèvement avant de s'assécher : 222 mg/l en arsenic total et 152 mg/l en dissous relevés en juin 2022.

Début 2023 (21/01/2023), le volume cumulé pompé depuis le stockage de Montredon est de 527,24 m³ et en constante diminution : volume moyen mensuel diminué d'environ 1 ordre de grandeur après une année de service. Pour mémoire, en phase avant-projet, le volume de la nappe perchée à extraire avait été estimé à 3 000 m³.

Les concentrations en arsenic relevées sur la canalisation unique (exutoire des drains et puits de pompage) en 2022 sont en cohérence avec les concentrations qui étaient observées, avant l'installation des pompes, à l'exutoire des drains D1 et D2. Lors des deux campagnes de 2022, la concentration moyenne en arsenic total est de 36,31 mg/L, essentiellement sous forme dissoute.

Les eaux de ruissellement suivies sur RM1 et RM2 présentent en 2022 des concentrations similaires à celles collectées les années précédentes.

Concernant les eaux souterraines autour du stockage de Montredon :

- Quatre ouvrages (Pz18-01, Pz18-02, Pz19-01 et Pz19-02) ont été intégrés au suivi suite aux travaux sur Montredon, sur lesquels les chroniques de suivi ne sont pas encore suffisamment longues pour en tirer des tendances nettes.
- Depuis 2021, des pics de concentration en arsenic total sont observés sur l'ouvrage Pz6, sans piste d'explication à l'heure actuelle.
- L'ouvrage SPI, lequel a été purgé au printemps 2021 suite à une obstruction durant les travaux, présente un comportement variable par rapport à la situation avant travaux sur Montredon avec un maximum de concentration d'arsenic total à 1,84 mg/L en juin 2022. Une attention particulière sera portée aux résultats en 2023 et un développement de l'ouvrage sera prévu.
- Le piézomètre MST11 est situé au niveau d'un radier de collecte des eaux de ruissellement du flanc Est de Montredon et potentiellement sujet à des infiltrations d'eau dans le tubage lors de certains épisodes pluvieux, pouvant expliquer les récentes concentrations observées sur MST11 (arsenic total approchant 3 mg/L en septembre 2022).
- Sur le flanc Ouest de Montredon, on observe peu d'évolution, en 2022 sur les concentrations en arsenic total pour le PZ09-03, SPJ et PzO : ces dernières restent faibles et stables suite aux perturbations ressenties durant la phase de travaux sur le stockage de Montredon. Les concentrations en arsenic dissous restent à l'état de traces.

La Combe du Saut - Zone réhabilitée par l'ADEME

En 2022, la zone ADEME ne présente pas de problématique au niveau de sa couverture végétale hormis la persistance d'une zone à très faible couvert végétal sur la plateforme Sud. Les pistes de circulation sont en bon état, aucun ravinement n'y a été constaté depuis leur reprise au second semestre 2020. Le réseau de gestion hydraulique est globalement fonctionnel sur le site mais fait état de quelques désordres localisés qui ne semblent pas avoir évolué en 2022. Toutefois, le caniveau et le merlon en amont de la mare B2 sont en mauvais état depuis les épisodes pluvieux de mai 2020. Des travaux dans ce secteur seront envisagés pour améliorer la gestion des eaux et la stabilité des matériaux.

Le drain B1 de la zone ADEME, à sec depuis 2014 malgré plusieurs hydrocurages, n'a pas coulé en 2021. Le drain B2 présente une concentration moyenne en arsenic total de 0,94 mg/L, cohérente avec la légère tendance à la baisse des années précédentes.

L'alvéole étanche est équipée de deux drains : drain Nord et drain Sud contrôlés trimestriellement. Aucune campagne de 2022 n'a mis en évidence d'écoulement sur le drain Nord uniquement (pour rappel, le drain Sud est à sec depuis 2013).

Les ouvrages de gestion hydraulique du Champ Magné et de l'ancienne usine de l'Artus n'ont pas montré de désordre particulier en 2022. La rampe d'accès au site de l'ancienne usine de l'Artus (mise en place pour les travaux de sécurisation d'accès à la résurgence captée « point V ») a été barrée début 2022.

Les sources présentes sur le secteur ne montrent pas de comportement particulier : les variations des concentrations et débits de 2022 sur la source Arsine et sur le point V sont dans la gamme des mesures relevées depuis le début du suivi.

Les eaux souterraines au droit de la zone du champ Magné présentent des concentrations en arsenic qui tendent à diminuer depuis 2006, mais restent toujours élevées, surtout sur l'ouvrage BP11 en partie basse du site (entre 5 à 6 mg/L d'As total en 2022). Concernant les cyanures, des traces (0,114 mg/L en moyenne en 2021) sont retrouvées sur la partie haute du site, au niveau de l'ouvrage PZ8.

Les eaux souterraines au droit de la station et contrôlées au niveau du piézomètre AD16 sont toujours fortement chargées en arsenic (entre 13,70 mg/L d'arsenic total en février et 7,22 mg/L en septembre 2022), ces fortes concentrations s'expliquent par l'implantation de ce piézomètre au sein du thalweg comblé par des résidus d'activité minière.

Suivi de l'Orbiel, du Grésillou et du Ru Sec

Les anciens sites miniers de Nartau et Ramèle génèrent une hausse de la concentration en arsenic du ruisseau du Grésillou, surtout au passage de la verse de Ramèle. Malgré des concentrations en arsenic non négligeables dans le Grésillou, il apparaît que la contribution de ce cours d'eau à la concentration en arsenic des eaux de l'Orbiel reste faible du fait de son débit intermittent et faible comparé à celui de l'Orbiel.

Le suivi de la qualité des eaux superficielles dans l'Orbiel présente, au passage de la Combe du Saut et de l'Artus une augmentation des concentrations en arsenic bien identifiable, notamment lorsque le débit de l'Orbiel est faible. L'augmentation de la concentration en arsenic entre l'amont et l'aval du site de la Combe du Saut est de l'ordre de 5 à 80 µg/L depuis plusieurs années maintenant, principalement sous sa forme dissoute et d'autant plus en période d'étiage. La saisonnalité des résultats est toujours marquée : plus le débit est élevé, plus l'arsenic est en faible concentration.

Un point de suivi sur le Ru Sec en amont de la confluence avec l'Orbiel a été ajouté au mois de juin 2020 au réseau de surveillance des eaux superficielles. Il est encore trop tôt pour en tirer des enseignements précis. La poursuite de la surveillance de ce point a bien été réalisée en 2022 et permettra de mieux comprendre l'influence du Ru Sec sur la qualité des eaux de l'Orbiel.

A noter également que certains cours d'eau de la vallée de l'Orbiel (Malabau, Entrebus, Gourg-Peyris, Ru Sec, Grésillou) font l'objet de campagnes complémentaires en période de hautes eaux et de basses eaux durant lesquelles des échantillons d'eau et de sédiments sont analysés en amont de chaque point remarquable (ancien site industriel et/ou minier et confluence entre cours d'eau).

Suivi des eaux souterraines en vallée de l'Orbiel

Concernant les eaux souterraines de la vallée de l'Orbiel, les trois piézomètres « PB » et le piézomètre AD10 en aval éloigné dans la nappe alluviale de l'Orbiel permettent d'appréhender l'influence de l'ancien site industriel de la Combe du Saut et des stockages sur les eaux souterraines.

Les mesures plus en aval dans la vallée montrent une nette décroissance de la concentration en arsenic par rapport au secteur de la Combe-du-Saut. Dans deux ouvrages en aval, PB1 et PB2, bien que situés à plusieurs centaines de mètres au Sud de l'ancien site industriel, une signature anormale en arsenic est identifiée depuis plusieurs années. Il est à noter que ces piézomètres, localisés en rive droite de l'Orbiel sont plus éloignés de la rivière que les ouvrages AD10 et PB3. En 2022, la moyenne des concentrations en arsenic total en PB3, ouvrage le plus en aval, présente une concentration moyenne en As total de 0,035 mg/L.

Station de dépollution de la Combe du Saut

Depuis la fin d'année 2020, le marché pluriannuel concernant l'exploitation et la maintenance a été confié au prestataire VEOLIA. Toutefois, dans le cadre du rachat de Suez par Véolia, la commission européenne a demandé à Véolia de céder un certain nombre de contrats concernant la gestion de sites industriels. De fait, l'exploitation de la station de dépollution est assurée par l'entreprise Séché Environnement. Initialement prévu en 2022, ce transfert aura lieu en 2023. Pour rappel, dans le cadre de sa prestation, le titulaire du marché d'exploitation et de maintenance est responsable du suivi analytique hebdomadaire du site afin d'une part, de vérifier le bon fonctionnement de la station et piloter les différents équipements, et d'autre part, de pouvoir s'assurer de la conformité du rejet vers la lagune d'infiltration et la nappe alluviale de l'Orbiel.

Le fonctionnement de la station a été globalement satisfaisant avec un rendement de 92 %. Son fonctionnement a permis de retenir 800 kg d'arsenic pour un volume de 55 000 m³ d'eaux traités. La concentration moyenne de sortie en arsenic sur l'année est de 1,30 mg/L. Cette valeur supérieure à la valeur contractuelle de rejet est principalement liée à la détérioration du traitement à mettre en lien avec une eutrophisation des eaux de l'Artus pendant 12 semaines.

Des campagnes de suivi renforcé (eaux superficielles, eaux souterraines et eaux transitant dans la station et la lagune) ont été réalisées par MINELIS durant l'ensemble de l'année 2022 afin d'évaluer l'influence potentielle des défauts de fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut sur les eaux de l'Orbiel. Ces campagnes ont fait l'objet de compte-rendu ne permettant pas à ce stade de discriminer l'influence des eaux traitées à la station des autres apports de la Combe du Saut (rive droite), ni de ceux du stockage de l'Artus (rive gauche).

En 2023, des travaux et opérations d'entretiens sont prévus, notamment :

- requalification du bassin de décantation en bassin tampon (collecte effluent en entrée station),
- construction d'une base vie adaptée aux conditions d'intervention sur site et respectant les préconisations émises par la CARSAT/Inspection du travail vis-à-vis de la décontamination et de la filtration de l'air intérieur.

Mine de la Caunette

En 2022, les valeurs en arsenic total ont varié dans les gammes habituellement observées, autour de 0,5 mg/L. L'émergence de la Caunette représente en 2022 une contribution comprise entre 4 et 29 % du flux d'As total de l'Orbiel au niveau du rejet (en amont du site de la Combe du Saut où les concentrations restent modérées), ce qui est supérieur aux observations faites en 2021 mais similaire à celles de 2020.

Eaux du réservoir de la mine souterraine de Salsigne

En 2022, au droit du point de contrôle de l'eau des travaux miniers souterrains, le niveau de l'eau de la mine est remonté à une cote relativement basse de 267,88 m NGF proche de celle atteinte en 2021 mais inférieure au maximum des deux années précédentes (262,32 m en 2021 contre 268,09 m en 2020 et 275,36 m en 2019). La concentration en arsenic semble stabilisée autour de 0,050 mg/L depuis 2020.

Sites périphériques

Concernant les sites « périphériques » de l'ancien district minier et industriel de l'Orbiel, une opération de renforcement de la signalétique (panneaux) a été réalisée en 2022. Par ailleurs :

- au niveau de la verse de Nartau, des indices indiquant la présence de chauve-souris au niveau des anciennes carrières de Nartau ont été relevés,
- la verse de Ramèle est globalement stable et bien végétalisée. Les figures d'érosion qui ont déjà été constatées n'ont pas présenté d'évolution ;
- l'ancienne mine de Malabau n'a pas montré d'évolution notable en 2022.

Actions spécifiques du DPSM

Les campagnes complémentaires sur les eaux et sédiments ont été poursuivies en 2022. Ces données sont collectées afin d'identifier l'évolution de la qualité des milieux et l'évolution de l'impact des anciens sites miniers et industriels sur ces derniers.

Le bureau d'étude IRH a réalisé en 2020 un avant-projet de conception d'une unité de traitement du drainage minier acide (DMA) de la verse de l'Atelier. Une station métrologique placée dans l'Entrebut et ayant pour objectif de qualifier les débits a été mise en œuvre en 2022 afin de définir les paramètres de dimensionnement de l'unité.

La recherche de solutions de traitement alternatives pour les eaux de l'Artus progresse et diverses options ont été testées avec succès depuis plusieurs années. En 2019, un pilote de traitement des cyanures et de l'arsenic a été mis en place afin d'expérimenter une filière permettant d'abattre les concentrations sans grande consommation de réactifs et d'énergie. En 2020, 2021 et 2022, les essais réalisés sur le pilote ont permis de valider l'efficacité du traitement. Le traitement par ajout de sulfate de fer permet d'obtenir un rendement de 99,6 % pour l'arsenic dissous. Ce résultat est obtenu avec un ratio massique fer/arsenic proche de 4. Les essais montrent également qu'il est plus difficile d'abattre l'arsenic total, ce dernier étant associé aux particules d'hydroxyde de fer qui sont en suspension dans les eaux. Un traitement par système de lagunage est possible et pourrait permettre d'abattre ces particules en suspension.

En 2023, le pilote sera démantelé et des essais de déshydratation des boues produites par le pilote seront menés afin de déterminer leur filière d'élimination.

Le DPSM a également lancé, poursuivi ou finalisé en 2022 les actions suivantes :

- Vallée du Grésillou : Suite à l'étude technico-économique sur les possibilités de traitement, confinement ou couverture de la verse de Nartau et des stockages de résidus miniers à proximité du ruisseau du Grésillou, le suivi environnemental du Grésillou a été renforcé, le panneau de sites a été densifié et une campagne géophysique a été réalisée.
- Phase 2 de la création des Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) en vallée de l'Orbiel suite à la crue d'octobre 2018. Après l'acquisition des données sur 2021, les données ont été en

2022 interprétées et comparées aux teneurs naturelles sur les différents secteurs de l'étude. Ce travail aboutira sur une proposition de GEODERIS sur les parcelles cadastrales à classer en tant que SIS.

- Une étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM selon la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués) sur le secteur de la Combe du Saut démarrera en 2023.

A noter également, la finalisation des études de détermination du Bruit de Fond Géochimique des sols et gammes de concentrations naturelles rencontrées dans les sédiments et sols sur alluvions réalisées par les géologues du BRGM.

Gestion foncière

Des conventions ont été établies dans le cadre de la gestion et la surveillance des sites (conventions d'accès, autorisation de travaux, etc...).

Communication

Une Commission de Suivi de Site (CSS) de l'ancien site industriel et minier de la vallée de l'Orbiel a été instaurée par l'arrêté préfectoral du 9 janvier 2020. En 2022, deux commissions ont eu lieu :

- Le 19/02/2022 : Lors de cette commission un bilan de la surveillance et des travaux réalisés en 2020 a été présenté. Ont également été présentés les résultats de l'étude technico-économique dans la vallée du Grésillou, ainsi que l'étude poussières et son interprétation sanitaire.
- Le 9/12/2022 : Lors de cette commission un bilan de la surveillance et des travaux réalisés en 2021 a été présenté. Ont également été présentés les orientations prises suite à l'étude Grésillou et la planification détaillée des travaux initiés.

Dans le prolongement de la réunion de la commission de suivi de site de janvier 2020, des membres de la CSS se sont portés volontaires pour participer au Comité d'Interface Vallée de l'Orbiel mis en place par Santé Publique France et ayant pour objectif notamment d'échanger sur les aspects sanitaires liés à l'ancien site minier et industriel de la vallée de l'Orbiel. Le DPSM participe à ce comité qui s'est réuni le 23/06/2022.

Abréviations

Les abréviations et acronymes suivants sont utilisés dans le présent rapport :

ADEME : Agence de la Transition Ecologique (ex-Agence De l'Environnement et de Maitrise de l'Energie)

As : arsenic

CN : cyanures

DPSM : Département Prévention et Sécurité Minière du BRGM

LQ : Limite de Quantification

MS : Matière Sèche

MCO : Mine à Ciel Ouvert

MOS : société Mines d'Or de Salsigne

ppm : parties par millions

SIS : Secteur d'Information sur les Sols : zone géographique, définie à l'échelle cadastrale, dont les sols sont connus comme pollués et pour laquelle une étude des sols doit être réalisée notamment en cas de changement d'usage. Les SIS sont enregistrés dans une base de données accessible publiquement sur www.georisques.gouv.fr et permettant l'information des acquéreurs du foncier et des locataires concernés.

mg/L ou mg/l : milligrammes par litre

µg/L ou µg/l : microgrammes par litre

Sommaire

1. Contexte de la surveillance environnementale	25
1.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ANCIENS SITES MINIERES ET INDUSTRIELS DE LA VALLÉE DE L'ORBIEL	25
1.1.1. Localisation	25
1.1.2. Historique.....	25
1.2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET INSTALLATIONS SURVEILLÉES	27
1.3. GESTION ET SURVEILLANCE DU SITE.....	30
1.4. CONTENU DU RAPPORT ANNUEL	31
2. Pluviométrie.....	33
3. Surveillance environnementale réalisée au droit de la Combe du Saut	35
3.1. STOCKAGE DE L'ARTUS	35
3.1.1. Présentation du site	35
3.1.2. Surveillance de l'aspect général	37
3.1.3. Stabilité du stockage.....	39
3.1.4. Eaux internes du stockage.....	40
3.1.5. Eaux souterraines autour du stockage	53
3.2. STOCKAGE DE MONTREDON	58
3.2.1. Présentation du site	58
3.2.2. Surveillance de l'aspect général	61
3.2.3. Stabilité du stockage.....	62
3.2.4. Eaux internes du stockage.....	71
3.2.5. Eaux de ruissellement.....	79
3.2.6. Eaux souterraines autour du stockage	82
3.3. ZONE DU MONITORING ET ZONE ADEME	100
3.3.1. Présentation du site	100
3.3.2. Surveillance de l'aspect général	102
3.3.3. Eaux superficielles	103
3.3.4. Eaux de drainage.....	105
3.4. USINE DE L'ARTUS ET CHAMP MAGNÉ	108
3.4.1. Présentation du site	108
3.4.2. Surveillance de l'aspect général	110
3.4.3. Eaux superficielles (sources).....	111
3.4.4. Eaux souterraines	115
4. Surveillance du secteur de la Caunette	121
4.1. PLAGES ET USINE DE LA CAUNETTE	121
4.1.1. Présentation du site	121

4.1.2.	Surveillance de l'aspect général.....	122
4.1.3.	Eaux souterraines.....	123
4.2.	ÉMERGENCE MINIÈRE DE LA CAUNETTE.....	125
4.2.1.	Présentation du site.....	125
4.2.2.	Suivi des eaux de l'émergence.....	127
5.	Station de dépollution des eaux de la Combe du Saut	129
5.1.	MARCHÉ D'EXPLOITATION	129
5.2.	FONCTIONNEMENT DE LA STATION.....	130
5.2.1.	Principe de fonctionnement.....	130
5.2.2.	Gestion du bassin B6	131
5.3.	ORIGINE DU VOLUME ENTRANT	132
5.4.	ORIGINE DU FLUX D'ARSENIC ENTRANT.....	134
5.5.	SUIVI DE LA LAGUNE D'INFILTRATION	136
5.6.	BILAN DE LA STATION	138
5.6.1.	Dysfonctionnements matériels	138
5.6.2.	Suivi de la dépollution.....	139
5.7.	TRAVAUX DE RÉNOVATION ET D'ENTRETIEN	141
5.7.1.	Travaux réalisés en 2022	141
5.7.2.	Opérations à venir	142
5.8.	SUIVI RENFORCÉ DE LA QUALITÉ DES EAUX DE L'ORBIEL EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT DE LA STATION DE DÉPOLLUTION.....	142
5.8.1.	Objectif et protocole de surveillance renforcée	142
5.8.2.	Suivi renforcé des effluents de la station.....	144
6.	Suivi usuel des eaux souterraines de la vallée de l'Orbiel	149
6.1.	PRÉAMBULE	149
6.1.1.	Amont du site.....	151
6.1.2.	Au droit du site.....	152
6.1.3.	Aval immédiat et proche du site	153
6.1.4.	Aval éloigné	155
6.1.5.	Comparaison entre amont et aval de l'ancien site industriel dans la nappe alluviale.....	159
7.	Suivi usuel des eaux superficielles du bassin versant de l'Orbiel.....	163
7.1.	SUIVI 2022 DES EAUX DU GRÉSILLOU	163
7.2.	SUIVI 2022 DES EAUX DE L'ORBIEL	171
7.2.1.	Evolution générale le long de l'Orbiel	177
7.2.2.	Influence de l'émergence minière de la Caunette	178
7.2.3.	Influence de l'ancien secteur industriel de la Combe du Saut.....	180
7.2.4.	Analyses en aval éloigné (Conques, Villalier, Trèbes)	181

7.3.	SUIVI 2022 DES EAUX DU RU SEC	181
8.	Eaux de la mine souterraine de Salsigne.....	185
8.1.	PRÉSENTATION DU SITE.....	185
8.2.	SURVEILLANCE RÉALISÉE.....	186
8.2.1.	Contexte de la surveillance.....	186
8.2.2.	Niveaux d'eau du réservoir minier	186
8.2.3.	Qualité des eaux du réservoir minier	187
9.	Sites périphériques	191
9.1.	CONTEXTE	191
9.2.	SURVEILLANCE	193
9.2.1.	Verse de Nartau.....	193
9.2.2.	Verse de Ramèle	193
9.2.3.	Site de Malabau.....	194
9.2.4.	Verse de l'Atelier.....	195
10.	Campagnes complémentaires Hautes Eaux-Basses Eaux sur l'Orbiel et ses affluents	197
10.1.	OBJET DE CES CAMPAGNES.....	197
10.2.	BILAN DES CAMPAGNES HAUTES EAUX / BASSES EAUX DE 2022.....	197
10.2.1.	Milieux prélevés	197
10.2.2.	Résultats analytiques.....	198
11.	Etudes et travaux	205
11.1.	DÉTERMINATION DU BRUIT DE FOND GÉOCHIMIQUE DES SOLS	205
11.2.	PHASE 2 DE LA CRÉATION DES SECTEURS D'INFORMATION SUR LES SOLS EN VALLÉE DE L'ORBIEL SUITE À LA CRUE D'OCTOBRE 2018.....	207
11.3.	ETUDE D'INTERPRÉTATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX DU SECTEUR DE LA COMBE DU SAUT	208
11.4.	TRAVAUX D'ENTRETIEN DES ANCIENS SITES MINIERES ET INDUSTRIELS ..	208
11.4.1.	Reprise de désordres au droit du stockage de l'Artus et du stockage de Montredon.....	208
11.4.2.	Panneautage.....	208
11.5.	ÉVOLUTION DU TRAITEMENT DES EAUX ET DE LA STATION DE DÉPOLLUTION DE LA COMBE DU SAUT	209
11.5.1.	Recherche d'un traitement alternatif pour les eaux de l'Artus	209
11.5.2.	Etude d'évolution du traitement des eaux de la station de dépollution de la Combe du Saut	212
11.5.3.	Réhabilitation de la "base vie" de la station de dépollution des eaux.....	213
11.6.	DRAINAGE MINIER ACIDE DE LA VERSE DE L'ATELIER	214
11.6.1.	Traitement d'un drainage minier acide pour les eaux de la Verse de l'Atelier	214

11.6.2. Traitement du remblai de l'ancien chemin de la mine	215
11.6.3. Campagnes complémentaires autour de la verse de l'Atelier	216
11.7. VALLÉE DU GRÉSILLOU	218
11.7.1. Définition de l'impact des anciens sites miniers de la vallée du Grésillou.....	218
11.7.2. Réalisation d'une campagne de géophysique sur le secteur du Grésillou	218
11.7.3. Planification des travaux à réaliser sur la vallée du Grésillou suite à l'étude technico-économique.....	220
12. Gestion foncière.....	221
13. Communication	223
14. Conclusions et perspectives	225
15. Bibliographie	229

Liste des illustrations

Illustration 1 :	Exploitants historiques du district aurifère de Salsigne.	26
Illustration 2 :	Photographies du site en 1999 (photo du haut) et en 2006 (photo du bas) (ADEME).	27
Illustration 3 :	Comparaison de la pluviométrie mensuelle de 2022 (en bleu sur le graphique, valeurs relevées au Gué Lassic) avec les pluviométries minimales et maximales constatées entre 2010 et 2021 (gamme jaune sur le graphique, valeurs Météo France à la station n°11081003 de Caunes-Minervois).	34
Illustration 4 :	Stockage de l'Artus et bassins d'évaporation (ADEME, 2006).	35
Illustration 5 :	Localisation des ouvrages de surveillance sur le site de l'Artus.	36
Illustration 6 :	Localisation des travaux d'entretien réalisés sur le stockage de l'Artus.	38
Illustration 7 :	Exemple de travaux de reprises de désordres observés sur l'Artus : reprise de ravinement sur piste (à gauche), reprise d'un caniveau d'écoulement des eaux de ruissellement (à droite) (juillet 2022).	38
Illustration 8 :	Réparation du portail et renforcement de la signalétique.	39
Illustration 9 :	Evolution du niveau d'eau et des concentrations en arsenic total et dissous et du niveau d'eau des piézomètres Pz14 et Pz15.	41
Illustration 10 :	Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau des piézomètres PZ14 et PZ15.	42
Illustration 11 :	Dispositif de drainage et de collecte des eaux de l'Artus.	43
Illustration 12 :	Débits du réseau de drainage du stockage de l'Artus depuis le début du suivi (©MINELIS, 2023).	46
Illustration 13 :	Chronique des concentrations en As total du réseau de drainage de l'Artus depuis 2017.	47
Illustration 14 :	Concentrations 2022 en CN totaux du réseau de drainage de l'Artus.	48
Illustration 15 :	Moyennes 2022 des principaux éléments suivis dans les bassins de l'Artus.	49
Illustration 16 :	Chronique d'évolution des concentrations en arsenic total dans les bassins de l'Artus depuis 2013.	50
Illustration 17 :	Chronique d'évolution des concentrations en arsenic dissous dans les bassins de l'Artus depuis 2013.	50
Illustration 18 :	Concentrations en arsenic total dans les bassins de l'Artus pour l'année 2022.	51
Illustration 19 :	Concentrations en arsenic dissous dans les bassins de l'Artus pour l'année 2022.	51
Illustration 20 :	Moyennes annuelles des concentrations en arsenic total dans les bassins de l'Artus en (2013-2022, pas d'analyses entre 2013 et 2017).	52
Illustration 21 :	Moyennes annuelles des concentrations en arsenic dissous dans les bassins de l'Artus en (2013-2022, pas d'analyses entre 2013 et 2017).	52
Illustration 22 :	Localisation des piézomètres de l'Artus : L5, L2, SEPS1, SEPS2 et SC7 permettent de suivre les eaux souterraines autour du stockage, et Pz14 et Pz15 les eaux internes.	53
Illustration 23 :	Evolution des niveaux d'eau des piézomètres dans le secteur de l'Artus (2013-2022). .	54
Illustration 24 :	Chronique des concentrations en As total dans les eaux souterraines autour de l'Artus.	56
Illustration 25 :	Chronique des concentration en As dissous dans les eaux souterraines autour de l'Artus.	56

Illustration 26 :	Concentrations en CN totaux dans les eaux souterraines autour de l'Artus.	57
Illustration 27 :	Panorama du flanc est du bassin de Montredon depuis la D111 (©MINELIS, mai 2022).	58
Illustration 28 :	Localisation des ouvrages de surveillance (pérennes et spécifiques à la phase de travaux) à proximité du stockage de Montredon.....	60
Illustration 29 :	Travaux de confortement des descentes d'eau pour éviter une surverse et érosion en cas de forte pluie (à droite, prise de vue drone).	61
Illustration 30 :	Photographies de la canalisation de Montredon positionnée à l'intérieur de la clôture (novembre 2022).	61
Illustration 31 :	Photographies de l'étiquetage d'un pieu du flanc Ouest et d'un piézomètre (novembre 2022).	62
Illustration 32 :	Localisation des inclinomètres IC5, IC6 et IC7 sur le stockage de Montredon.	63
Illustration 33 :	Localisation des cellules de pression interstitielle du stockage de Montredon.	64
Illustration 34 :	Relevé de pression interstitielle de la cellule A (©MINELIS, 2023).	66
Illustration 35 :	Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 (©MINELIS, 2023).	66
Illustration 36 :	Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2 (©MINELIS, 2023).	67
Illustration 37 :	Localisation des plots topographiques suivis sur le stockage de Montredon.	68
Illustration 38 :	Tassement en partie sommitale de Montredon avant travaux (©MINELIS, 2023).	70
Illustration 39 :	Tassement en partie sommitale de Montredon après travaux (©MINELIS, 2023).	70
Illustration 40 :	Localisation des ouvrages de surveillance piézométrique des eaux internes du stockage de Montredon.	71
Illustration 41 :	Évolution du niveau d'eau des piézomètres internes au stockage de Montredon après travaux (adapté de ©MINELIS, 2023).	73
Illustration 42 :	Évolution des concentrations en arsenic et cyanures de SD18-09 (©MINELIS, 2023). .	74
Illustration 43 :	Évolution des concentrations en arsenic du PzCentral puis de l'ancien puits de pompage autonome.	74
Illustration 44 :	Évolution des concentrations en cyanures du PzCentral puis de l'ancien puits de pompage autonome.	75
Illustration 45 :	Volume d'eau pompé dans le stockage de Montredon depuis la mise en service en janvier 2022.	76
Illustration 46 :	Jonction en mai 2021 des deux nouvelles conduites des drains de Montredon en une canalisation unique et exutoire dans le regard (2021).	76
Illustration 47 :	Débit de la canalisation unique de Montredon et pluviométrie depuis mai 2021.	77
Illustration 48 :	Concentrations en arsenic total et dissous des eaux de la canalisation unique de Montredon depuis mai 2021 (©MINELIS, 2023).	78
Illustration 49 :	Concentrations en cyanures totaux et libres et débit des eaux de la canalisation unique de Montredon (©MINELIS, 2023).	79
Illustration 50 :	Localisation des points de suivi des eaux de ruissellement de Montredon et représentation des ruissellements les alimentant (©MINELIS, 2023).	80
Illustration 51 :	Evolution des concentrations en As total et dissous dans les eaux de RM1 (flanc Ouest) depuis 2016 (©MINELIS, 2023).	81
Illustration 52 :	Evolution des concentrations en As total et dissous dans les eaux de RM2 (flanc Est) depuis 2016 (©MINELIS, 2023).	81

Illustration 53 : Evolution des concentrations en CN totaux et libres dans les eaux de RM1 (flanc Ouest) depuis 2009 (©MINELIS, 2023).....	82
Illustration 54 : Evolution des concentrations en CN totaux et libres dans les eaux de RM2 (flanc Est) depuis 2009 (©MINELIS, 2023).....	82
Illustration 55 : Localisation des piézomètres de surveillance sur le secteur de Montredon.....	83
Illustration 56 : Evolution des cotes des niveaux d'eau (en m NGF) dans les piézomètres de surveillance autour du stockage de Montredon (Nord, (Pz5, Pz6 et SPI), Est (MST 11) et Sud (SPJ et Pz09-03).....	87
Illustration 57 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ5 (©MINELIS, 2023).....	88
Illustration 58 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ6 (©MINELIS, 2023).....	89
Illustration 59 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPI (©MINELIS, 2023).....	89
Illustration 60 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz5 (©MINELIS, 2023).....	90
Illustration 61 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz6 (©MINELIS, 2023).....	90
Illustration 62 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre SPI (©MINELIS, 2023).....	91
Illustration 63 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre MST11 (©MINELIS, 2023).....	92
Illustration 64 : Débris de végétaux au niveau du MST11 après un orage (©MINELIS, mars 2022)....	92
Illustration 65 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-01....	93
Illustration 66 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-02....	94
Illustration 67 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-01....	95
Illustration 68 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-02....	95
Illustration 69 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre MST11 (©MINELIS, 2023).....	96
Illustration 70 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-01.	96
Illustration 71 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-02.	97
Illustration 72 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-01.	97
Illustration 73 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-02.	97
Illustration 74 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ09-03 (remplace SPB depuis juin 2017) (©MINELIS, 2023).....	98
Illustration 75 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPJ (©MINELIS, 2023).....	99
Illustration 76 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZO (©MINELIS, 2023).....	99
Illustration 77 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre SPJ (©MINELIS, 2023).....	100
Illustration 78 : Représentation de la zone du Monitoring (Sud) et de la zone ADEME (Nord). Les pointillés noirs matérialisent les contours de ces deux zones.....	100
Illustration 79 : Zone ADEME et réseau de drainage (ADEME, 2006).....	101

Illustration 80 : Fossé d'amenée des eaux en amont de la mare RM2 fortement raviné.....	102
Illustration 81 : Nouvelle signalétique mise en place à proximité de RM2.	103
Illustration 82 : Mare B2 en amont de la Combe du Saut (©MINELIS, 2022).....	103
Illustration 83 : Evolution des concentrations en arsenic total et dissous de la mare B2, (©MINELIS, 2023).....	104
Illustration 84 : Localisation du débouché des drains provenant de la zone de confinement ADEME et du stockage de Montredon.	105
Illustration 85 : Arrivée des drains B1 et B2 à la station de dépollution (©MINELIS, 2020).	106
Illustration 86 : Débit et concentration en arsenic du drain B2 (©MINELIS, 2023).	107
Illustration 87 : Drain Sud (photo de gauche) et drain Nord (photo de droite) (©MINELIS, 2021).....	107
Illustration 88 : Concentration en arsenic total et dissous et débit du drain Nord de l'alvéole étanche ADEME (adapté de ©MINELIS, 2023).....	108
Illustration 89 : Usine d'arsine en 2002 (©ADEME, 2006).	109
Illustration 90 : Localisation du Champ Magné et de l'ancienne usine de l'Artus.	109
Illustration 91 : Fosse à refermer suite aux travaux de réaménagement du point V (mai 2022).	110
Illustration 92 : Localisation des points de prélèvements Point V et Source Arsine au droit du secteur de l'ancienne usine Artus.	111
Illustration 93 : Avaloir bétonné de la source Arsine (mai 2022).....	112
Illustration 94 : Concentration en arsenic et débit de la source Arsine (©MINELIS, 2023).	113
Illustration 95 : Concentrations en arsenic au point V (2011-2022).	115
Illustration 96 : Piézomètres PZ8 et BP11 de l'usine Artus du champ Magné (©MINELIS, 2018).	115
Illustration 97 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur PZ8 (©MINELIS, 2023).	116
Illustration 98 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur BP11 (©MINELIS, 2023).	116
Illustration 99 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ8 (©MINELIS, 2023).....	118
Illustration 100 : Evolution de l'arsenic et du niveau d'eau du piézomètre BP11 (©MINELIS, 2023).	118
Illustration 101 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre PZ8 (©MINELIS, 2023).....	119
Illustration 102 : Evolution des cyanures et du niveau d'eau du piézomètre BP11 (©MINELIS, 2023)...	119
Illustration 103 : Vue des anciennes plages de la Caunette sur photographie aérienne de 1999 à gauche et 2019 à droite.	122
Illustration 104 : Traces de chenilles sur les anciennes plages (décembre 2022).....	122
Illustration 105 : Vue du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon.	123
Illustration 106 : Pluviométrie et niveau d'eau dans le PZ7 (©MINELIS, 2023).....	124
Illustration 107 : Evolution de la concentration en arsenic total et dissous du piézomètre PZ7 (©MINELIS, 2023).....	125
Illustration 108 : Carte de localisation de l'émergence de la Caunette, de ses ouvrages miniers (qui peuvent correspondre à des entrées de galeries et/ou des puits) et plan des galeries.....	126
Illustration 109 : Emergence du réservoir minier de la mine de la Caunette (©MINELIS, 2020).....	126
Illustration 110 : Schéma de fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut (©BRGM, juin 2022).....	130

Illustration 111 : Capture écran supervision DPSM : Suivi du niveau du bassin B6 de l'Artus (source : Logiciel TOPKAPI).....	131
Illustration 112 : Origine des volumes traités à la station de dépollution de la Combe du Saut.	132
Illustration 113 : Synoptique de gestion des eaux de la Combe du Saut.....	132
Illustration 114 : Vue de la station de dépollution de la Combe-du-Saut. Géotubes en cours de remplissage au premier plan - Limousis (11).	133
Illustration 115 : Origines du volume annuel (m3) traité à la station depuis 2007.	134
Illustration 116 : Volume traité à la station de dépollution des eaux 2007-2022 et pluviométrie.	134
Illustration 117 : Débits moyens entrants et sortant de la station de la Combe Du Saut–2022.....	135
Illustration 118 : Concentrations en arsenic total et dissous mesurées lors de l'année 2022 sur l'ensemble des points surveillés par Veolia.	135
Illustration 119 : Origine du flux annuel d'arsenic traité à la station (en kg/an) de 2007 à 2022.	136
Illustration 120 : Lagune d'infiltration après travaux de compartimentage (été 2022).	137
Illustration 121 : Coloration des eaux du B6 (à gauche) et dans le bassin usine (à droite) - 27 Septembre 2022.	138
Illustration 122 : Concentrations en arsenic en sortie station durant l'année 2022.....	140
Illustration 123 : Localisation des points de prélèvement des eaux superficielles et souterraines lors des campagnes de suivi renforcé de la qualité des eaux de l'Orbiel.....	144
Illustration 124 : Concentrations en arsenic total relevées au cours du suivi renforcé de 2022 sur les eaux traitées de la station de dépollution.....	145
Illustration 125 : Evolution des concentrations en arsenic total intégrant le suivi renforcé de 2022 sur les eaux superficielles de l'Orbiel.	146
Illustration 126 : Evolution des concentrations en arsenic total sur les eaux superficielles de l'Orbiel depuis le début de suivi (les analyses réalisées dans le cadre du suivi renforcé depuis 2019 sont intégrées au graphique).	146
Illustration 127 : Evolution des concentrations en arsenic total durant le suivi renforcé de 2022 sur la nappe alluviale de l'Orbiel dans le secteur de la Combe du Saut.	147
Illustration 128 : Localisation des piézomètres en amont et en aval du site de la Combe du Saut.	150
Illustration 129 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD12.....	151
Illustration 130 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD16.....	152
Illustration 131 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD7.....	154
Illustration 132 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD9.....	155
Illustration 133 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD10.....	156
Illustration 134 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB1.....	157
Illustration 135 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB2.....	158
Illustration 136 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB3.....	159
Illustration 137 : Concentrations 2022 en arsenic total pour les piézomètres de la nappe alluviale de l'Orbiel AD12, AD10 et PB3.....	159
Illustration 138 : Concentrations 2022 en arsenic total pour les piézomètres de la nappe alluviale de l'Orbiel PB2 et PB3.....	160
Illustration 139 : Concentrations en arsenic total pour les piézomètres de la nappe alluviale de l'Orbiel AD12, AD10, PB1, PB2 et PB3.....	160

Illustration 140 : Médianes des concentrations dans les piézomètres de la vallée de l'Orbiel en arsenic total (bleu) et dissous (orange) obtenues sur la chronique depuis le début du suivi et écarts-types.	161
Illustration 141 : Médianes des concentrations dans les piézomètres de la vallée de l'Orbiel en arsenic total (bleu) et dissous (orange) obtenues sur 2022 et écarts-types.....	161
Illustration 142 : Points de suivi des eaux superficielles sur le Grésillou.	164
Illustration 143 : Concentrations en arsenic total des eaux du Grésillou et pluviométrie en 2022 (échelle logarithmique).....	168
Illustration 144 : Concentrations en arsenic dissous du Grésillou et pluviométrie en 2022 (échelle logarithmique).....	169
Illustration 145 : Evolution de la concentration en As total et dissous de l'amont vers l'aval du Grésillou pour la campagne hautes eaux du 26/04/2022.	169
Illustration 146 : Evolution des concentrations le long du Grésillou durant 2022.....	170
Illustration 147 : Points de suivi des eaux superficielles de l'Orbiel (points Villalier et Trèbes hors champ de la carte).	172
Illustration 148 : Evolution des concentrations en arsenic total dans l'Orbiel (©MINELIS, 2022).....	177
Illustration 149 : Evolution des concentrations en arsenic dissous dans l'Orbiel (©MINELIS, 2022).	177
Illustration 150 : Evolution depuis 2015 des logarithmes des concentrations en arsenic total en sortie de l'émergence de la Caunette (débit en m3/s) et dans l'Orbiel (débit en m3/s) en amont (Point Lastours 2) et en aval (Pont de Limousis) de l'émergence.	179
Illustration 151 : Comparaison des concentrations 2022 en arsenic en amont et aval de la Combe du Saut.	180
Illustration 152 : Evolution des concentrations en arsenic dans l'Orbiel aval.....	181
Illustration 153 : Point de suivi des eaux superficielles du Ru Sec (RS8).....	182
Illustration 154 : Evolution 2022 des concentrations en arsenic dans l'Orbiel et le Ru Sec.	183
Illustration 155 : Emplacement du point de prélèvement des eaux du réservoir minier dénommé « Cheminée Panneau Sud ».....	185
Illustration 156 : Evolution du niveau d'eau du réservoir minier dans l'ouvrage « Cheminée panneau Sud » (©MINELIS, 2023).	186
Illustration 157 : Cheminée Panneau Sud (©MINELIS, 2018).	187
Illustration 158 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau de la mine à la cheminée Panneau Sud (©MINELIS, 2023).	189
Illustration 159 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en arsenic dissous et total de l'eau du réservoir minier – cheminée Panneau Sud (©MINELIS, 2023).	189
Illustration 160 : Plan de localisation des sites périphériques de Nartau, Ramèle, Malabau et l'Atelier..	192
Illustration 161 : Vue de la digue et signalisation en pied de la verse de Nartau (mai 2022).	193
Illustration 162 : Végétaux encombrant l'accès au canal empierré de l'Hort-Estiou.	194
Illustration 163 : Installation d'une signalétique indiquant les risques présents sur site.	194
Illustration 164. Précipité rouille et blanchâtre à l'aval du DMA dans le ruisseau de la Combe Bourrel..	195
Illustration 165 : Pied de verse (photo de gauche) et précipités blanchâtres observés à la confluence avec le Gourg Peyris (photo de droite).	195
Illustration 166 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux superficielles dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Avril 2022 (@MINELIS, 2023)....	199

Illustration 167 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux superficielles dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Septembre 2022 (@MINELIS, 2023).	200
Illustration 168 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux souterraines dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Avril 2022 (@MINELIS, 2023)....	202
Illustration 169 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux souterraines dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Septembre 2022 (@MINELIS, 2023)...	203
Illustration 170 : Carte des teneurs en arsenic total dans les sédiments dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Septembre 2022 (©MINELIS, 2023).....	204
Illustration 171 : Evolution de la concentration en arsenic en entrée et en sortie du pilote pendant les essais en 2022.....	210
Illustration 172 : Evolution du taux d'abattement de l'arsenic entre l'entrée et la sortie du pilote en 2022.	210
Illustration 173 : Développement d'algues observé dans la lagune en 2021 (photo de gauche) et 2022 (photo de droite).	211
Illustration 174 : Evolution du taux d'abattement des thiocyanates pendant les essais de 2022.	211
Illustration 175 : Evolution de la cinétique de dégradation des thiocyanates pendant les essais de 2022.	212
Illustration 176 : Bâtiment vétuste de la base vie – Limousis (11).	213
Illustration 177 : Schématisation du cours de l'Entrebusc entre la Verse de l'Atelier et sa confluence avec le Gourg Peyris (IRH, 2020).....	214
Illustration 178 : Station hydrométrique sur l'Entrebusc, verse de l'Atelier (mai 2022) et pluviomètre déplacé (novembre 2022).....	215
Illustration 179 : Chemin des Mineurs – Salsigne.	216
Illustration 180 : Concentrations en arsenic total (µg/L) dans les eaux autour de la verse de l'atelier en période sèche (24/02/22).....	217
Illustration 181 : Concentrations en arsenic total (µg/L) dans les eaux autour de la verse de l'atelier après une période pluvieuse (14/03/22).....	217
Illustration 182 : Vue 3D de la topographie (Lidar) de la verse de Nartau, du positionnement des profils (ERT en noir et radar en rouge, limites géologiques et/ou structurales en saumon) et des sites de prélèvements (points noirs).....	219

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ouvrages surveillés dans le district minier de la vallée de l'Orbiel au titre du Code de l'environnement - Extrait de l'Arrêté n°TREP2201842A du 03 février 2022, paru au Journal Officiel 71 du 25 mars 2022.	30
Tableau 2 : Pluviométrie mensuelle de 2022 relevée au Gué Lassac et valeurs moyennes selon Météo France (station n°11081003 Caunes-Minervois).	33
Tableau 3 : Relevés topographiques au droit du stockage de l'Artus (©MINELIS, 2023).	39
Tableau 4 : Contrôle trimestriel du niveau piézométrique et de la qualité des eaux dans Pz14 et Pz15 (©MINELIS, 2023).	40
Tableau 5 : Résultats d'analyses et de débits des drains et Penstocks de l'Artus (MINELIS, 2023).	45
Tableau 6 : Résultats des mesures et analyses dans les piézomètres de l'Artus en 2022 (©MINELIS, 2023).	55
Tableau 7 : Moyens de surveillance du stockage de Montredon.	60
Tableau 8 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon (©MINELIS, 2023).	65
Tableau 9 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon (©MINELIS, 2023).	69
Tableau 10 : Caractéristiques des nouveaux piézomètres en partie sommitale de Montredon.	71
Tableau 11 : Résultats des mesures et analyses 2022 de l'ancien puits de pompage autonome (©MINELIS, 2023).	72
Tableau 12 : Résultats des mesures et analyses 2022 du SD18-09 (©MINELIS, 2023).	72
Tableau 13 : Débits et suivi analytique de la canalisation unique des eaux de Montredon (©MINELIS, 2023).	77
Tableau 14 : Suivi des points RM1 et RM2 en 2022 (©MINELIS, 2023).	80
Tableau 15 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres Pz5, Pz6 et SPI au Nord de Montredon (©MINELIS, 2023).	84
Tableau 16 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres Pz18-01, Pz18-02, Pz19-01, Pz19-02 et MST11 à l'Est et Sud-Est de Montredon (©MINELIS, 2023).	86
Tableau 17 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres SPJ, Pz09-03 et PzO au Sud-Ouest de Montredon (©MINELIS, 2023).	87
Tableau 18 : Données de suivi des eaux de la mare B2 (©MINELIS, 2023).	104
Tableau 19 : Contrôle trimestriel du débit et de la qualité des eaux du drain B2 (©MINELIS, 2023).	106
Tableau 20 : Résultat du suivi des eaux de la source arsine en 2022 (©MINELIS, 2023).	112
Tableau 21 : Résultats d'analyses et mesures réalisées en 2022 sur les eaux de la source Point V. ...	114
Tableau 22 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres PZ8 et BP11 sur les sites de l'ancienne usine Artus et Champ Magné (©MINELIS, 2023).	117
Tableau 23 : Résultats des mesures et analyses 2022 du piézomètre PZ7 sur l'ancienne usine de la Caunette (©MINELIS, 2023).	124
Tableau 24 : Concentrations moyennes en Arsenic total en 2022.	135
Tableau 25 : Volume annuel d'eau traitée et quantité annuelle d'arsenic traité à la station et taux de traitement associé de 2008 à 2022.	140
Tableau 26 : Piézomètres de suivi des eaux souterraines autour de la Combe du Saut.	149
Tableau 27 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre AD12 en amont de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).	151

Tableau 28 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre AD16 sur le site de la Combe du Saut (station de dépollution des eaux) (©MINELIS, 2023).	152
Tableau 29 : Paramètres 2022 relevés sur le piézomètre AD7 en aval immédiat de la Combe du Saut (terrains SEPS) (©MINELIS, 2023).	153
Tableau 30 : Paramètres relevés sur le piézomètre AD9 en aval immédiat de la Combe du Saut (Champ Magné) (©MINELIS, 2022).	154
Tableau 31 : Paramètres relevés sur le piézomètre AD10 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2022).	155
Tableau 32 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre PB1 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).	156
Tableau 33 : Paramètres 2022 relevés sur le piézomètre PB2 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).	157
Tableau 34 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre PB3 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).	158
Tableau 35 : Résultats des analyses effectuées sur le Grésillou en 2022 (©MINELIS, 2023.)	168
Tableau 36 : Résultats des paramètres suivis en 2022 sur chacun des points suivis sur l'Orbiel (©MINELIS, 2023).	175
Tableau 37 : Concentrations en arsenic total et dissous relevés en 2022 sur l'Orbiel, depuis l'amont vers l'aval (©MINELIS, 2023).	176
Tableau 38 : Evolution des concentrations en arsenic et du débit en sortie de l'émergence en 2022.	178
Tableau 39 : Estimation des flux d'arsenic lors des campagnes trimestrielles de 2022 au niveau de l'émergence de la Caunette et du Pont de Limousis (adapté de ©MINELIS, 2023).	179
Tableau 40 : Résultats des analyses sur le Ru Sec à Conques avant confluence de l'Orbiel (©MINELIS, 2023).	183
Tableau 41 : Résultats des analyses de l'eau de la mine pour l'année 2022 (adapté de ©MINELIS, 2023).	188
Tableau 42 : Conclusions 2022 et perspectives 2023 relatives à la surveillance des anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel.	228

Liste des annexes (sur clé USB)

- Annexe 1 : Principaux secteurs des activités industrielles liées à l'exploitation minière
- Annexe 2 : Détail du programme de surveillance réalisé par MINELIS
- Annexe 3 : Surveillance et suivi des eaux de mine : rapport annuel 2021 de MINELIS
- Annexe 4 : Surveillance des stockages et sols pollués : rapport annuel 2021 de MINELIS
- Annexe 5 : Surveillance et suivi de la qualité des eaux du site de la Combe du Saut : rapport annuel 201 de MINELIS
- Annexe 6 : Surveillance géotechnique des stockages de Montredon et de l'Artus : rapport annuel de synthèse de FONDASOL
- Annexe 7 : Compte-rendu de surveillance DPSM sur le district aurifère : premier semestre 2022
- Annexe 8 : Compte-rendu de surveillance DPSM sur les sites périphériques : premier semestre 2022
- Annexe 9 : Compte-rendu de surveillance DPSM sur le district aurifère : second semestre 2022
- Annexe 10 : Compte-rendu de surveillance DPSM sur les sites périphériques : second semestre 2022
- Annexe 11 : Compte-rendu des campagnes de suivi renforcé durant le mode dégradé de la station de dépollution : janvier-mars 2022
- Annexe 12 : Compte-rendu des campagnes de suivi renforcé durant le mode dégradé de la station de dépollution : avril-décembre 2022
- Annexe 13 : Campagne de prélèvement en période de hautes eaux : avril 2022
- Annexe 14 : Campagne de prélèvement en période de basses eaux : septembre 2022
- Annexe 15 : Rapport MICA ENVIRONNEMENT sur le suivi du pompage des eaux internes de Montredon
- Annexe 16 : Rapport MINELIS sur les campagnes de débit, mesures et analyses autour de la verse de l'Atelier à Salsigne – mars 2022
- Annexe 17 : Suivi de la station de dépollution des eaux : bilan du premier et second semestre 2022
- Annexe 18 : Bordereau de suivi de déchets de la station de dépollution (1)
- Annexe 19 : Bordereau de suivi de déchets de la station de dépollution (2)
- Annexe 20 : Bordereau de suivi de déchets de la station de dépollution (3)
- Annexe 21 : Bordereau de suivi de déchets de la station de dépollution (4)
- Annexe 22 : Bordereau de suivi de déchets de la station de dépollution (5)
- Annexe 23 : Note sur le fonctionnement des bassins de l'Artus
- Annexe 24 : DOE de IRH sur la verse de l'Atelier
- Annexe 25 : Arrêté préfectoral du 01/07/2022 concernant la commission de suivi de site (CSS)

1. Contexte de la surveillance environnementale

1.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ANCIENS SITES MINIERES ET INDUSTRIELS DE LA VALLÉE DE L'ORBIEL

1.1.1. Localisation

Les anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel sont localisés dans le département de l'Aude, à une vingtaine de kilomètres au Nord de Carcassonne. Ils sont principalement répartis en trois secteurs (Cf. plans en Annexe 1) :

- le secteur de la mine d'or de Salsigne : lieu d'extraction du minerai (~1,3 km²) à ciel ouvert comme en souterrain ;
- le secteur de La Caunette, lui aussi concerné par des galeries d'exploitation souterraines, correspond essentiellement à un ancien stockage de résidus de traitement (plage de la Caunette, résidus de four et scories) et à l'ancienne usine de traitement de la Caunette ;
- le secteur de la Combe du Saut : lieu de traitement du minerai et de stockage des résidus (~1,5 km²) s'étendant de part et d'autre de la vallée de l'Orbiel à environ 5 km au Sud-Est du secteur de la mine. En rive droite, sur le site dit de "la Combe du Saut" se retrouvent les anciennes installations de traitement, aujourd'hui démantelées, ainsi que la station actuelle de dépollution des eaux, et le stockage de résidus de Montredon (900 000 T). En rive gauche est également présent le vaste stockage de résidus de l'Artus (10 millions de T) et ses installations connexes (bassins de collecte des eaux de drainage notamment).

A ces trois principaux secteurs s'ajoutent des zones minières périphériques d'exploration ou d'exploitation avec ou sans unité de traitement de minerai.

1.1.2. Historique

Les mines du district aurifère de Salsigne ont été exploitées depuis l'Antiquité. La découverte de l'or date de 1892, mais son exploitation industrielle a commencé au début du siècle dernier. L'exploitation minière s'est étendue sur 200 km² autour de la commune de Salsigne. Des usines de traitement du minerai se sont implantées historiquement sur les lieux d'extraction et se sont regroupées par la suite sur le site de la Combe du Saut. Le schéma de l'illustration 1 récapitule les différents exploitants du district depuis 1924.

La mine de Salsigne a été la plus importante mine d'or d'Europe Occidentale et la dernière de France métropolitaine. Le site a également été à la moitié du XX^{ème} siècle le plus gros producteur mondial d'arsenic principalement à usages phytosanitaires.

Durant les 90 dernières années d'exploitation, plusieurs procédés de traitement du minerai ont été utilisés (l'hydrométallurgie et la pyrométallurgie notamment). Au total, on estime à plus de 12 millions de tonnes le minerai traité sur le site pour produire environ 0,83 millions de tonnes de matériaux commercialisés : or, argent, bismuth, acide sulfurique, arsenic trioxyde et autres. Au total 120 t d'or ont été commercialisées. La masse totale de résidus pollués a été évaluée à environ 11,6 millions de tonnes. L'exploitation s'est arrêtée en 2004.

A partir du début des années 90, les dernières sociétés en activité sur le site ont été la Société d'Exploitation et de Pyrométallurgie de Salsigne (SEPS), la SNC Lastours et Mine d'Or de Salsigne (MOS, société à capitaux australiens).

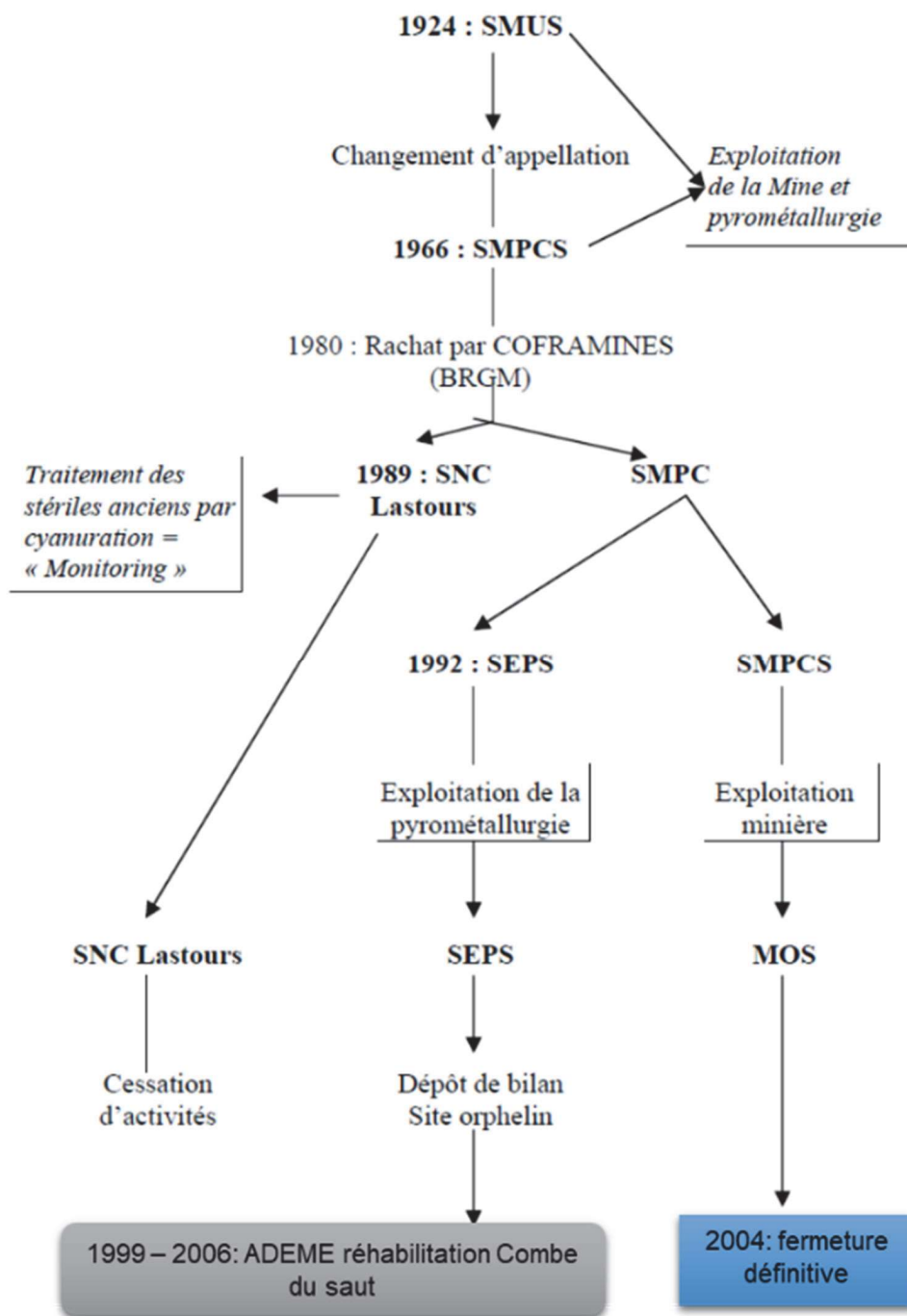


Illustration 1 : Exploitants historiques du district aurifère de Salsigne.

Par différents arrêtés préfectoraux de 1999 à 2005, l'État a prescrit aux derniers industriels des actions de démantèlement, de remise en état et de surveillance de leurs installations classées et équipements.

Par ailleurs, l'État a confié à l'ADEME, par arrêté préfectoral en 1999, des actions de réhabilitation d'une partie du site industriel de La Combe du Saut concernant principalement les installations de la SEPS. Cela consistait notamment à :

- démolir les superstructures encore présentes ;

- décaper les sols les plus contaminés et rassembler les 500 000 m³ terrassés dans une zone de confinement de 10 ha. Les déchets les plus pollués ont été confinés dans une alvéole à l'intérieur de la zone ADEME;
- appliquer un procédé de phytostabilisation sur les zones décapées.

L'illustration 2 présente deux photographies du site, avant et après ces travaux de réhabilitation.



Illustration 2 : Photographies du site en 1999 (photo du haut) et en 2006 (photo du bas) (ADEME).

Durant ces travaux de réhabilitation, la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut, initialement prévue pour traiter les eaux de process, a été remise en état, afin de traiter les eaux provenant de divers systèmes de collecte d'eaux contaminées mis en place lors des travaux, notamment au droit des zones de stockage de matériaux pollués.

Partiellement depuis 2006, puis intégralement depuis 2009, l'Etat a confié au DPSM, la surveillance environnementale et la gestion de l'ancien district minier, y compris la maintenance des installations de dépollution. Ceci s'est également traduit par l'acquisition par le BRGM des terrains détenus par les anciennes compagnies industrielles MOS et SNC Lastours. Les terrains de l'ex-SEPS restent sous la responsabilité du liquidateur.

1.2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET INSTALLATIONS SURVEILLÉES

La surveillance effectuée en 2022 sur les anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel est cadrée par :

- la convention entre l'État et le BRGM du 29 juin 2006 relative à la gestion de terrains relevant de l'ancien site minier de Salsigne ;
- la convention entre l'ADEME et le BRGM du 31 mars 2009, et plus particulièrement son annexe technique ;
- l'arrêté préfectoral complémentaire n°2009-11-0613 du 23 mars 2009 ;

- l'annexe technique de la convention financière relative à la gestion de l'après-mine ;
- l'arrêté ministériel n°TREP2201842Adu 03 février 2022, paru au Journal Officiel 71 du 25 mars 2022, fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des alinéas 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM.

L'arrêté ministériel n°TREP2201842A du 03 février 2022 fait état :

- d'une Installation Hydraulique de Sécurité (IHS) relevant de l'article L163-11 du Code Minier : cheminée panneau Sud, localisée en partie Sud de la Mine à Ciel Ouvert ;
- de différentes installations soumises au Code de l'environnement gérées par le BRGM (Cf. Tableau 1) dont :
 - 7 dépôts de résidus,
 - 1 émergence minière,
 - 6 cellules de pression,
 - 3 inclinomètres,
 - 39 piézomètres,
 - 29 prélèvements d'eaux de surface,
 - 2 réseaux de nivellement,
 - 1 stations de traitement des eaux.

Concession	Commune	Site	Nature de l'installation	Nom de l'installation
Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression	Cellule de pression A
Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression	Cellule de pression C
Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression	Cellule de pression E 1
Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression	Cellule de pression E 2
Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression	Cellule de pression SC 01
Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression	Cellule de pression SC 03
Hors concession	Lastours	Montredon	Inclinomètre	IC7
Hors concession	Salsigne	Montredon	Inclinomètre	Inclinomètre IC5
Hors concession	Salsigne	Montredon	Inclinomètre	Inclinomètre IC6
Hors concession	Lastours	Mine de la Caunette	Emergences minières	Emergence de La Caunette
Hors concession	Lastours	Plage de la Caunette	Piézo mètres	Pz 6
Hors concession	Lastours	Plage de la Caunette	Piézo mètres	Pz 7
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	L 2
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	Piézo mètre L 5
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	Pz 14
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	Pz 15
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	SC7
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	SEPS 1
Hors concession	Limousis	Artus	Piézo mètres	SEPS 2
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 10
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 12
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 14
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 15
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 16
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 7
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Piézo mètres	AD 9
Hors concession	Limousis	Usine de l'Artus et Champ Magné	Piézo mètres	BP 11

Concession	Commune	Site	Nature de l'installation	Nom de l'installation
Hors concession	Limousis	Usine de l'Artus et Champ Magné	Piézomètres	Pz 8
Hors concession	Limousis	Montredon	Piézomètres	PZ19-01
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	PZ19-02
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	Piézomètre central
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	Pz 5
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	Pz 6
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	PZ18-01
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	PZ18-02
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SD18-03
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SD18-04
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SD18-05
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SD18-09
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SD18-10
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SD18-13
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SPI
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SPJ
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	SPO
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	MST11
Hors concession	Salsigne	Montredon	Piézomètres	PZ 09-03
Hors concession	Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	Piézomètres	PB1
Hors concession	Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	Piézomètres	PB2
Hors concession	Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	Piézomètres	PB3
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	B1
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	B2
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	B3
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	B4
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	B5
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	B6
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	Drains et penstocks
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	Fossé Nord
Hors concession	Limousis	Artus	Prélèvements d'eaux de surface	Fossé Sud
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Drain B 1
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Drain B 2
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Drain de confinement D1
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Lagune d'infiltration
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Mare B 2
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel Gué Lassac
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel Pont de Limousis
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Point V

Concession	Commune	Site	Nature de l'installation	Nom de l'installation
Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Source Arsine
Hors concession	Salsigne	Montredon	Prélèvements d'eaux de surface	RM 1
Hors concession	Salsigne	Montredon	Prélèvements d'eaux de surface	RM 2
Hors concession	Conques sur Orbiel	Ru sec amont confluence Orbiel	Prélèvements d'eaux de surface	Ru Sec amont Orbiel
Hors concession	Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel Conques
Hors concession	Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel Vic la Vernède
Lastours	Lastours	Amont Lastours	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel amont confluence du Grésillou
Lastours	Lastours	Aval Lastours	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel aval confluence du Grésillou
Villanière	Villanière	Nartau	Prélèvements d'eaux de surface	Grésillou amont Nartau
Villanière	Villanière	Ramelle	Prélèvements d'eaux de surface	Grésillou aval Ramelle
Villanière	Villanière	Nartau et Ramelle	Prélèvements d'eaux de surface	Grésillou entre Nartau et Ramelle
Villanière	Les Ilhes	Amont village des Ilhes	Prélèvements d'eaux de surface	Orbiel amont village des Ilhes
Hors concession	Limousis	Artus	Réseaux de nivellement	Bassin de l'Artus
Hors concession	Salsigne	Montredon	Réseaux de nivellement	Bassin de Montredon
Hors concession	Limousis	(vide)	Stations de traitement des eaux	Station de traitement des eaux arséniées
Hors concession	Lastours	Plage de la Caunette	Dépôt de résidus	Plage de la Caunette
Hors concession	Limousis	Artus	Dépôt de résidus	Artus
Hors concession	Salsigne	Montredon	Dépôt de résidus	Montredon
Hors concession	Salsigne	Atelier	Dépôt de résidus	Verse de l'Atelier
Salsigne	Salsigne	Malabau	Dépôt de résidus	Malabau
Villanière	Villanière	Nartau	Dépôt de résidus	Nartau
Villanière	Villanière	Ramelle	Dépôt de résidus	Ramelle

Tableau 1 : Ouvrages surveillés dans le district minier de la vallée de l'Orbiel au titre du Code de l'environnement - Extrait de l'Arrêté n°TREP2201842A du 03 février 2022, paru au Journal Officiel 71 du 25 mars 2022.

Les plans de localisation des sites et des ouvrages surveillés sont présentés en Annexe 1.

1.3. GESTION ET SURVEILLANCE DU SITE

La mission confiée par l'Etat au DPSM comprend :

- le contrôle, la surveillance et l'entretien des anciens sites miniers ;
- la surveillance des eaux de mine (remontée de l'eau dans la mine) ;
- le suivi des eaux superficielles et souterraines ;
- la gestion de la station de dépollution des eaux arséniées ;
- la gestion du foncier, en propriété et en dotation ;
- les travaux programmés et non programmés de remise en état, la gestion et la surveillance des installations soumises au code de l'environnement se trouvant sur des sites miniers, conformément aux missions du DPSM définies dans le décret modifié de 1959 du BRGM.

Concernant la surveillance environnementale, le programme a été établi suite au transfert des différents sites par la société « Mine d'Or de Salsigne » et par l'ADEME en sélectionnant, site par site, les principaux traceurs de l'ancienne activité et les différents milieux pouvant être impactés.

Au regard du bilan environnemental de la surveillance, mais également des évènements naturels pouvant impacter les sites, le programme a évolué depuis sa mise en place.

Une partie de la surveillance environnementale est réalisée par un prestataire, le bureau d'études MINELIS, pour le compte du DPSM, dans le respect des normes en vigueur : norme NF X31-620-2 sur relative aux prestations relatives aux sites et sols pollués, NF X31-615 pour les prélèvements d'eaux souterraines, NF EN ISO 5667 pour les méthodes d'échantillonnage, FD T 90-523-2 et guide édité par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne de novembre 2006 pour les prélèvements d'échantillons en rivière. L'entreprise FONDASOL réalise et interprète les relevés inclinométriques selon la norme NFP 94-156.

Le tableau de surveillance récapitulatif pour chaque site les ouvrages surveillés, les mesures ou analyses réalisées et la fréquence de celles-ci, est présenté en Annexe 2.

La gestion de la station de dépollution est également réalisée par un prestataire extérieur (société Véolia pour l'année 2022).

Le DPSM réalise quant à lui les visites de surveillance semestrielles qui consistent principalement en un examen visuel de l'état des installations et des mesures *in situ* de points spécifiques de la qualité des eaux.

De plus, de nombreuses visites sont réalisées annuellement pour la gestion du site. La réalisation de missions particulières peut être déclenchée ponctuellement : travaux d'entretien, adaptations du suivi analytique, études spécifiques etc.

1.4. CONTENU DU RAPPORT ANNUEL

Ce rapport annuel présente dans un premier temps les principaux résultats de la gestion et de la surveillance par site, avec une attention particulière aux données collectées durant l'année 2022. La totalité des données acquises dans le cadre de cette mission est présentée dans les rapports des prestataires intervenant dans le suivi des sites, fournis en annexes (Cf. liste des Annexes en page 6).

Le présent document fait également état des actions notables en cours ou à venir sur le site.

Un bilan des actions 2022 portant sur la gestion du foncier est ensuite présenté.

Enfin ce rapport présente les principaux éléments concernant la communication.

Remarques préalables :

- pour le suivi de la qualité des milieux, le présent document s'intéresse aux concentrations en arsenic (principal traceur de l'impact des anciennes activités minières et industrielles) et en cyanures (principal traceur des anciennes activités de traitement par cyanuration pour l'extraction de l'or) ;
- les résultats d'analyses des formes dissoutes (libres) et totales (c'est-à-dire incluant les matières en suspension) de l'arsenic et des cyanures sont systématiquement présentés. Cela permet de définir la forme majoritaire dans laquelle se trouvent les éléments étudiés afin

d'appréhender leur provenance potentielle (notamment en cas de ruissellement des sols, où la part particulaire est présente en excès) ;

- en cas de concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire :
 - le calcul de moyennes prend le cas échéant en compte la limite de quantification divisée par deux, comme précisé par l'arrêté du 25 janvier 2010 (modifié le 8 juillet 2010) sur les critères d'évaluation écologique et chimique des eaux de surface,
 - les valeurs sont représentées à 0 mg/L sur les graphiques des concentrations,
 - à noter que les limites de quantification notées « LQ » sont (hors variations ponctuelles en cas d'échantillon trop chargé ou problème analytique) :
 - 0,005 pour l'As dissous et l'As total,
 - 0,010 mg/L pour les CN libres et CN totaux ;
- lorsqu'un prélèvement n'a pas pu être réalisé (en cas de piézomètre à sec, par exemple), le graphique associé présente une valeur manquante (lacune dans la chronique) ;
- les échelles graphiques et les unités varient d'une illustration à l'autre pour améliorer la présentation des données ;
- des incertitudes analytiques existent, lesquelles sont inhérentes aux méthodes analytiques normalisées du laboratoire ;
- les concentrations en « cyanures libres » intègrent également les cyanures faiblement complexés et correspondent donc à des cyanures aisément libérables ;
- à noter que le dosage des cyanures peut être perturbé par des phénomènes de complexation/décomplexation, notamment à faibles concentrations. De ce fait, il est parfois indiqué une concentration en cyanures libres supérieure à celle des cyanures totaux. Lorsque c'est le cas, la société MINELIS considère que la concentration la plus élevée correspond aux cyanures totaux ;
- de même, lorsque le résultat d'analyse d'un élément dissous est supérieur au résultat en total, la société MINELIS considère que la valeur la plus élevée correspond à la concentration totale. Ce cas de figure se produit relativement fréquemment du fait des incertitudes d'analyse ;
- le potentiel d'oxydoréduction (Eh) est corrigé par rapport à l'électrode standard à hydrogène $E_h = E_{\text{électrode ORP}} + E_{\text{réf}}$. La valeur $E_{\text{réf}}$ est elle-même corrigée par la température à l'aide de l'équation suivante $E_{\text{réf}} = -0,0015 \times T^2 - 0,64 \times T + 224,03$.

2. Pluviométrie

La pluviométrie est suivie grâce aux moyens suivants :

- Station Météo France (station n°11081003) localisée à Caunes-Minervois à 7,5 km du Gué Lassac. L'éloignement important de cette station officielle, dans cette région où la pluviométrie peut être fortement impactée par le relief, empêche d'utiliser cette référence directement. Ces valeurs sont plutôt utilisées pour disposer de moyennes historiques et de déterminer si un mois est inhabituellement pluvieux ou sec ;
- Pluviomètre automatique sur la station de dépollution de la Combe du Saut à 500 m du Gué Lassac ;
- Pluviomètre classique au Gué Lassac.

La comparaison de ces 3 sources de données a mis en évidence des dysfonctionnements ponctuels du pluviomètre automatique sur la station qui enregistre parfois des valeurs incohérentes vis-à-vis des observations de terrain et des données collectées par les deux autres stations utilisées. Toutefois, après correction des valeurs incohérentes, le cumul annuel calculé à la station de la Combe du Saut est de 510,8 mm, soit très proche de celui obtenu au Gué Lassac.

Dans la suite du présent rapport (hors § 5 portant spécifiquement sur la station de dépollution des eaux), les données présentées seront celles collectées au pluviomètre basique du Gué Lassac.

Le Tableau 2 et l'illustration 3 présentent l'évolution de la pluviométrie mensuelle en 2022 (pluviomètre du Gué Lassac) par rapport aux valeurs moyennes des trente années précédentes issues des bases de données établies par Météo-France (station n°11081003 Caunes-Minervois).

2022	Précipitations au Gué Lassac (mm)	Précipitations moyennes 1991-2020 selon Météo France (mm)	Ecart / moyenne 1991-2020 selon Météo France (%)
Janvier	39	78,3	-50%
Février	16	61,0	-74%
Mars	91	66,3	37%
Avril	75	85,2	-12%
Mai	2	68,1	-97%
Juin	54	43,2	25%
Juillet	18	25,1	-28%
Août	36	41,6	-13%
Septembre	52	56,5	-8%
Octobre	4	83,9	-95%
Novembre	87	87,0	0%
Décembre	26	71,9	-64%
TOTAL ANNUEL	500	768,1	-35%

Tableau 2 : Pluviométrie mensuelle de 2022 relevée au Gué Lassac et valeurs moyennes selon Météo France (station n°11081003 Caunes-Minervois).

Les précipitations annuelles enregistrées en 2022 sont en déficit significatif de 35% par rapport aux moyennes interannuelles (Cf. Tableau 2), avec en particulier quasiment aucune pluie en mai et octobre. Les mois de mars et juin sont les seuls présentant un excédent de pluie par rapport aux normales. Pour rappel, l'année 2021 avait été assez classique dans l'ensemble (-3,2% sur l'année) mais très hétérogène dans le détail, avec un premier semestre très sec et des mois de septembre et novembre 2021 très pluvieux.

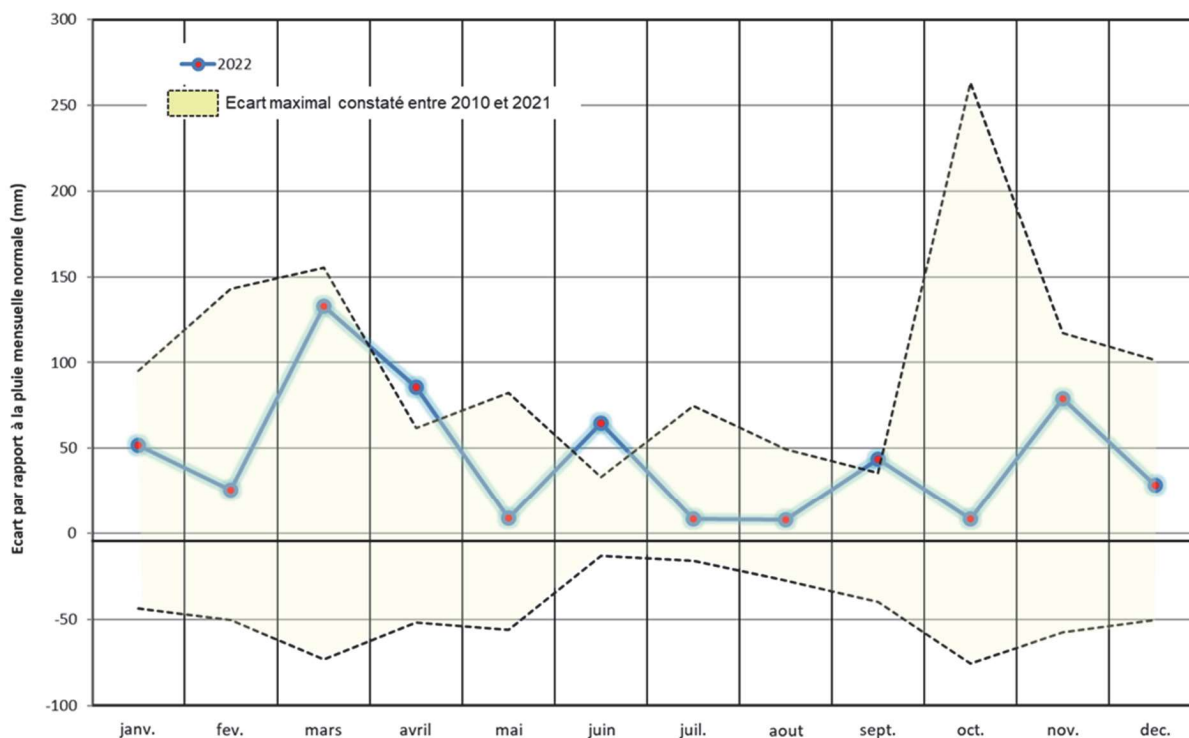


Illustration 3 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle de 2022 (en bleu sur le graphique, valeurs relevées au Gué Lassic) avec les pluviométries minimales et maximales constatées entre 2010 et 2021 (gamme jaune sur le graphique, valeurs Météo France à la station n°11081003 de Caunes-Minervois).

3. Surveillance environnementale réalisée au droit de la Combe du Saut

3.1. STOCKAGE DE L'ARTUS

3.1.1. Présentation du site

Ce stockage de résidus de traitement par flottation a été mis en place à partir de 1987 au droit d'un vallon drainant naturellement des eaux de ruissellement vers l'Orbiel. De part cette implantation, il existe des circulations souterraines d'eau à travers le stockage. L'Artus est positionné au contact des séries sédimentaires tertiaires monoclinales reposant en discordance sur le socle hercynien intensément remanié par de multiples chevauchements.

Il est composé de deux aires de stockages (Nord-Est et Sud-Ouest). Les dépôts ont été élevés progressivement par méthode de cyclonage des résidus apportés par voie hydraulique depuis l'usine de l'Artus située en rive droite de l'Orbiel. Ce site est parfois désigné sous le terme de "bassins" ou de "plages" de l'Artus du fait de la nature boueuse des résidus de traitement lors de leur mise en stockage, lesquels ont ressuyé depuis leur mise en place. Les deux aires de stockage ont été recouvertes fin 2004, sans dispositif d'étanchéité (Cf. Illustration 4). Elles ont ensuite fait l'objet de travaux en 2008, afin notamment d'améliorer la gestion des eaux.

Le volume de matériaux dans le stockage de l'Artus est estimé à près de 10 millions de tonnes (MOS, 2004).

Ce stockage est équipé d'un système de drainage et de collecte des eaux de ressuyage et d'infiltration. Ces eaux sont orientées vers des bassins d'évaporation puis vers la station de dépollution des eaux située en rive droite de l'Orbiel. Un réseau de gestion des eaux pluviales, connecté à l'Orbiel et composé de fossés, de descentes et de dessableurs-dissipateurs est également présent.

Le site accueille également depuis 2019 une station pilote ayant pour objectif de développer un processus optimisé de traitement des eaux de l'Artus (Cf. 11.5), aujourd'hui traitées à la station de dépollution de la Combe du Saut.



Illustration 4 : Stockage de l'Artus et bassins d'évaporation (ADEME, 2006).

Le réseau de surveillance du stockage de l'Artus est constitué de (Cf. Illustration 5 et Tableau 1) :

- un réseau de 9 plots topographiques pour en contrôler la stabilité ;
- deux piézomètres recoupant l'intérieur de chaque plage du stockage afin d'évaluer la cote et la qualité des eaux contenues au sein des résidus ;
- un ensemble de 5 piézomètres extérieurs pour évaluer l'impact sur les eaux souterraines environnantes du stockage de l'Artus et des bassins ;
- un réseau de drainage (Cf. aussi le schéma en Illustration 11) du stockage de résidus constitué de :
 - "Penstocks", ouvrages installés en fond de stockage et permettent de collecter et d'évacuer (vers le bassin B6) l'eau issue du ressuyage des résidus,
 - drains supérieurs dans le massif alimentés par des tapis drainant, évacuant l'eau vers le bassin B1 ;
- six bassins d'évaporation qui récoltent les eaux issues des drains.

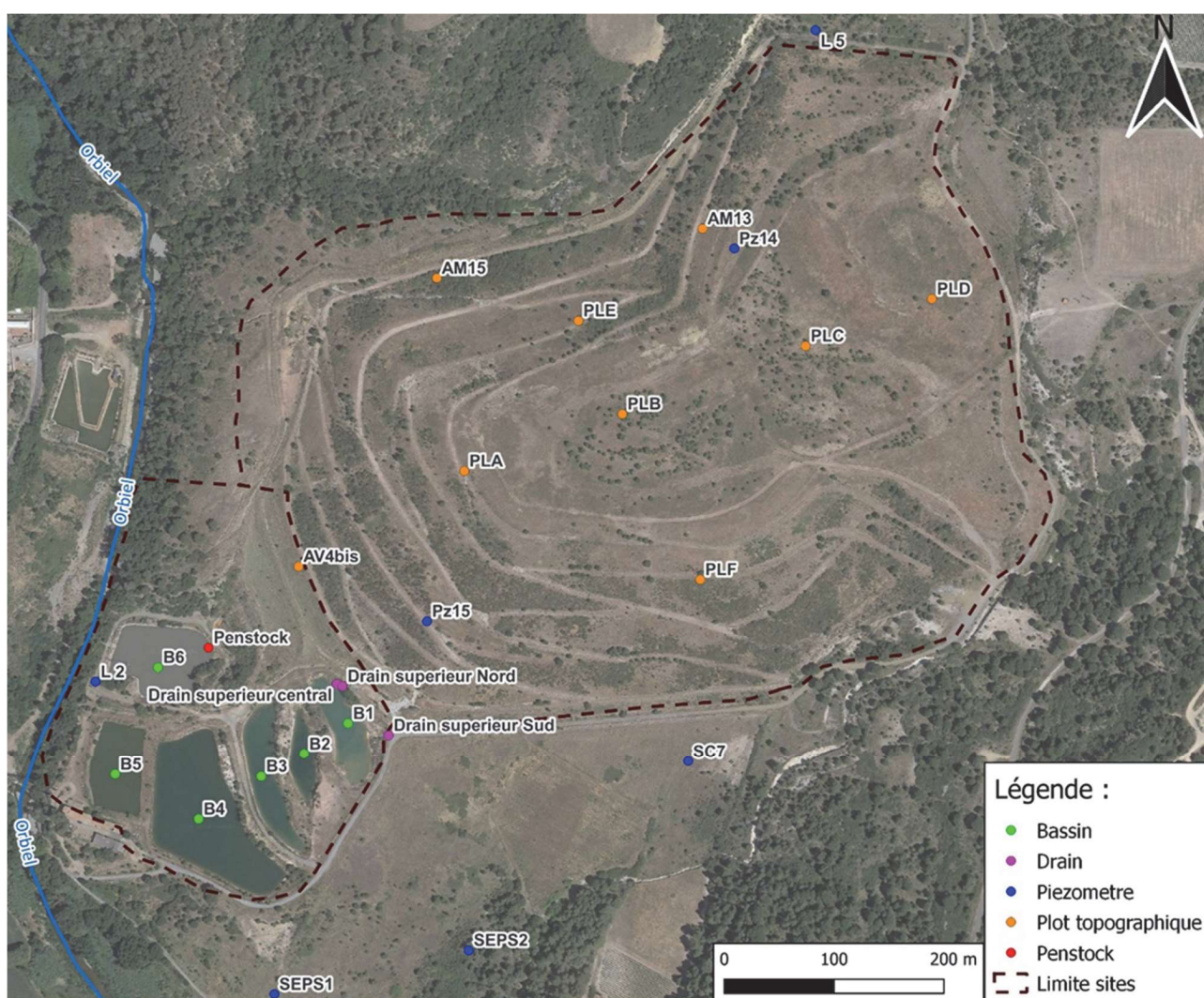


Illustration 5 : Localisation des ouvrages de surveillance sur le site de l'Artus.

Concernant l'influence du stockage de l'Artus sur les eaux superficielles, les données de suivi de l'Orbiel en amont hydraulique (au pont de Limousis) et en aval hydraulique immédiat (au niveau du Gué Lassic) figurent en partie 6.2. A noter que ces points de contrôle détectent également les émissions liées au site de la Combe du Saut situé en rive droite de l'Orbiel, lesquelles ne peuvent pas être différenciées de la contribution des émissions des installations situées en rive gauche.

3.1.2. Surveillance de l'aspect général

L'aspect général du stockage est suivi au moyen d'inspections visuelles de fréquence *a minima* mensuelle de la part de MINELIS. Le DPSM complète ces observations par une surveillance plus poussée semestriellement, s'attachant à relever les observations remarquables quant au développement de la végétation, l'état des accès et caniveaux et les marques d'érosion. Le détail de ces observations figure dans les CR semestriels en Annexe 07 et 09.

Des travaux d'entretien, dont le détail figure également en Annexe 07 et 09 (Cf. fiche travaux correspondante en Annexe 09) et la localisation en Illustration 6 ont été réalisés au printemps 2022 jusqu'à début juillet 2022. Ils ont consisté à reprendre les principaux désordres identifiés en 2021 :

- Désordre 1a : Reprise contact enrochement terrain ;
- Désordre 1b : Rectification profil du fossé ;
- Désordre 2 : Traitement affleurement ;
- Désordre 3 : Modification massif bétonné et remise au profil du fossé ;
- Désordre 4 : Traitement de la zone d'érosion flanc Ouest ;
- Désordre 5 : Traitement de la zone d'érosion flanc Nord ;
- Désordre 6 : Reprofilage d'un bassin de collecte des eaux de ruissellement ;
- Désordre 7 et 8 : Traitement de la zone d'érosion flanc Sud ;
- Désordre 9 : Purge de bassin ;
- Désordre 10 : Reprofilage de piste (Cf. Illustration 7) ;
- Désordre 11a : Remise en état de clôtures et portail flanc Nord ;
- Désordre 11b : Remise en état de clôtures flanc Ouest.

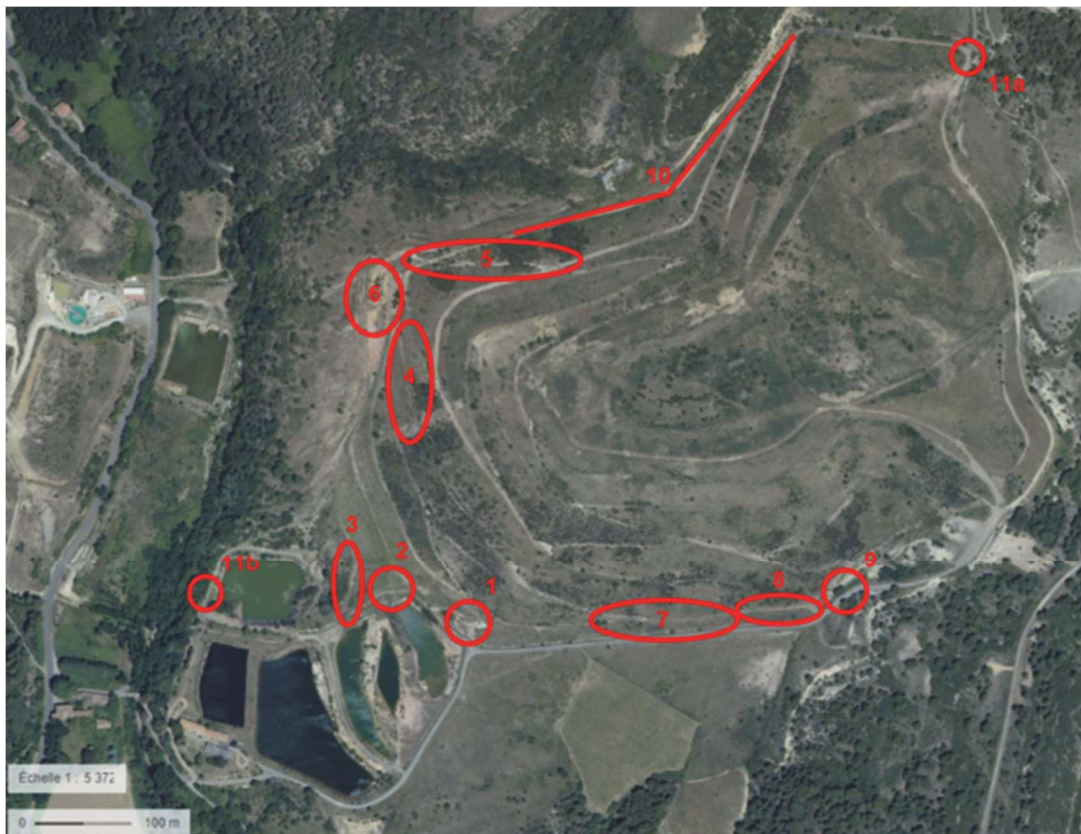


Illustration 6 : Localisation des travaux d'entretien réalisés sur le stockage de l'Artus.



Illustration 7 : Exemple de travaux de reprises de désordres observés sur l'Artus : reprise de ravinement sur piste (à gauche), reprise d'un caniveau d'écoulement des eaux de ruissellement (à droite) (juillet 2022).

La clôture du site et portail ont été également repris lors de ces travaux. La signalétique a été renforcée (Cf. Illustration 8).



Illustration 8 : Réparation du portail et renforcement de la signalétique.

3.1.3. Stabilité du stockage

Depuis 2007, les inclinomètres et cellules de pressions interstitielles initialement suivis ont été substitués par un relevé semestriel de plots topographiques (Cf. Tableau 3). Le rapport détaillé pour 2022 figure en Annexe 6.

Le cabinet GUENERET est en charge du levé topographique depuis juin 2017.

Pour 2022, les levés semestriels des plots topographiques de l'Artus ont été réalisés le 4 juillet 2022 et le 03/01/2023. Les déplacements cumulés depuis le levé initial du 01/09/06 sont rassemblés dans le Tableau 3 ci-dessous.

N°	Date T ₀	Date T	□X (m)	□Y (m)	□Z (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 3 : Relevés topographiques au droit du stockage de l'Artus (©MINELIS, 2023).

Globalement, les déplacements en X et Y restent faibles (maximum une dizaine de centimètres depuis le début du suivi) ne mettant pas en évidence de déstabilisation du stockage. Le suivi pluriannuel montre que le tassement en Z de la partie sommitale tend à se stabiliser, traduisant une évolution normale.

3.1.4. Eaux internes du stockage

a) Piézomètres

Les piézomètres Pz14 et Pz15 représentés sur l'illustration 5 permettent la surveillance des eaux internes au stockage de l'Artus. Ils font l'objet d'un contrôle trimestriel depuis 2013 (semestrielle auparavant).

Le tableau suivant (Cf. Tableau 4) présente les résultats du suivi réalisé en 2022 pour Pz14 et Pz15.

PZ14		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	8,05	7,76	7,25	6,86	7,48
Conductivité	(μ S/cm)	15600	14180	18990	19390	17040
Eh	(mV)	170	387	279	314	288
Température	(°C)	13,7	15,2	14,2	15,2	14,6
Oxygène dissous	(mg/L)	8,7	8,3	8,5	9,0	8,6
As total	(mg/L)	41,300	49,200	35,000	45,300	42,700
As dissous	(mg/L)	32,700	28,000	34,800	39,800	33,825
Cyanures totaux	(mg/L)	0,570	0,210	0,240	0,390	0,353
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	0,021	0,011	0,026	0,016
Cote tête de piézo.	(mNGF)	241,95	241,95	241,95	241,95	241,95
Niveau/Tête piézo	(m)	14,35	14,30	14,45	14,47	14,39
Cote nappe	(mNGF)	227,60	227,65	227,50	227,48	227,56

PZ15		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	7,88	7,52	7,61	7,62	7,66
Conductivité	(μ S/cm)	20770	19790	24210	23840	22153
Eh	(mV)	140	364	231	285	255
Température	(°C)	16,7	16,2	13	16,1	15,5
Oxygène dissous	(mg/L)	8,7	7,8	7,4	8,4	8,1
As total	(mg/L)	7,060	7,700	7,620	8,490	7,718
As dissous	(mg/L)	6,700	5,100	6,800	7,060	6,415
Cyanures totaux	(mg/L)	0,330	0,240	0,910	2,000	0,870
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	0,025	0,017	<0,010	0,013
Cote tête de piézo.	(mNGF)	215,52	215,52	215,52	215,52	215,52
Niveau/Tête piézo	(m)	24,47	24,41	24,50	24,60	24,50
Cote nappe	(mNGF)	191,05	191,11	191,02	190,92	191,03

Tableau 4 : Contrôle trimestriel du niveau piézométrique et de la qualité des eaux dans Pz14 et Pz15 (©MINELIS, 2023).

- **Niveaux d'eau**

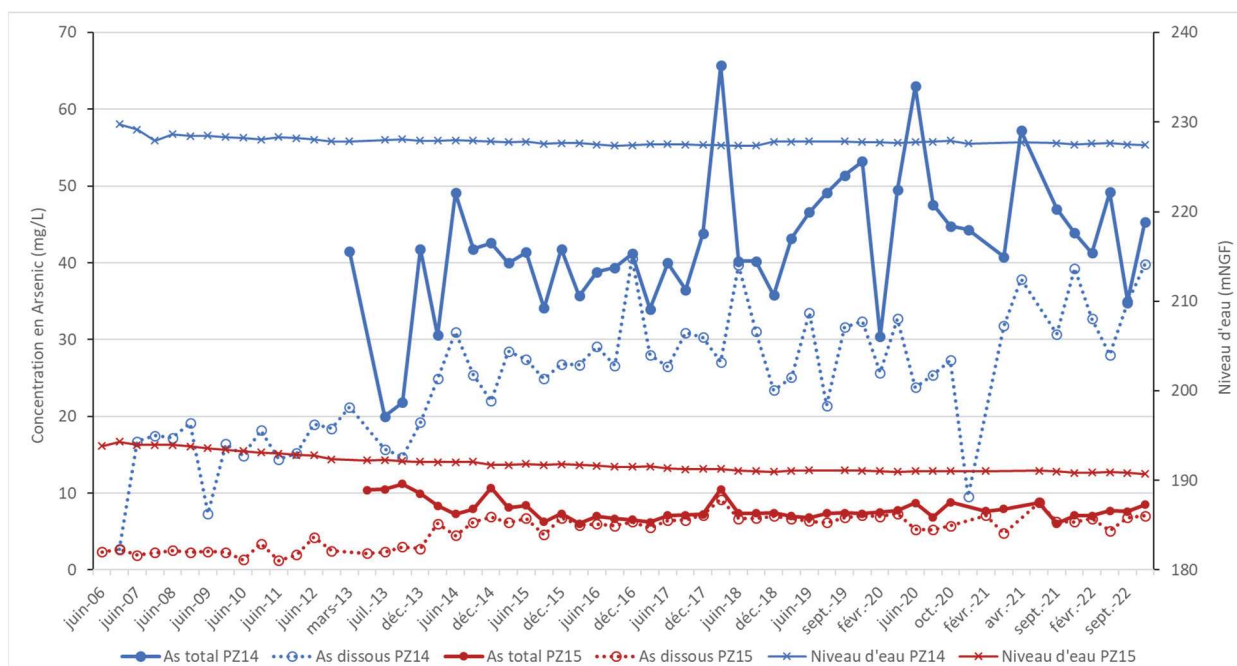


Illustration 9 : Evolution du niveau d'eau et des concentrations en arsenic total et dissous et du niveau d'eau des piézomètres Pz14 et Pz15.

Le suivi de ces deux ouvrages met en évidence qu'après une phase de ressuyage des résidus, leur côte piézométrique est stabilisée depuis environ 2017 (Cf. Illustration 9). En 2022, le niveau piézométrique est stable. A noter que ces piézomètres réagissent peu à la saisonnalité de la pluviométrie du fait de leur implantation au cœur du stockage.

- **Arsenic**

L'illustration 9 présente les concentrations en As dissous et total pour le Pz14 et le Pz15 depuis 2006.

Le Pz14 capte des effluents très chargés avec une moyenne à 42,7 mg/L en 2022. La proportion d'As particulaire y est assez variable selon les campagnes de prélèvement, avec un pic à 99% d'arsenic dissous en septembre 2022.

Durant l'année 2022, la concentration en arsenic total dans les eaux de Pz14 a fluctué et est resté dans la gamme de fluctuation des quatre années précédentes. Sur le long terme, une tendance à la hausse de la concentration en arsenic total et dissous semble apparaître.

Le piézomètre Pz15 implanté en partie basse du stockage (donc plutôt en aval) présente quant à lui des concentrations en arsenic moindres de l'ordre de 7,7 mg/L (moyenne 2022, dans la gamme des variations habituelles) avec une majorité sous forme dissoute.

- **Cyanures**

L'illustration 10 présente l'évolution des concentrations en CN totaux et libres au droit du Pz14 et Pz15 depuis 2006.

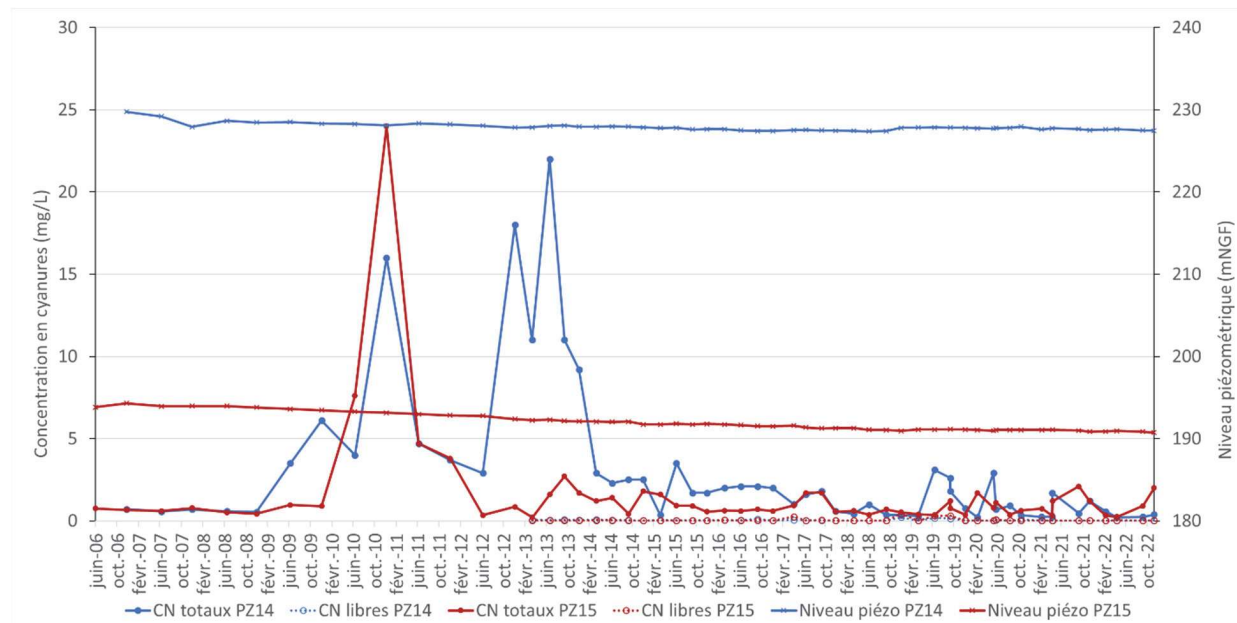


Illustration 10 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau des piézomètres PZ14 et PZ15.

Pour Pz14, la concentration en cyanures totaux varie et reste inférieure à 0,6 mg/L en 2022. Pour Pz15, la concentration en cyanures totaux varie entre 0,24 et 2 mg/L en 2022. Ces observations sont dans la gamme habituellement observée depuis 2014.

En avril et septembre 2022, les cyanures libres ont légèrement dépassé la limite de quantification (0,010 mg/L) pour les deux piézomètres, ce qui est rarement le cas.

b) Réseau de drainage

Afin d'assurer la stabilité du stockage, plusieurs dispositifs de drainage ont été mis en place avant et au cours de l'édification de l'Artus (Cf. Illustration 11). Un système de tapis et de tranchées drainantes permet de récolter les eaux situées au niveau des digues intermédiaires et des digues de pied. Ces eaux sont ensuite collectées par les drains supérieurs (dits Nord, Sud et Central en fonction de leur position par rapport au stockage), lesquels se déversent dans le bassin n°1.

De plus, un ensemble de Penstocks (drains immergés) positionnés plus en profondeur, aux points bas du stockage, permet un drainage des eaux de ressuyage des résidus de traitement. Les eaux issues de ces Penstocks (aussi appelés drains inférieurs) sont dirigées dans le bassin n°6 (ou B6).

Le débit et la qualité des eaux des drains se déversant dans les bassins d'évaporation sont mesurés mensuellement.

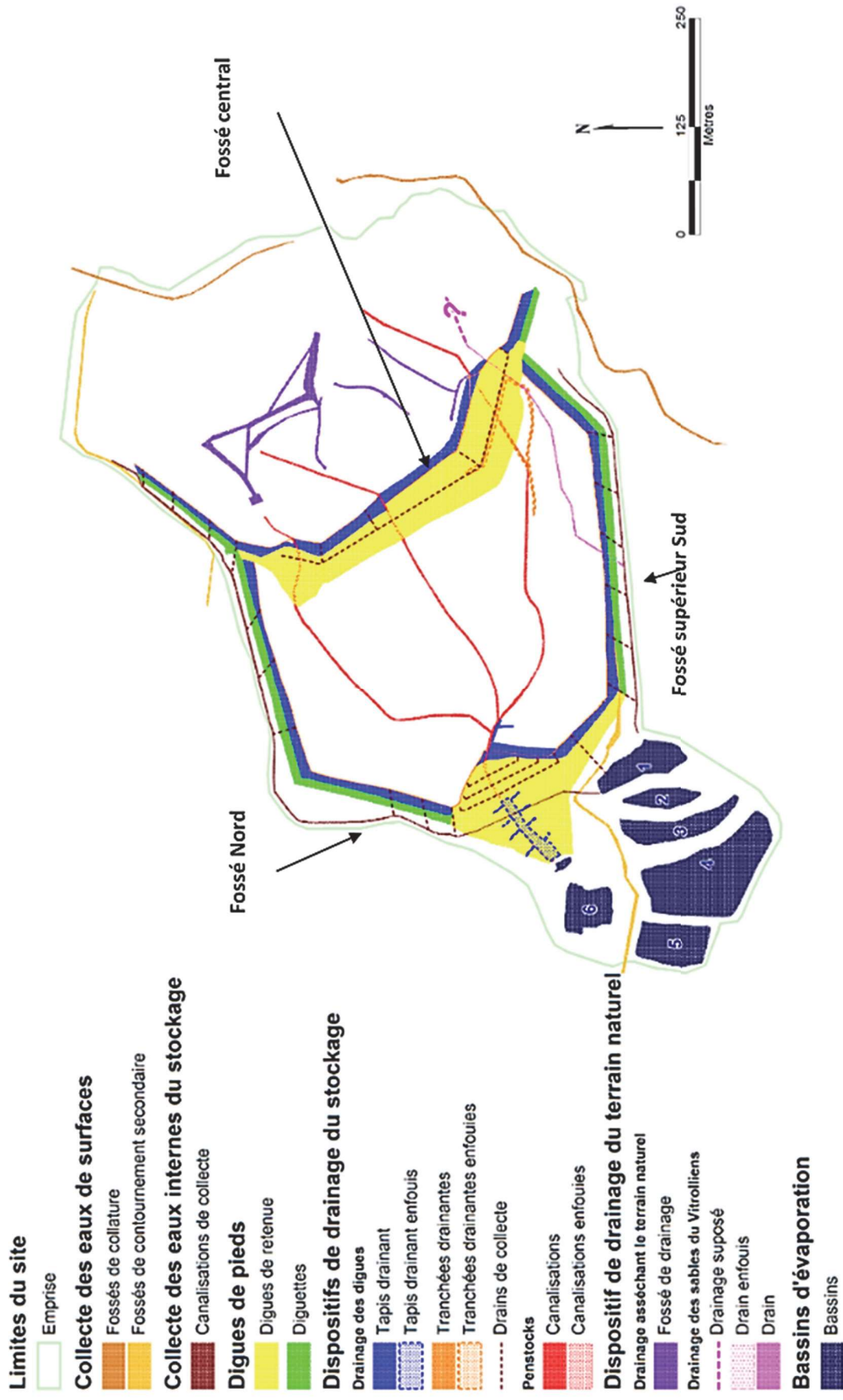


Illustration 11 : Dispositif de drainage et de collecte des eaux de l'Artus.

Un dispositif de télégestion du niveau du B6 mis en place fin 2021 permet de contrôler le niveau du bassin B6 et de déclencher le protocole de gestion des seuils sur ce bassin afin d'éviter tout débordement de celui-ci dans le milieu naturel.

Concernant les réseaux de drainage, en 2022, des opérations d'hydrocurage ont été réalisées par la société Veolia en janvier (drain supérieur Sud et la moitié du drain supérieur Nord) et avril (Penstocks, drain supérieur Central et seconde partie du drain supérieur Sud). Le réseau sera à nouveau curé en 2023 dans le cadre du marché d'exploitation de la station de dépollution.

Les résultats du suivi effectué en 2022 sur les différents drains de l'Artus sont présentés dans le Tableau 5 et l'illustration 12 à l'illustration 14.

Drain supérieur Sud	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
	u	(µS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/22	7,69	8455	155	14,1	9,5	8,72	8,52	0,36	<0,01	0,69
21/02/22	7,39	9898	350	14,6	9,1	7,87	7,18	0,14	<0,01	0,58
30/03/22	7,30	7932	395	15,1	8,8	9,27	8,94	0,14	<0,01	0,86
27/04/22	7,41	6270	327	15,2	8,2	8,84	7,42	0,54	0,01	1,16
30/05/22	7,76	8748	306	16,6	8,8	8,38	7,41	0,10	<0,01	0,66
28/06/22	7,49	10020	366	18,3	7,9	8,36	6,68	<0,20	<0,20	0,50
19/07/22	7,69	10080	352	19,3	7,4	7,70	7,67	0,10	<0,01	0,43
22/08/22	7,75	10930	320	20,4	7,5	7,78	6,73	0,11	<0,01	0,37
22/09/22	7,51	14210	296	19,1	8,1	7,95	7,31	0,15	0,04	0,37
25/10/22	7,62	14560	366	20,0	7,5	6,72	6,66	0,27	<0,01	0,32
23/11/22	7,38	13720	350	17,0	9,4	8,01	8,03	0,15	<0,01	0,32
21/12/22	7,69	14870	360	16,3	9,2	7,05	6,78	0,16	<0,01	0,29
Moy. annuelle	7,56	10808	329	17,2	8,4	8,05	7,44	0,20	<0,01	0,55
Drain supérieur Nord	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
	u	(µS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/22	7,94	7724	203	10,7	9,2	12,00	11,90	0,26	<0,01	0,98
21/02/22	8,01	8455	225	11,4	8,9	10,80	10,50	0,08	<0,01	0,79
30/03/22	7,86	7592	285	13,2	8,7	9,60	10,10	0,05	<0,01	1,17
27/04/22	8,05	7131	294	14,2	8,2	9,03	8,73	0,11	<0,01	1,48
30/05/22	7,83	8484	300	17,3	8,6	10,90	10,80	0,07	<0,01	0,81
28/06/22	8,02	9297	307	20,1	7,4	9,78	9,81	<0,20	<0,20	0,69
19/07/22	8,02	9199	261	22,5	7,0	9,21	9,18	0,06	<0,01	0,65
22/08/22	7,97	9605	211	22,2	6,9	7,86	8,34	0,06	<0,01	0,59
22/09/22	7,87	11410	229	21,4	7,8	8,79	8,84	0,07	0,01	0,53
25/10/22	7,96	8529	224	20,5	7,0	8,34	8,12	0,09	<0,01	0,52
23/11/22	7,76	11690	213	15,5	8,6	8,34	8,47	0,09	<0,01	0,43
21/12/22	7,99	11530	282	13,1	8,8	8,74	8,67	0,08	<0,01	0,41
Moy. annuelle	7,94	9221	253	16,8	8,1	9,45	9,46	0,09	<0,01	0,75
Drain supérieur Central	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
	u	(µS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/22	7,28	10100	95	14,1	9,5	26,20	27,00	0,25	<0,01	0,07
21/02/22	7,79	11630	219	14,1	8,6	31,50	32,00	0,13	<0,05	0,05
30/03/22	7,66	10730	300	16,4	8,7	36,60	35,10	0,10	<0,01	0,06
27/04/22	7,63	10990	301	16,2	8,0	10,90	9,67	0,16	<0,01	0,05
30/05/22	7,67	11720	304	16,3	8,6	9,53	9,16	0,07	<0,01	0,05
28/06/22	7,80	13070	316	19,3	7,4	10,40	8,37	<0,20	<0,20	0,04
19/07/22	7,94	12810	262	20,0	6,9	16,00	12,60	0,22	<0,01	0,04
22/08/22	7,87	13480	178	20,9	6,6	13,30	8,12	0,07	<0,01	0,04
22/09/22	7,59	16050	192	17,7	7,9	19,30	16,90	0,06	<0,01	0,03
25/10/22	7,75	16840	190	20,6	6,7	27,70	26,20	<1,00	<0,01	0,03
23/11/22	7,64	18870	194	10,5	8,6	22,50	21,40	0,07	<0,01	0,03
21/12/22	7,78	17470	297	15,1	8,5	17,10	16,30	0,09	<0,01	0,03
Moy. annuelle	7,70	13647	237	16,8	8,0	20,09	18,57	0,10	<0,01	0,04
Drains inférieurs Penstock	pH	Conductivité	Eh	Température	Oxygène dissous	As total	As dissous	Cyanures totaux	Cyanures libres	Débit
	u	(µS/cm)	(mV)	(°C)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(m3/h)
25/01/22	7,83	12150	138	14,5	8,8	26,40	26,70	0,95	0,01	5,00
21/02/22	7,65	12880	245	15,8	8,8	12,40	12,00	0,34	<0,05	4,57
30/03/22	7,63	12640	298	18,5	8,6	14,70	13,90	0,11	0,02	5,42
27/04/22	7,92	10700	302	18,0	8,2	10,10	10,50	0,19	0,01	5,43
30/05/22	8,03	12640	310	16,4	8,3	11,80	12,10	0,15	<0,01	4,43
28/06/22	8,18	13240	311	19,6	7,2	11,70	11,40	<0,50	<0,50	4,32
19/07/22	8,12	12800	279	18,5	6,8	13,50	13,20	0,13	0,01	4,42
22/08/22	8,39	13260	255	20,0	6,9	10,10	11,00	0,17	0,05	4,16
22/09/22	8,08	15220	265	16,5	7,7	11,90	11,70	0,12	0,02	4,20
25/10/22	8,10	15220	278	19,4	7,2	11,90	11,60	0,17	0,01	4,20
23/11/22	7,83	14720	256	16,2	9,7	12,10	12,10	0,16	<0,01	4,36
21/12/22	7,97	15310	295	16,2	8,7	12,90	12,90	0,21	<0,01	4,16
Moy. annuelle	7,98	13398	269	17,5	8,1	13,29	13,26	0,25	<0,01	4,56

Tableau 5 : Résultats d'analyses et de débits des drains et Penstocks de l'Artus (MINELIS, 2023).

Pour les Penstocks et les drains supérieurs Sud, Central et Nord, on constate une augmentation de la conductivité durant l'année qui a globalement été très sèche.

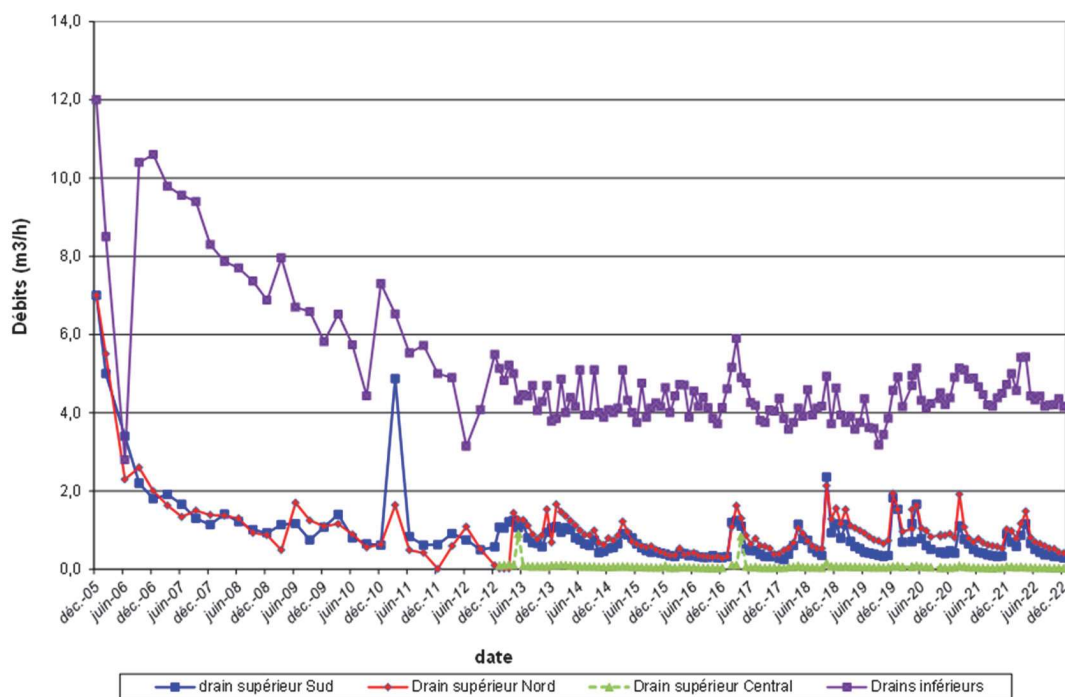
Les valeurs Eh et O₂ dissous montrent que l'on est en conditions oxydantes, ce qui est favorable à la précipitation de l'As.

- **Débits**

En ce qui concerne l'évolution des débits à long terme, une baisse est globalement observée entre 2006 et 2014, plus particulièrement au niveau des drains inférieurs (Penstocks). Depuis 2014, les débits semblent stabilisés.

Au regard des débits relevés sur le drain Central, il est possible que celui-ci soit colmaté depuis une date antérieure à 2012 (début du suivi) malgré les essais de curage successifs.

Les débits sont globalement stables mais présentent une saisonnalité, surtout pour les drains supérieurs (Cf. Illustration 12) dont les débits mesurés reflètent la pluviométrie. Concernant les Penstocks, positionnés aux points bas du stockage, la saisonnalité est moins marquée du fait que le temps de transit des eaux d'infiltration est plus long compte-tenu de la profondeur des ouvrages. Par ailleurs, des arrivées d'eau latérales au stockage depuis l'amont du thalweg contribuent peut-être au débit constaté en sortie des Penstocks.



Note : les « drains inférieurs » correspondent aux Penstocks.

Illustration 12 : Débits du réseau de drainage du stockage de l'Artus depuis le début du suivi (©MINELIS, 2023).

En 2022, les gammes de débits observées :

- fluctuent entre 4,1 et 5,5 m³/h pour le réseau des Penstocks. Un débit moyen de 4,56 m³/h induirait un volume total généré de 39 946 m³ sur l'année 2022, soit 77,2% du volume collecté par l'ensemble du système de drainage de l'Artus ;

- pour le réseau de drainage supérieur (22,8% du volume total collecté par le système de drainage de l'Artus) :
 - drain supérieur central : moyenne de 0,04 m³/h (soit 0,7% du volume collecté) ;
 - drain supérieur Sud : 0,29 à 1,16 m³/h soit 0.55 m³/h de moyenne (soit 9,3% du volume collecté) ;
 - drain supérieur Nord : 0,41 à 1,48 m³/h pour 0,84 m³/h de moyenne (soit 12,8% du volume collecté).
- **Arsenic**

Sur l'ensemble des drains, plus de 92% de l'arsenic des eaux internes au stockage de l'Artus se présentent sous forme dissoute, ce qui est cohérent avec les années précédentes.

L'illustration 13 montre que le drain supérieur Central présente les concentrations en As les plus élevées du réseau.

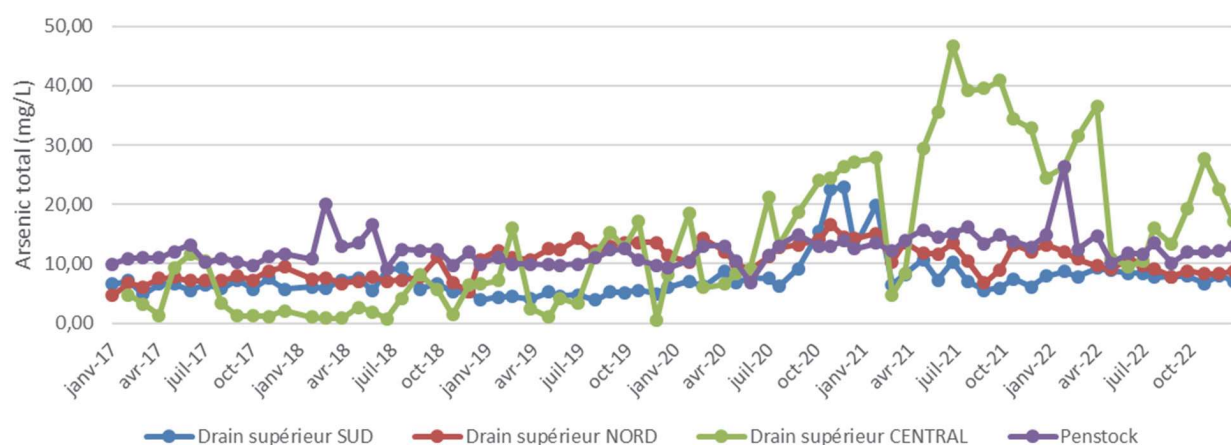


Illustration 13 : Chronique des concentrations en As total du réseau de drainage de l'Artus depuis 2017.

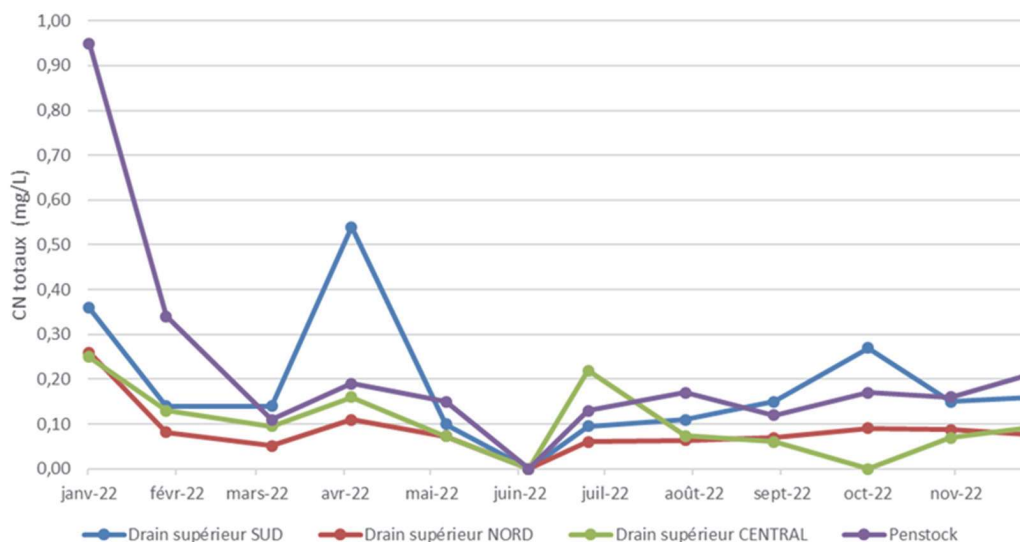
En 2022, les concentrations en arsenic total des différents drains varient entre 6,72 mg/L et 36,60 mg/L, le maximum étant obtenu pour les eaux issues du drain supérieur central. Les variations de concentrations observées pour l'As dissous (non représentées) sont similaires.

Sur les 12 campagnes de prélèvements de 2022 sur le réseau de drainage de l'Artus, la répartition moyenne des flux d'arsenic total estimés est la suivante :

- environ 83% pour les Penstocks ;
- environ 1% pour le drain supérieur central ;
- environ 10% pour le drain supérieur Nord ;
- environ 6% pour le drain supérieur Sud.

- **Cyanures**

Les cyanures sont principalement présents sous forme particulaire (Cf. Tableau 5). Les Penstocks et le drain supérieur Sud présentent des concentrations globalement plus élevées.



Note : les valeurs représentées à zéro sont en réalité des concentrations inférieures à la limite de quantification que le laboratoire, du fait de contraintes techniques, a pu atteindre pour cette analyse en particulier :

Juin 2022 : LQ à 0,20 mg/L pour les drains supérieurs Sud, Nord et Central et 0,50 mg/L pour les Penstocks

Octobre 2022 : LQ à 1 mg/L pour le drain supérieur Central

Illustration 14 : Concentrations 2022 en CN totaux du réseau de drainage de l'Artus.

Les gammes de concentrations en cyanures totaux en 2022 sont semblables aux années précédentes sauf ponctuellement, deux concentrations inhabituelles relevées sur les Penstocks (0,95 mg/L en janvier 2022) et le drain supérieur Sud (0,54 mg/L en avril 2022), pour lesquelles aucune hypothèse n'est avancée.

En 2022, les concentrations en cyanures totaux des différents drains varient entre :

- des concentrations inférieures à la limite de quantification (variable, cf. Note sous l'illustration 14) ;
- un maximum de 0,34 mg/L obtenu sur les Penstocks en février 2022, hors pics isolés (Cf. ci-dessus).

L'exploitation des données de concentration et de débit obtenues permet d'estimer le flux massique de cyanures pour chaque drain le jour de la campagne. Les 12 campagnes de prélèvements de 2022 (hors cas particulier du mois d'avril 2022) réalisées sur le réseau de drainage de l'Artus mettent en lumière les éléments suivants :

- les Penstocks (drains inférieurs) représentent entre 76 et 90% du flux de cyanures totaux ;
- le drain supérieur central représente de l'ordre 0,5% du flux ;
- le reste du flux en cyanures totaux est réparti entre le drain supérieur Nord (environ 5% en moyenne) et le drain supérieur Sud (environ 7% en moyenne).

c) Eaux de drainage - bassins

Six bassins ont été aménagés en pied du stockage de l'Artus afin de recueillir les eaux issues du réseau de drainage décrit ci-avant. Les bassins 1 à 5 ont été creusés lors de la réhabilitation du site, avec pour fonction également de jouer le rôle de bassin d'évaporation.

Le bassin 1 recueille les eaux des drains supérieurs Nord, Central et Sud. Le bassin 6 récupère directement les eaux des Penstocks et une partie des eaux des eaux de drainage des digues. Ces bassins fonctionnent en série, l'amont étant le n°1 et l'aval le n°6 où se mélangent toutes les eaux collectées.

Un pompage piloté en fonction de la garde restante permet de renvoyer ces eaux depuis le bassin n° 6 vers la station de dépollution de la Combe du Saut.

La qualité de eaux des bassins de l'Artus est analysée depuis 2017. Auparavant, ces eaux ne faisaient pas l'objet d'un suivi hormis en 2013.

Le graphique ci-dessous (Cf. Illustration 15) présente les concentrations moyennes dans chaque bassin pour l'année 2022 en arsenic total, thiocyanates et cyanures totaux (Cf. données 2022 complètes dans le rapport Minelis en Annexe 4).

Les thiocyanates sont le produit de la réaction entre les cyanures libres et l'oxygène. Ils sont retrouvés en excès dans les bassins d'évaporation de l'Artus du fait de la présence de larges surfaces de contact dans les bassins entre les eaux cyanurées issues du stockage de l'Artus et l'air.

Comme pour les années précédentes, il apparait un abattement global des concentrations entre B1 et B5 dans lesquels l'eau collectée par les drains supérieurs s'écoule de manière gravitaire. La concentration en thiocyanates et cyanures totaux connaît notamment une baisse marquée entre les bassins 3 et 4. Le bassin B6 quant à lui présente des gammes de valeurs proches de celles de B1 (excepté pour les thiocyanates), étant donné qu'il reçoit directement les eaux du réseau de drainage inférieur (« Penstocks »), ce qui limite les possibilités de réactions chimiques.

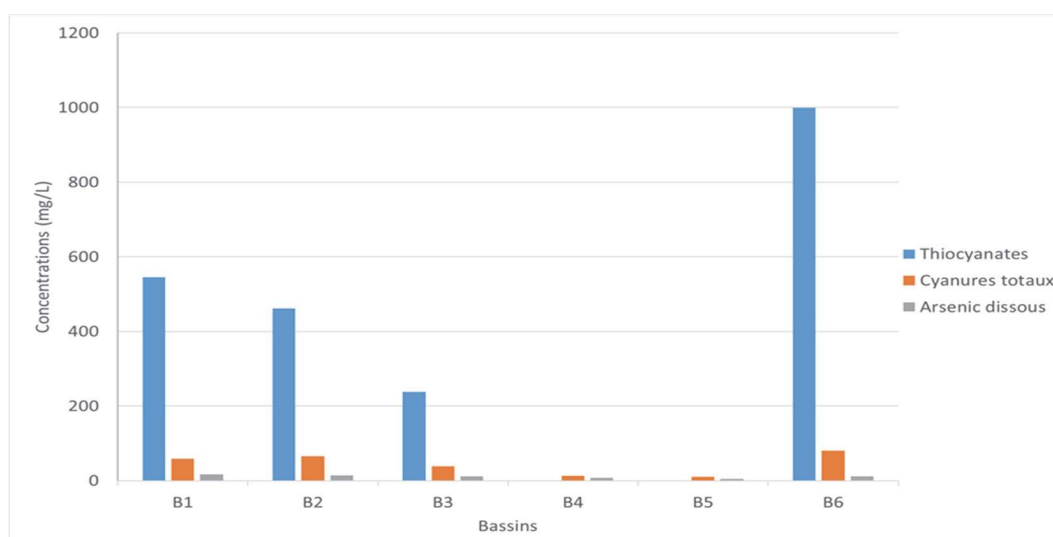


Illustration 15 : Moyennes 2022 des principaux éléments suivis dans les bassins de l'Artus.

En ce qui concerne les tendances d'évolution des concentrations en arsenic depuis le début des mesures, celles-ci semblent présenter une tendance à la hausse au cours des 5 dernières années, en particulier sur B1, B2 et B6 (Cf. Illustration 16 et Illustration 17). Cette tendance reflète

la hausse des concentrations en arsenic des eaux issues des drains supérieurs et inférieurs (Cf. Illustration 13).

Les chroniques montrent une influence de la saisonnalité sur les concentrations en arsenic, avec des augmentations de concentration en été et des baisses en hiver. Cette saisonnalité est également bien observée sur les mesures réalisées en 2022 (Cf. Illustration 18 et Illustration 19). Ce phénomène est particulièrement visible sur le bassin B1 recueillant l'eau des drains supérieurs : les concentrations augmentent à partir de mai, mois extrêmement sec en 2022.

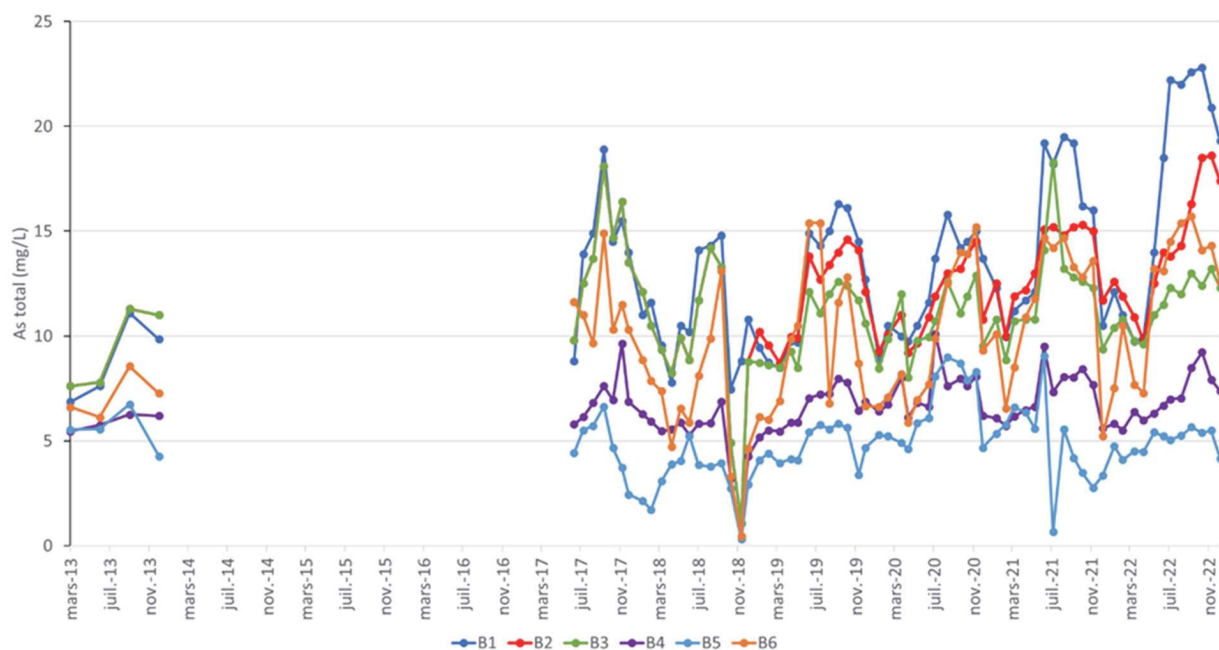


Illustration 16 : Chronique d'évolution des concentrations en arsenic total dans les bassins de l'Artus depuis 2013.

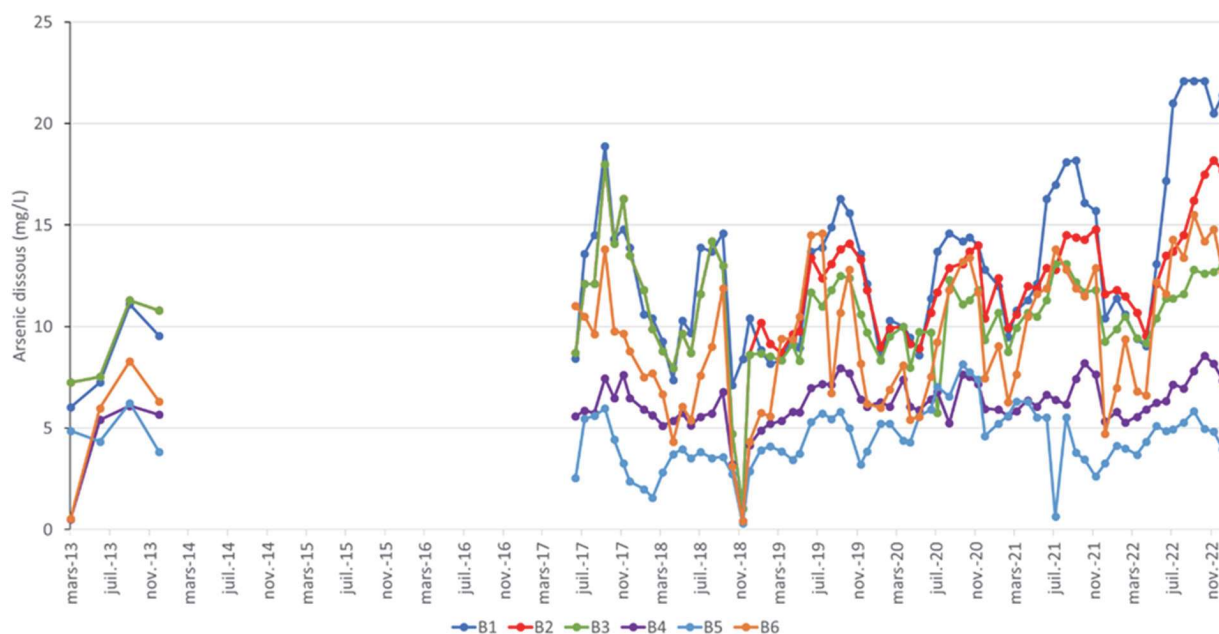


Illustration 17 : Chronique d'évolution des concentrations en arsenic dissous dans les bassins de l'Artus depuis 2013.

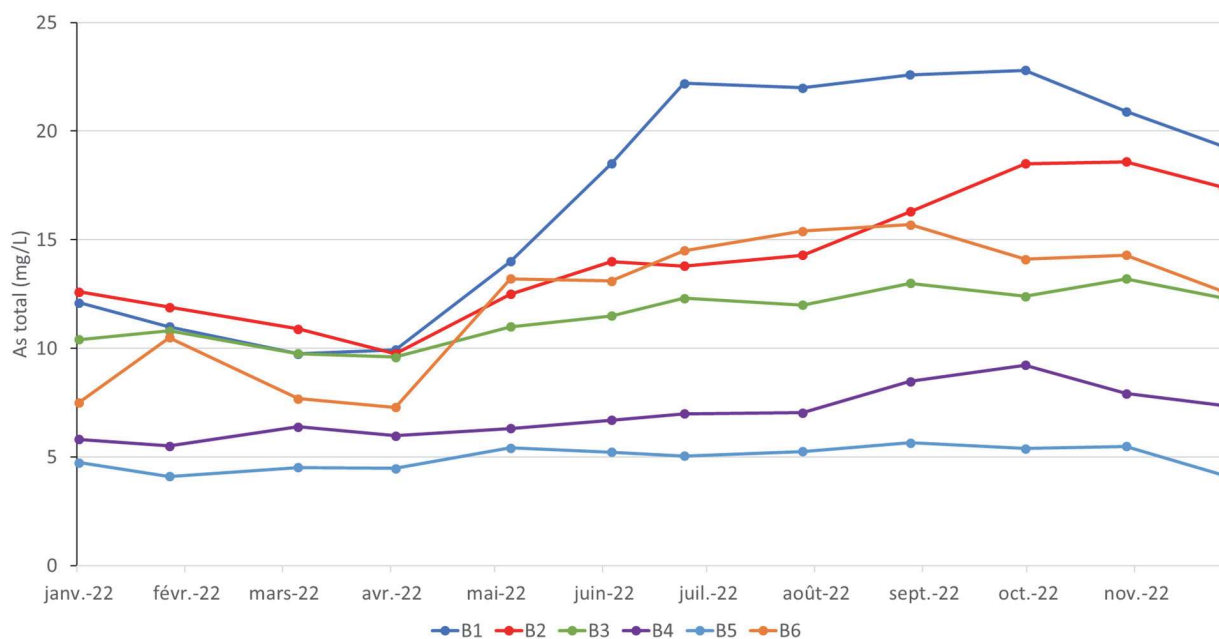


Illustration 18 : Concentrations en arsenic total dans les bassins de l'Artus pour l'année 2022.

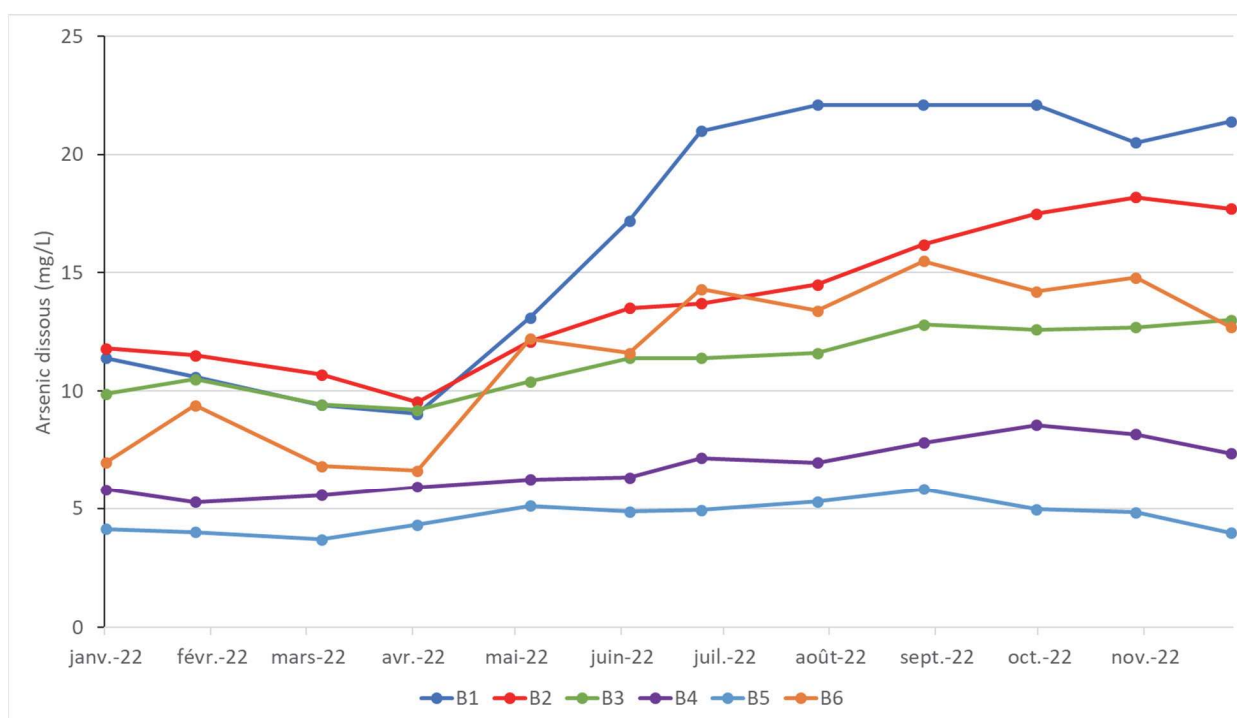


Illustration 19 : Concentrations en arsenic dissous dans les bassins de l'Artus pour l'année 2022.

Si l'on s'intéresse maintenant à l'évolution de la concentration moyenne annuelle en arsenic dissous depuis le début des mesures (Cf. Illustration 20 et Illustration 21), on note que, dans le bassin B6, la concentration moyenne de 2022 est la plus haute enregistrée depuis le début du suivi, avec une tendance à la hausse observée déjà l'an dernier. Ce même constat peut être fait pour les bassins B1 et B2. Cette tendance sera surveillée en 2023 pour évaluer si un phénomène particulier est à l'œuvre sur ces bassins.

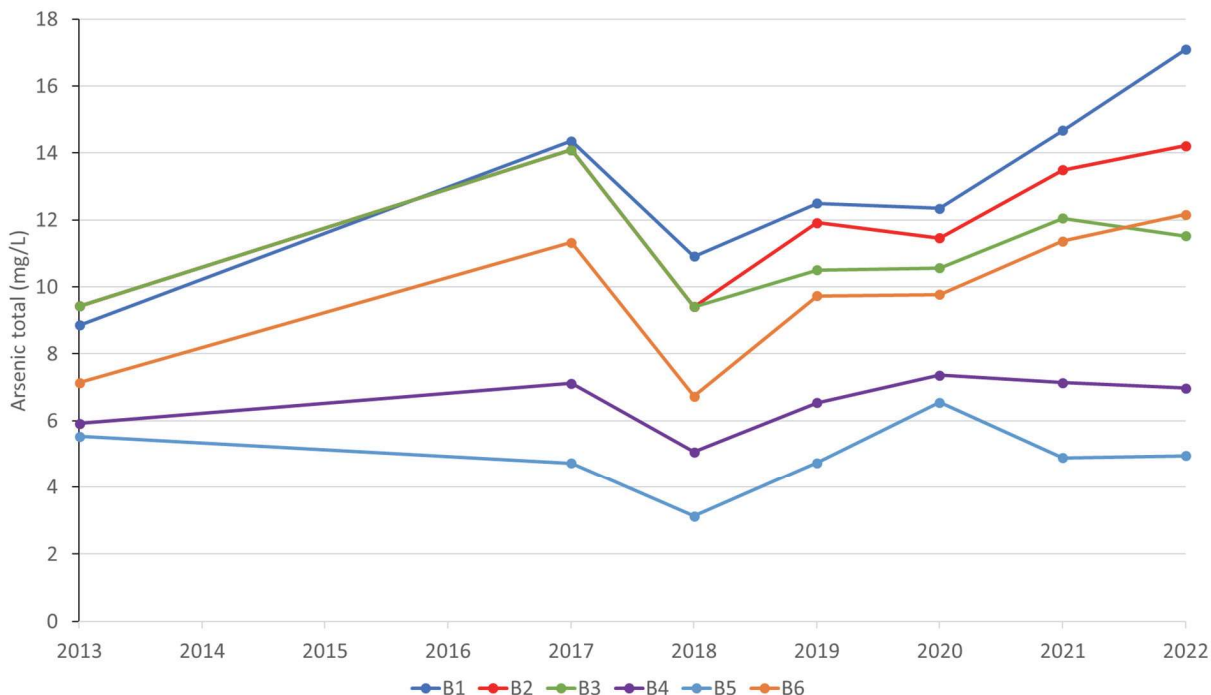


Illustration 20 : Moyennes annuelles des concentrations en arsenic total dans les bassins de l'Artus en (2013-2022, pas d'analyses entre 2013 et 2017).

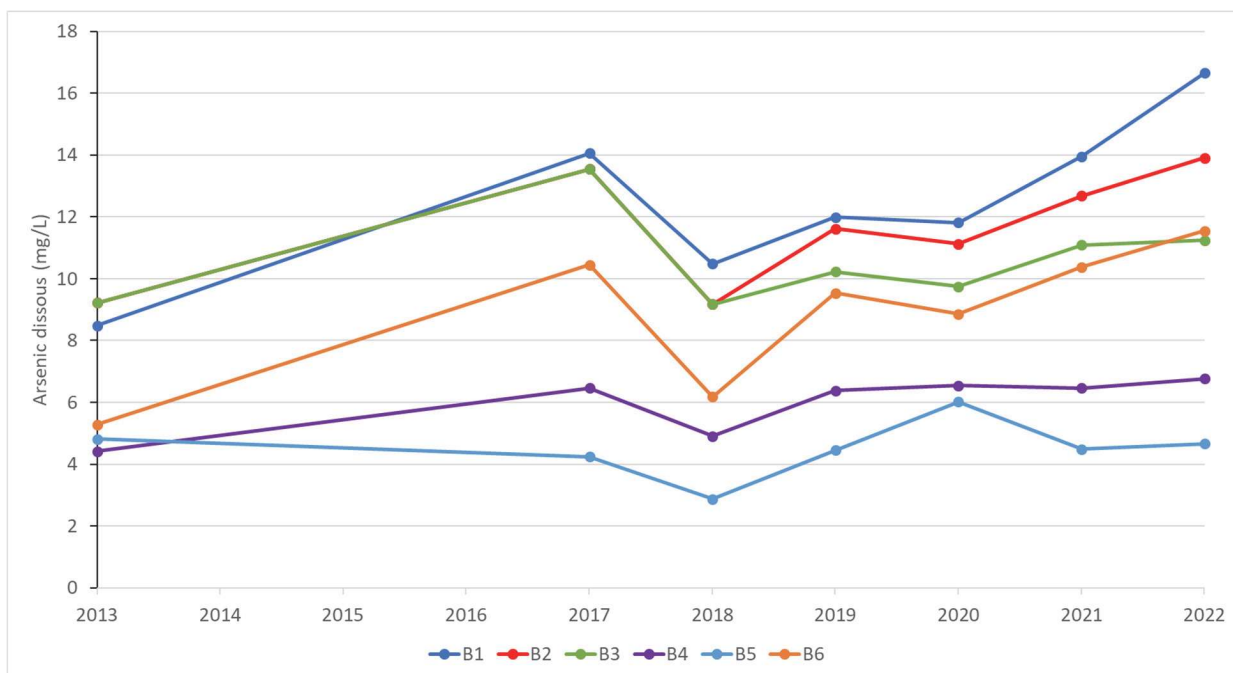


Illustration 21 : Moyennes annuelles des concentrations en arsenic dissous dans les bassins de l'Artus en (2013-2022, pas d'analyses entre 2013 et 2017).

3.1.5. Eaux souterraines autour du stockage

Concernant le suivi des eaux souterraines externes, un réseau de 5 piézomètres est présent autour du stockage de l'Artus (Cf. Illustration 22) :

- L5 est situé au Nord des plages de l'Artus, sans être véritablement en amont hydraulique ;
- L2 est localisé entre le bassin n° 5 et le bassin 6 ;
- SC7 est représentatif des eaux souterraines en aval hydraulique proche ;
- SEPS 1 et SEPS 2 correspondent à des eaux souterraines en aval plus lointain.

Les eaux de ces piézomètres sont analysées trimestriellement depuis 2013 ; une filtration de l'arsenic dissous est réalisée sur place depuis 2014.

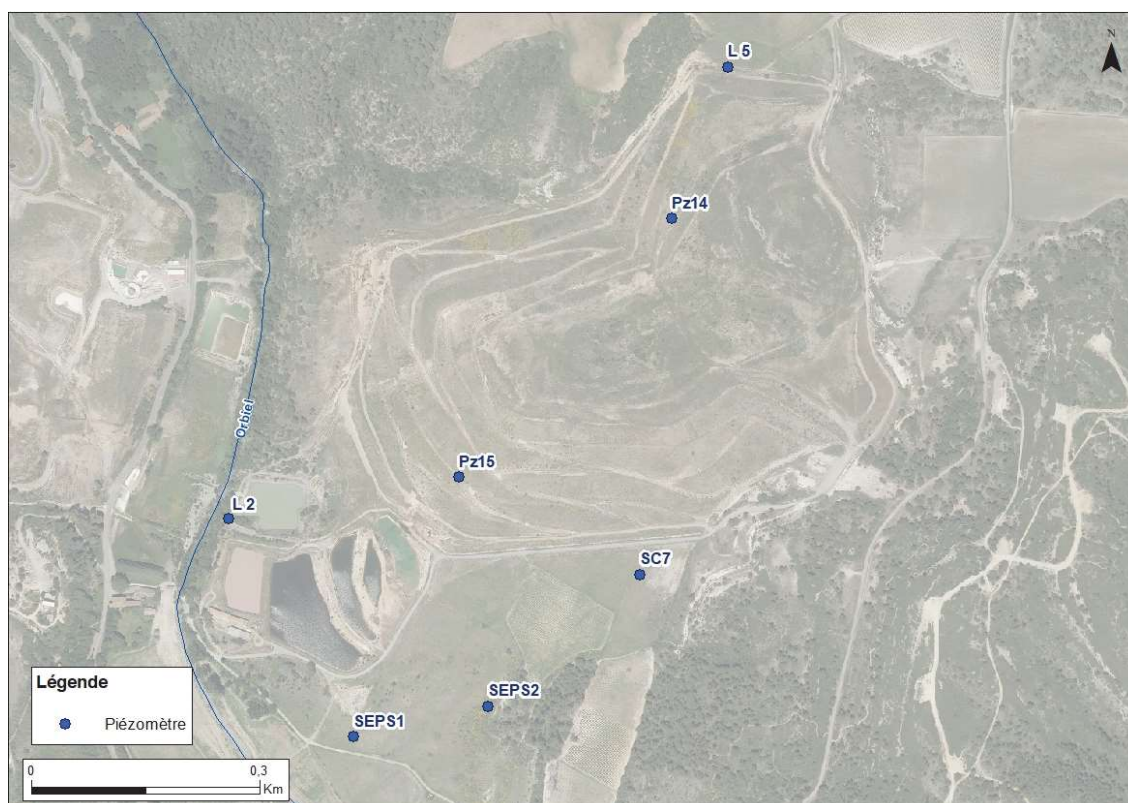
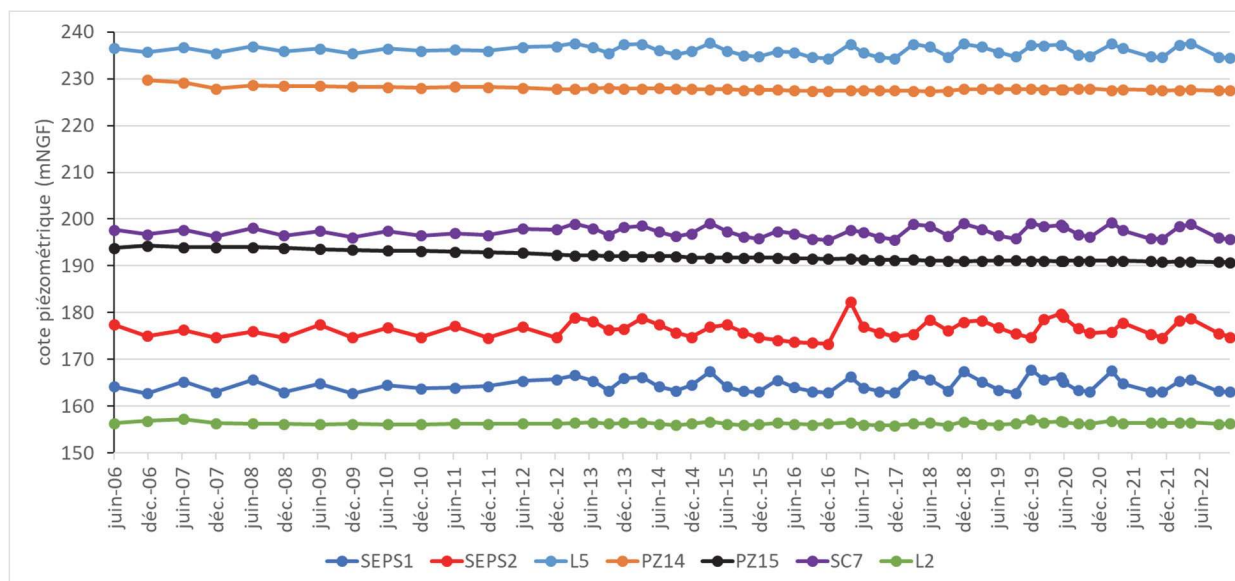


Illustration 22 : Localisation des piézomètres de l'Artus : L5, L2, SEPS1, SEPS2 et SC7 permettent de suivre les eaux souterraines autour du stockage, et Pz14 et Pz15 les eaux internes.

a) Piézométrie

Les ouvrages Pz14 et Pz15 (Cf. Illustration 22) ciblant les eaux internes au stockage ont été intégrés à l'analyse des niveaux d'eau (Cf. Illustration 23) à des fins de comparaison.



Note : une prestation de nivellement des piézomètres (réalisée en 2023) a permis de rectifier ce graphique en corrigeant l'altitude de référence utilisée (en particulier pour l'ouvrage SEPS2 qui était présenté précédemment une cote piézométrique proche de 198 m NGF).

Illustration 23 : Evolution des niveaux d'eau des piézomètres dans le secteur de l'Artus (2013-2022).

En 2022, on n'observe pas de tendance particulière sur les niveaux d'eau par rapport au suivi effectué de manière trimestrielle depuis 2013.

Plusieurs plages de cotes piézométriques sont observables dans les ouvrages, ce qui rend difficile la comparaison des résultats d'analyse des eaux souterraines :

- au nord, la cote piézométrique est de l'ordre de + 235 m NGF dans L5 ;
- en aval du stockage, différentes gammes de variation du niveau piézométrique sont observables :
 - celle de SC7 (de l'ordre de + 195 à + 200 m NGF), avec des battements dans les ouvrages du même ordre de grandeur,
 - celle de SEPS2, à une cote piézométrique intermédiaire de l'ordre de + 173 à + 180m NGF,
 - celles de L2 et SEPS1 (de l'ordre de + 156 à + 168 m NGF respectivement), avec un battement moins important pour L2 (de l'ordre de 1 m) que pour SEPS1.

b) Suivi qualitatif des eaux

Les résultats des campagnes de suivi sont regroupés dans le Tableau 6 ci-dessous.

L5		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	7,97	7,53	7,74	7,90	7,79
Conductivité	(μ S/cm)	3120	3336	4926	4969	4088
Eh	(mV)	200	353	244	294	273
Température	(°C)	10,13	13,5	14,7	15,8	13,5
Oxygène dissous	(mg/L)	8,6	7,9	8,2	8,7	8,3
As total	(mg/L)	0,112	0,117	0,272	0,009	0,127
As dissous	(mg/L)	0,006	0,013	0,039	0,034	0,023
Cyanures totaux	(mg/L)	0,086	0,120	0,044	<0,010	0,064
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	237,82	237,82	237,82	237,82	237,82
Niveau/Tête piézo	(m)	1,71	1,37	4,32	4,53	2,98
Cote nappe	(mNGF)	236,11	236,45	233,50	233,29	234,84
SC7		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	7,69	7,94	7,75	7,98	7,84
Conductivité	(μ S/cm)	3572	4434	5204	5541	4688
Eh	(mV)	207	342	220	221	247
Température	(°C)	10,9	12,7	16	16,6	14,1
Oxygène dissous	(mg/L)	8,7	8,2	7,2	8,4	8,1
As total	(mg/L)	0,032	0,086	0,110	0,036	0,066
As dissous	(mg/L)	0,030	<0,005	0,089	0,030	0,038
Cyanures totaux	(mg/L)	0,110	0,140	0,120	0,190	0,140
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	200,11	200,11	200,11	200,11	200,11
Niveau/Tête piézo	(m)	1,59	1,05	3,97	4,28	2,72
Cote nappe	(mNGF)	198,52	199,06	196,14	195,83	197,39
L2		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	7,50	7,85	7,95	7,74	7,76
Conductivité	(μ S/cm)	3091	3131	3501	3398	3280
Eh	(mV)	180	312	244	277	253
Température	(°C)	14	14,7	16	15,6	15,1
Oxygène dissous	(mg/L)	7,8	7,6	6,6	8,3	7,6
As total	(mg/L)	0,053	0,065	0,073	0,036	0,056
As dissous	(mg/L)	0,052	<0,005	0,025	0,020	0,025
Cyanures totaux	(mg/L)	0,097	0,087	0,066	0,068	0,080
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	162,13	162,13	162,13	162,13	162,13
Niveau/Tête piézo	(m)	5,58	5,47	5,79	5,71	5,64
Cote nappe	(mNGF)	156,55	156,66	156,34	156,42	156,49
SEPS1		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	8,09	7,81	8,13	7,91	7,99
Conductivité	(μ S/cm)	905	1244	973	1089	1053
Eh	(mV)	257	314	289	270	282
Température	(°C)	14,4	14,3	19,2	15,4	15,8
Oxygène dissous	(mg/L)	8,5	8,0	7,1	8,4	8,0
As total	(mg/L)	0,151	0,140	0,211	0,137	0,160
As dissous	(mg/L)	0,114	0,110	0,122	0,094	0,110
Cyanures totaux	(mg/L)	0,016	0,024	0,034	0,047	0,030
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	170,10	170,10	170,10	170,10	170,10
Niveau/Tête piézo	(m)	2,99	2,67	5,17	5,30	4,03
Cote nappe	(mNGF)	167,11	167,43	164,93	164,80	166,07
SEPS2		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne
pH	u	7,85	7,99	8,03	8,20	8,02
Conductivité	(μ S/cm)	1580	1461	1932	1845	1705
Eh	(mV)	289	338	254	233	279
Température	(°C)	13,3	13,9	13,6	14,3	13,8
Oxygène dissous	(mg/L)	8,9	8,1	7,6	8,7	8,3
As total	(mg/L)	0,187	0,389	0,333	0,232	0,285
As dissous	(mg/L)	0,095	0,130	0,091	0,074	0,098
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	0,110	0,093	0,120	0,082
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	198,50	198,50	198,50	198,50	198,50
Niveau/Tête piézo	(m)	6,02	5,53	8,75	9,55	7,46
Cote nappe	(mNGF)	192,48	192,97	189,75	188,95	191,04

Tableau 6 : Résultats des mesures et analyses dans les piézomètres de l'Artus en 2022 (©MINELIS, 2023).

Les graphiques suivants (Cf. Illustration 19, Illustration 20 et Illustration 21) présentent, pour chacun des ouvrages de surveillance, les concentrations en arsenic (dissous et total), ainsi que les concentrations en cyanures (totaux et libres). Les graphiques détaillés pour chacun des piézomètres sont fournis en Annexe 4 (surveillance des stockages et sols pollués, MINELIS, 2023).

- **Arsenic**

L'analyse de l'As total sur les piézomètres autour de l'Artus a débuté en 2013, la chronique de ce paramètre, représentée sur le graphique de l'illustration 24, commence donc à cette date. La chronique des concentrations en As dissous, paramètre faisant l'objet de mesures depuis le plus longtemps, est représentée sur l'illustration 25.

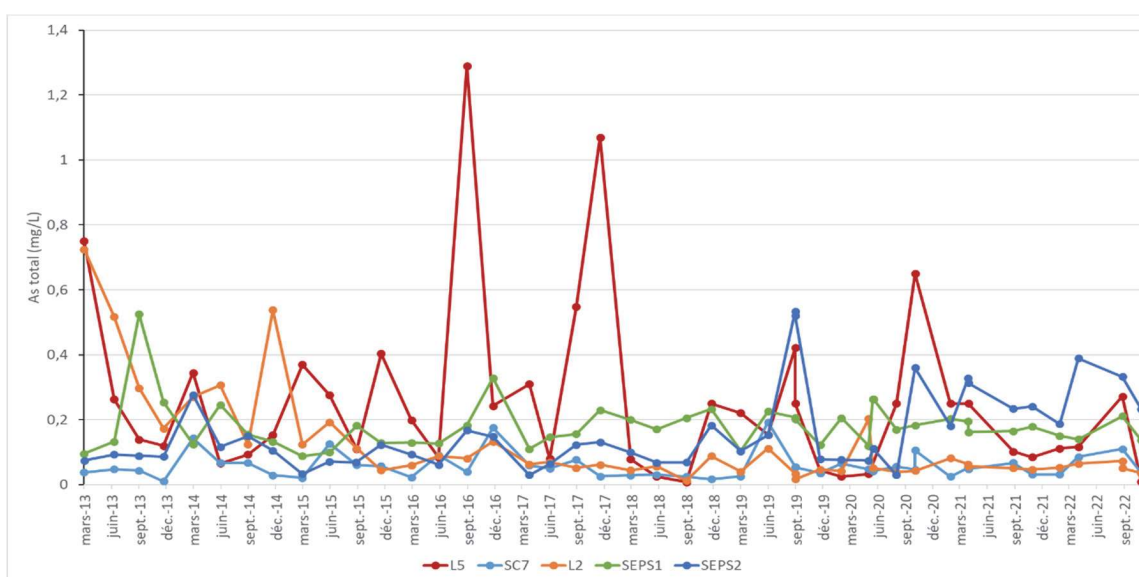


Illustration 24 : Chronique des concentrations en As total dans les eaux souterraines autour de l'Artus.

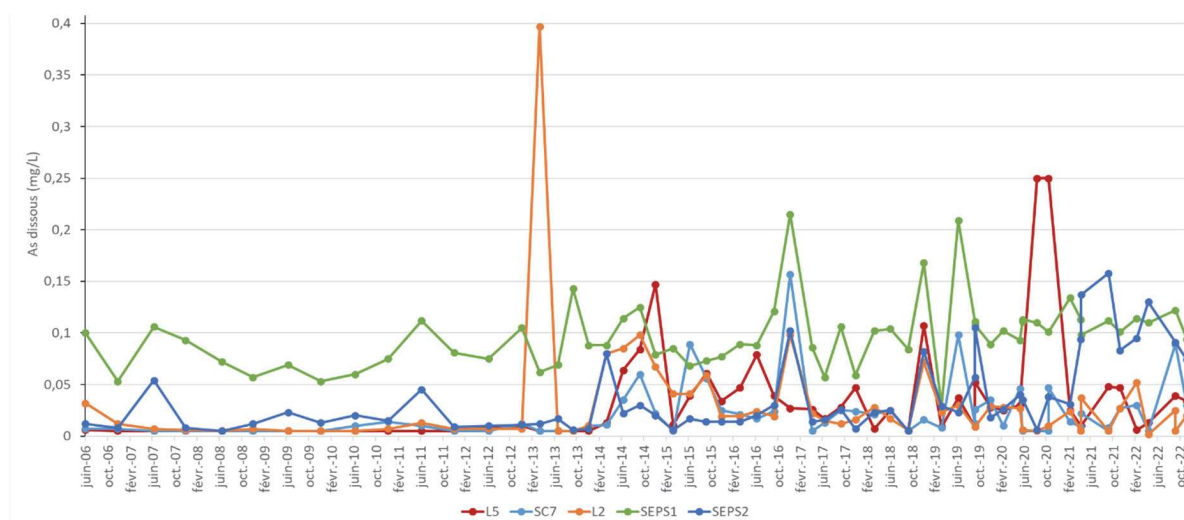


Illustration 25 : Chronique des concentration en As dissous dans les eaux souterraines autour de l'Artus.

Les piézomètres autour du stockage de l'Artus présentent des concentrations nettement inférieures à celles des eaux internes du stockage (Pz14 et Pz15, Cf. § 3.2.4 a). Les

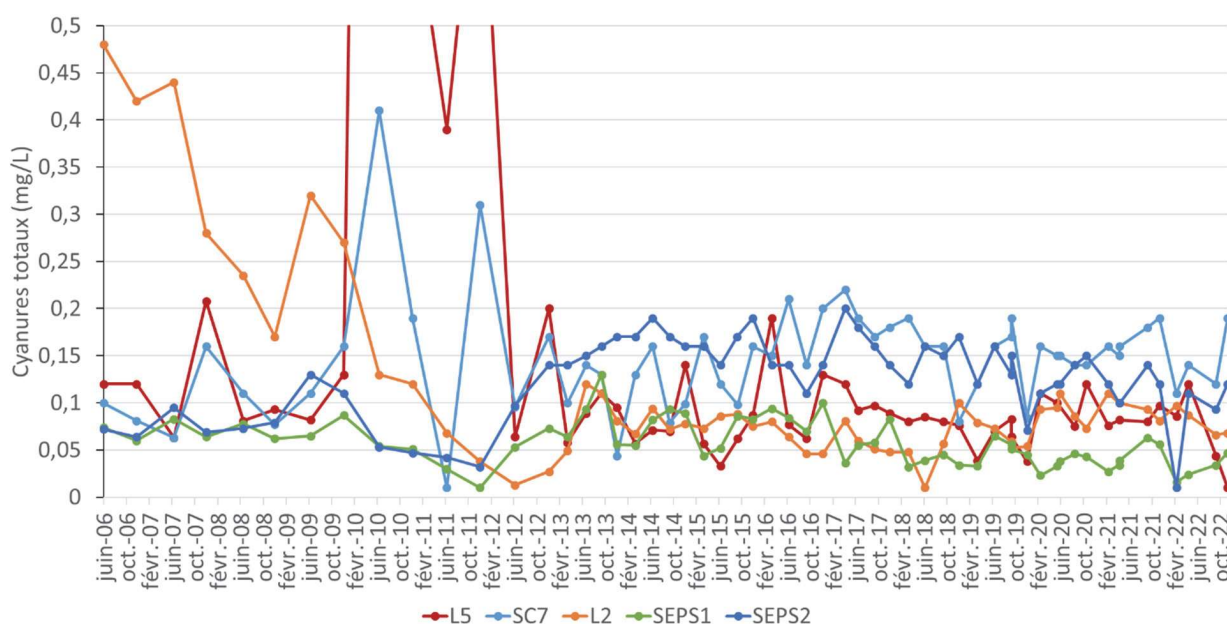
concentrations en arsenic total sont globalement stables et inférieures à 0,4 mg/L hors pics isolés. Il ne semble pas se dégager de tendance sur ces concentrations au regard des années précédentes, sauf peut-être une hausse sur SEPS2 : cela sera à confirmer les prochaines années.

Sur les piézomètres en périphérie du stockage de l'Artus, le ratio arsenic dissous/arsenic total varie d'une campagne à l'autre, hormis pour SEPS1 qui reste généralement dans une gamme de 55 à 70% d'arsenic dissous.

Compte-tenu de leur situation dispersée dans des contextes souterrains variables (bord de stockage, fond ou flanc de vallée, bord d'Orbiel), il est difficile de considérer ces ouvrages comme en relation directe ou d'observer un quelconque effet des précipitations sur les chroniques de concentration. Le réseau de surveillance (absence d'amont net, profondeur et position relative des ouvrages) ainsi que la fréquence de suivi feront faire l'objet d'une reconsidération dans le cadre d'une démarche d'amélioration générale et de simplification du suivi.

• Cyanures

Les concentrations 2022 en CN totaux sur tous les piézomètres autour de l'Artus sont cohérentes avec celles obtenues les années précédentes (Cf. Illustration 26). Depuis 2013, SC7 présente les plus fortes concentrations en CN totaux, en moyenne de 0,14 mg/L en 2022. SEPS1, SEPS2, L5 et L2 présentent une moyenne 2022 inférieure à 0,082 mg/L de CN totaux.



Note : concentrations hors champ du graphique pour l'ouvrage L5 : 2,70 mg/L le 23/06/2010 ; 0,64 mg/L le 20/12/2010 ; 0,73 mg/L le 15/12/2011.

Illustration 26 : Concentrations en CN totaux dans les eaux souterraines autour de l'Artus.

Les concentrations en cyanures totaux évoluent en 2022 dans la gamme habituelle et ne présentent pas de tendance préoccupante.

En résumé, les observations de niveau d'eau, concentration en arsenic ou cyanures ne montrent pas d'évolution particulière en 2022.

3.2. STOCKAGE DE MONTREDON

3.2.1. Présentation du site

Ce site est localisé à l'extrémité Ouest de la Combe du Saut, dominant les plages de la Caunette et la zone du Monitoring (Cf. Illustration 27).



Illustration 27 : Panorama du flanc est du bassin de Montredon depuis la D111 (©MINELIS, mai 2022).

À partir de 1994, une partie des pulpes de concentrés de flottation cyanurées issues du traitement du minerai de la mine de Salsigne a été stockée dans le stockage de Montredon par l'exploitant de l'époque, la société MOS. Par la suite, au cours des travaux de réhabilitation prescrits par l'État à MOS et à l'ADEME entre 1999 et 2005, d'autres matériaux contaminés ont été transportés vers Montredon.

Les digues du stockage de Montredon sont constituées de matériaux marno-calcaires, schistes compactés et d'un corroi en argile. Ces digues ont une hauteur de 27 m et sont construites sur un ancien plateau calcaire qui repose sur des couches argileuses à caractéristiques géomécaniques médiocres. L'intérieur des digues est constitué d'une couche d'argile d'une puissance de 5 m dont la fonction est d'assurer l'étanchéité du stockage basale. Ce stockage a été remblayé en surface par des résidus de la mine et des produits de démolition sur une épaisseur de 5 m au début des années 2000 puis étanché en surface par une couverture GSB (géosynthétique benthonique).

A sa fermeture, le stockage de Montredon représente un tonnage estimé à 900 000 T (BURGEAP, 2002 et MOS, 2004).

En 2009, une station de pompage autonome a été installée au sommet du stockage avec pour objectif de diminuer les pressions interstitielles. Cependant, au regard de la faible granulométrie des matériaux stockés, il a été observé un colmatage progressif de l'ouvrage de pompage et le dispositif a été arrêté puis retiré en 2013, compte-tenu de sa relative inefficacité et d'actes de vandalisme sur les équipements de surface. La collecte des eaux du massif dans sa partie supérieure est actuellement assurée au moyen de deux drains (D1 et D2) dont les eaux rejoignent la station au moyen d'une canalisation unique depuis mai 2021.

Suite à l'apparition d'instabilités superficielles en tête de digue, en lien avec une hauteur finale du stockage (27m) dépassant le dimensionnement initial du stockage (vingtaine de mètres), le DPSM a fait réaliser dès 2008 des études ayant pour objet de proposer des solutions de renforcement en tenant compte du risque d'activation d'un glissement profond. A partir du mois de mai 2017, des travaux de confortement du flanc Ouest du stockage ont débuté. Ceux-ci ont constitué en :

- la mise en place de pieux verticaux recoupant la surface de glissement ;
- la reprise du sommet de la digue pour stabiliser les mouvements superficiels ;
- un drainage du massif par l'implantation de drains subhorizontaux en pied de butée.

A la suite d'investigations géophysiques ayant mis en évidence un panache de pollution pouvant provenir du sommet du flanc Est du stockage de Montredon (Mathieu et Barbier, 2015 ; Desaulty *et al.*, 2016), une étude a été réalisée en 2019 afin de dimensionner la reprise de l'étanchéification du confinement du stockage de Montredon. Les travaux ont été réalisés en 2020-2021 (le détail des travaux fera l'objet d'un mémoire dédié : Arathoon, à paraître), ils ont consisté en :

- remplacement de la membrane bentonitique défailante (GSB) par une géomembrane PEHD : terminé en avril 2021 ;
- mise en œuvre de 4 puits de pompage le 31/01/2022 afin d'assécher la nappe perchée présente au-dessus des boues du stockage ;
- évacuation de dépôts miniers anciens en pied de digue Est ;
- reprise de l'ensemble de la gestion des eaux du site sur la partie sommitale et sur les flancs avec la mise en place de fossés en enrochement bétonnés et de descentes d'eau en membrane bitumineuse ;
- sécurisation du stockage par pose de clôture et portails d'accès. Une haie végétalisée complète ce périmètre (fin du suivi en 2023) ;
- revégétalisation du site : 2022-2023.

Le réseau de surveillance du stockage de Montredon est constitué de (Cf. Tableau 7, Illustration 28) :

- un contrôle visuel de l'ouvrage ;
- un réseau de plots topographiques, inclinomètres et cellules de pression interstitielle pour contrôler la stabilité de l'ouvrage ;
- un piézomètre situé en bordure de la plateforme sommitale ;
- un réseau de piézomètres sur et autour du stockage afin d'évaluer son impact sur les eaux souterraines environnantes ;
- deux points de contrôle des eaux de ruissellement.

Des ouvrages de surveillance spécifiques avaient été mis en place afin de renforcer la surveillance du stockage durant la période de travaux de reprise de la couverture sommitale. On notera :

- un inclinomètre (IC7) sur le flanc Nord/Est ;
- 6 piézomètres (SD-##) au sommet du stockage (ouvrages réalisés en 2018 durant la phase d'avant-projet des travaux d'étanchéité du stockage de Montredon). Ces piézomètres permettent le suivi de cote de la « nappe perchée » et n'ont pas vocation à être utilisés hors suivi de chantier ou de la phase de désaturation du stockage ;
- 2 piézomètres Pz19-01 et Pz19-02 profonds sur le flanc Sud (ouvrages réalisés en 2020 au début des travaux sur le stockage de Montredon) ;
- 2 piézomètres Pz18-01 et Pz18-02 sur le flanc Est (ouvrages réalisés en 2018 durant la phase d'avant-projet des travaux d'étanchéité du stockage de Montredon).

Durant la période de travaux, le site a fait l'objet d'une visite bimensuelle par le prestataire MINELIS, en charge du suivi environnemental. Les données spécifiquement collectées sur ces ouvrages durant la période de travaux figurent en Annexe 4.

Moyen de surveillance	Noms
Plots topographiques	PL1 à PL14
Piézomètres sur les flancs ou hors du stockage	Pz18-01, Pz18-02, Pz19-01, Pz19-02, MST11, Pz5, Pz6, SPI, Pz09-03, SPJ, Pz O
Piézomètres dans le stockage	SD18-03, SD18-04, SD18-05, SD18-09, SD18-10, SD18-13 (suivi chantier et désaturation) Pz Central
Inclinomètres	IC5, IC6, IC7
Cellules de pression interstitielles	CPE1, CPE2, CPC, CPA, SCO1, SCO3
Points de prélèvement d'eaux de ruissellement	RM1, RM2
Canalisation récupérant les eaux de drainage et (depuis mai 2021) des puits de pompage	Canalisation Montredon (dénommée Drain Montredon sur la carte en Illustration 28 ci-dessous)

Tableau 7 : Moyens de surveillance du stockage de Montredon.

L'illustration 28, ci-dessous, présente l'ensemble des points de surveillance sur le site de Montredon durant la phase de travaux.

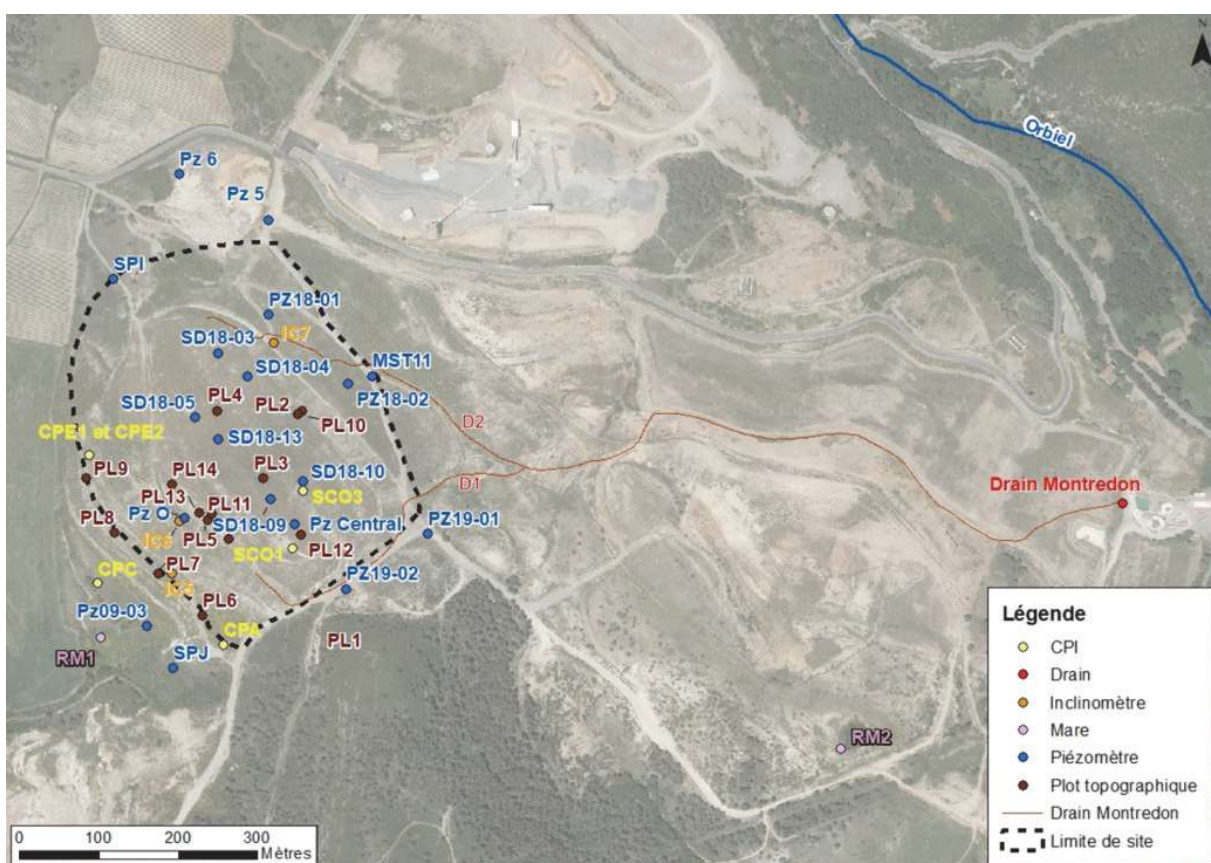


Illustration 28 : Localisation des ouvrages de surveillance (pérennes et spécifiques à la phase de travaux) à proximité du stockage de Montredon.

Depuis mai 2021, les parties aériennes des drains périphériques D1 et D2 ont été changées. Les canalisations en provenance du Nord et du Sud du stockage convergent vers une unique canalisation raccordée à la station de dépollution. A noter que la canalisation Nord reçoit

également les eaux du dispositif de pompage de Montredon. Des volucompteurs sur les drains ont été installés le 27 juin 2022 et un débitmètre est installé à la jonction des canalisations en provenance des puits de pompage.

3.2.2. Surveillance de l'aspect général

L'aspect général du stockage est suivi au moyen d'inspections visuelles de fréquence *a minima* mensuelle de la part de MINELIS. Le DPMS complète ces observations par une surveillance plus poussée semestriellement, s'attachant à relever les observations importantes quant au développement de la végétation, l'état des accès et caniveaux et les marques d'érosion (y compris fluage). Le détail de ces observations figure dans les CR semestriels en Annexes 07 et 09.

Des désordres identifiés par Mica Environnement, Maître d'œuvre des travaux de reprise de l'étanchéité de Montredon (Cf. Illustration 29), suite à deux événements pluvieux remarquables en septembre et novembre 2021 ont nécessité des travaux d'entretien et de confortement des descentes d'eau réalisés au quatrième trimestre 2022 (Cf. fiche travaux dans le compte-rendu en Annexe 09).



Illustration 29 : Travaux de confortement des descentes d'eau pour éviter une surverse et érosion en cas de forte pluie (à droite, prise de vue drone).

En décembre 2022, la clôture entourant le stockage de Montredon a été déplacée afin que la canalisation se trouve désormais du côté intérieur de la clôture (Cf. Illustration 30).



Illustration 30 : Photographies de la canalisation de Montredon positionnée à l'intérieur de la clôture (novembre 2022).

Des plaquettes d'identification des ouvrages de surveillance (puits collecteurs, piézomètres, cellules de pression, drain central, plots topographiques, inclinomètres) et des pieux du flanc Ouest de Montredon ont également été mis en place courant 2022 (Cf. Illustration 31).



Illustration 31 : Photographies de l'étiquetage d'un pieu du flanc Ouest et d'un piézomètre (novembre 2022).

Une protection adaptée a été installée au niveau de l'ancien puisard pour éviter l'infiltration des eaux pluviales vers l'intérieur du stockage.

3.2.3. Stabilité du stockage

Les dispositifs de suivi en place sur le stockage de Montredon (inclinomètres, cellules de pression et plots topographiques) sont relevés tous les deux mois. Ce suivi est assuré par la société FONDASOL.

La synthèse des résultats du suivi fait l'objet des paragraphes suivants et les données sont présentées dans leur intégralité en Annexe 06.

a) Inclinomètres

L'interprétation des relevés inclinométriques bimestriels est faite selon la norme NFP 94-156. Un mouvement est considéré comme significatif si les déplacements mesurés, par comparaison des séries des demi-différences, dépassent l'incertitude de mesure (soit 2 fois l'écart type).

En raison des travaux sur la couverture de Montredon, la surveillance a été renforcée par la réalisation d'un inclinomètre (IC7) supplémentaire en 2020.

La localisation des inclinomètres sur le stockage de Montredon est présentée sur l' Illustration 32 suivante :



Illustration 32 : Localisation des inclinomètres IC5, IC6 et IC7 sur le stockage de Montredon.

A noter qu'en novembre 2019, le prestataire en charge du suivi inclinométrique a changé de sonde et il n'a pas été possible de réaliser la comparaison avec les mesures précédentes du fait d'une grande hétérogénéité dans les variations angulaires, en partie due à un défaut de verticalité des ouvrages. Il a donc été décidé de prendre comme nouvelle mesure de référence (point 0) la mesure de novembre 2019.

Au droit de IC5 localisé sur la banquette à + 247 m NGF :

- 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 la référence de novembre 2019, on note un déplacement oscillant autour de 0 et indiquant l'absence de mouvements significatifs au droit de cet ouvrage ;
- les déplacements ponctuels suivis depuis novembre 2019 sont proches de 0 mm sur la dernière mesure à 12 m, 12,5 m et 20,5 m de profondeur.

Au droit de IC6 (rehaussé d'environ 2,2 m suite aux travaux de confortement du flanc ouest en 2017, donc 3 premiers mètres non considérés dans l'interprétation), localisé sur la banquette à + 263 m NGF :

- comparé à la référence de novembre 2019, la dernière mesure confirme l'arrêt des déplacements, qui sont de l'ordre de 1 mm à 3 m de profondeur et de 3 mm à 25 m de profondeur.

Au droit de IC7 (mis en place en 2020) localisé sur la banquette à + 268,75 m NGF :

- comparés à la référence d'octobre 2020, les déplacements peuvent être considérés comme négligeables.

En synthèse, il s'avère qu'aucun mouvement significatif n'a été observé en 2022 sur les trois inclinomètres suivis.

b) Cellules de pression interstitielle

Les cinq cellules de pression interstitielle de Montredon (Cf. Illustration 33), relevées tous les 2 mois, sont :

- CPA, CPE1, CPE2 sur le flanc Ouest ;
- SCO1 et SCO3 au sommet.

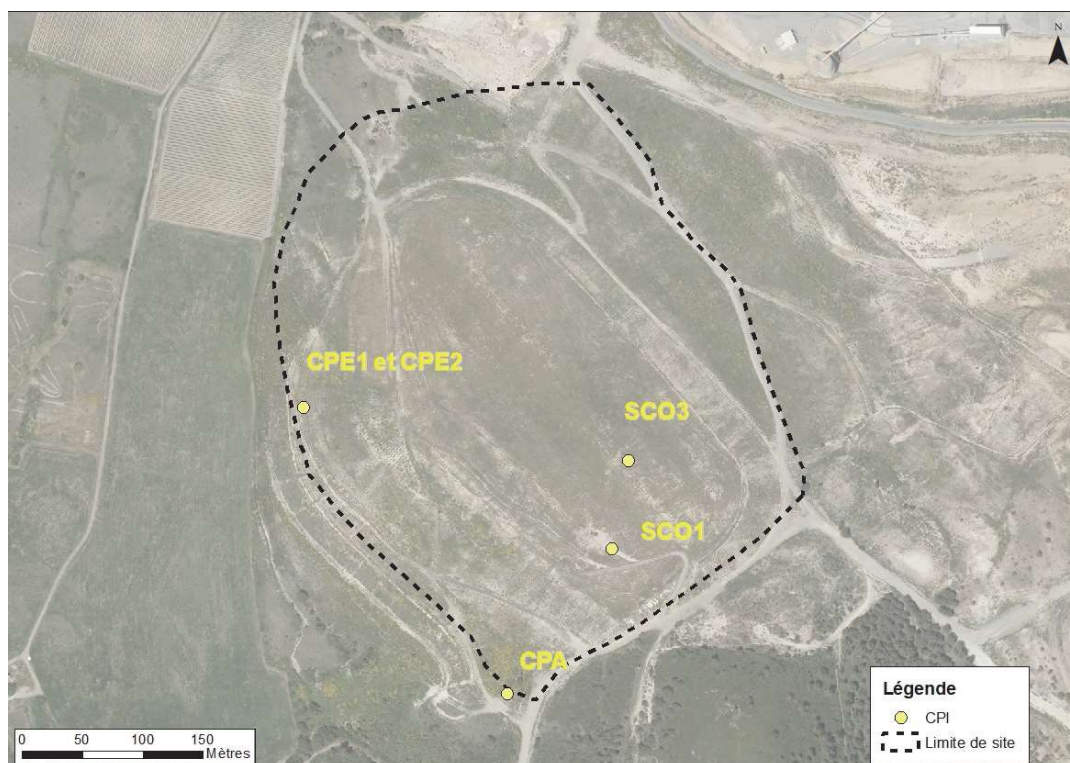


Illustration 33 : Localisation des cellules de pression interstitielle du stockage de Montredon.

Les relevés de pression interstitielle réalisés en 2022 sont rassemblés dans le Tableau 8.

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
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 8 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon (©MINELIS, 2023).

Les résultats indiquent des pressions interstitielles, hors cellule CPA, comprises entre 6,3 et +39,3 kPa suivant les points. Concernant la cellule CPA, 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 CPA contrôle la pression à une plus grande profondeur (35,25 m) par rapport aux autres cellules de Montredon (Cf. Illustration 34).

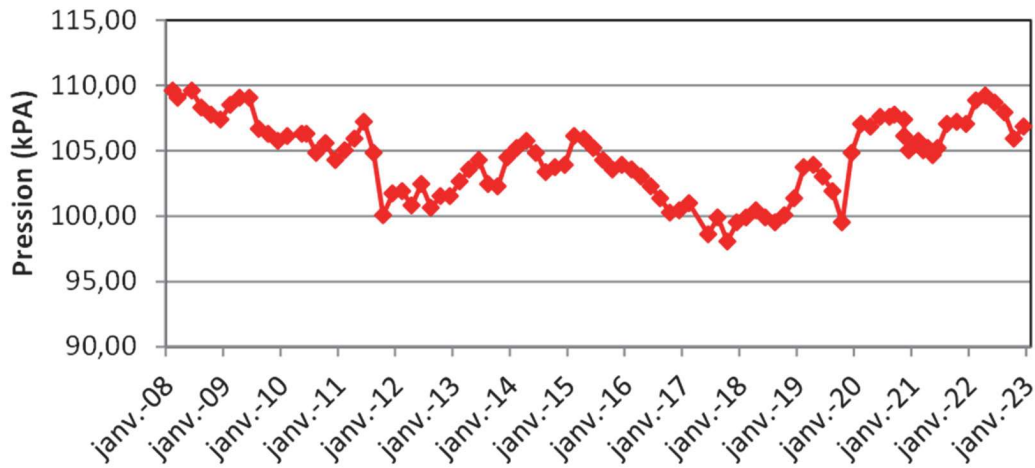


Illustration 34 : Relevé de pression interstitielle de la cellule A (©MINELIS, 2023).

Les cellules SCO1 et SCO3 sont localisées à la base du dépôt, sous le dispositif d'étanchéité. Elles ont été mises en œuvre afin de s'assurer que l'exploitation et l'édification du bassin ne conduisaient pas au développement de surpressions interstitielles dans les couches peu perméables localisées sous le stockage, ce qui aurait pu générer un risque de glissement en masse de l'ouvrage.

Après une phase d'augmentation entre 2008 et 2014, puis une stabilisation voire une diminution entre 2015 et 2018, une remontée rapide des pressions interstitielles a été observée en décembre 2018 (Cf. Illustration 35), probablement en lien avec les fortes pluies de 2018. Sur 2022, les pressions de SCO1 et SCO3 sont en diminution, ce qui peut être lié à un premier effet des travaux de reprise de l'étanchéité et du pompage.

Les cotes de pression mesurées en SCO1 et SCO3 et le niveau piézométrique observé sur l'ouvrage interne au stockage (Cf. § 3.2.4, « PzCentral ») de Montredon sont différents, suggérant des contrastes de perméabilité sur la hauteur du stockage (niveaux de saturation discontinus).

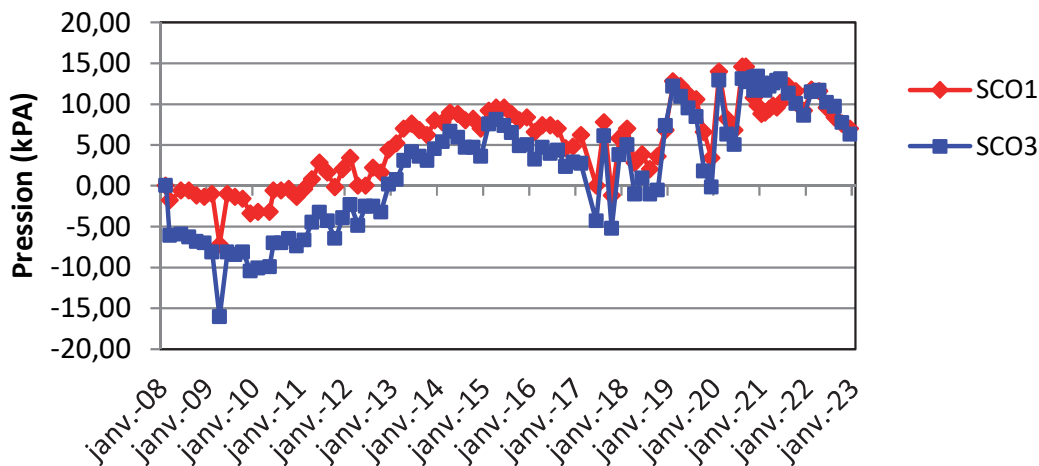


Illustration 35 : Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 (©MINELIS, 2023).

A l'extérieur du stock, E1 enregistre un niveau piézométrique naturel (ou pseudo naturel) avec une fluctuation saisonnière et des niveaux bas en 2015 et 2016 liés à la faible pluviométrie et en accord avec les suivis piézométriques (Cf. § 3.2.4). En 2022, les fluctuations observées sur E1 sont habituelles (Cf. Illustration 36).

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 en octobre 2022 (les soudures restant fragiles et les valeurs instables par moment).

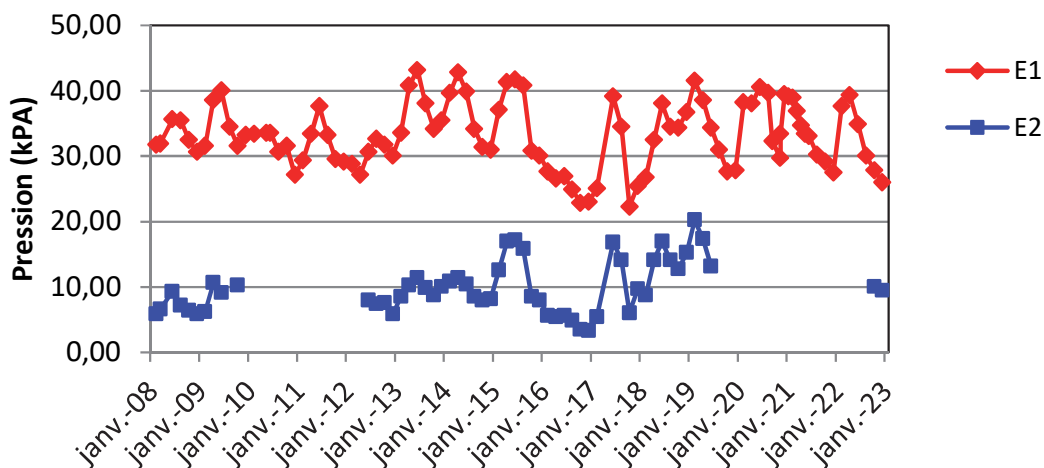


Illustration 36 : Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2 (©MINELIS, 2023).

Les observations réalisées en 2022 sur les cellules de pression interstitielles ne montrent pas d'évolution préjudiciable du stockage de Montredon.

c) Plots topographiques

Il convient de noter en préambule de ce paragraphe, qu'un changement de prestataire assurant le suivi des plots a eu lieu en 2017, ceci pouvant créer un artéfact de mesure.

La surveillance des altitudes est effectuée par 11 plots installés en 2005 complétés en 2017 par trois plots topographiques sur le flanc Ouest (Cf. Illustration 37) :

- au centre de la partie sommitale : PL1, PL3 et PL4 ;
- haut du flanc Est : PL2 et PL10 ;
- haut du flanc Ouest : PL5, PL11, PL12, PL13 et PL14. Ces trois derniers plots ont été rajoutés suite aux travaux de stabilisation du flanc Ouest ;
- pied du flanc Ouest, du Nord vers le Sud : PL9, PL8, PL7 et PL6.



Illustration 37 : Localisation des plots topographiques suivis sur le stockage de Montredon.

A partir du mois d'août 2020, les travaux de rétablissement de l'étanchéité de Montredon ont nécessité de détruire temporairement les plots : 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13 et 14 lesquels n'ont plus été suivis à partir de juillet 2020. A partir de juin 2021, ils ont été renumérotés « bis » pour repartir sur une nouvelle référence (1bis, 2bis, 3bis, 4bis, 5bis, 11bis, 12bis, 13bis et 14bis).

En 2022, la fréquence des relevés est redevenue normale (tous les deux mois) étant donné que les travaux sur le stockage étaient terminés.

Le Tableau 9 ci-dessous fournit les déplacements cumulés de ces plots depuis leur mise en place.

N°	Position	Date T ₀	Date T	□X (m) entre le T° et T	□Y (m) entre le T° et T	□Z (m) entre le T° et T	□Z (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 9 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon (©MINELIS, 2023).

Les plots en partie sommitale du stockage mettent en évidence un tassement global depuis 2005 de l'ordre de 45 cm correspondant à la consolidation des pulpes de traitement. Ce tassement a progressivement ralenti et semble stabilisé depuis 2017 (Cf. Illustration 38), ce qui témoigne d'un comportement normal.

Les plots 1, 3 et 4 en partie sommitale, retirés durant les travaux puis remis en place en mai 2021 présentent des tassements inférieurs à 5 cm depuis la fin des travaux (Cf. Illustration 39).

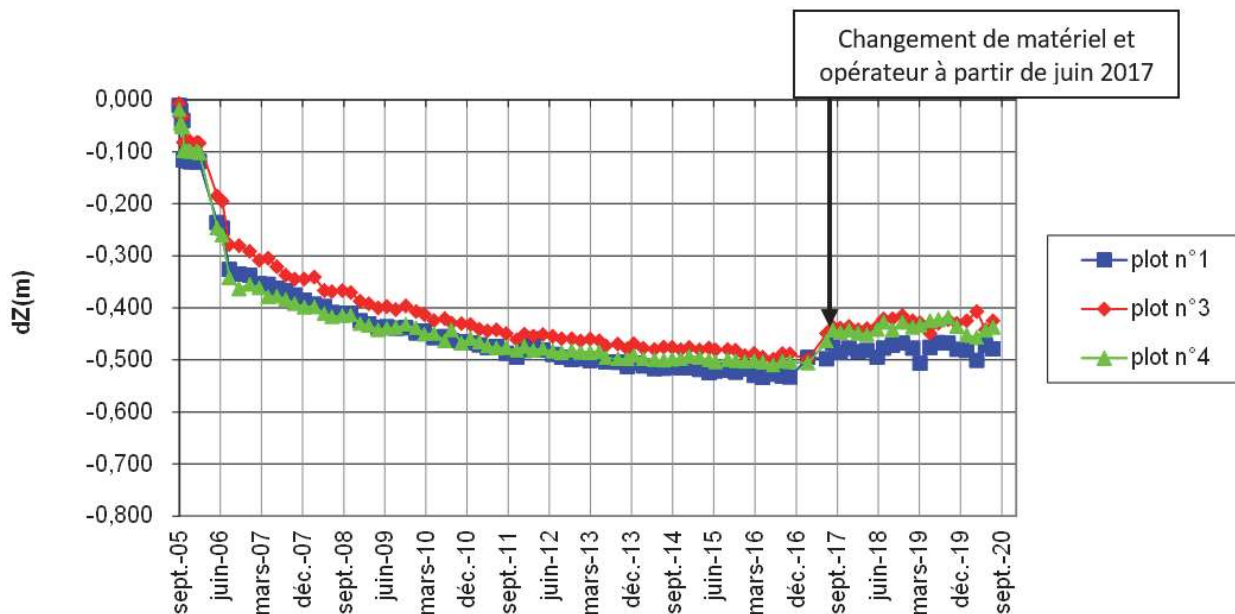


Illustration 38 : Tassement en partie sommitale de Montredon avant travaux (©MINELIS, 2023).

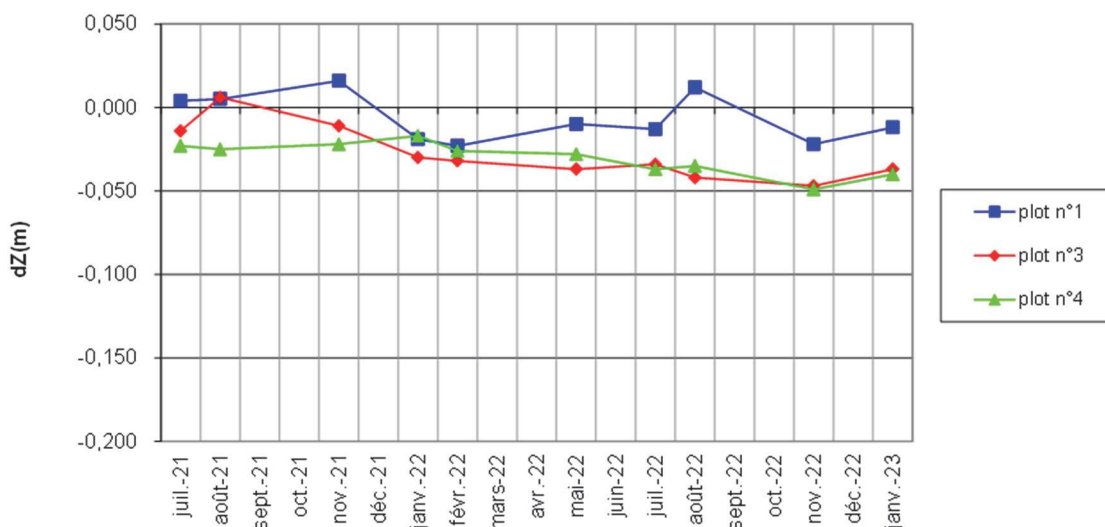


Illustration 39 : Tassement en partie sommitale de Montredon après travaux (©MINELIS, 2023).

En partie Ouest sur la banquette (plots 6 à 9), les mesures depuis juillet 2017 indiquent des variations centimétriques non cohérentes avec la dynamique observée auparavant, certainement liées à la nouvelle méthodologie de mesure appliquée par le nouveau prestataire topographique. Néanmoins depuis 2017, aucun mouvement significatif n'est observé.

Depuis juin 2021, après les travaux, le plot 6 semblait présenter moins de mouvement que durant la période de travaux, et cela a tendance à se confirmer en 2022. Cela sera à suivre lors des prochains levés.

En conclusion, les contrôles topographiques n'indiquent pas de mouvements significatifs du stockage de Montredon.

3.2.4. Eaux internes du stockage

a) Piézomètres

Historiquement, l'ouvrage PzCentral (ou drain central) permettait d'effectuer des prélèvements et mesures piézométriques au sein du stockage de Montredon. Cet ouvrage de pompage n'est plus en fonctionnement depuis 2013 suite au colmatage de la pompe par les fines particules contenues dans le bassin, toutefois il est toujours utilisé comme piézomètre. A noter que le PzCentral a été colmaté durant les travaux en 2020. Le prélèvement est donc réalisé depuis novembre 2020 à environ 3 m de distance sur l'ancien puits de pompage pour la station autonome mis en place en 2009.

Dans le cadre du chantier de Montredon, 6 piézomètres spécifiques ont été forés dans le massif (Cf. Tableau 10 et Illustration 40) puis suivis pour contrôler le niveau d'eau à l'intérieur du stockage. Les piézomètres ont été forés à travers la couche de remblais située au-dessus des boues, et constituant le siège de la nappe perchée à drainer. Le fond des piézomètres a été placé au sommet du toit des boues. Les données collectées sur ces ouvrages figurent dans le rapport de MICA Environnement en Annexe 15.

Nom	Date début suivi	Profondeur	X	Y	Z
SD18-03	12/12/18	4,0	649545,31	6246306,90	277,21
SD18-04	12/12/18	4,0	649581,06	6246278,35	277,18
SD18-05	12/12/18	6,0	649516,20	6246226,27	277,98
SD18-09	12/12/18	5,5	649609,77	6246122,58	278,31
SD18-10	12/12/18	4,6	649651,20	6246145,66	278,15
SD18-13	12/12/18	6,0	649544,59	6246198,82	278,69

Tableau 10 : Caractéristiques des nouveaux piézomètres en partie sommitale de Montredon.



Note : l'ouvrage PzCentral n'étant plus utilisable depuis 2020, c'est en réalité un ouvrage situé à 3m de distance, l'ancien puits de pompage autonome, qui est utilisé

Illustration 40 : Localisation des ouvrages de surveillance piézométrique des eaux internes du stockage de Montredon.

Les prélèvements sont habituellement réalisés semestriellement dans le cadre de la surveillance usuelle, mais certains piézomètres sont également prélevés à l'occasion des campagnes basses eaux et/ou hautes eaux. Certains piézomètres disposent également d'une sonde de mesure de niveau en continu.

Les tableaux suivants (Cf. Tableau 11 et Tableau 12) présentent les résultats du suivi réalisé en 2022 pour l'ancien puits de pompage autonome (remplaçant le PzCentral depuis 2020) et le SD18-09 respectivement. Aucun prélèvement n'a pu être réalisé sur en 2022 sur SD18-03, SD18-04 et SD18-05 (à sec) ni SD18-10 et SD18-13 (ne contenaient que de la boue).

ex- puits de pompage autonome		27/06/22	19/12/22	Moyenne
pH	U	7,40	7,29	7,35
Conductivité	(μ S/cm)	4 419	6 984	5 702
Eh	(mV)	+358	+361	+360
Température	(°C)	15,8	15,9	15,9
Oxygène dissous	(mg/L)	7,0	8,1	7,6
As total	(mg/L)	20,500	20,000	20,250
As dissous	(mg/L)	20,400	19,100	19,750
Cyanures totaux	(mg/L)	0,095	0,100	0,195
Cyanures libres	(mg/L)	0,065	<0,010	0,035
Cote tête de piézo.	(mNGF)	277,89	277,89	277,89
Niveau/tête piézo	(m)	5,75	5,79	5,77
Cote nappe	(mNGF)	272,14	272,10	272,12

Tableau 11 : Résultats des mesures et analyses 2022 de l'ancien puits de pompage autonome (©MINELIS, 2023).

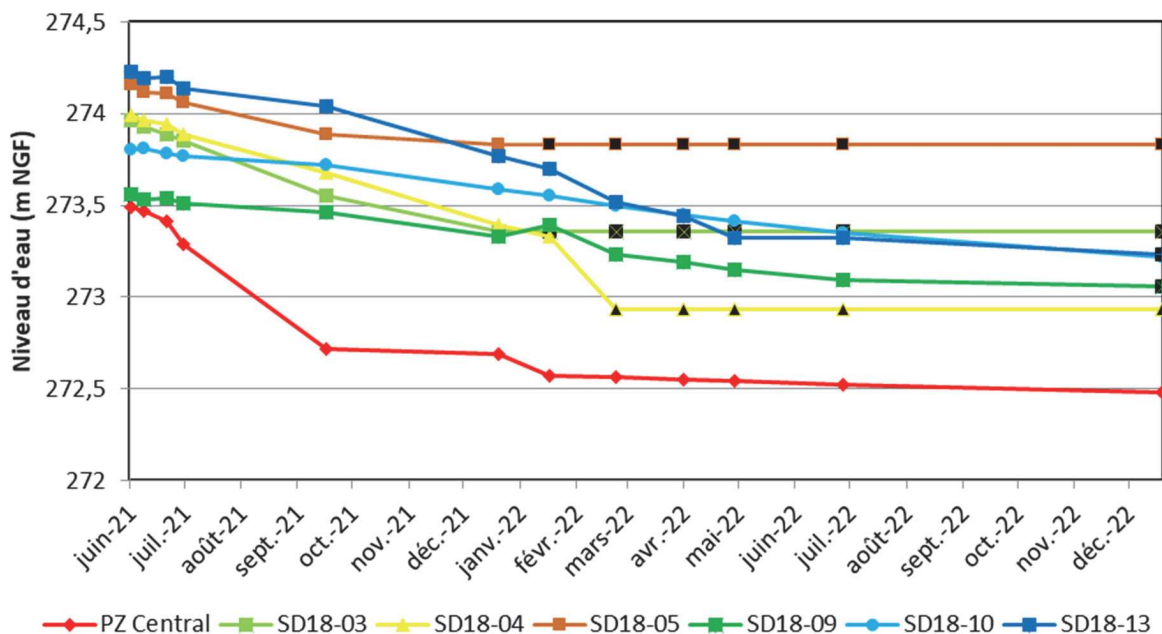
SD18-09		27/06/22	19/12/22	Moyenne
pH	U	7,39	Pas de prélèvement possible uniquement de la boue	Sans objet
Conductivité	(μ S/cm)	20 740		
Eh	(mV)	+336		
Température	(°C)	15,6		
Oxygène dissous	(mg/L)	7,3		
As total	(mg/L)	222,000		
As dissous	(mg/L)	152,000		
Cyanures totaux	(mg/L)	<1,000		
Cyanures libres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

Tableau 12 : Résultats des mesures et analyses 2022 du SD18-09 (©MINELIS, 2023).

Les ouvrages SD18-# étant superficiels, la différence de qualité des eaux obtenues sur ces ouvrages par rapport à l'ex-puits de pompage autonome (remplaçant PzCentral) pourrait s'expliquer par une différence de profondeur captée.

- **Niveaux d'eau**

L'illustration 41 montre l'évolution du niveau d'eau des piézomètres internes au stockage de Montredon depuis la finalisation de la couverture étanche (avril 2021).



Note : les figurés noirs correspondent aux mesures de niveaux piézométriques ayant révélé que l'ouvrage n'était pas en eau (sec ou avec seulement une épaisseur de boue dans le fond de l'ouvrage).

Illustration 41 : Évolution du niveau d'eau des piézomètres internes au stockage de Montredon après travaux (adapté de ©MINELIS, 2023).

Une fois les travaux terminés, les niveaux d'eaux ont tous montré une baisse progressive durant environ 6 mois (jusqu'en janvier 2022). Les piézomètres SD18-03, SD18-04 et SD18-05 sont d'ailleurs asséchés ; par ailleurs, les piézomètres SD18-09, SD18-10 et SD18-13 ne présentent que de la boue.

Même au cours des mois présentant un cumul pluviométrique important, respectivement les mois de septembre et novembre 2021 à 147 mm et 173,5 mm, il n'y a pas eu de hausse des niveaux d'eau dans les piézomètres. Cette observation confirme que la couverture sommitale mise en place par-dessus le stockage est bien étanche et que les précipitations ne viennent plus recharger la nappe perchée au sein du confinement.

Le pompage, mis en service en février 2022, a été particulièrement visible sur le niveau de l'ouvrage SD18-04 (brusque baisse). Les ouvrages SD18-09, SD18-10 et SD18-13 présentent également une baisse de niveau qui se poursuit à partir de la mise en service du pompage en février 2022.

La poursuite du suivi de ces piézomètres sur l'année 2023 permettra de confirmer que ces zones ont bien été asséchées.

- **Suivi qualitatif des eaux internes**

Aucun prélèvement n'a pu être réalisé en 2022 sur les ouvrages SD18-03, SD18-04 et SD18-05 (à sec) et SD18-10 et SD18-13 (ne contenaient que de la boue). Le suivi a pu être opéré uniquement sur l'ouvrage SD18-09 (Cf. Illustration 42) jusqu'en juin 2022 avant son assèchement et sur l'ancien puits de pompage autonome (Cf. Illustration 43).

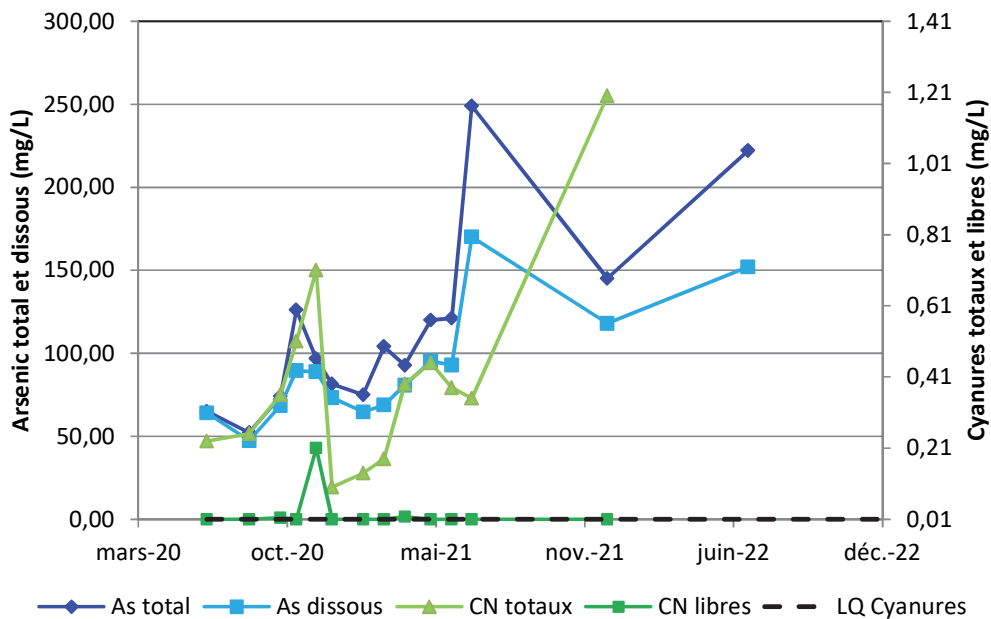


Illustration 42 : Évolution des concentrations en arsenic et cyanures de SD18-09 (©MINELIS, 2023).

Les concentrations en arsenic total et dissous étaient très élevées dans SD18-09 en 2022 avant qu'il ne s'assèche : 222 mg/l en arsenic total et 152 mg/l en dissous, ce qui est proche des moyennes obtenues en 2021 mais plus élevé que 2020. 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. La tendance observée pourrait être un effet des travaux de reprise de l'étanchéité, cette dernière jouant correctement son rôle en empêchant les eaux météoriques de s'infiltrer dans le stockage et ainsi diluer les concentrations.

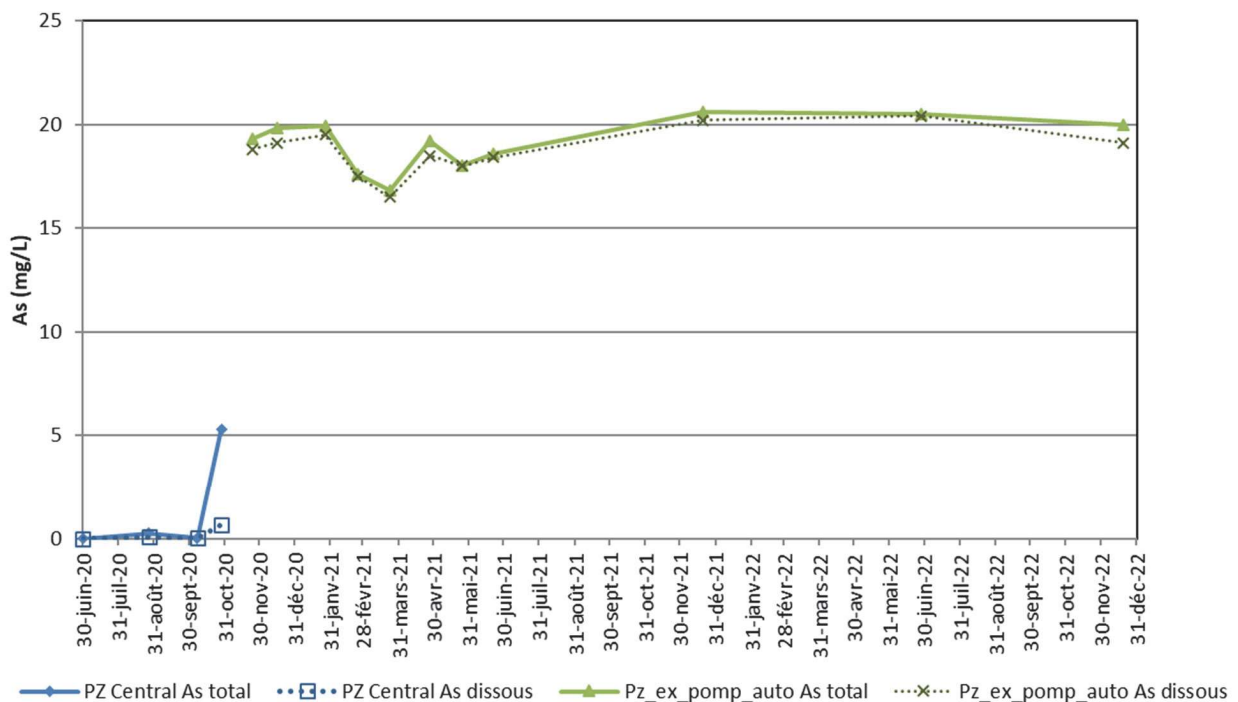


Illustration 43 : Évolution des concentrations en arsenic du PzCentral puis de l'ancien puits de pompage autonome.

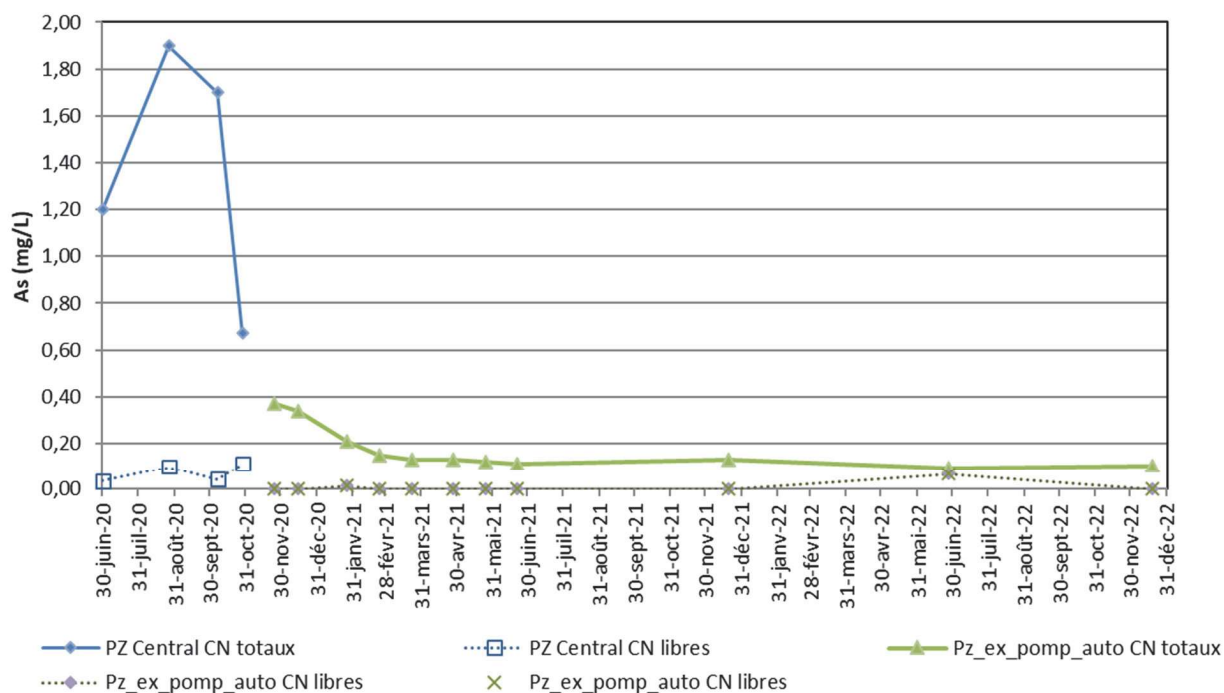


Illustration 44 : Évolution des concentrations en cyanures du PzCentral puis de l'ancien puits de pompage autonome.

Le point de prélèvement PzCentral a été modifié à partir de novembre 2020 car l'ouvrage était colmaté (Cf. Illustration 44) ; le prélèvement est désormais réalisé dans le piézomètre ayant servi de puits de pompage pour la station autonome mis en place en 2009. Il est donc difficile d'interpréter avec certitude la forte augmentation des concentrations en arsenic et la baisse des concentrations en cyanures constatées en 2020 coïncide avec ce changement de point de prélèvement comme une conséquence des travaux. En 2022, la concentration moyenne en arsenic total y est de 20,25 mg/L, ce qui est dans l'ordre de grandeur des analyses accumulées depuis fin 2020.

b) Système de drainage

Le système de drainage du stockage de Montredon est constitué :

- d'un drain en pied du flanc Sud-Ouest qui canalise aussi une source préexistante dans un talweg qui rejoignait le Gourg Peyris (affluent du Ru Sec) avant la construction du stockage de Montredon. Ces eaux, considérées comme des eaux superficielles, font l'objet d'un prélèvement au point RM1 cf. le paragraphe dédié en partie 3.2.5 ;
- de drains périphériques (D1 et D2, en rouge sur l'illustration 28) mis en place en 2007. Ce système de drainage situé dans les résidus de traitement à quelques mètres de profondeur sous la crête des digues a été conçu à l'origine pour assurer le maintien d'un niveau d'eau relativement bas à l'intérieur du stockage et réduire les pressions interstitielles latéralement et sous le complexe argileux d'étanchéité. Jusqu'en mai 2021, ces eaux s'écoulaient gravitairement à travers deux conduites en direction de la station de dépollution où était effectué le prélèvement. A partir du mois de mai 2021, les canalisations ont été remplacées pour résoudre des problèmes de raccords fuyards et reliés à une conduite unique (Cf. photographie en illustration 46). Désormais, les eaux des drains D1 et D2 ainsi que les eaux provenant des 4 puits de pompage installés en partie sommitale de Montredon sont acheminées via une unique canalisation (Cf. illustration 46) et traitées à la station.

En 2022, le volume pompé cumulé au 21/01/2023 est de 527,24 m³. Pour mémoire, en phase avant-projet, le volume de la nappe perchée à extraire avait été estimé à 3 000 m³. Cette estimation était un ordre de grandeur basé sur :

- une modélisation en 3D des remblais issue d'observations ponctuelles (sondages et tranchées) et des profils géophysique ;
- une modélisation de la nappe dans ces remblais à partir des niveaux d'eau observés dans les piézomètres ;
- une estimation de la porosité des remblais basée sur les essais de perméabilité réalisés.

Le volume pompé quotidiennement est en constante diminution depuis le démarrage de l'installation de pompage (Cf. Illustration 45) : débit moyen quotidien de 25 m³/j en janvier 2022 contre 0,24 m³/j en janvier 2023. On constate que l'on atteint une asymptote.

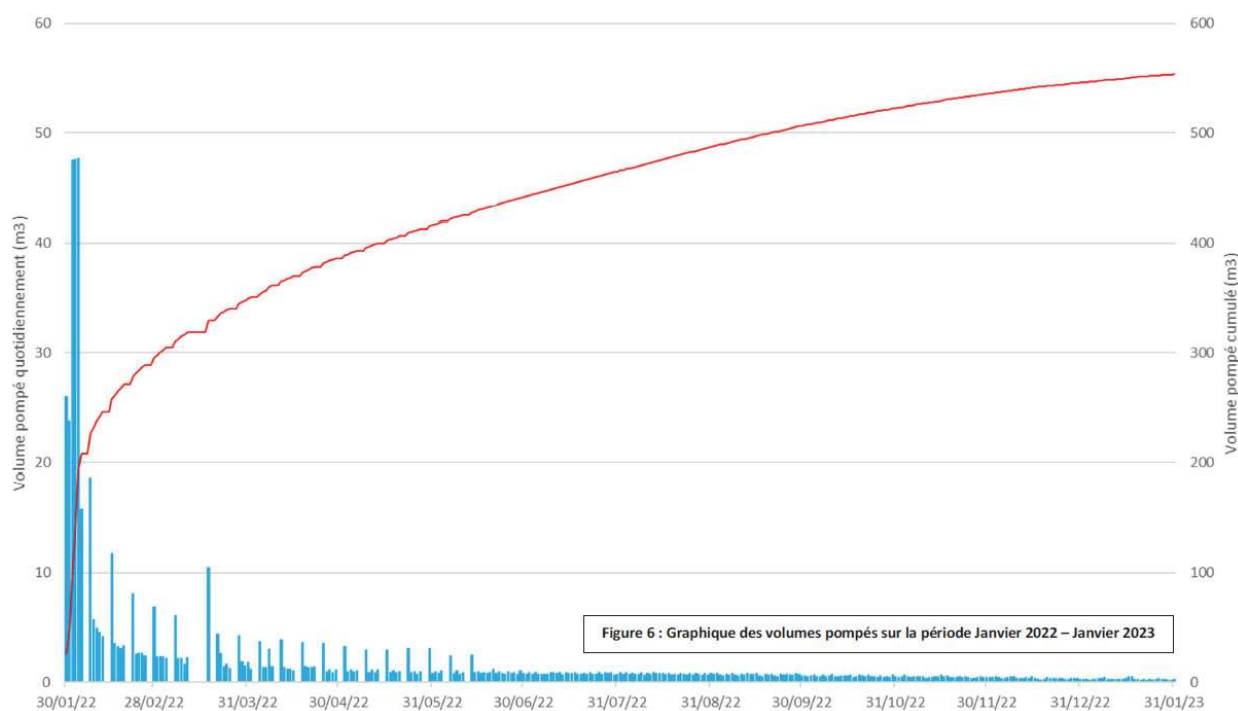


Figure 6 : Graphique des volumes pompés sur la période Janvier 2022 – Janvier 2023

Illustration 45 : Volume d'eau pompé dans le stockage de Montredon depuis la mise en service en janvier 2022.



Illustration 46 : Jonction en mai 2021 des deux nouvelles conduites des drains de Montredon en une canalisation unique et exutoire dans le regard (2021).

Le Tableau 13 présente les résultats des mesures de débits et suivis analytiques réalisés à l'exutoire de la canalisation unique regroupant à partir de mai 2021 à la fois les eaux issues des D1 et D2 mais également les eaux en provenance du pompage des 4 puits de pompage installés sur Montredon dont le fonctionnement n'est pas continu.

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 13 : Débits et suivi analytique de la canalisation unique des eaux de Montredon (©MINELIS, 2023).

- **Débit**

Du fait de l'intermittence du pompage, le débit mesuré à l'exutoire de la conduite recueillant les eaux de D1, D2 et des 4 puits de pompage de Montredon (Cf. Illustration 47) est très variable et parfois décorrélé de la pluviométrie. A noter que le débit maximal autorisé des pompes est très faible (< 2 m³/h).

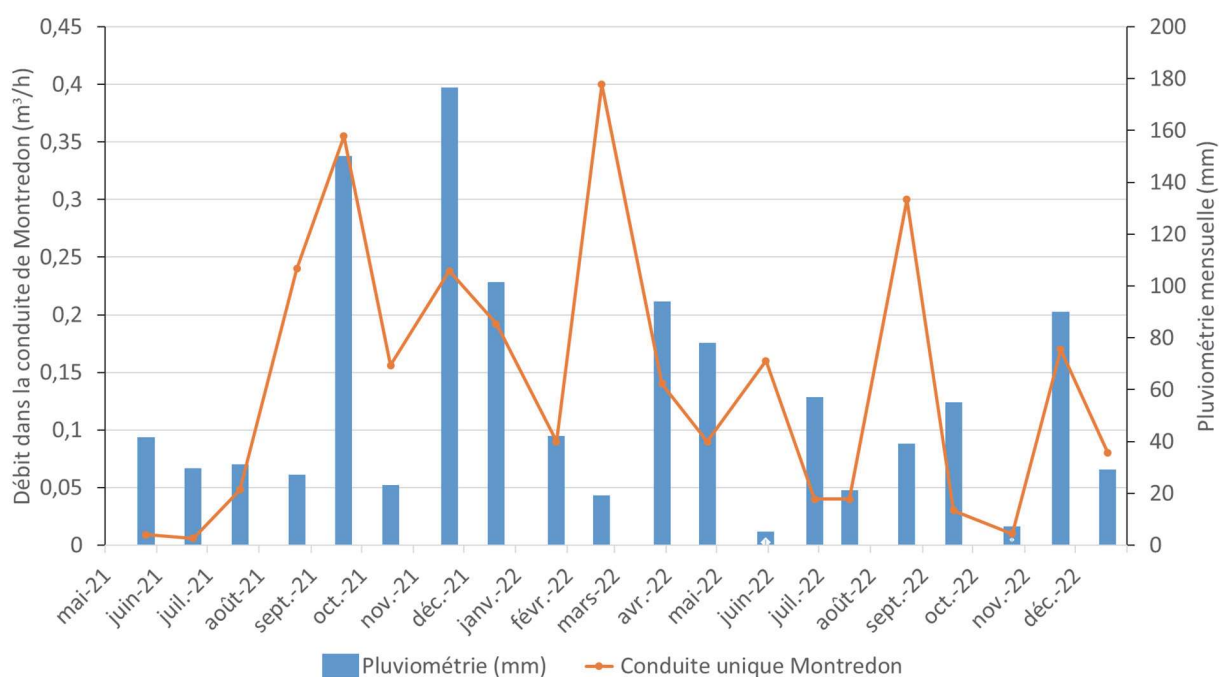


Illustration 47 : Débit de la canalisation unique de Montredon et pluviométrie depuis mai 2021.

- **Arsenic**

Les concentrations en arsenic relevées sur la canalisation unique en 2022 sont en cohérence avec les concentrations qui étaient observées avant travaux à l'exutoire des drains D1 et D2. Lors des deux campagnes de 2022, la concentration moyenne en arsenic total est de 36,31 mg/L, essentiellement sous forme dissoute.

A noter que cette concentration en sortie de drainage et pompage est du même ordre de grandeur que celle relevée sur l'ancien puits de pompage autonome en 2022 mais beaucoup plus faible que celle relevée sur SD18-09 en juin 2022.

La pluviométrie n'est pas représentée sur l'illustration 48 car la mise en œuvre du pompage génère des arrivées d'eau sans lien direct avec les conditions météorologiques.

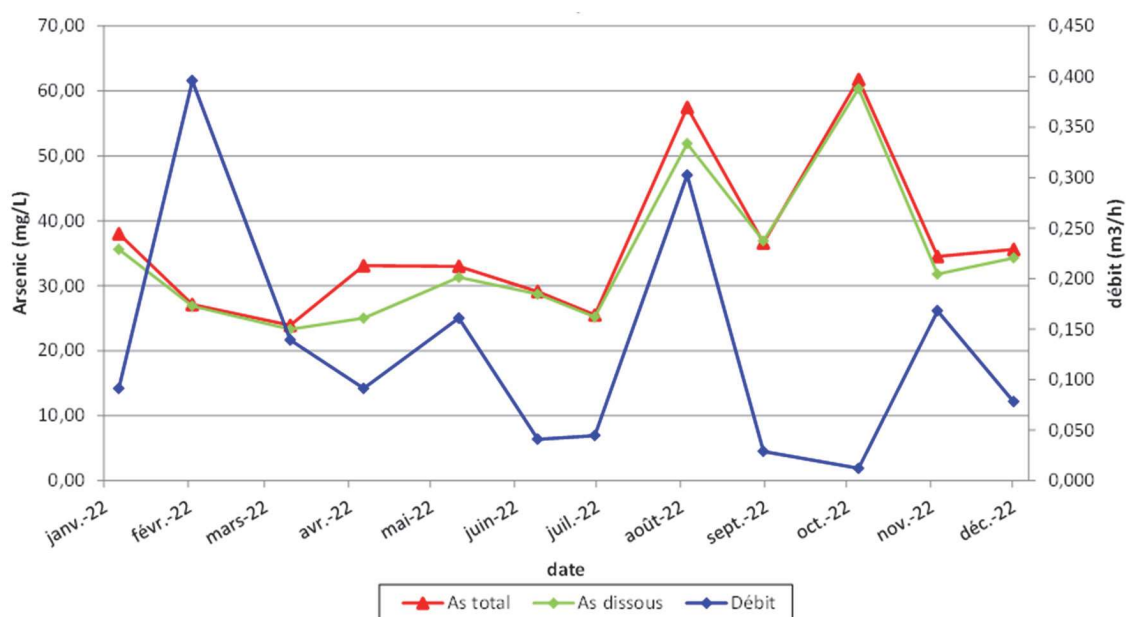


Illustration 48 : Concentrations en arsenic total et dissous des eaux de la canalisation unique de Montredon depuis mai 2021 (©MINELIS, 2023).

- **Cyanures**

L'illustration 49 représente l'évolution des concentrations en cyanures des eaux de la canalisation unique de Montredon depuis mai 2021.

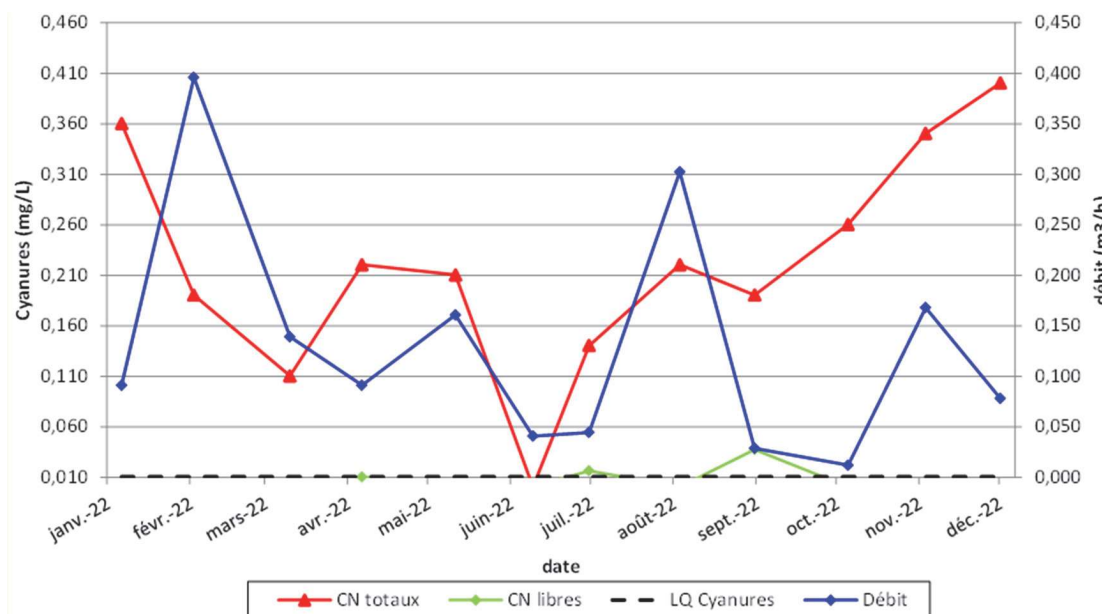


Illustration 49 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit des eaux de la canalisation unique de Montredon (©MINELIS, 2023).

Les concentrations en cyanures relevées sur la canalisation unique en 2022 sont en cohérence avec les concentrations qui étaient observées avant travaux à l'exutoire des drains D1 et D2. Lors des deux campagnes de 2022, la concentration moyenne en cyanures total est de 0,263 mg/L, essentiellement sous forme particulière (cyanures libres rarement quantifiés).

3.2.5. Eaux de ruissellement

La qualité des eaux de ruissellement des flancs de Montredon est vérifiée trimestriellement depuis 2013 au niveau de deux points de contrôle RM1 et RM2 (Cf. Illustration 50), se situant respectivement :

- côté Sud-Ouest, au droit de l'exutoire noté RM1 alimentant le Gourg Peyris (affluent du Ru Sec). A noter que ces eaux sont un mélange d'une source canalisée lors de l'édification du stockage de Montredon et des eaux de ruissellement et du drain de pied du flanc Ouest ;
- côté Sud-Est, au droit de la mare notée RM2. Cette mare se situe à environ 700 m en aval du stockage de Montredon et récupère également des eaux de ruissellement des zones du Monitoring.

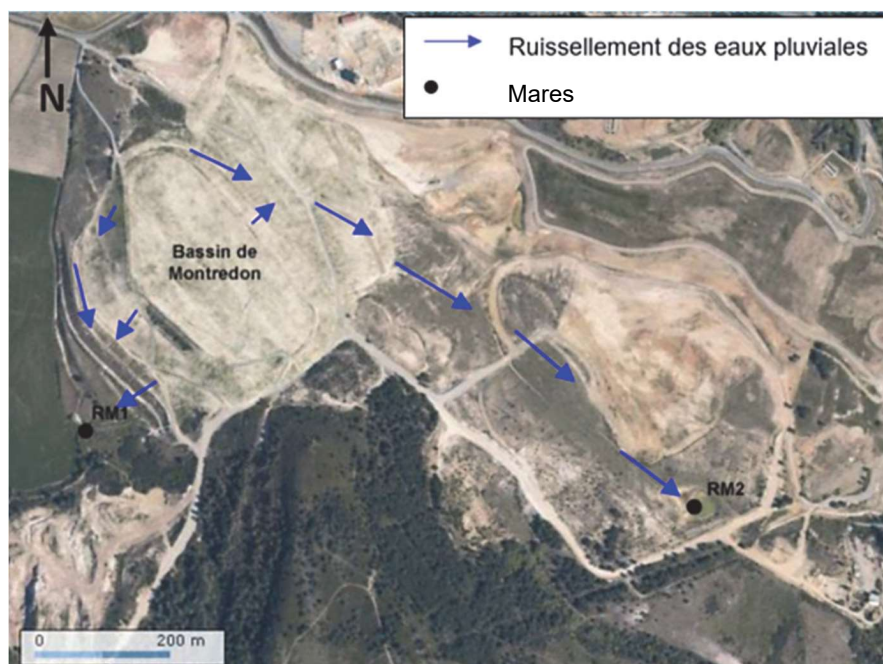


Illustration 50 : Localisation des points de suivi des eaux de ruissellement de Montredon et représentation des ruissellements les alimentant (©MINELIS, 2023).

Les analyses réalisées sur les eaux de ruissellement des flancs Ouest et Est de Montredon sont données dans le Tableau 14 ci-après.

Pluviométrie cumulée depuis janvier 2022	mm	146	277	383	500	-
RM1 ruissellement côté ouest (Ru Sec)	Date	29/03/22	27/06/22	20/09/22	19/12/22	Moyenne
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 _h	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	Moyenne
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 _h	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 14 : Suivi des points RM1 et RM2 en 2022 (©MINELIS, 2023).

Les concentrations en arsenic total côté Ouest (RM1) restent inférieures à 0,15 mg/L en 2022 comme l'année précédente, tandis que les concentrations sont plus élevées coté Est (RM2), allant de 0,25 mg/L en mars à 2,20 mg/L en septembre 2022.

Le flanc Est du bassin de Montredon a été renforcé en 2017 par des produits faiblement pollués provenant d'anciens stocks qui étaient situés sur le site dit « du monitoring ». D'autre part, l'impluvium de la mare RM2 comprend une partie de la zone du monitoring qui était le siège d'anciens stockages de résidus qui furent excavés. Ainsi, les eaux de ruissellement recueillies dirigées vers RM2 ne proviennent pas uniquement du stockage de Montredon, ce qui peut expliquer les concentrations plus élevées par rapport à celles relevées sur les eaux du point RM1.

En 2022, les cyanures libres ne sont quantifiés sur aucun des deux points de prélèvement, et les cyanures totaux sont quantifiés en mars, juin et septembre 2022 sur RM1, à de très faibles concentrations.

L'illustration 51 et Illustration 52 ci-dessous montrent respectivement l'évolution des concentrations en arsenic total et dissous dans RM1 et RM2 depuis le début du suivi.

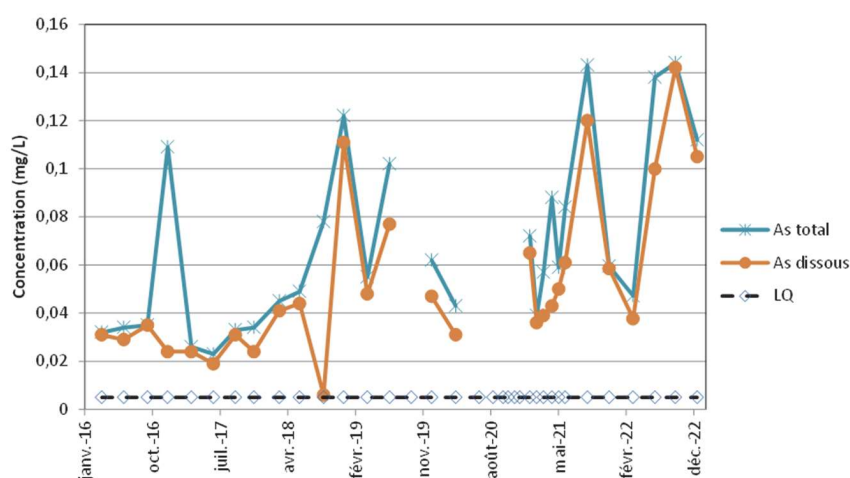


Illustration 51 : Evolution des concentrations en As total et dissous dans les eaux de RM1 (flanc Ouest) depuis 2016 (©MINELIS, 2023).

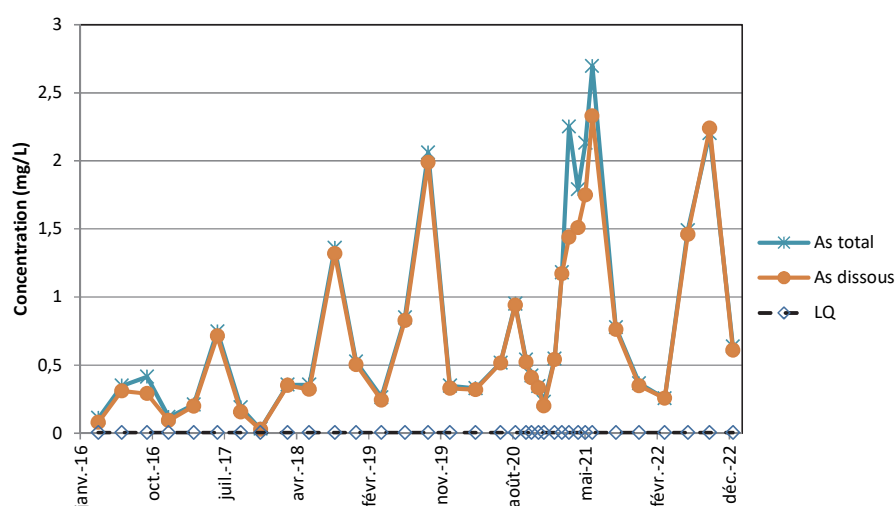


Illustration 52 : Evolution des concentrations en As total et dissous dans les eaux de RM2 (flanc Est) depuis 2016 (©MINELIS, 2023).

Les concentrations relevées en 2022 sur RM1 et RM2 sont dans la gamme de variation observée les années précédentes, toutefois une tendance à la hausse pourrait se dessiner sur plusieurs années.

L'illustration 53 et l'illustration 54 ci-dessous permettent respectivement de visualiser les variations de concentration en cyanures des eaux de RM1 et RM2. Les pics identifiés pour RM2 durant les travaux de 2021 ne se retrouvent pas en 2022.

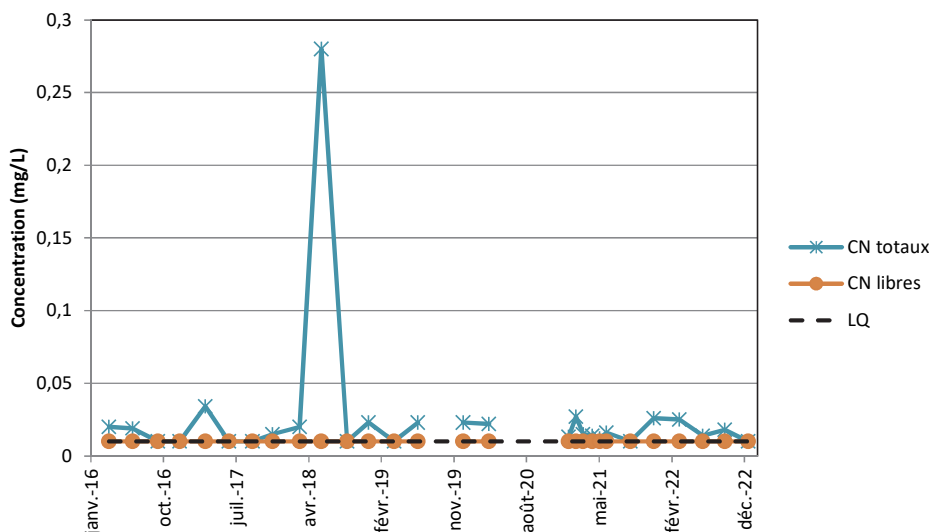


Illustration 53 : Evolution des concentrations en CN totaux et libres dans les eaux de RM1 (flanc Ouest) depuis 2009 (©MINELIS, 2023).

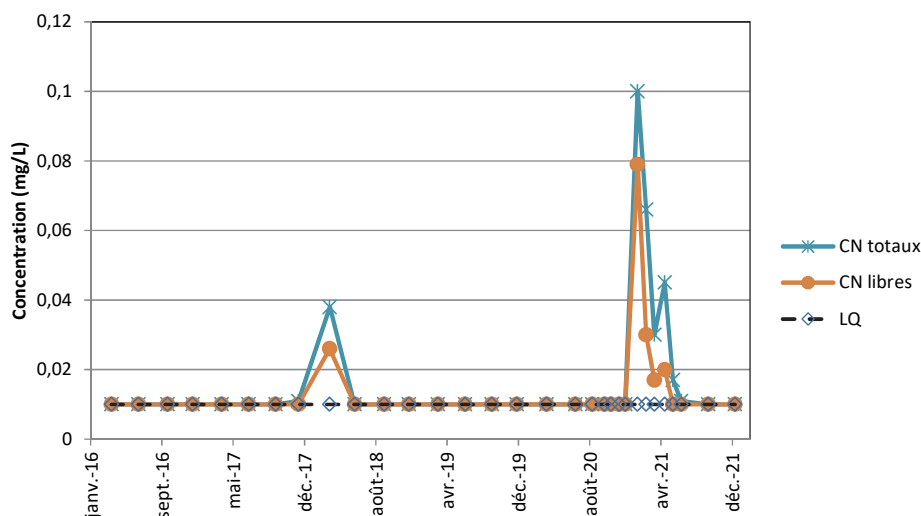


Illustration 54 : Evolution des concentrations en CN totaux et libres dans les eaux de RM2 (flanc Est) depuis 2009 (©MINELIS, 2023).

3.2.6. Eaux souterraines autour du stockage

Au niveau de Montredon, les eaux souterraines sont habituellement suivies semestriellement au moyen de 6 piézomètres périphériques (Pz6, SPI, Pz5, MST11, Pz09-03, SPJ, Cf. Illustration 55). Le PzO est quant à lui implanté en haut de la digue Ouest du stockage. Dans le cadre du suivi des travaux, l'ensemble des ouvrages a été prélevé mensuellement durant le premier semestre 2021 avant de reprendre une fréquence classique.

A noter que 4 ouvrages ont été récemment mis en place sur les flancs Sud et Est du stockage (Cf. Illustration 55) pour suivre l'effet de ces travaux :

- PZ18-01 et PZ18-02 à 14,4 et 17,5 m de profondeur réalisés en 2018 lors de l'AVP préalable aux travaux. Ces deux ouvrages ont été implantées au sein de la digue Est du bassin au droit des tranchées de drainage mises en place dans le flanc de la digue Est, afin de vérifier la présence de fuite dans les tranchées ;
- PZ19-01 et PZ19-02 à 53 et 58 m de profondeur, réalisés en 2020 au début des travaux.

Un compte-rendu complet sera fait à la restitution des travaux dans un mémoire de fin de travaux, et ces 4 ouvrages pourront à l'avenir être intégrés au programme de surveillance usuellement réalisé par le DPSM afin de densifier le réseau de suivi et de vérifier l'amélioration de la situation post travaux. Il est également envisagé la création, en 2024, de piézomètres situés plus en aval hydraulique afin de suivre l'évolution du panache de pollution et l'effet attendu sur la diminution de son extension à la suite des travaux.

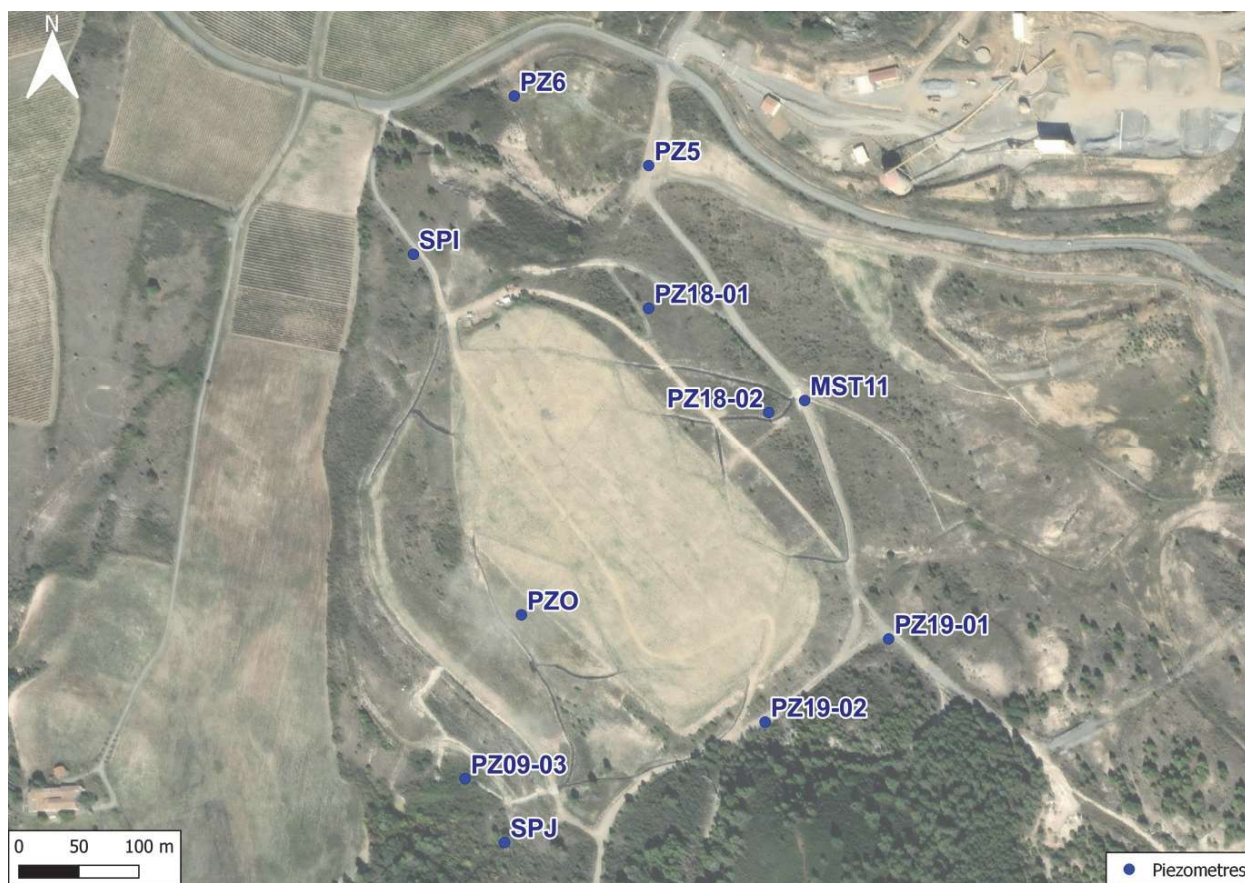


Illustration 55 : Localisation des piézomètres de surveillance sur le secteur de Montredon.

Les tableaux ci-après reprennent les résultats des prélèvements effectués durant l'année sur les piézomètres en partie Nord, Est et Sud (Cf. Tableau 15, Tableau 16 et Tableau 17).

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	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	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
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	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	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
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	($\mu\text{S}/\text{cm}$)		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	

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

Tableau 15 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres Pz5, Pz6 et SPI au Nord de Montredon (©MINELIS, 2023).

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
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
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
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

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

Tableau 16 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres Pz18-01, Pz18-02, Pz19-01, Pz19-02 et MST11 à l'Est et Sud-Est de Montredon (©MINELIS, 2023).

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
PZ09-03			25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22
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

PZO		25/04/22	27/06/22	26/09/22	19/12/22	Moyenne
pH	u		7,68		7,99	7,84
Conductivité	($\mu\text{S}/\text{cm}$)		1015		1361	1188
Eh	(mV)		302		317	309
Température	($^{\circ}\text{C}$)		16,6		14,8	15,7
Oxygène dissous	(mg/L)		7,0		8,2	7,6
As total	(mg/L)	NA	0,0539	NA	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

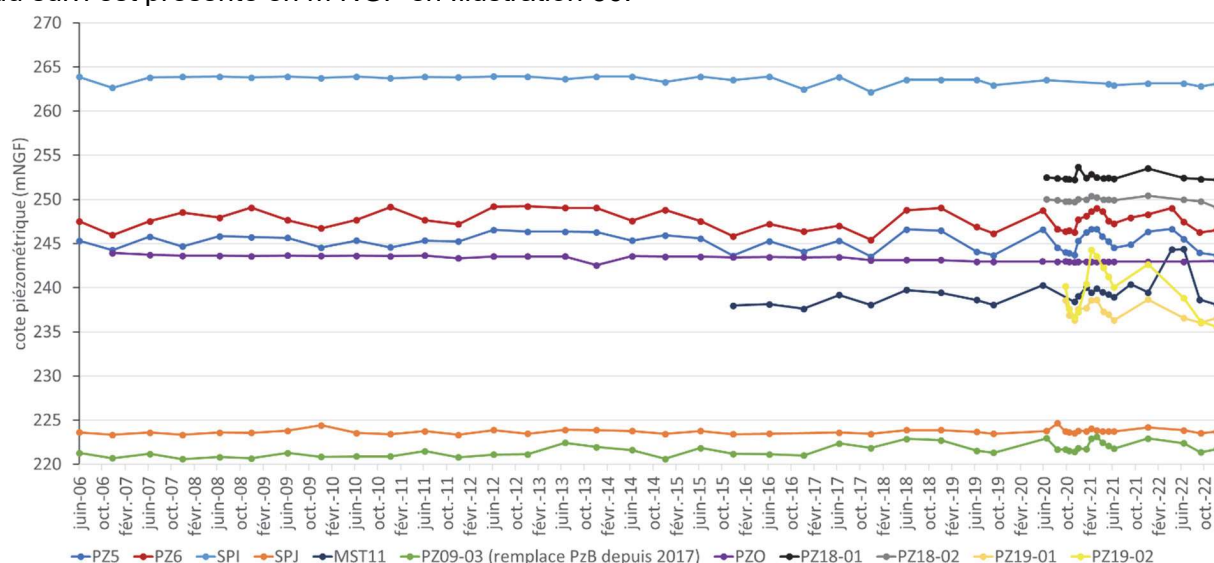
*NA : non analysé à l'occasion des campagnes hautes eaux / basses eaux

Note : Le PZO a été rehaussé de 2,7 m suite aux travaux du flanc Ouest de Montredon.

Tableau 17 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres SPJ, Pz09-03 et PzO au Sud-Ouest de Montredon (©MINELIS, 2023).

a) Niveaux d'eau

Le niveau d'eau mesuré dans chaque ouvrage autour du stockage de Montredon depuis le début du suivi est présenté en m NGF en Illustration 56.



Note 1 : une prestation de nivellement (réalisée en 2023) des piézomètres a permis de rectifier ce graphique en corrigeant l'altitude de référence utilisée, avec un impact particulier sur l'ouvrage Pz09-03 qui était présentait précédemment une cote piézométrique proche de 240 m NGF. Note 2 : réhaussement du tube (+2.7m) suite aux travaux flanc ouest Montredon à partir du 11/12/2017

Illustration 56 : Evolution des cotes des niveaux d'eau (en m NGF) dans les piézomètres de surveillance autour du stockage de Montredon (Nord, (Pz5, Pz6 et SPI), Est (MST 11) et Sud (SPJ et Pz09-03).

La cote piézométrique la plus élevée est localisée au droit de l'ouvrage SPI (en moyenne à 262 m NGF).

Les niveaux d'eau restent dans la gamme des valeurs relevées depuis le début du suivi, hormis pour MST11 : cet ouvrage est situé depuis les travaux de Montredon 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.

A noter que le site est localisé au droit d'un secteur présentant un relief important, à la géologie complexe et de matériaux remaniés. Par ailleurs les ouvrages sont forés à différentes profondeurs. Ces caractéristiques compliquent l'interprétation des données environnementales collectées.

b) Analyses sur les ouvrages au Nord du stockage : Pz5, Pz6, SPI

Les piézomètres Pz5 et Pz6 se situent dans une zone où la Société des Mines et Produits Chimiques de Salsigne (SMPCS) avait stocké pendant de nombreuses années du minerai issu du gisement 2X, riche en sulfures et en arsenic. De plus, l'ex-bassin 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 à proximité de Pz6 et Pz5.

Les ouvrages Pz5 et Pz6 ainsi que l'ouvrage SPI sont localisés au droit de la zone de discordance géologique primaire/tertiaire.

Les résultats des suivis piézométriques et des analyses en arsenic et cyanures réalisés sur l'année 2022 sur les piézomètres Pz5, Pz6 et SPI sont présentés ci-dessous.

Concernant le piézomètre SPI, il n'était pas prélevable entre juin 2020 et mai 2021 car obstrué suite aux travaux de Montredon, d'où une chronique incomplète. L'entreprise de travaux (VINCI) a procédé à un nettoyage de ce piézomètre qui est donc de nouveau opérationnel.

- **Arsenic**

Au droit de Pz5, les concentrations en arsenic dissous et total sont restées stables avec une moyenne de 0,835 mg/L en 2022 (Cf. Illustration 57). Ces valeurs sont dans la même gamme que les années précédentes.

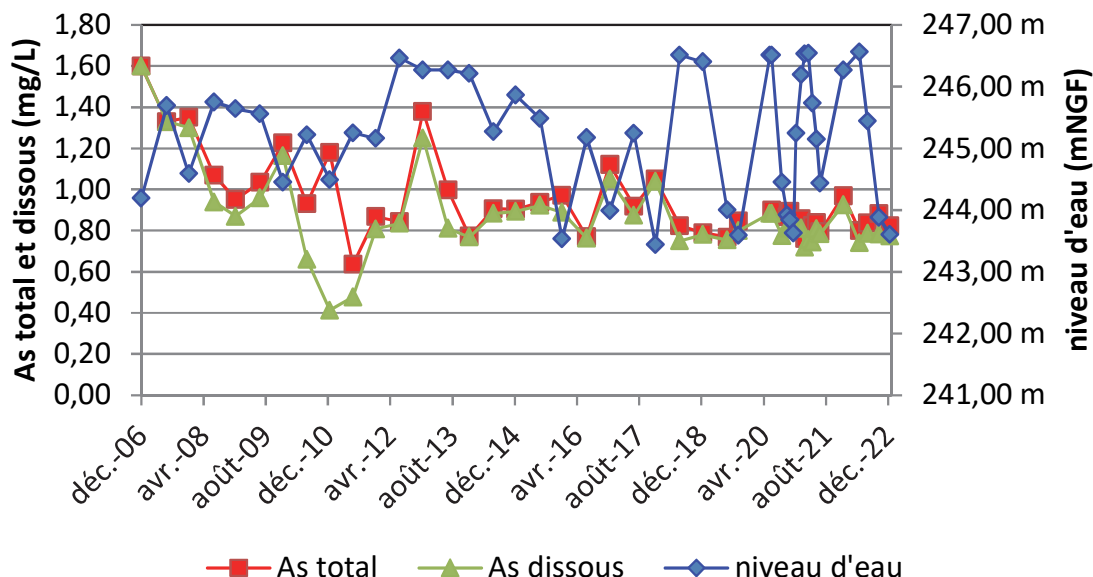


Illustration 57 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ5 (©MINELIS, 2023).

Au droit de Pz6, la concentration en arsenic total a connu un pic à 2,790 mg/L en avril 2022 puis est restée inférieure à 1 mg/L pour le reste de l'année. Ce comportement est similaire à celui observé en 2021, avec une concentration en arsenic dissous (0,43 mg/L) qui reste quant à elle dans la gamme habituelle (Cf. Illustration 58). L'origine de ces pics n'est pas identifiée, d'autant qu'aucune concentration inhabituelle n'est relevée sur le reste de l'année 2022 ni sur l'ouvrage

avoisinant Pz5. Ce phénomène 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.

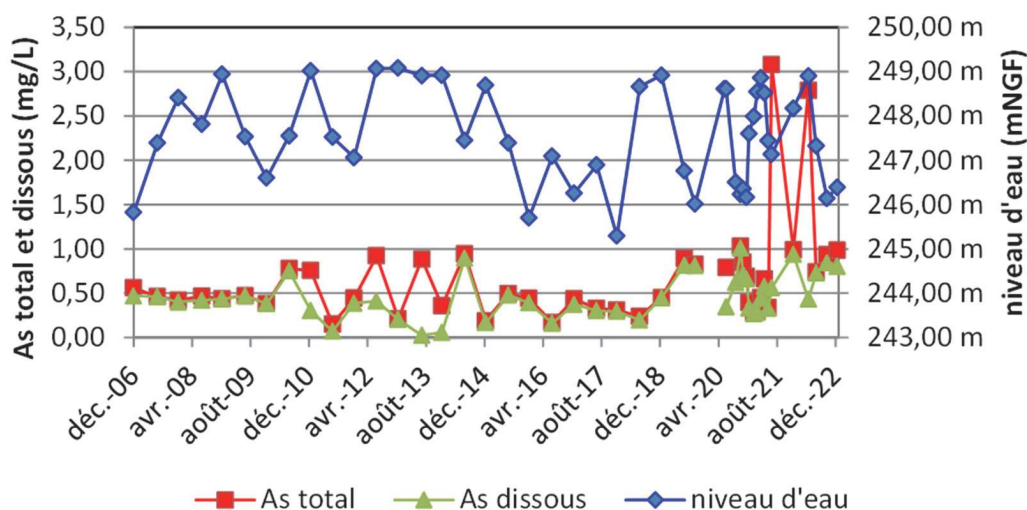
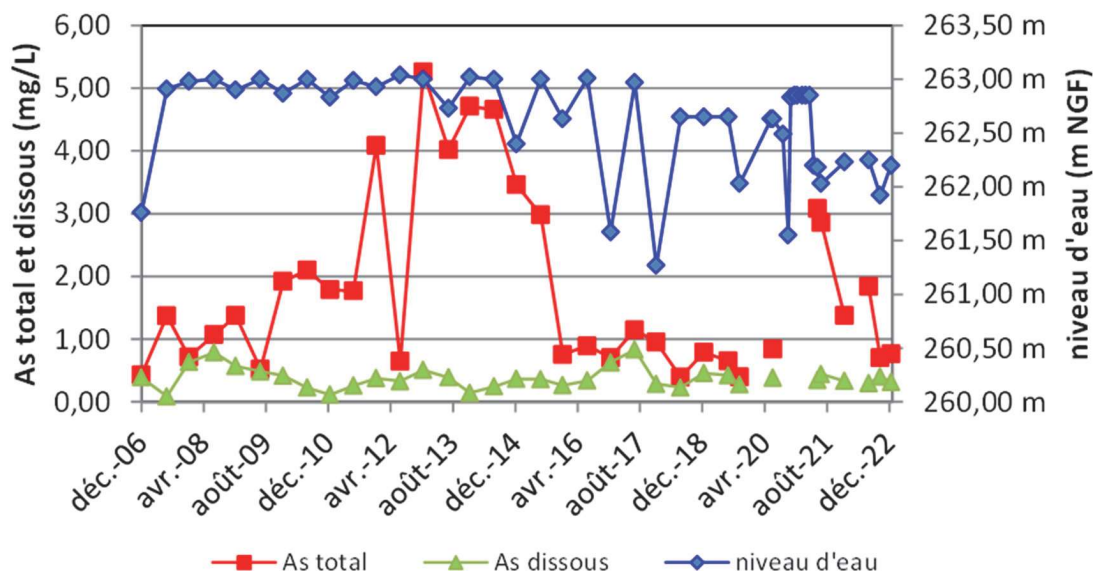


Illustration 58 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ6 (©MINELIS, 2023).

Au droit de SPI, l'arsenic total a varié en 2022 entre 1,84 mg/L (juin) et autour de 0,700 mg/L (septembre) : le maximum est moins élevé qu'en 2021 mais demeure au-delà des concentrations observées depuis 2016 avant les travaux sur Montredon (Cf. Illustration 59). Ce constat pourrait être un effet consécutif au chantier ou bien à la remise en service de ce piézomètre purgé au printemps 2021. Une attention particulière sera portée aux résultats en 2023 et un développement de l'ouvrage sera prévu. Pour rappel, cet ouvrage ne pouvait pas faire l'objet de prélèvements entre juin 2020 et mai 2021 car obstrué suite aux travaux de Montredon, d'où une chronique incomplète.



Note : le piézomètre SPI n'était pas prélevable entre juin 2020 et mai 2021 car obstrué suite aux travaux de Montredon. L'entreprise de travaux (VINCI) a procédé à un nettoyage de ce piézomètre qui est de nouveau opérationnel depuis mai 2021.

Illustration 59 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPI (©MINELIS, 2023).

• **Cyanures**

Au droit de Pz5 et Pz6, des traces de cyanures totaux sont quantifiées début 2022 avec des concentrations restant proches de la limite de quantification 0,01 mg/L et les cyanures libres restent quant à eux inférieurs à la limite de quantification (Cf. Illustration 60 et Illustration 61).

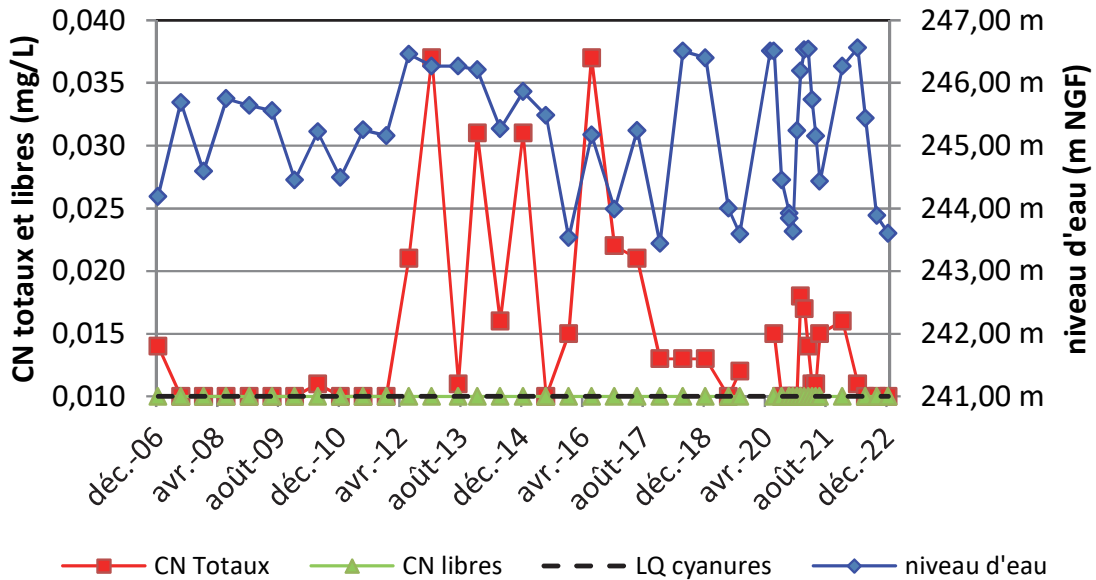


Illustration 60 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz5 (©MINELIS, 2023).

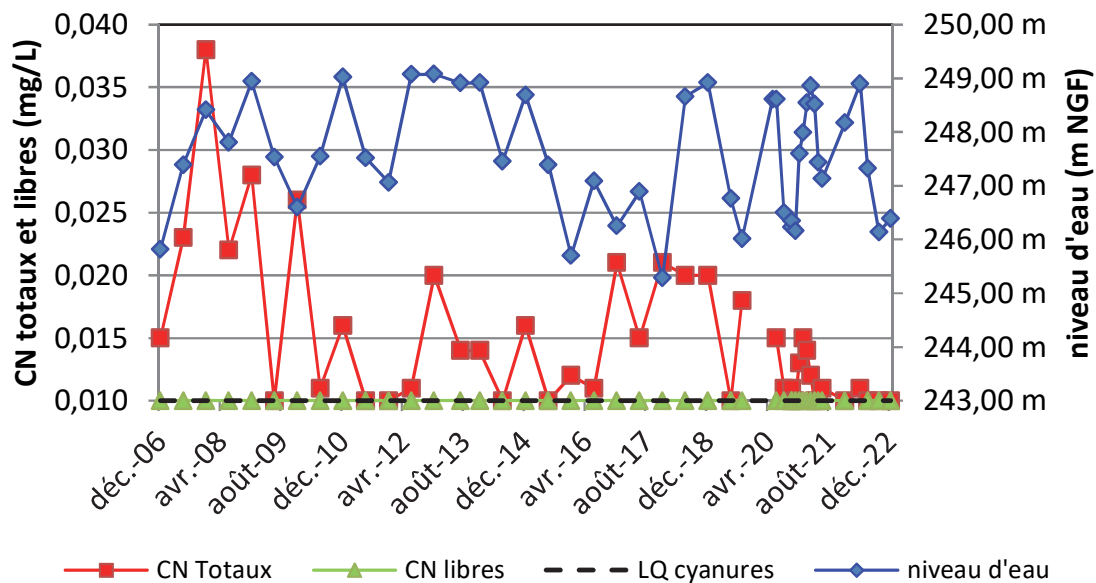


Illustration 61 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz6 (©MINELIS, 2023).

Au droit de SPI, les analyses des cyanures totaux sont supérieures mais proches de la limite de quantification, ce qui montre un retour à des concentrations habituellement observées les années précédentes (hors pics en 2021 suite au décolmatage et travaux) (Cf. Illustration 62). Pour rappel, cet ouvrage ne pouvait pas faire l'objet de prélèvements entre juin 2020 et mai 2021 car obstrué suite aux travaux de Montredon, d'où une chronique incomplète.

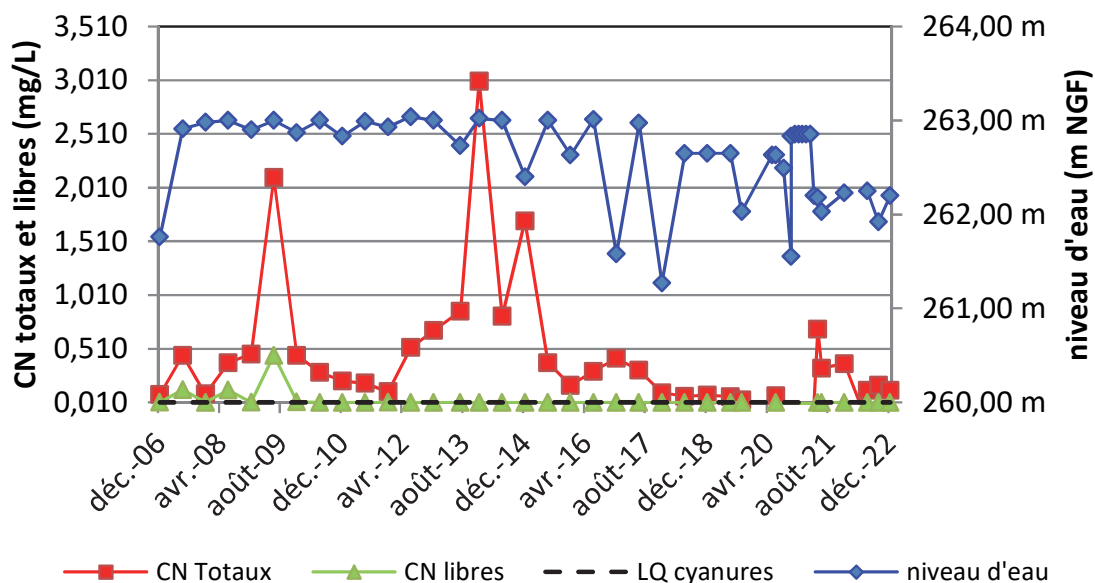


Illustration 62 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre SPI (©MINELIS, 2023).

c) Analyses sur les ouvrages à l'Est/Sud-Est du stockage : MST11, Pz18-01, Pz18-02, Pz19-01, Pz19-02

Le MST11 côté Est du stockage a remplacé le PzE régulièrement sec depuis 2015. Ce piézomètre est localisé au niveau de l'ancienne zone de stockage d'arséniates de chaux qui a été déplacée vers le stockage de Montredon en 2003. Lors de la réalisation du piézomètre, aucun stock d'arséniates de chaux n'a été recoupé, cependant l'analyse chimique des cuttings (produits de foration) a mis en évidence une concentration en arsenic de 3 940 mg/kg et de 7,9 mg/kg en cyanure.

Quatre nouveaux piézomètres réalisés dans le cadre des travaux, sont suivis semestriellement depuis 2020 et ont également fait l'objet d'un contrôle en septembre 2022 lors de la campagne basses eaux.

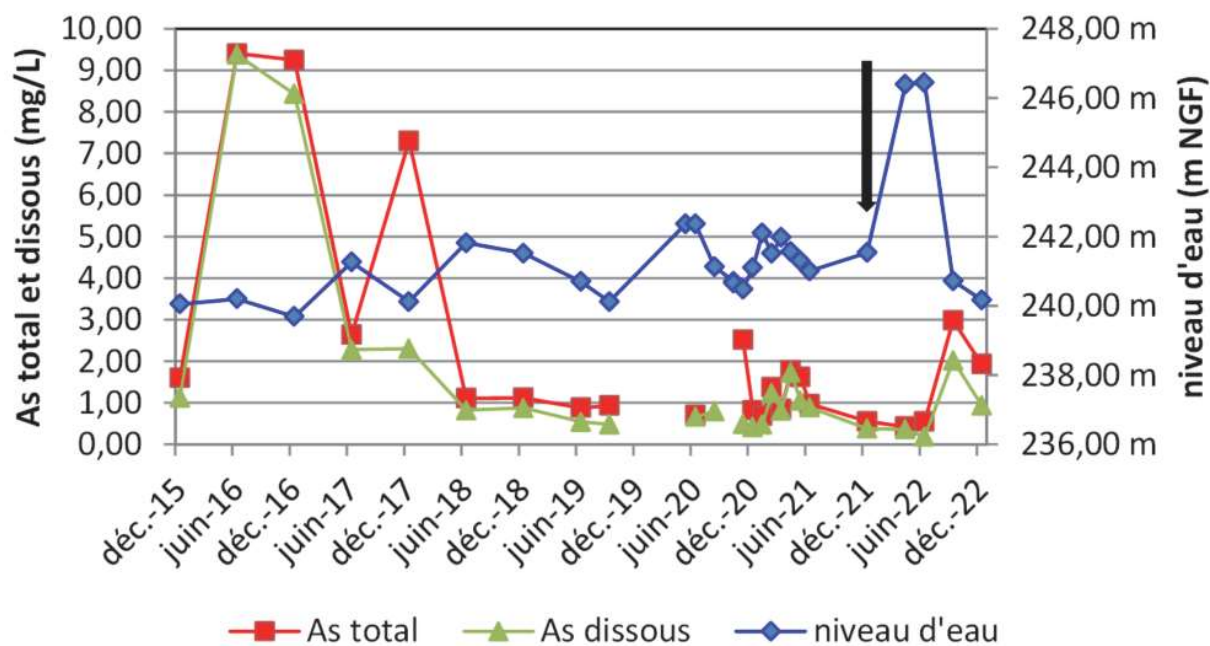
Les PZ18-01 et PZ18-02 ont été forés respectivement à 14,4 et 17,5 m de profondeur en 2018 et se situent au sein de la digue Est du bassin au droit des tranchées de drainage mises en place dans le flanc de la digue Est, afin de vérifier la présence de fuite dans les tranchées

Les PZ19-01 et PZ19-02 ont quant eux été forés en 2020 à 53 et 58 m de profondeur.

- **Arsenic**

Les graphiques suivants présentent l'évolution des concentrations en arsenic dans les ouvrages à l'Est/Sud-Est du stockage de Montredon.

L'illustration 58 ci-dessous représente les concentrations en arsenic total et dissous depuis le début du suivi de MST11 en 2015.



Note : la flèche marque le démarrage du dispositif de pompage des eaux du stockage de Montredon en janvier 2022

Illustration 63 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre MST11 (©MINELIS, 2023).

En 2022, les analyses réalisées mettent en évidence en septembre une concentration en arsenic total approchant 3 mg/L, ce qui n'avait pas été observé depuis 2017.

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 (Cf. Illustration 64) après de fortes pluies en mars 2022 (68 mm en 48h). Cette situation pourrait expliquer les récentes concentrations observées sur MST11.



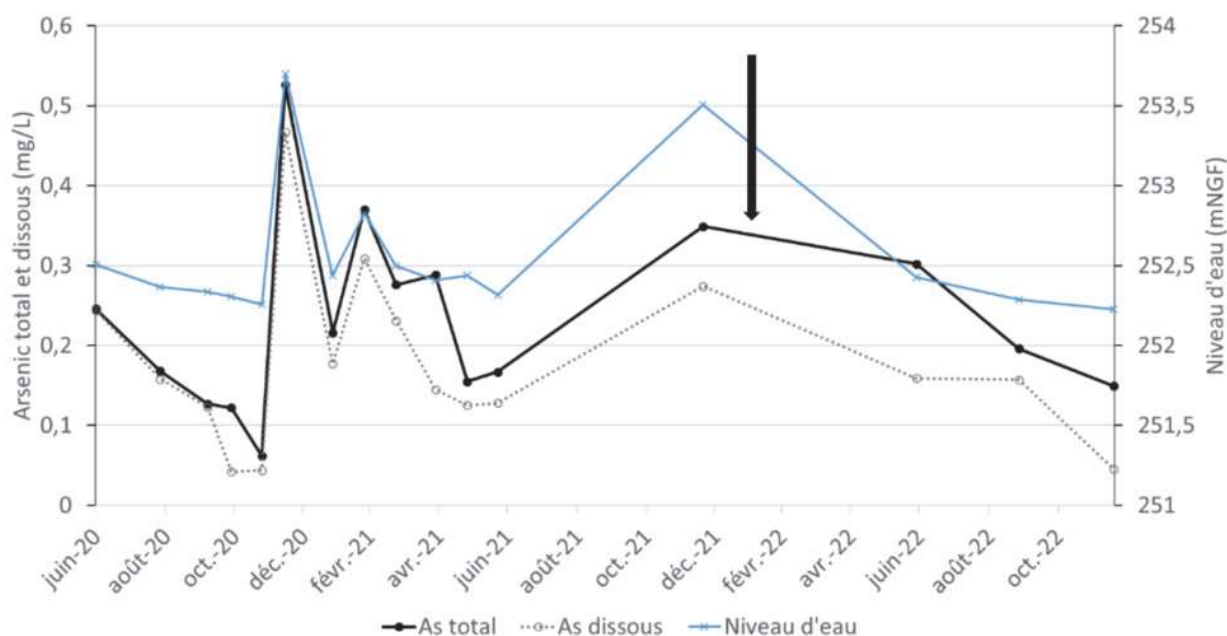
Illustration 64 : Débris de végétaux au niveau du MST11 après un orage (©MINELIS, mars 2022).

Un bouchon devra être mis en place sur MST11 à l'occasion de l'entretien des moyens de surveillance afin d'éviter l'intrusion d'eaux de ruissellement en cas de forte pluviométrie.

Pour 2022, l'arsenic total varie entre 0,149 et 0,302 mg/L.

Le ratio As dissous sur As total varie en 2022 entre 53 et 80% sur cet ouvrage.

Au droit de Pz18-01 (Cf. Illustration 65), les niveaux piézométriques et concentrations en arsenic total et dissous sont corrélés et varient dans la même gamme que celle observée pendant les travaux sur le stockage. La nouvelle phase d'augmentation des concentrations en décembre 2021 peut être interprétée comme une conséquence du phénomène de drainage gravitaire de la partie Nord Est de la nappe perchée à travers les fuites, en l'absence de mise en route du pompage. A partir de fin janvier 2022 et de la mise en route du pompage, le niveau d'eau et les teneurs en As et CN sont en constante diminution, ce qui semble être le signe de l'efficacité du système de pompage pour neutraliser la fuite des eaux chargées en arsenic et cyanures du bassin vers l'extérieur (Mica Environnement, 2023).



Note : la flèche marque le démarrage du dispositif de pompage des eaux du stockage de Montredon en janvier 2022.

Illustration 65 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-01.

Le Pz18-02, implanté en plein dans l'axe du panache décrit par Mathieu et Barbier (2015) présente en 2022 des concentrations en arsenic total variant entre 1,68 et 3,7 mg/L (Cf. Illustration 66), ce qui est beaucoup plus élevé (environ 1 ordre de grandeur) que celles observées sur Pz18-01 situé à quelques dizaines de mètres plus au Nord.

Le ratio As dissous sur As total varie en 2022 entre 20 et 69% sur cet ouvrage.

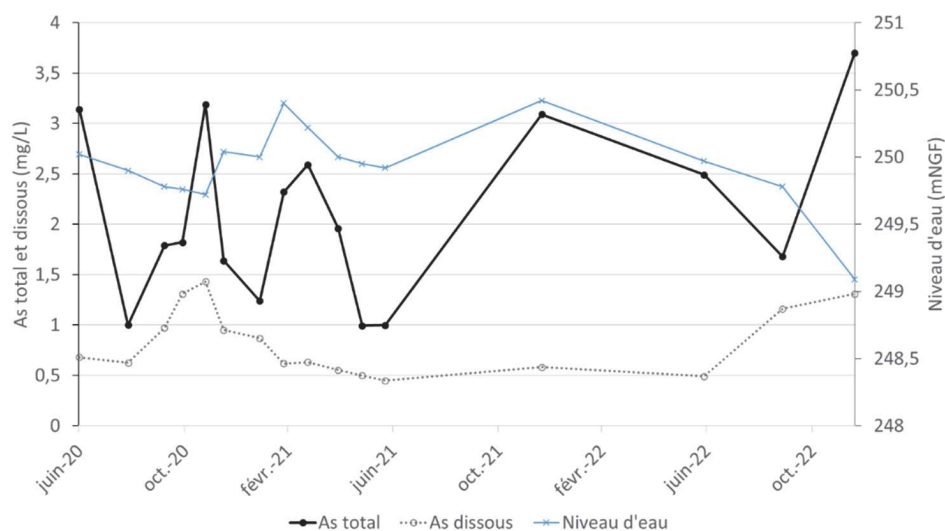


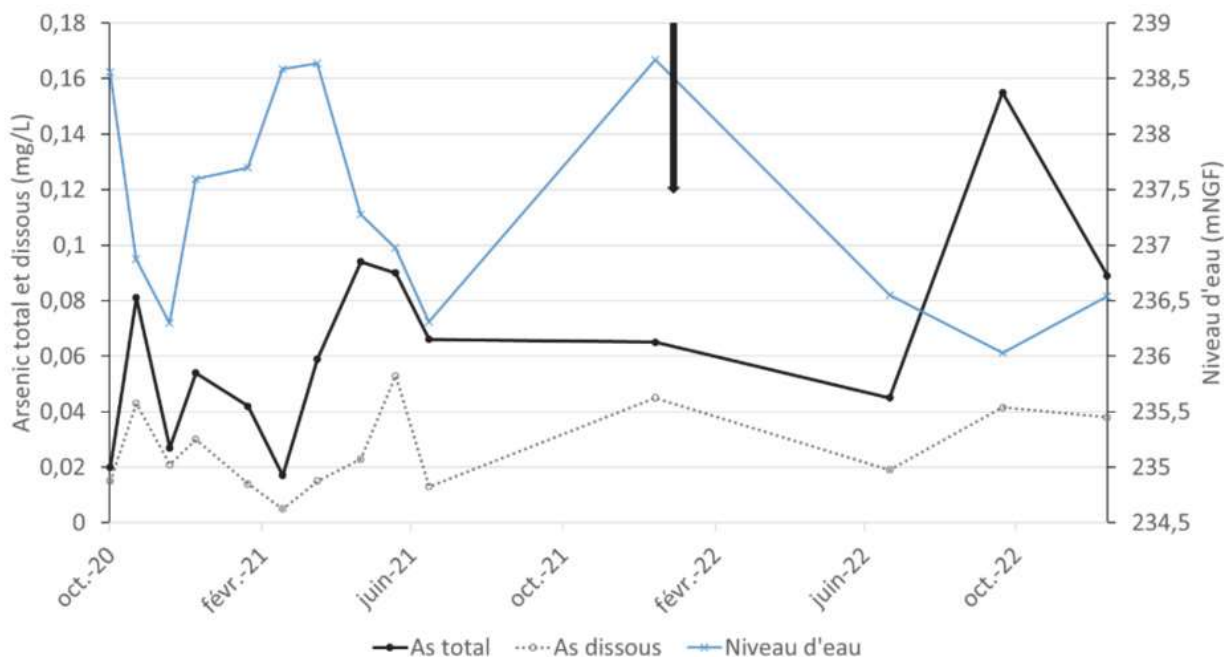
Illustration 66 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-02.

La corrélation entre concentrations et niveau d'eau au niveau du piézomètre PZ18-02 semble moins évidente, même si on peut retrouver les mêmes grandes phases que pour le piézomètre PZ18-01 :

- pendant la durée des travaux, augmentation générale des concentrations et du niveau d'eau ;
- baisse à partir de la fin des travaux d'étanchéité, suivie d'une augmentation en décembre 2021 ;
- depuis la mise en service du pompage en janvier 2022, la baisse du niveau d'eau est continue, mais les concentrations en As ne suivent pas cette diminution. Les concentrations en CN sont quant à elles désormais inférieures aux limites de quantification de l'analyse.

Le suivi des cotes piézométriques et des concentrations du piézomètre PZ18-02 sur l'année 2023 permettra de préciser les tendances quant à l'évolution de ces concentrations en lien avec le pompage au sein du stockage (Mica Environnement, 2023).

Au droit de Pz19-01, les concentrations en arsenic total et dissous sont faibles : elles ont varié en 2022 entre 0,045 mg/L et 0,155 mg/L atteint en septembre, soit plus de deux fois la concentration moyenne observée jusqu'alors sur cet ouvrage (Cf. Illustration 67). Cela reste toutefois des concentrations basses comparativement aux valeurs obtenues sur d'autres ouvrages comme Pz18-02 (profondeur moindre).



Note : la flèche marque le démarrage du dispositif de pompage des eaux du stockage de Montredon en janvier 2022.

Illustration 67 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-01.

Pz19-02 présente en 2022 des concentrations en arsenic total peu élevées variant entre 0,031 et 0,14 mg/L (Cf. Illustration 68). Ce sont des concentrations et des variations saisonnières très proches de celles observées sur l'ouvrage Pz19-01 situé plus à l'Est et également foré à grande profondeur (>50m).

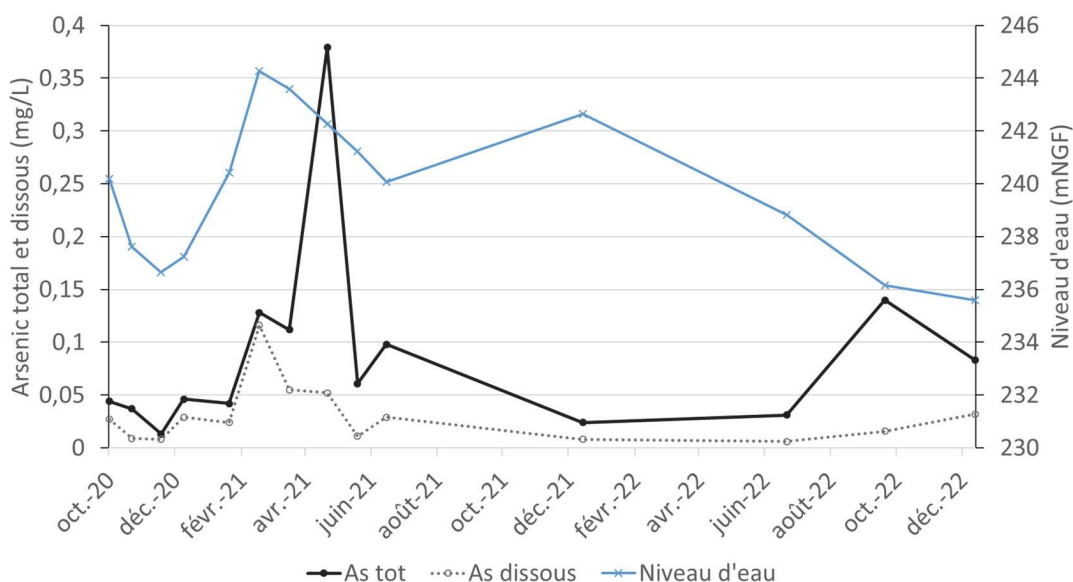


Illustration 68 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-02.

- **Cyanures**

Les graphiques suivants présentent l'évolution des concentrations en cyanures dans les ouvrages à l'Est/Sud-Est du stockage de Montredon.

En 2022, la concentration des cyanures totaux sur les eaux de MST11 reste basse sous 0,05 mg/L (Cf. Illustration 69). Les cyanures libres ne sont pas quantifiés (< 0,010 mg/L).

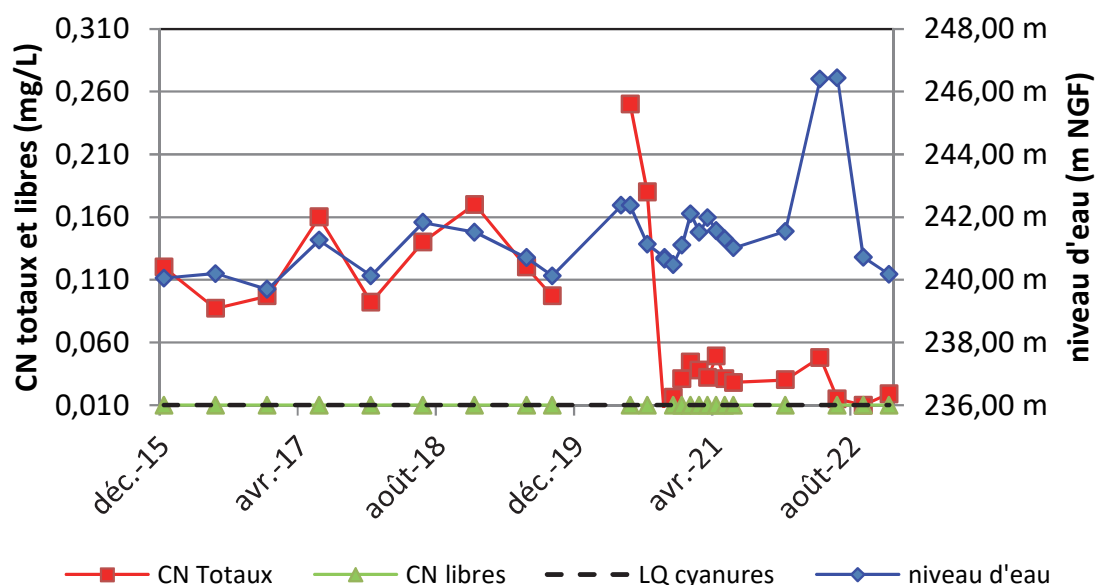


Illustration 69 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre MST11 (©MINELIS, 2023).

Le changement d'ordre de grandeur observé à partir de décembre 2020 concorde avec la mise en place des descentes d'eau sur le flanc Est. La meilleure gestion des eaux de ruissellement a peut-être modifié les circulations souterraines et l'alimentation de ce piézomètre, provoquant cette baisse des concentrations en cyanures.

Pour Pz18-01 (Cf. Illustration 70), les CN totaux évoluent en 2022 entre 0,055 et 0,16 mg/L tandis que les CN libres restent inférieurs à la LQ (0,010 mg/L). La concentration en CN totaux semble corrélée au niveau piézométrique.

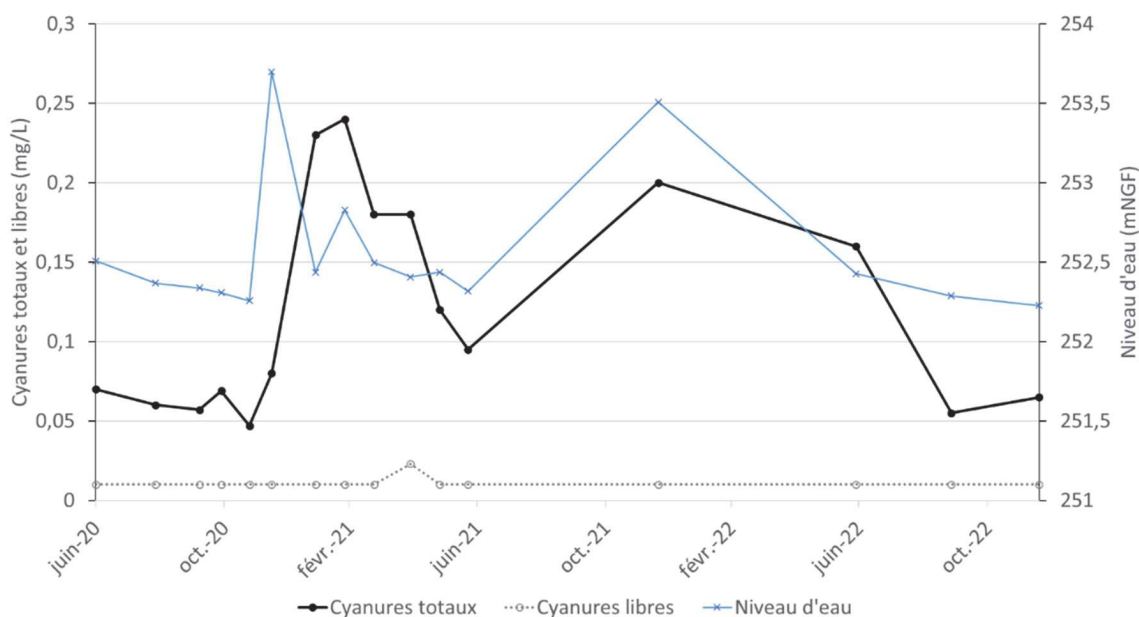


Illustration 70 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-01.

Les CN totaux et libres restent sous 0,010 mg/L pour les trois campagnes d'analyse de 2022 sur Pz18-02 (Cf. Illustration 71).

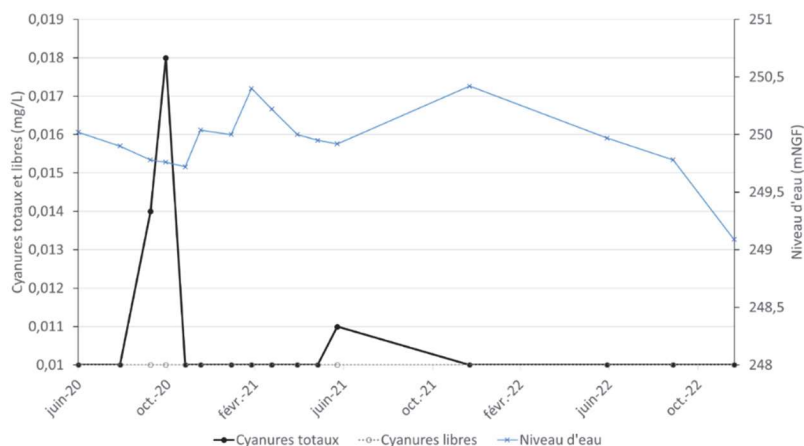


Illustration 71 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz18-02.

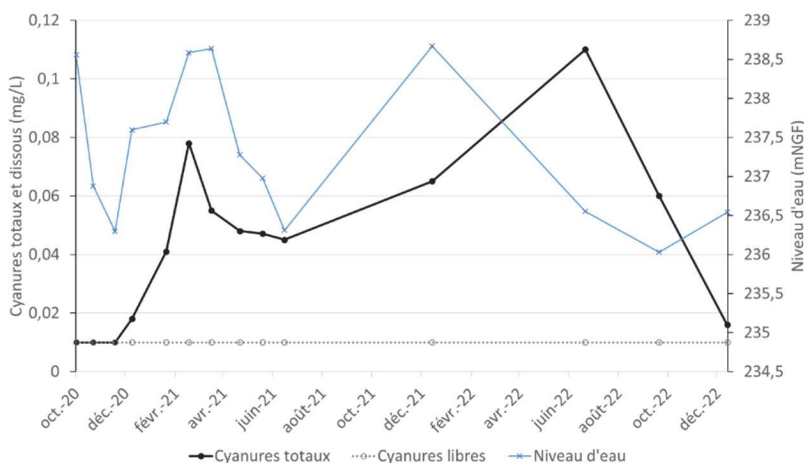


Illustration 72 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-01.

Sur Pz19-02 situé plus au sud, la concentration en cyanures totaux est restée sous la LQ toute l'année 2022 (Cf. Illustration 73).

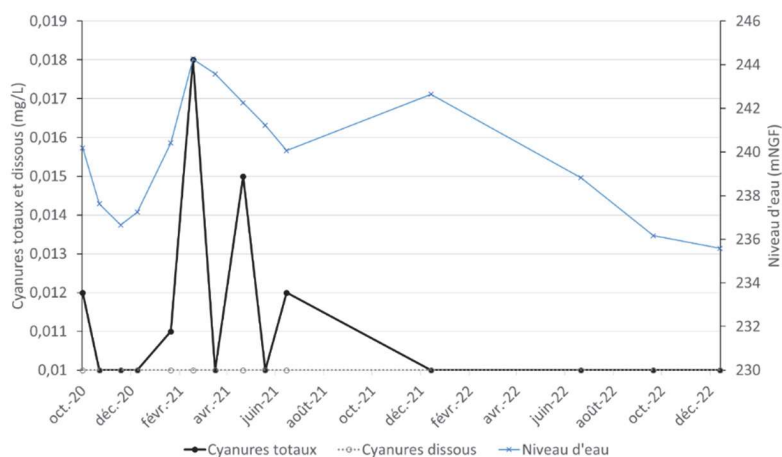


Illustration 73 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz19-02.

d) Analyses sur les ouvrages au Sud-Ouest du stockage : SPJ, PZ09-03 et PzO

On notera que l'ouvrage SPB a été remplacé par l'ouvrage Pz09-3 depuis juin 2017, localisé à environ 5 m de distance.

Les évolutions des concentrations en arsenic et cyanures, et du niveau d'eau mesurés jusqu'en 2021 sur les piézomètres PZ09-03, SPJ et PzO sont représentées ci-après (Cf. Illustration 74, Illustration 75 et Illustration 76). Ces trois ouvrages sont surveillés semestriellement selon le programme de surveillance usuelle, mais ils ont aussi fait l'objet d'un prélèvement en septembre 2022 dans le cadre de la campagne basses eaux.

PzO situé en bordure Sud-Ouest de Montredon permet de contrôler les éventuelles venues d'eau au niveau du flanc Ouest du stockage. En juin 2015, un hydrocurage de ce piézomètre a permis de retirer une croûte d'oxydes de fer qui s'était formée dans l'ouvrage. A noter que lors des travaux du flanc Ouest de Montredon en 2017, le PzO a été rehaussé de 2,7 m. D'autre part, l'ouvrage est en mauvais état (possible obstruction à 6 m de profondeur) : cet ouvrage doit faire l'objet d'un diagnostic et décolmatage afin de rétablir de meilleures conditions d'utilisation.

- **Arsenic**

La plupart des paramètres physico-chimiques mesurés sur Pz09-3 sont cohérents avec ceux mesurés précédemment sur l'ancien piézomètre SPB.

On observe peu d'évolution, en 2022 au niveau des concentrations en arsenic total pour le PZ09-03 et SPJ : ces dernières restent faibles et stables suite aux perturbations ressenties durant la phase de travaux sur le stockage de Montredon. Les concentrations en arsenic dissous restent à l'état de traces (Cf. Illustration 74 et Illustration 75).

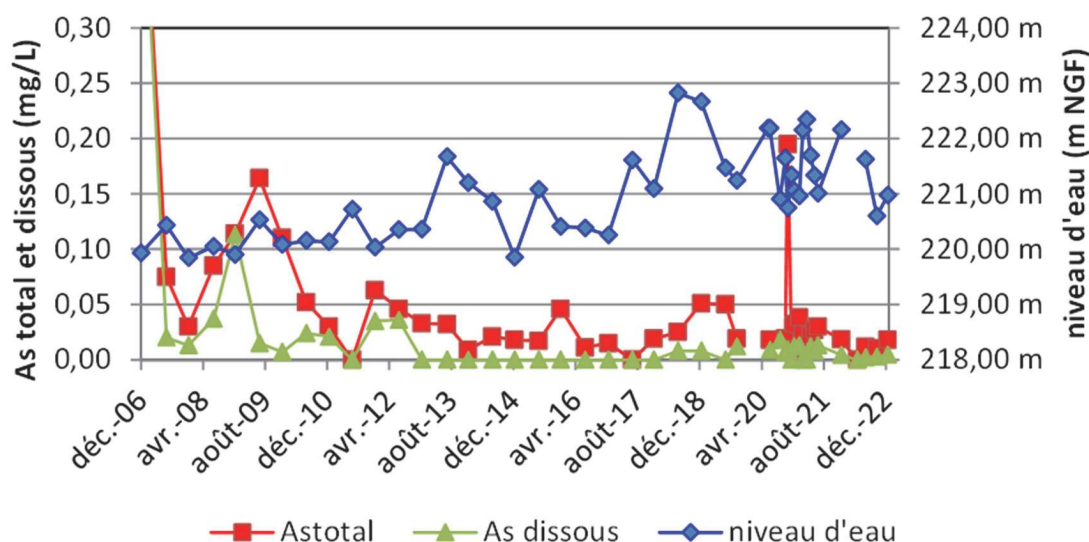


Illustration 74 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ09-03 (remplace SPB depuis juin 2017) (©MINELIS, 2023).

Pour le piézomètre SPJ, les concentrations de 2022 en arsenic total et dissous sont assez stables et sont en moyenne respectivement de 0,031 mg/L et 0,012 mg/L (Cf. Illustration 75).

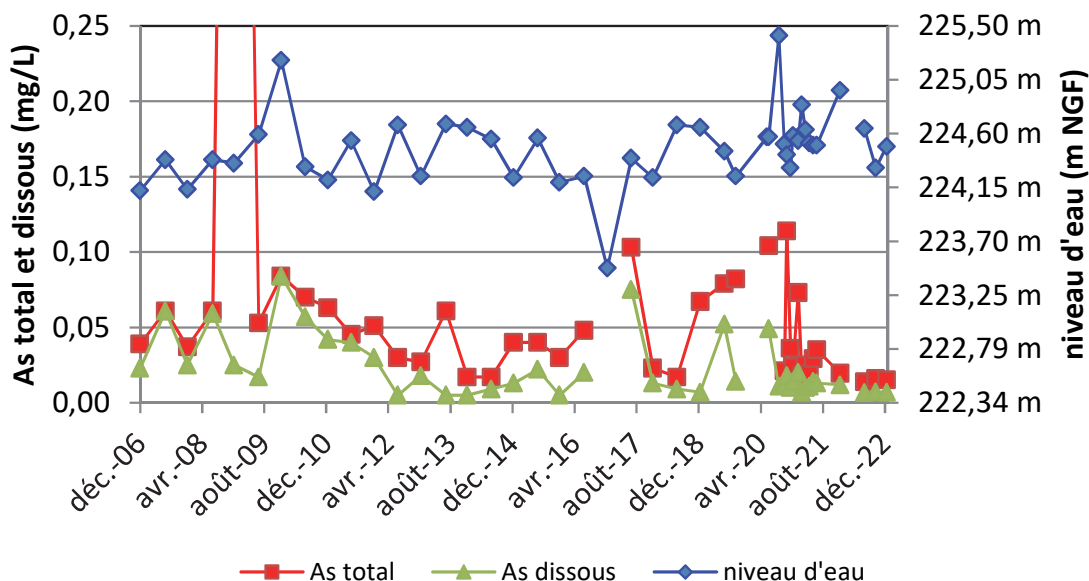


Illustration 75 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPJ (©MINELIS, 2023).

L'arsenic dissous ne représente qu'une faible proportion de l'arsenic total quantifié sur l'ouvrage PzO. La forme majoritaire de l'arsenic dans l'ouvrage PZO est la forme particulaire.

En 2022, la concentration moyenne en As total est de l'ordre de 0,099 mg/L sur cet ouvrage, ce qui est dans la gamme basse des valeurs habituellement observées sur PzO.

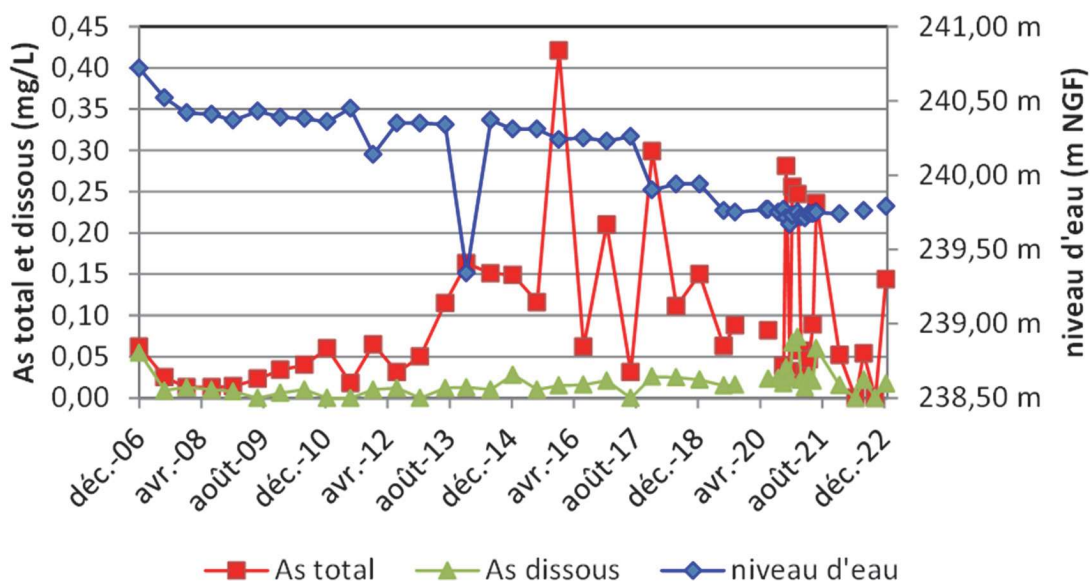


Illustration 76 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZO (©MINELIS, 2023).

- **Cyanures**

Depuis le début du suivi en 2006, il n'y a eu quasiment aucune concentration en cyanures libres ou totaux qui soit supérieure à la limite de quantification sur PZ09-03 et PzO, d'où l'absence de graphique pour ces deux ouvrages (pas de dépassement de la limite de quantification en 2022).

Concernant SPJ, durant les travaux de 2020-2021, des concentrations en cyanures totaux dépassant légèrement la limite de quantification (0,010 mg/L) avaient été relevées : cela n'est plus le cas en 2022 post travaux (Cf. Illustration 77).

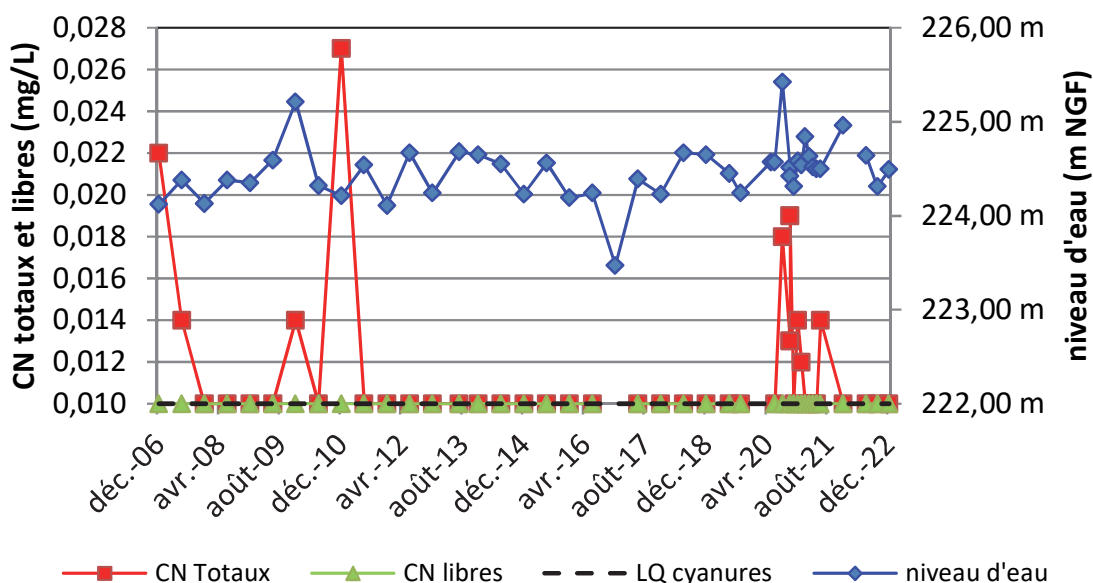


Illustration 77 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre SPJ (©MINELIS, 2023).

3.3. ZONE DU MONITORING ET ZONE ADEME

3.3.1. Présentation du site

Les limites de ce secteur très vaste sont représentées sur l'illustration 78.



Illustration 78 : Représentation de la zone du Monitoring (Sud) et de la zone ADEME (Nord). Les pointillés noirs matérialisent les contours de ces deux zones.

a) Zone du Monitoring (plateforme Sud)

Cette zone parfois appelée « Plateforme Sud » se situe à l'Est du stockage de Montredon, en bordures Ouest et Sud du site de la zone ADEME (Cf. Illustration 78). Il s'agit d'anciennes plages de décantation de 6 millions de tonnes de résidus de traitement métallurgique reprises par la suite par la SNC Lastours pour valorisation par cyanuration (au niveau de la zone appelée Usine Artus).

Environ 220 000 m³ de matériaux ont été excavés de la zone du Monitoring et confinés dans la zone ADEME ou dans le stockage de Montredon.

La zone du Monitoring a fait l'objet d'essais de phytostabilisation (épandage et mélange de grenaille d'acier 1% en masse, ensemencement hydraulique) et de plantation d'arbres peu concluants d'après le projet de recherche Phytoperf du fait d'un sol compacté, avec peu de réserve utile et de matière organique (Boisson et al. 2011).

b) Zone ADEME (plateforme Nord)

Les travaux de réhabilitation de l'ADEME ont consisté à démolir les installations de traitement du minerai et à remplir et confiner 475 000 m³ de matériaux pollués à l'emplacement des anciens bassins B1 et B2 (Cf. Illustration 79), datant de l'exploitation et vraisemblablement situés dans un ancien talweg d'après les cartes topographiques datant d'avant l'exploitation.



Illustration 79 : Zone ADEME et réseau de drainage (ADEME, 2006).

Cette zone est parfois appelée « Plateforme Nord », de par sa situation au Nord de la piste la séparant de la zone du Monitoring (Cf. Illustration 78).

Le socle schisteux étant peu perméable (1.10^{-8} m/s de coefficient), aucun confinement de fond n'a été mis en place. Au-dessus du massif de déchets, le confinement est assuré par (du plus profond vers la surface) :

- une géomembrane en bitume élastomère de 96 000 m² ;
- un géocomposite de drainage ;

- une couche d'un mètre de terre provenant de l'ancienne carrière du Ru Sec, visible au Sud de Montredon sur l'illustration 50.

Afin de capter les écoulements souterrains, des drains (B1 et B2) ont été posés en fond de confinement, orientant les eaux vers la station de dépollution de la Combe du Saut. Ces drains sont entièrement souterrains. Par ailleurs, un dispositif de tranchées drainantes en surface permet de capter les circulations souterraines peu profondes afin de limiter le contact avec les matériaux stockés.

Les déchets les plus pollués ont été confinés dans une alvéole (dénommée alvéole étanche ADEME) localisée dans la partie Nord-Est de la zone de confinement dont le fond a été étanché au moyen de 1 m d'argile surmontée d'une géomembrane en PEHD. Deux drains complètent ce dispositif (drains Nord et Sud collectés à la station), tandis que les drains B1 et B2 assurent le drainage des eaux internes du reste de la zone de confinement ADEME. Il faut noter que le drain Sud est sec depuis 2013.

S'agissant d'une zone relativement peu pentue, il n'y a pas de problématique géotechnique nécessitant une surveillance de la stabilité du confinement.

3.3.2. Surveillance de l'aspect général

L'aspect général de ce secteur est suivi au moyen d'inspections visuelles de fréquence *a minima* mensuelle de la part de MINELIS. Le DPSM complète ces observations par une surveillance plus poussée semestriellement, s'attachant à relever les observations importantes quant au développement de la végétation, l'état des accès et caniveaux et les marques d'érosion. Le détail de ces observations figure dans les CR semestriels en annexe 07 et 09.

Les inspections de surveillance réalisées en 2022 dans les zones de la Combe du Saut et du Champ Magné n'ont pas mis en évidence d'évolution préjudiciable majeure en 2022. Les principales problématiques sont toujours le ravinement du fossé d'amenée des eaux jusqu'à RM2 (Cf. Illustration 80) et le merlon dégradé en amont de la mare B2.

La signalétique du site a été renforcée en 2022 avec un panneautage de certaines zones mal pourvues (Cf. Illustration 81).



Illustration 80 : Fossé d'amenée des eaux en amont de la mare RM2 fortement raviné.



Illustration 81 : Nouvelle signalétique mise en place à proximité de RM2.

3.3.3. Eaux superficielles

Ce secteur présente deux points d'eau où les ruissellements et éventuelles venues d'eau souterraines s'accumulent. Il s'agit de la mare B2 et RM2 représentées sur l'illustration 78. Les données de suivi des eaux de RM2 sont présentées dans la partie traitant des eaux de ruissellement du stockage de Montredon (Cf. § 3.2.5).

Les eaux de la mare B2 sont analysées trimestriellement (Cf. Illustration 82).

Cette mare est liée à un micro barrage hydraulique ancré dans le schiste compact afin de capter les eaux souterraines en amont du confinement de l'ADEME. Cette mare collecte également les eaux de ruissellement de la zone des arséniates de chaux et de la partie basse du flanc Est du stockage de Montredon.



Illustration 82 : Mare B2 en amont de la Combe du Saut (©MINELIS, 2022).

En cas de fortes pluies, elle permet également un écrêtement du débit et une partie des eaux est orientée par débordement vers le réseau de gestion des eaux superficielles jusqu'à l'Orbiel, mis en place par l'ADEME.

L'étanchéité du fond de la mare est assurée par la géomembrane bitumineuse du confinement.

La fréquence des campagnes sur les eaux de la mare B2 est trimestrielle. Les données 2022 sont regroupées dans le Tableau 18 ci-dessous.

	Date	Mars.22	Juin.22	Sept.22	Déc.22	Moyenne
		29/03/22	28/06/22	20/09/22	20/12/22	
Mare B2	As total (mg/L)	0,708	0,288	Sec	0,386	0,461
	As dissous (mg/L)	0,587	0,253		0,360	0,400
	Niveau* (cm)	19	75		2	32
	pH	7,89	7,87		7,75	7,84
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	2 480	589		3 571	2 213
	E _h (mV)	328	315		366	336
	Température	15,4	25,3		11,6	17,4
	Oxygène dissous (mg/L)	9,7	6,7		8,2	8,2

*Le niveau d'eau est relevé au niveau de la pige présente en bord de mare.

Tableau 18 : Données de suivi des eaux de la mare B2 (©MINELIS, 2023).

Le niveau de cette mare est dépendant des précipitations, ainsi que la concentration en arsenic (apparente dilution lorsque le niveau d'eau est élevé). En 2022, le niveau d'eau le plus bas de la mare a été relevé en septembre (mare sèche) et le plus haut en juin (75 cm). En 2022, les analyses d'arsenic total présentent une moyenne à 0,400 mg/L. Ces concentrations sont en cohérence avec les gammes habituellement observées, comme représenté sur l'illustration 83 ci-dessous.

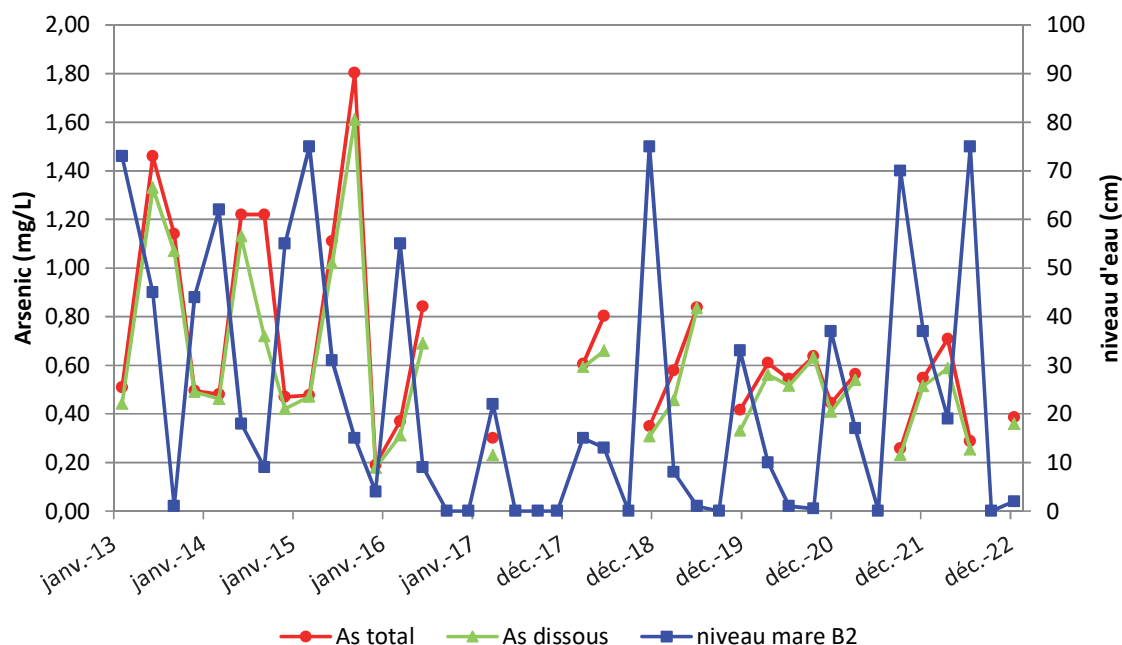


Illustration 83 : Evolution des concentrations en arsenic total et dissous de la mare B2, (©MINELIS, 2023).

Les absences de valeurs dans les chroniques des concentrations en arsenic correspondent à des campagnes sans mesure possible du fait de l'absence d'eau. On notera une tendance à la baisse des valeurs de concentration en arsenic depuis le début de la surveillance en 2009.

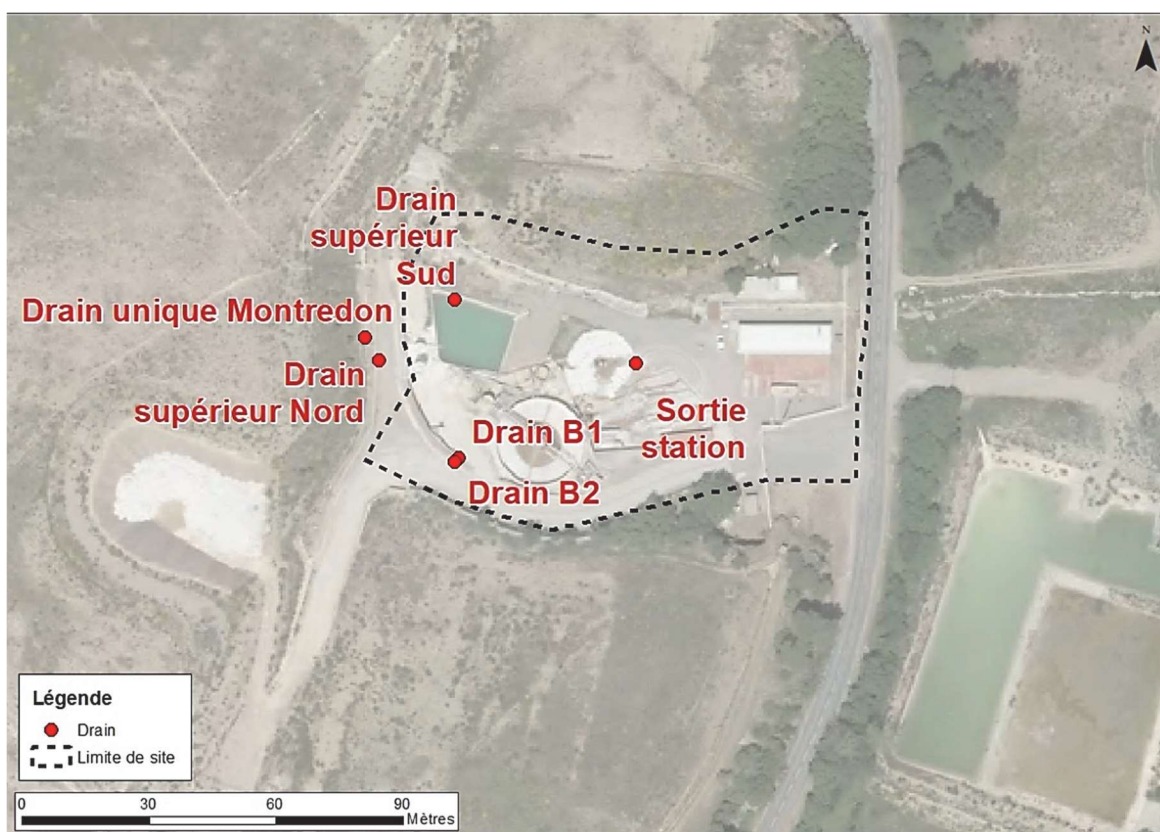
3.3.4. Eaux de drainage

Les exutoires du réseau de drainage de la zone de confinement ADEME (drains Nord et Sud de l'alvéole et drains B1 et B2) sont cartographiés en Illustration 84.

a) Drains B1 et B2

Deux drains, B1 et B2, existent au fond du confinement afin d'évacuer les eaux vers la station de dépollution (Cf. Illustration 79).

En partie terminale, ces deux drains ont été installés dans une petite galerie (dite le "tunnel") pour rejoindre la station de dépollution (Cf. Illustration 85).



Note : le drain unique Montredon réunit depuis mai 2021 les eaux des drains D1 et D2 de Montredon (cf. §3.2.4 b) ainsi que les eaux provenant des puits de pompage de Montredon dans une seule canalisation acheminant ces eaux pour traitement par la station. Les mentions « drain supérieur Sud » et « drain supérieur Nord » font référence aux drains alvéole Sud et Nord.

Illustration 84 : Localisation du débouché des drains provenant de la zone de confinement ADEME et du stockage de Montredon.



Illustration 85 : Arrivée des drains B1 et B2 à la station de dépollution (©MINELIS, 2020).

Jusqu'en 2013, l'arsenic était analysé à partir d'un échantillon composite des deux drains. Depuis 2013, les mesures sont réalisées trimestriellement sur chaque drain et l'arsenic dissous a été ajouté à la liste des paramètres suivis et la filtration de l'échantillon pour analyse de l'arsenic dissous est faite sur site depuis 2014. Depuis septembre 2014, le drain B1 ne coule plus malgré des tentatives de rétablissement de l'écoulement par hydrocurage en 2016, 2017 et 2018.

		Mars.22	Juin.22	Sept.22	Déc.22	Moyenne
	Date	29/03/22	28/06/22	20/09/22	20/12/22	
Drain B2	Débit (m ³ /h)	1,380	0,504	0,266	0,264	0,604
	pH	7,66	8,05	7,77	8,08	7,89
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	2 443	2 960	3 308	3 304	3 004
	E _h (mV)	343	234	348	280	301
	Température (°C)	17,2	19,4	18,7	16,8	18,0
	Oxygène dissous (mg/L)	8,7	6,6	8,1	8,5	8,0
	As total (mg/L)	1,01	0,97	0,85	0,92	0,94
	As dissous (mg/L)	1,13	0,93	0,86	0,94	0,96

Tableau 19 : Contrôle trimestriel du débit et de la qualité des eaux du drain B2 (©MINELIS, 2023).

L'arsenic est essentiellement sous sa forme dissoute dans le drain B2. La concentration en arsenic est relativement stable au cours de l'année 2022 avec une moyenne à 0,94 mg/L en total et 0,96 mg/L en dissous du fait des incertitudes analytiques (Cf. Tableau 19).

La chronique de suivi du drain B2 est fournie en Illustration 86.

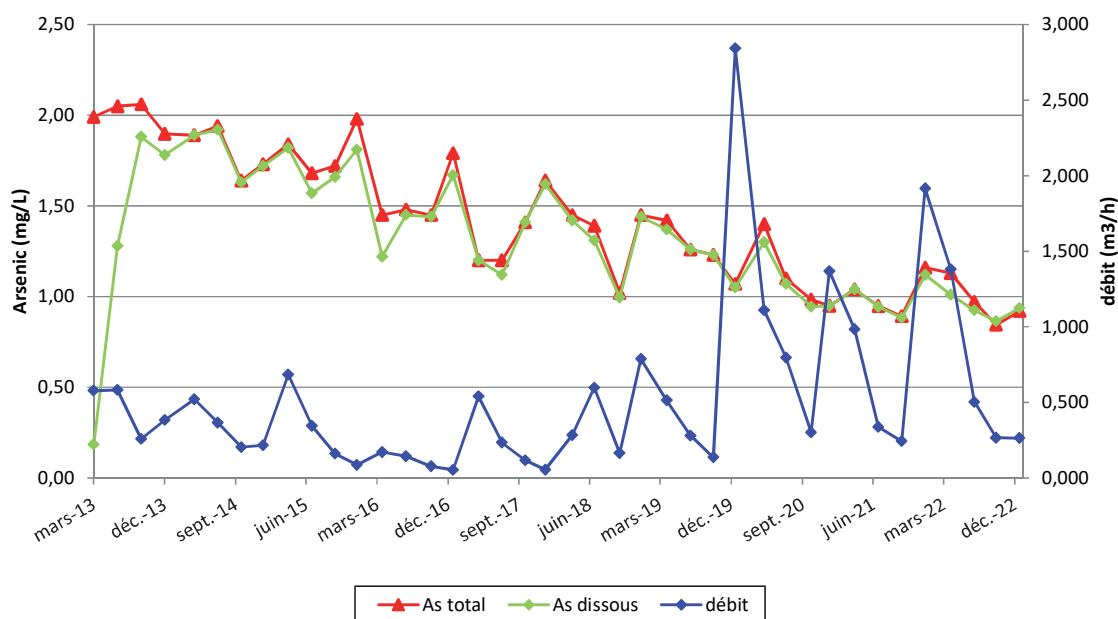


Illustration 86 : Débit et concentration en arsenic du drain B2 (©MINELIS, 2023).

Les fluctuations du débit du drain B2 semblent en cohérence avec la pluviométrie, tandis que les concentrations en arsenic poursuivent leur tendance à la baisse.

b) Drains de l'alvéole étanche ADEME

Deux drains (drain Nord et le drain Sud, Cf. Illustration 87) collectent les eaux de l'alvéole étanche ADEME, et permettent de contrôler l'étanchéité du système de stockage. Le drain Sud est à sec depuis 2013. Ces drains sont suivis trimestriellement et l'arsenic est analysé lorsqu'un prélèvement est possible.



Illustration 87 : Drain Sud (photo de gauche) et drain Nord (photo de droite) (©MINELIS, 2021).

Aucun écoulement n'a été constaté sur les drains en 2022.

Les chroniques de mesures sur le drain Nord depuis 2013 sont présentées sur le graphique de l'illustration 88.

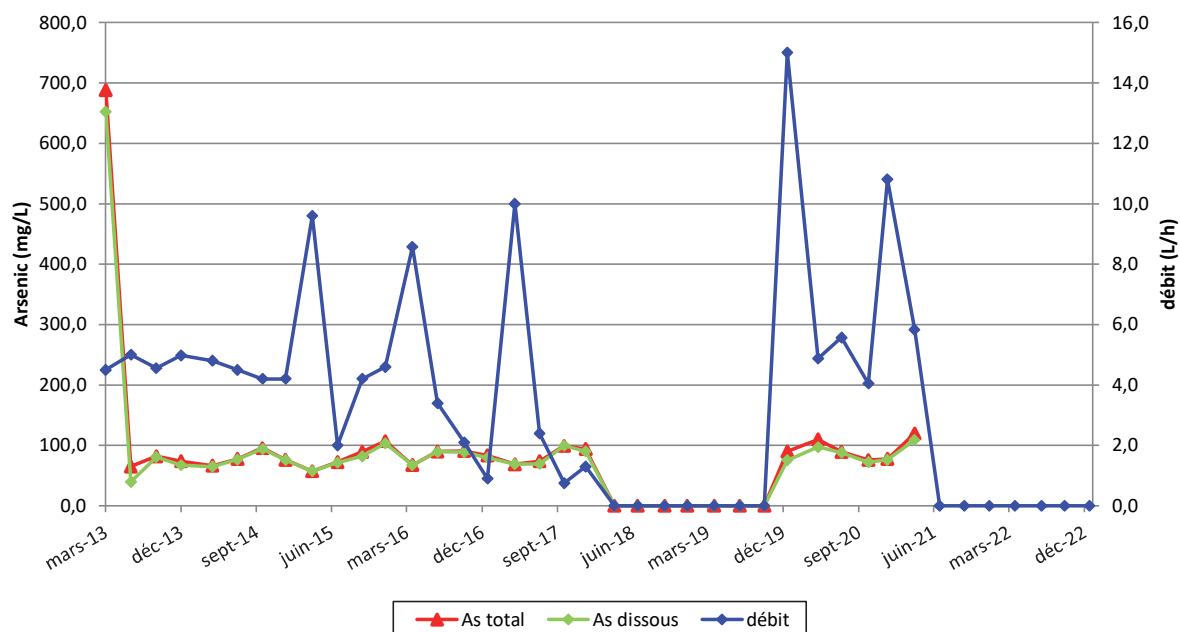


Illustration 88 : Concentration en arsenic total et dissous et débit du drain Nord de l'alvéole étanche ADEME (adapté de ©MINELIS, 2023).

3.4. USINE DE L'ARTUS ET CHAMP MAGNÉ

3.4.1. Présentation du site

Le procédé de traitement par flottation du minerai extrait ayant laissé sur la zone du Monitoring environ 6 Mt de résidus de traitement avec une coupure d'environ 2 g/t d'or, la société SNC Lastours a mis en service une unité de traitement par cyanuration de ces haldes. Cette unité, en activité à partir de 1989, était connue sous le nom « usine de l'Artus ». Celle-ci était située en face du stockage de l'Artus, en rive droite de l'Orbiel.

En 1997, SNC Lastours arrêta l'exploitation, et cette usine de cyanuration de l'Artus est ensuite devenue l'usine de transfert des résidus de traitement de MOS vers le stockage édifié en rive gauche de l'Orbiel (Cf. Illustration 90) avant d'être démantelée par MOS.

Le Champ Magné, à l'Est de l'emplacement de l'ancienne usine de l'Artus, a pu servir de lieu de stockage de résidus divers (creusets de four, briques, fûts...) en relation avec l'activité de la société des Mines et Produits Chimiques de Salsigne (SMPCS) mise en liquidation en 1992.

De plus, en 1987, un atelier de fabrication et de stockage d'arsine (AsH_3 , gaz particulièrement toxique, destiné au dopage des microprocesseurs) est installé sur le champ Magné (Cf. Illustration 89). Il s'agit de l'usine Arsine, dont la capacité de production était de 500 kg d'arsine par an.



Illustration 89 : Usine d'arsine en 2002 (©ADEME, 2006).

L'ADEME, au cours de ses actions sur le site entre 1999 et 2010, a démolé l'usine d'arsine et excavé la zone.

Les terrains pollués sur le site de l'usine Artus et sur le Champ Magné ont été décapés et évacués vers la zone de confinement ADEME.



Illustration 90 : Localisation du Champ Magné et de l'ancienne usine de l'Artus.

3.4.2. Surveillance de l'aspect général

L'aspect général de la zone est suivi au moyen d'inspections visuelles de fréquence *a minima* mensuelle de la part de MINELIS. Le DPSM complète ces observations par une surveillance plus poussée semestriellement, s'attachant à relever les observations importantes quant au développement de la végétation, l'état des accès et caniveaux et les marques d'érosion. Le détail de ces observations figure dans les CR semestriels en annexe 07 et 09.

Aucune évolution significative n'est à signaler dans ce secteur en 2022.

Une fosse restée ouverte suite aux travaux de réaménagement du point V devra être comblée (Cf. Illustration 91).



Illustration 91 : Fosse à refermer suite aux travaux de réaménagement du point V (mai 2022).

La rampe d'accès au site de l'ancienne usine de l'Artus (mise en place pour les travaux de sécurisation d'accès à la résurgence captée « point V ») a été barrée début 2022.

3.4.3. Eaux superficielles (sources)

La localisation des deux points de suivi des eaux superficielles sur le site de l'usine Artus figure ci-dessous (Cf. Illustration 92).

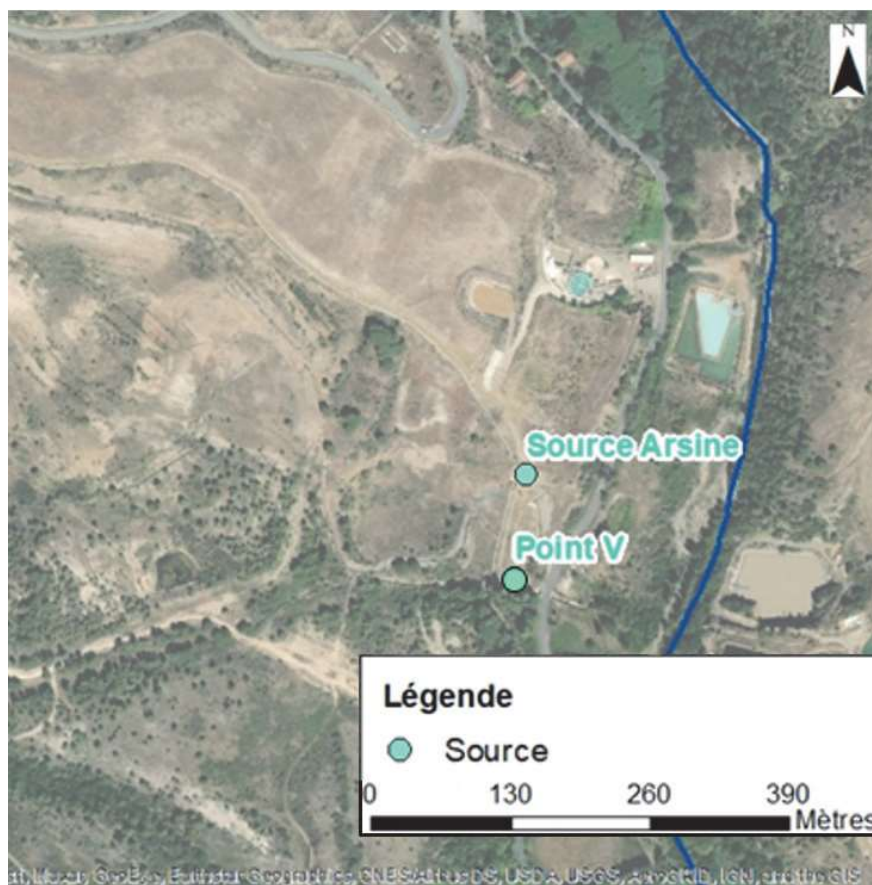


Illustration 92 : Localisation des points de prélèvements Point V et Source Arsine au droit du secteur de l'ancienne usine Artus.

a) Source Arsine

Lors de l'excavation par l'ADEME des sols au niveau de l'usine Artus démantelée, une venue d'eau dite Source Arsine a été mise en évidence. Cette source proviendrait :

- d'eau ayant circulé à travers les formations tertiaires et les résidus présentant la minéralisation du minerai d'origine ;
- du lessivage d'un stock d'arséniate de chaux par des eaux provenant des formations tertiaires.

Les eaux collectées étaient historiquement acheminées vers la lagune d'infiltration de la station de dépollution. En 2020, des travaux sur la canalisation de la source Arsine ont été réalisés (Cf. Illustration 93) afin d'acheminer les eaux jusqu'au collecteur du point V où elles sont pompées vers la station de dépollution pour traitement.



Illustration 93 : Avoir bétonné de la source Arsine (mai 2022).

Les mesures sont réalisées sur la source Arsine à une fréquence mensuelle. Le Tableau 20 présente les résultats pour l'année 2022.

Date	Débit (m ³ /h)	pH	Cond. (μS/cm)	E _n (mV)	Temp. (°C)	O ₂ diss. (mg/L)	As total (mg/L)	As dissous (mg/L)
25/01/22	0,396	8,18	1 374	325	9,0	9,6	6,94	6,84
21/02/22	0,078	8,05	1 405	246	10,9	9,2	4,62	4,58
29/03/22	0,307	8,04	1 231	326	14,4	9,2	6,71	7,45
25/04/22	0,396	8,17	1 217	292	18,4	7,8	3,67	3,60
30/05/22	Sec							
28/06/22	0,001	7,92	1 152	311	28,1	6,4	7,05	6,65
19/07/22	Sec							
22/08/22								
20/09/22								
24/10/22								
22/11/22	0,036	7,83	1 203	358	11,2	9,6	8,07	8,06
20/12/22	0,001	8,16	679	340	13,1	8,4	5,67	5,43
Moyenne	0,174	8,05	1 180	314	15,0	8,6	6,10	6,09

Tableau 20 : Résultat du suivi des eaux de la source arsine en 2022 (©MINELIS, 2023).

La source Arsine était sèche lors de la campagne de mai 2022 puis de juillet à octobre 2022. L'arsenic y est très majoritairement sous forme dissoute. Les concentrations en arsenic sont relativement stables, avec un maximum à 8,07 mg/L en novembre 2022.

La source est suivie depuis 2008 et les mesures sont effectuées mensuellement depuis 2013 (Cf. Illustration 94). A noter que l'analyse de l'arsenic dissous a débuté en 2013.

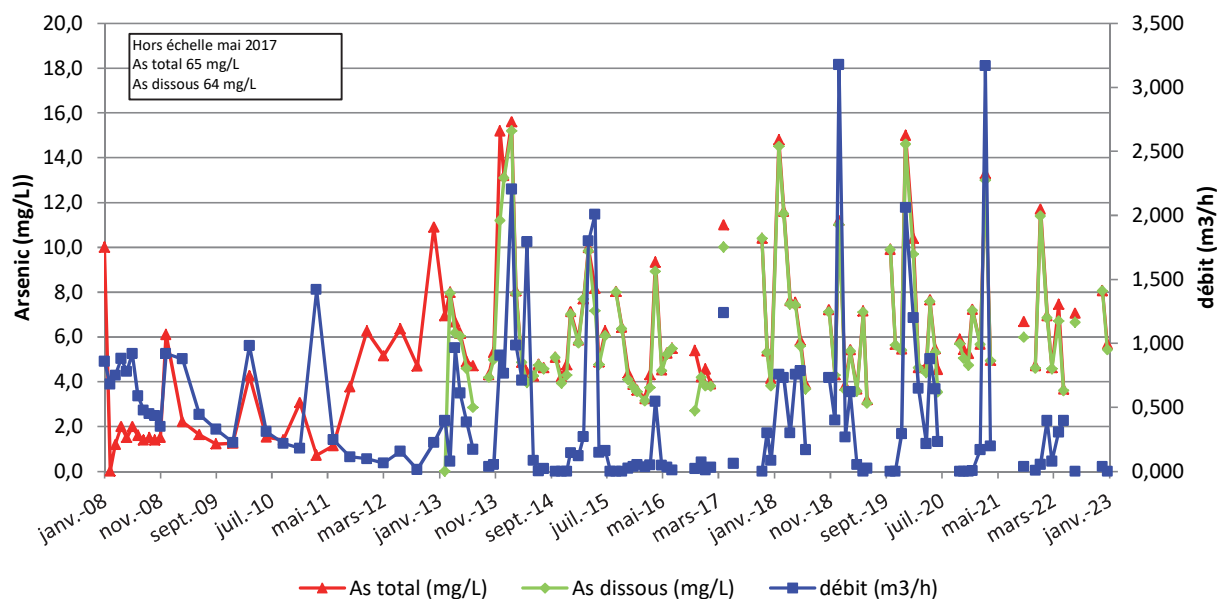


Illustration 94 : Concentration en arsenic et débit de la source Arsine (©MINELIS, 2023).

Les variations des concentrations et débits de 2022 sont dans la gamme des mesures relevées depuis le début du suivi.

b) Point V

Le point V est un dispositif de captage à son émergence d'une venue d'eau contaminée mis en place lors des travaux de l'ADEME. Une partie de l'origine est supposée due à d'anciens drains des plages du Monitoring, mais le contact géologique mis en évidence localement serait également favorable à l'accumulation et la résurgence d'eau (Mathieu et Barbier, 2015). Les eaux collectées au point V, localisé en bordure Sud du site à proximité du fossé de colature, sont traitées à la station de dépollution depuis leur captage en 2007 durant les travaux de l'ADEME.

Un prélèvement pour analyse est effectué sur une base hebdomadaire par l'exploitant de la station, toutefois le rythme de ces prélèvements peut varier à la marge en fonction des relèves réalisées par l'exploitant de la station (Cf. Tableau 22).

La relève du compteur mesurant le volume et le débit des eaux provenant du point V (sous-estimés en cas de débordement) n'étant pas réalisée aux mêmes jours que les prélèvements pour analyse, le Tableau 21 et l'illustration 95 s'attachent avant tout à représenter les résultats de concentration en arsenic.

En 2020, des travaux ont été réalisés pour raccorder au point V les eaux de la source Arsine puis l'accès au point V a été sécurisé en 2021 (Cf. 3.4.1).

Date	As total (mg/L)	As dissous (mg/L)	Conductivité (µS/cm)	pH	Potentiel redox (mV)
03/01/2022	17,9	17,4	1377	8,9	9
10/01/2022	17,92	17,18	1287	7,6	49
17/01/2022	18,08	17,05	1388	7,5	-15
24/01/2022	21	19,41	1354	7,1	262
31/01/2022	24,03	22,44	1430	7,3	-49
07/02/2022	23	22,6	1514	7,5	183
14/02/2022	23,2	23	1421	7,2	90
21/02/2022	25,6	25,1	1439	7,1	398
28/02/2022	27,57	24,77	1506	7,1	264
07/03/2022	29,3	27,3	1458	7,3	42
14/03/2022	20	19,8	1334	7,6	209
21/03/2022	18,99	17,59	1385	7,4	158
28/03/2022	24,8	23,58	1366	7,2	215
04/04/2022	22,85	22,61	4740	7,7	120
19/04/2022	29,24	24,73	1391	7,2	107
25/04/2022	22,18	22,05	1334	7,4	83
02/05/2022	21,39	21,33	1307	7,4	80
09/05/2022	23,55	23,28	1299	7,4	-9
16/05/2022	26,3	25	1391	7,7	191
23/05/2022	27,81	22,12	1361	7,4	120
30/05/2022	29,2	27,4	1401	7,3	198
07/06/2022	32,72	27,58	1407	7,4	181
13/06/2022	29,33	28,99	1444	7,3	179
20/06/2022	29,67	29,04	1296	7,4	22
27/06/2022	38,91	36,27	4125	7,8	36
04/07/2022	34,12	32,37	1386	7,5	172
11/07/2022	29,21	27,12	1379	7,2	127
18/07/2022	30,56	30,09	1298	7,2	92
25/07/2022	29,35	28,17	1414	7,4	-176
01/08/2022	28,7	28,15	1392	7,1	156
08/08/2022	36,92	27,96	1394	7,1	134
16/08/2022	35,9	32,59	1379	7,1	90
22/08/2022	32,66	28,47	1393	7,6	-40
29/08/2022	31,69	26,47	1440	7,4	162
05/09/2022	31,55	27,19	1399	7,6	152
12/09/2022	31,24	29,08	1375	7,6	50
19/09/2022	34,04	26,54	1360	7,5	89
26/09/2022	30,94	27,26	1319	7,5	34
03/10/2022	28,1	26,3	1308	7,3	80
10/10/2022	29,86	27,53	1293	7,2	179
17/10/2022	29,5	27,1	1291	7,4	272
24/10/2022	31,59	27,69	1278	7,5	163
31/10/2022	28,18	27,1	1280	7,5	185
07/11/2022	30,8	27,7	1250	7,6	106
14/11/2022	31,4	27	1192	7,7	140
21/11/2022	26,22	27,13	1155	7,6	195
12/12/2022	26,96	25,81	1238	7,4	-147
19/12/2022	25,7	25,2	1233	7,3	-167
26/12/2022	26,63	24,97	1238	7,1	46

Tableau 21 : Résultats d'analyses et mesures réalisées en 2022 sur les eaux de la source Point V.

En 2022, les concentrations en arsenic total dans les eaux du Point V fluctuent entre 17,90 et 38,91 mg/L, ce qui est comparable à 2021. La concentration moyenne en arsenic total en 2022 est de 27,68 mg/L. La tendance générale à la baisse et une certaine saisonnalité des concentrations en Arsenic dans les eaux de la source Point V semble s'estomper ces deux dernières années (Cf. Illustration 95).

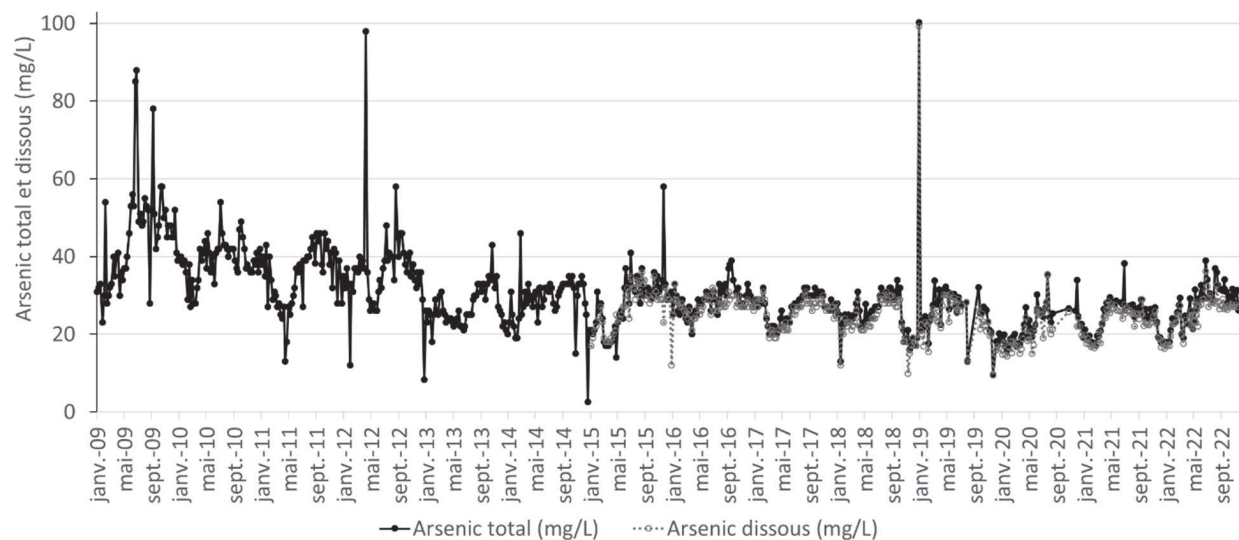


Illustration 95 : Concentrations en arsenic au point V (2011-2022).

3.4.4. Eaux souterraines

Deux piézomètres sont présents sur cette zone : PZ8 et BP11 (Cf. Illustration 96). Il sont situés respectivement en partie haute et basse du site de l'ancienne usine de l'Artus d'après l'illustration 90.



Illustration 96 : Piézomètres PZ8 et BP11 de l'usine Artus du champ Magné (©MINELIS, 2018).

Depuis 2013, en plus de l'analyse de l'arsenic dissous et des cyanures totaux, des analyses d'arsenic total et de cyanures libres sont réalisées, et la fréquence des campagnes de mesures est trimestrielle.

a) Piézométrie

L'illustration 97 et l'illustration 98 ci-dessous présentent les cotes piézométriques relevées sur les ouvrages PZ8 et BP11.

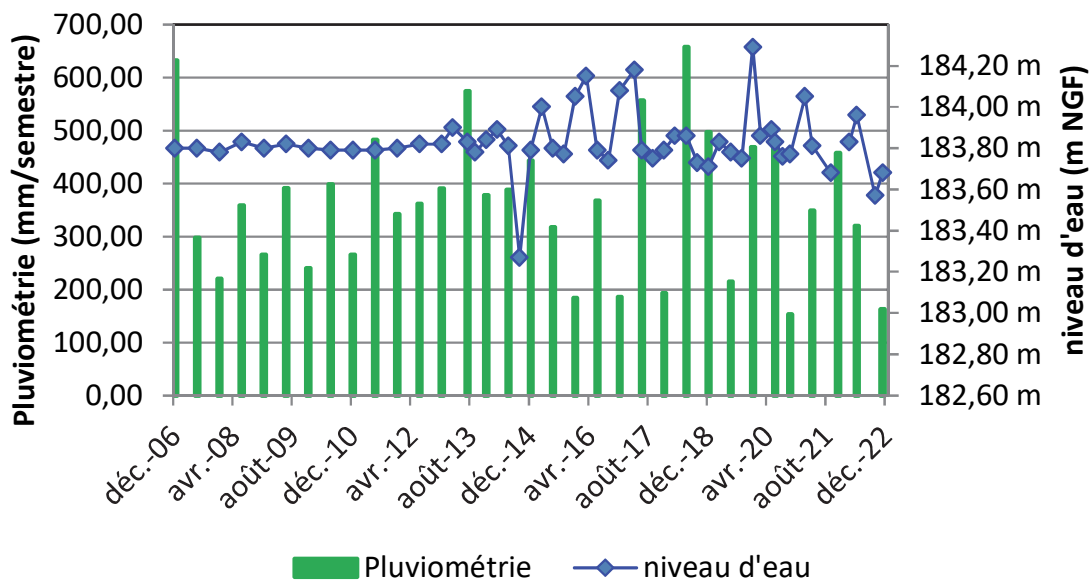


Illustration 97 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur PZ8 (©MINELIS, 2023).

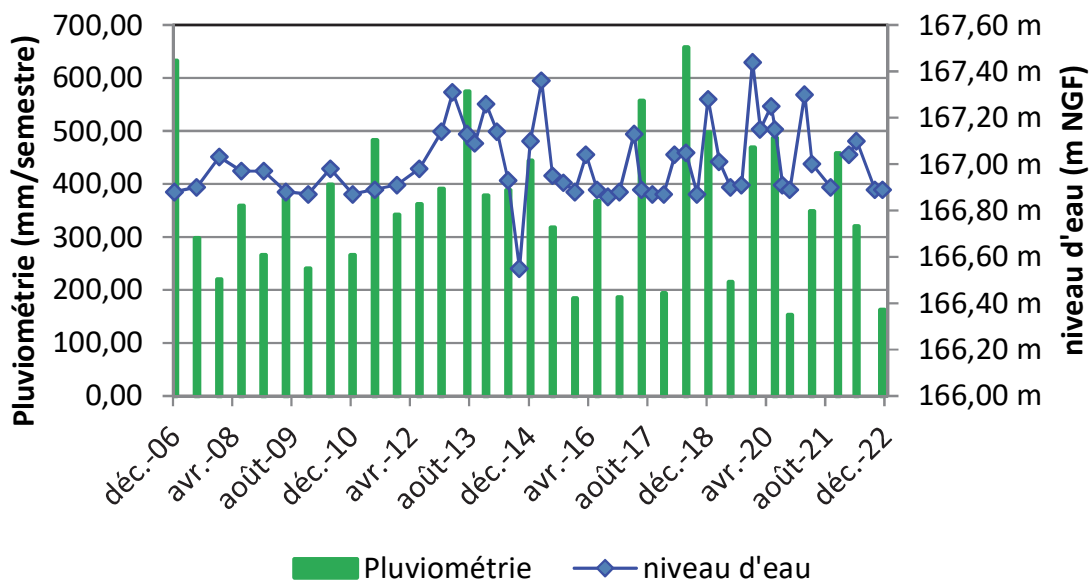


Illustration 98 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur BP11 (©MINELIS, 2023).

Les deux ouvrages sont distants de seulement 125 m mais leur cote piézométrique diffère d'environ 17 m, ce qui suggère que les ouvrages ne captent pas les mêmes circulations d'eau souterraines.

Le niveau d'eau dans BP11 est resté dans les gammes de variation habituelles tout au long de l'année 2022. En septembre 2022 sur PZ8, un niveau exceptionnellement bas a été enregistré.

b) Suivi qualitatif des eaux souterraines

Les résultats des campagnes de suivi sont regroupés dans le Tableau 22 ci-dessous.

PZ8		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne annuelle
pH	u	7,33	7,70	7,65	7,37	7,51
Conductivité	(μ S/cm)	2316	2342	3300	3451	2852
Eh	(mV)	385	327	332	318	340
Température	(°C)	15	15,6	22,4	18	17,8
O2 dissous	(mg/L)	8,1	7,6	5,4	8,0	7,3
As total	(mg/L)	0,026	0,061	0,056	0,068	0,053
As dissous	(mg/L)	0,012	0,017	0,017	0,012	0,014
Cyanures totaux	(mg/L)	0,056	0,048	0,033	0,320	0,114
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<100	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	186,50	186,50	186,50	186,50	186,50
Niveau/Tête piézo	(m)	2,67	2,54	2,93	2,82	2,74
Cote nappe	(mNGF)	183,83	183,96	183,57	183,68	183,76

BP11		févr.-22	avr.-22	sept.-22	nov.-22	Moyenne annuelle
pH	u	7,50	7,69	7,83	7,54	7,64
Conductivité	(μ S/cm)	1407	1934	2149	2146	1909
Eh	(mV)	400	274	338	315	332
Température	(°C)	16,2	16	19,9	18,1	17,6
O2 dissous	(mg/L)	8,2	7,7	6,4	8,2	7,6
As total	(mg/L)	5,570	5,720	5,400	5,950	5,660
As dissous	(mg/L)	5,440	5,400	5,330	6,930	5,775
Cyanures totaux	(mg/L)	0,013	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	171,85	171,85	171,85	171,85	171,85
Niveau/Tête piézo	(m)	4,81	4,75	4,96	4,96	4,87
Cote nappe	(mNGF)	167,04	167,10	166,89	166,89	166,98

Tableau 22 : Résultats des mesures et analyses 2022 des piézomètres PZ8 et BP11 sur les sites de l'ancienne usine Artus et Champ Magné (©MINELIS, 2023).

La différence nette dans les conductivités des eaux des ouvrages Pz8 et BP11 suggère qu'ils sont implantés dans des faciès différents.

- **Arsenic**

L'illustration 99 et l'illustration 100 ci-dessous reprennent les concentrations en As total et dissous depuis le début du suivi sur PZ8 et BP11, respectivement.

La concentration en arsenic total dans l'ouvrage BP11 situé en aval du piézomètre PZ8 est beaucoup plus élevée (2 ordres de grandeur). Elle est en moyenne, en 2022, de 0,053 mg/L pour

PZ8 contre 5,66 mg/L au droit de BP11, ce qui s'explique par la localisation de ces ouvrages relativement aux anciennes installations industrielles et à l'hétérogénéité des matériaux en place. Les concentrations mesurées en 2022 sont du même ordre de grandeur que les années précédentes.

La concentration en arsenic au droit de BP11 apparaît liée au niveau d'eau (mobilisation plus forte de l'arsenic en périodes de hautes eaux). Une tendance à la baisse, aujourd'hui stabilisée, y est visible depuis le début du suivi.

En 2022, le ratio arsenic dissous sur arsenic total est plus stable et moins élevé que les années précédentes : 26,4%. Au niveau de BP11, la proportion est beaucoup plus élevée, avec un artefact en novembre où la concentration en arsenic dissous est supérieure à celle en total.

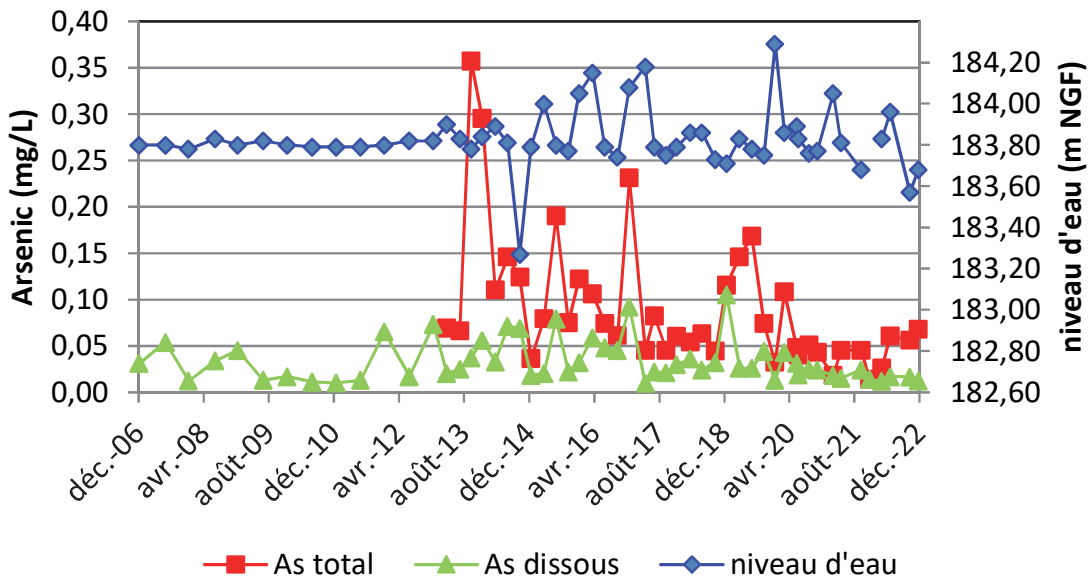


Illustration 99 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ8 (©MINELIS, 2023).

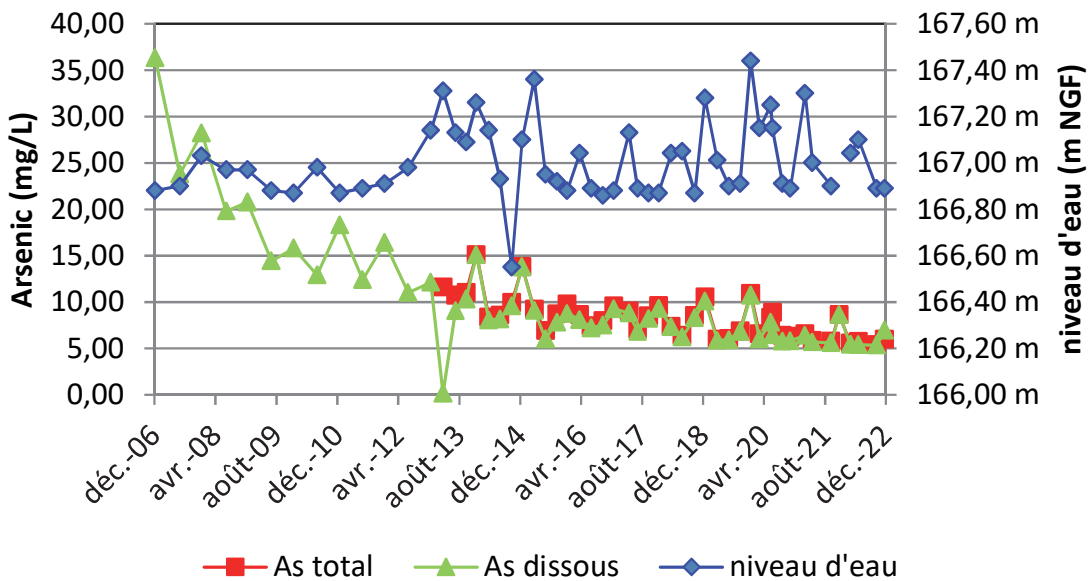


Illustration 100 : Evolution de l'arsenic et du niveau d'eau du piézomètre BP11 (©MINELIS, 2023).

• **Cyanures**

En 2022, l'ouvrage PZ8 présente des traces de cyanures totaux : 0,046 mg/L en moyenne (hors pic) à 0,32 mg/L en novembre 2022. Cette valeur inhabituelle correspond à un niveau d'eau très bas (le plus faible relevé depuis 2014).

La concentration sur BP11 reste inférieure ou très proche de la limite de quantification (0,010 mg/L). Les concentrations en cyanures libres restent inférieures à la limite de quantification au droit des deux ouvrages.

L'illustration 101 et l'illustration 102 ci-dessous reprennent les concentrations en CN totaux et libres depuis le début du suivi sur PZ8 et BP11, respectivement.

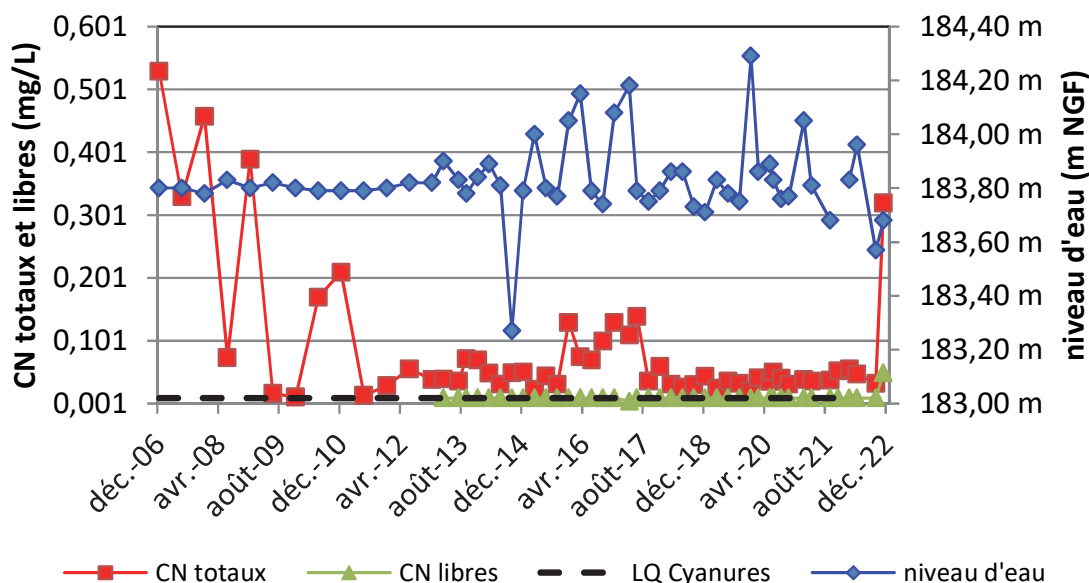


Illustration 101 : Evolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre PZ8 (©MINELIS, 2023).

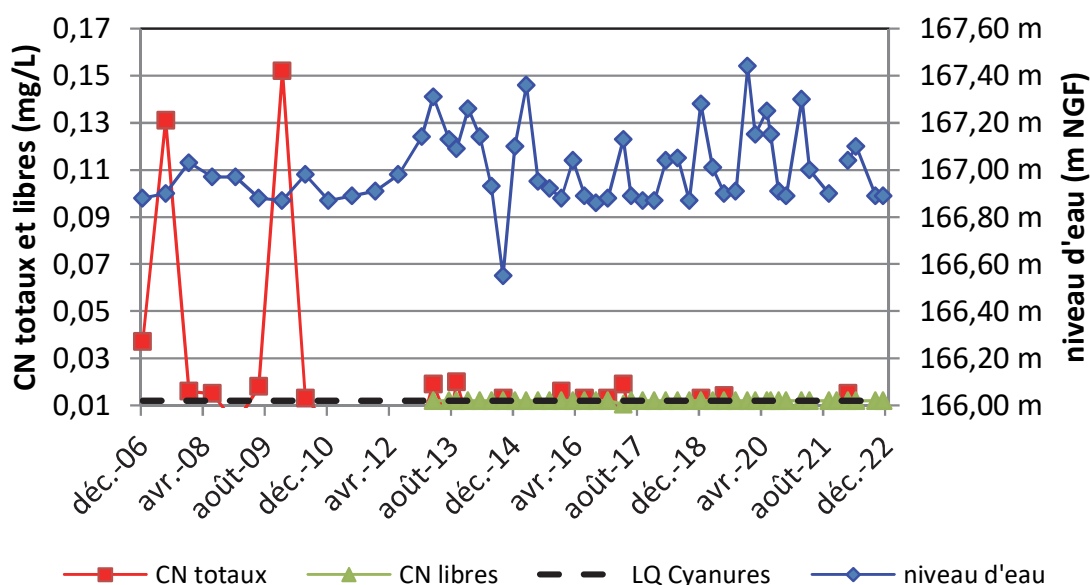


Illustration 102 : Evolution des cyanures et du niveau d'eau du piézomètre BP11 (©MINELIS, 2023).

4. Surveillance du secteur de la Caunette

4.1. PLAGES ET USINE DE LA CAUNETTE

4.1.1. Présentation du site

Le secteur de la Caunette correspond à l'emplacement d'un ancien stockage de résidus de traitement (plage de la Caunette, résidus de four et scories) et à l'ancienne usine de traitement de la Caunette. Cette zone a fait l'objet d'une réhabilitation par MOS (Mine d'Or de Salsigne) en 2004 avec évacuation des produits pollués vers le bassin de Montredon, y compris les matériaux anciens les plus arséniés.

La société Aude Agrégats exploite toujours une carrière de granulats à l'Est de cette zone et occupe l'emplacement de l'ancienne usine de la Caunette où sont présents ses bureaux et ses installations de concassage et de livraison de granulats.

A l'Est de l'ancienne usine et plages de la Caunette, le sous-sol rocheux est recoupé par l'ancienne mine souterraine de la Caunette. Celle-ci a été exploitée de façon moderne de 1864 à 1958, dans un premier temps pour le fer, puis à partir de 1879 pour le plomb. Ce réservoir minier présente une émergence qui se déverse en contrebas, dans l'Orbiel (Cf. § 5.2). Des résidus de traitement de minerai riches en arsenic, mais également étrangers au gisement avaient été identifiés dans différents niveaux de cette mine par l'étude commandée par GEODERIS (Marroncle et Baranger, 2005).

Le secteur de la Caunette est intégré à la surveillance après-mine menée par le DPSM d'une part dans la mesure où l'ancienne mine de plomb argentifère a servi temporairement après sa fermeture pour le stockage de déchets issus des activités de transformation de minerai de la Combe du Saut, et d'autre part en raison d'activités industrielles au jour dans ce secteur liées à la mine d'or.

L'illustration 103 présente une comparaison de la photo aérienne prise au début des années 2000 avant réhabilitation et de celle montrant l'état actuel du site.

La surveillance du site consiste en une inspection visuelle trimestrielle des anciennes plages de la Caunette (anciennes stockages de résidus de cyanuration, Cf. chapitre 1 de MOS, 2004) afin de vérifier l'état de la végétation et des ouvrages de gestion des eaux de ruissellement, complétée par le suivi du piézomètre PZ7 situé en bordure Sud du site.



Illustration 103 : Vue des anciennes plages de la Caunette sur photographie aérienne de 1999 à gauche et 2019 à droite.

4.1.2. Surveillance de l'aspect général

L'aspect général de ce secteur est suivi au moyen d'inspections visuelles de fréquence *a minima* mensuelle de la part de MINELIS. Le DPSM complète ces observations par une surveillance plus poussée semestriellement, s'attachant à relever les observations importantes quant au développement de la végétation, l'état des accès et caniveaux et les marques d'érosion. Le détail de ces observations figure dans les CR semestriels en annexes 07 et 09.

En 2022, aucune évolution significative n'est à signaler dans ce secteur, hormis des traces de passage d'engins visibles sur les anciennes plages de la Caunette (Cf. Illustration 104). Ces dernières sont probablement en lien avec les activités de la société Aude Agrégat, laquelle ne dispose pas d'autorisation d'intervenir dans ce secteur. Des échanges ont été initiés à la fin de l'année 2022 afin de régulariser la situation.



Illustration 104 : Traces de chenilles sur les anciennes plages (décembre 2022).

4.1.3. Eaux souterraines

L'illustration 105 ci-dessous indique l'emplacement du PZ7, au sud de l'ancienne usine de la Caunette.



Illustration 105 : Vue du site de la Caunette depuis le stockage de Montredon.

La mise en place de nouveaux ouvrages (en amont et aval) de suivi des eaux souterraines autour de ce site permettrait de suivre le milieu « eaux souterraines » en cohérence avec les principes de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. Dans cette optique, une réflexion sera menée en 2023 afin d'identifier de possibles sites d'implantation de nouveau(x) piézomètre(s) autour des anciennes plages et usine de la Caunette.

Les piézomètres Pz5 et Pz6 (Cf. Illustration 28), en position amont-latérale du secteur de La Caunette pourraient également être considérés vis-à-vis des eaux souterraines. Les données relatives à ces ouvrages sont présentées dans le cadre du chapitre relatif au stockage de Montredon (Cf. § 3.2.6).

a) Piézométrie

Le piézomètre PZ7 est utilisé pour accéder aux eaux souterraines en contrebas du site de la Caunette. Il est implanté à côté du bassin de récupération des eaux pluviales en aval de l'ancienne usine. Le suivi du niveau d'eau depuis 2006 est fourni en Illustration 106.

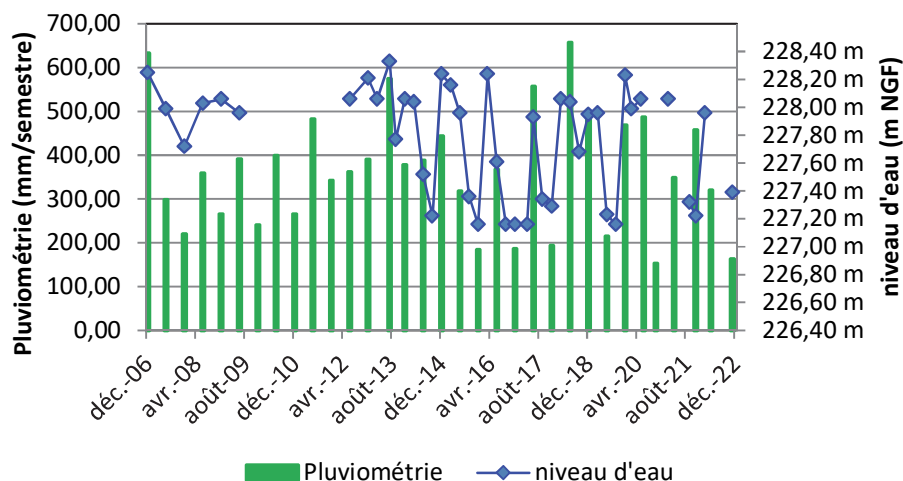


Illustration 106 : Pluviométrie et niveau d'eau dans le PZ7 (©MINELIS, 2023).

Le niveau d'eau dans le PZ7 semble réagir aux précipitations : en mai 2022, on constate que le niveau retrouve une cote haute, les mois de mars et avril ayant présenté des pluviométries proches des normales. Les variations piézométriques saisonnières sont dans la gamme de celles observées depuis le début du suivi de cet ouvrage.

b) Suivi qualitatif des eaux

Les résultats des campagnes de suivi de l'année 2022 sont regroupés dans le Tableau 23 ci-dessous.

PZ7		févr.-22	mai-22	août-22	nov.-22	Moyenne annuelle
pH	u	7,78	7,89	Pas assez d'eau	Pas assez d'eau	7,84
Conductivité	(μ S/cm)	2902	1208			2055
Eh	(mV)	418	292			355
Température	(°C)	17,4	16,6			17,0
O2 dissous	(mg/L)	8,1	8,1			8,1
As total	(mg/L)	0,230	0,151			0,191
As dissous	(mg/L)	0,109	0,096			0,102
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)	237,46	237,46			237,46
Niveau/Tête piézo	(m)	9,50	9,40	10,01	10,07	9,75
Cote nappe	(mNGF)	227,96	228,06	227,45	227,39	227,72

Tableau 23 : Résultats des mesures et analyses 2022 du piézomètre PZ7 sur l'ancienne usine de la Caunette (©MINELIS, 2023).

A noter que cet ouvrage est régulièrement sec (stagnations d'eau au fond du piézomètre) hors des périodes de pluviométrie importante, ce qui empêche régulièrement de prélever de l'eau pour le suivi qualitatif. Cela a à nouveau été le cas au mois d'août et de novembre 2022, où aucune analyse et aucun suivi des paramètres physico-chimiques n'a pu être réalisé. Cela pose aussi la question de la représentativité de cet ouvrage comme ouvrage de surveillance : il sera nécessaire d'évaluer la possibilité de renforcer le réseau de surveillance.

- **Arsenic**

L'illustration 107 ci-dessous reprend les concentrations en As total et dissous depuis le début du suivi de PZ7.

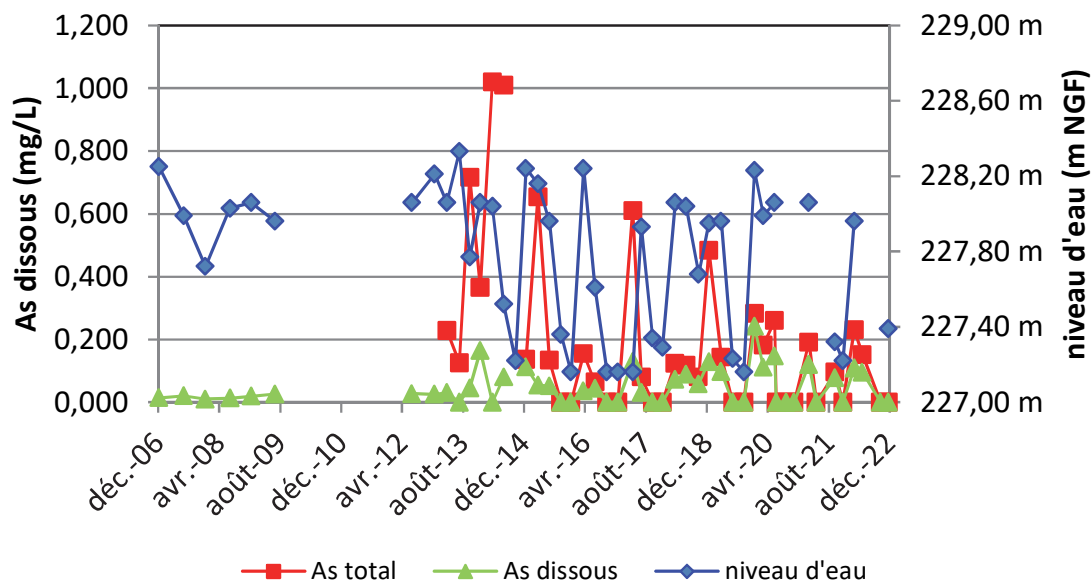


Illustration 107 : Evolution de la concentration en arsenic total et dissous du piézomètre PZ7 (©MINELIS, 2023).

En 2022, les concentrations en arsenic total et dissous ne dépassent pas celles habituellement observées sur PZ7.

- **Cyanures**

Depuis 2013, il n'y a eu qu'une concentration en cyanures libres ou totaux qui a été supérieure à la limite de quantification sur PZ7, d'où l'absence de graphique dans cette section.

4.2. ÉMERGENCE MINIÈRE DE LA CAUNETTE

4.2.1. Présentation du site

Des résidus de traitement de minerais riches en arsenic, mais également étrangers au gisement, ont été identifiés dans différents niveaux de la mine par le BRGM en 2000.

Selon l'étude historique réalisée pour l'ADEME (BURGEAP, 2002), entre 170 000 et 200 000 tonnes de résidus de flottation du site de la Combe du Saut ont été injectées par pompage dans les galeries de l'ancienne mine de la Caunette, pendant 18 mois, de 1973 à 1974, en raison de problèmes récurrents de drainage au niveau des plages de dépôts, implantées à l'époque vers la zone du Monitoring, et ayant entraîné à plusieurs reprises des glissements des digues de retenue des plages de dépôt.

Courant 1974, cette pratique a été arrêtée car ces résidus ressortaient dans l'Orbiel.

L'émergence de la mine de la Caunette se jette dans l'Orbiel en amont du Pont de Limousis (Cf. Illustration 108).

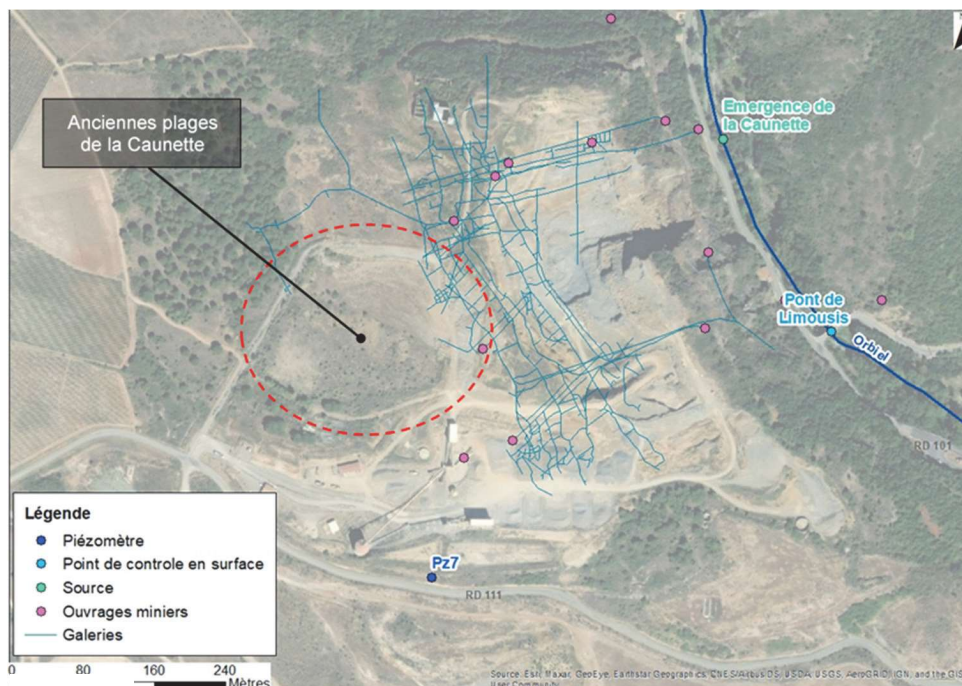


Illustration 108 : Carte de localisation de l'émergence de la Caunette, de ses ouvrages miniers (qui peuvent correspondre à des entrées de galeries et/ou des puits) et plan des galeries.

La sortie de la galerie correspond au travers-banc n°0 de la mine qui débouche au droit de la rivière à la cote 173,80 m NGF (Cf. Illustration 109).



Illustration 109 : Emergence du réservoir minier de la mine de la Caunette (©MINELIS, 2020).

Entre 2006 et 2007, un suivi du débit et de la qualité des eaux de l'émergence a été réalisé par GEODERIS. Il en est ressorti que la qualité de l'eau de l'émergence est variable (impact marqué en arsenic à l'étiage) et devait être suivie.

Une étude réalisée à la demande de la DREAL (par courrier du 19/08/2009) conclut que l'impact connu de l'émergence de la Caunette sur la qualité des eaux de l'Orbiel est trop faible pour nécessiter la mise en place d'un dispositif de traitement.

Sur la base de ce constat, la DREAL a demandé au DPSM de poursuivre le suivi environnemental de l'émergence afin de s'assurer que son impact sur l'Orbiel n'évoluait pas de façon préjudiciable.

4.2.2. Suivi des eaux de l'émergence

Les eaux de l'émergence de la Caunette font l'objet d'une surveillance trimestrielle, démarrée en juin 2010, laquelle consiste en :

- un suivi du débit et de la qualité des eaux au niveau de l'émergence de la mine de la Caunette ;
- un suivi de la qualité des eaux dans l'Orbiel :
 - en amont de l'émergence (point Lastours 2),
 - en aval de l'émergence (pont de Limousis).

Par soucis de cohérence, les conclusions de cette surveillance sont présentées au § 7.2.2 traitant du suivi des eaux de l'Orbiel.

5. Station de dépollution des eaux de la Combe du Saut

Le fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut durant l'année 2022 est détaillé dans un compte-rendu présentant les deux semestres de 2022 fourni en annexe 17 de ce rapport. Celui-ci mentionne les principaux dysfonctionnements, ainsi que les travaux réalisés sur l'année 2022.

5.1. MARCHÉ D'EXPLOITATION

Le DPSM confie l'exploitation et la maintenance de la station de dépollution de la Combe du Saut à un prestataire. Le contrat en cours est attribué à Véolia pour une durée de 4 ans à compter de juin 2021. Toutefois, dans le cadre du rachat de Suez par Véolia, la commission européenne a demandé à Véolia de céder un certain nombre de contrat concernant la gestion de sites industriels. Les activités dans les services de traitement des eaux industrielles de Veolia ont été ainsi acquises par l'entreprise Séché Environnement. Initialement prévu durant le 4^e trimestre 2022, ce transfert sera finalement réalisé au 1^{er} février 2023, ce délai supplémentaire étant lié à la régularisation administrative du marché et la signature de la convention tripartite de transfert entre Veolia, Séché et le DPSM. Il est précisé que dans le cadre de ce transfert d'entité entre Véolia et Séché, l'opérateur Véolia référent de la station de dépollution sera transféré au sein de Séché permettant ainsi de faciliter le transfert de compétence concernant le pilotage de la station de dépollution.

Les principales missions du prestataire en charge de l'exploitation et de la maintenance de la station sont :

- assurer l'entretien de l'ensemble des organes de la station (process et sécurité) ;
- garantir le bon fonctionnement de l'ensemble des drains et installations de captage afin de collecter l'ensemble des eaux du site et de les diriger vers la station dans le but de les dépolluer ;
- piloter et maintenir en état de fonctionnement la station de dépollution afin d'abattre les concentrations en arsenic en sortie et dans la lagune d'infiltration. Dans le cadre du marché d'exploitation de la station, les objectifs de qualité du rejet sont d'une part une concentration en arsenic inférieure à 1 mg/L en sortie de la station et d'autre part, à 2 mg/L dans la lagune d'infiltration.

Dans le cadre de sa prestation, le titulaire du marché d'exploitation et de maintenance est responsable du suivi analytique hebdomadaire du site afin d'une part, de vérifier le bon fonctionnement de la station et piloter les différents équipements, et d'autre part, de pouvoir s'assurer de la conformité du rejet vers la lagune d'infiltration et la nappe alluviale de l'Orbiel.

A noter que le marché d'exploitation et de maintenance de la station est complété par un marché de gestion des boues produites lors de la dépollution des eaux. Ce marché est attribué à l'entreprise SUEZ RW. Ce marché comprend :

- la mise à disposition de géotubes afin de conditionner les boues pour permette leur évacuation en Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) ;
- l'évacuation de ces boues ainsi que le curage et l'évacuation des matériaux déposés en fond de lagune d'infiltration.

Dans le cadre du rachat de Suez par Véolia, SUEZ RW a changé d'identité courant 2022 et intervient à présent en tant que SARPI (groupe Véolia). Il est précisé que ce changement a uniquement concerné l'identité de l'entreprise, les intervenants restant les mêmes.

5.2. FONCTIONNEMENT DE LA STATION

5.2.1. Principe de fonctionnement

Le principe général de traitement des eaux par la station de la Combe du Saut consiste à piéger l'arsenic par adjonction de chaux (Cf. Illustration 110).

Le traitement de l'eau à la chaux produit des résidus sous forme de boues humides composées de co-précipités de calcite, de brucite (hydroxyde de magnésium) et de chaux, piégeant l'arsenic. Ces boues sont conditionnées en géotubes filtrant afin d'augmenter la siccité des boues avant leur évacuation vers une installation de stockage de déchets dangereux (Cf. Illustration 114).

Les eaux, décontaminées de la majorité de l'arsenic (objectif d'abattement supérieur à 90%) qu'elles contiennent sont ensuite dirigées vers une lagune d'infiltration où elles percolent vers la nappe alluviale de l'Orbiel. En cas de besoin, les eaux de la lagune peuvent être pompées et dirigées en tête de station afin d'y subir un second traitement.

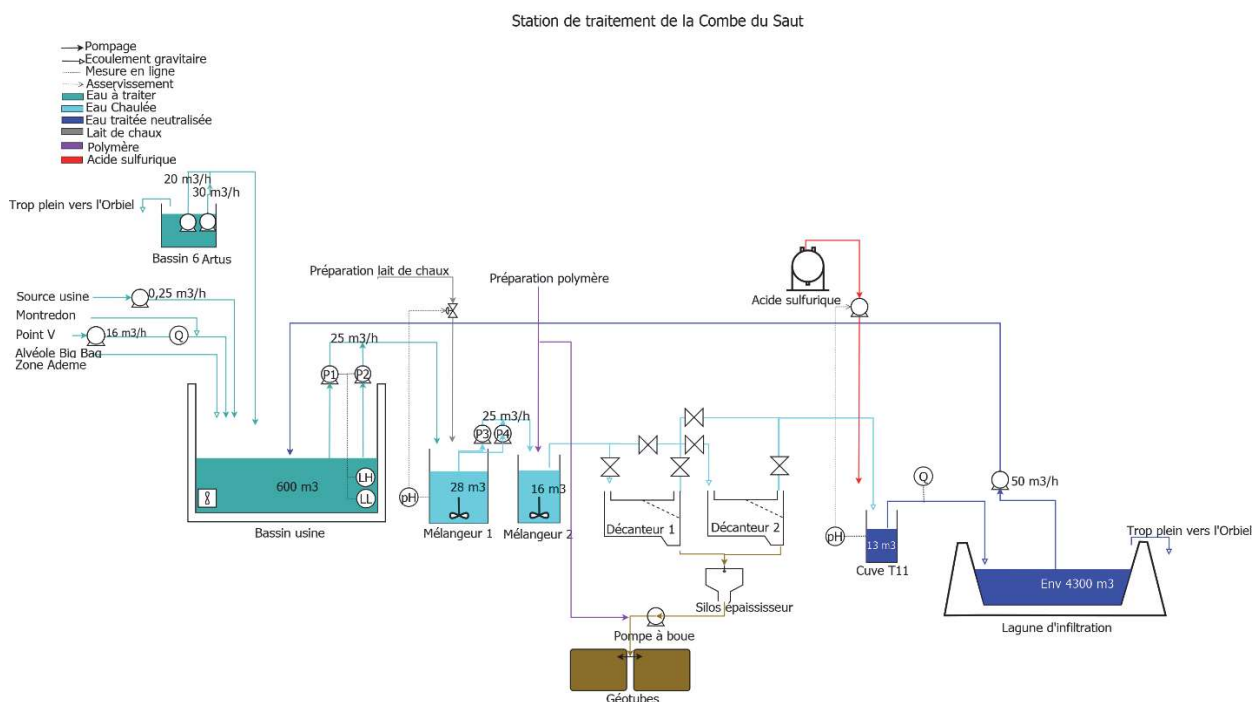


Illustration 110 : Schéma de fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut (©BRGM, juin 2022).

A noter que pendant la période d'activité industrielle, cette station était utilisée afin de traiter les eaux de process du site industriel de la Combe du Saut. Lors de la dernière étude réalisée par ICF pour le compte de l'ADEME en 2007, le fonctionnement attendu de la station était de garantir une concentration en arsenic inférieure à 2 mg/L en sortie de station vers la lagune et ce environ 90 % du temps.

5.2.2. Gestion du bassin B6

Une partie des eaux traitées proviennent du bassin B6 collectant les eaux de stockage de l'Artus (Cf. § 5.3). Suite au débordement du bassin B6 survenu en mai 2020, la gestion du niveau du B6 a fait l'objet d'un renforcement et d'une sécurisation du dispositif pompage, et de l'établissement d'une procédure fixant notamment les seuils de vigilance (-2,5 m/cote de débordement) et d'alerte (-2 m/cote de débordement) du niveau d'eau dans le B6. Cette procédure a été intégrée dans le marché d'exploitation de la station de dépollution. Le suivi du niveau d'eau dans le B6 est présenté ci-après (Cf. Illustration 111).



Illustration 111 : Capture écran supervision DPSM : Suivi du niveau du bassin B6 de l'Artus (source : Logiciel TOPKAPI).

5.3. ORIGINE DU VOLUME ENTRANT

Les eaux traitées proviennent du bassin B6 collectant les eaux du stockage de l'Artus, des drains de Montredon, de la zone de confinement mise en place par l'ADEME, de l'alvéole de stockage des big-bags réhabilitée et de sources captées (source STEP, point V depuis 2007 et source Arsine depuis 2020) (Cf. Illustration 112 et Illustration 113).

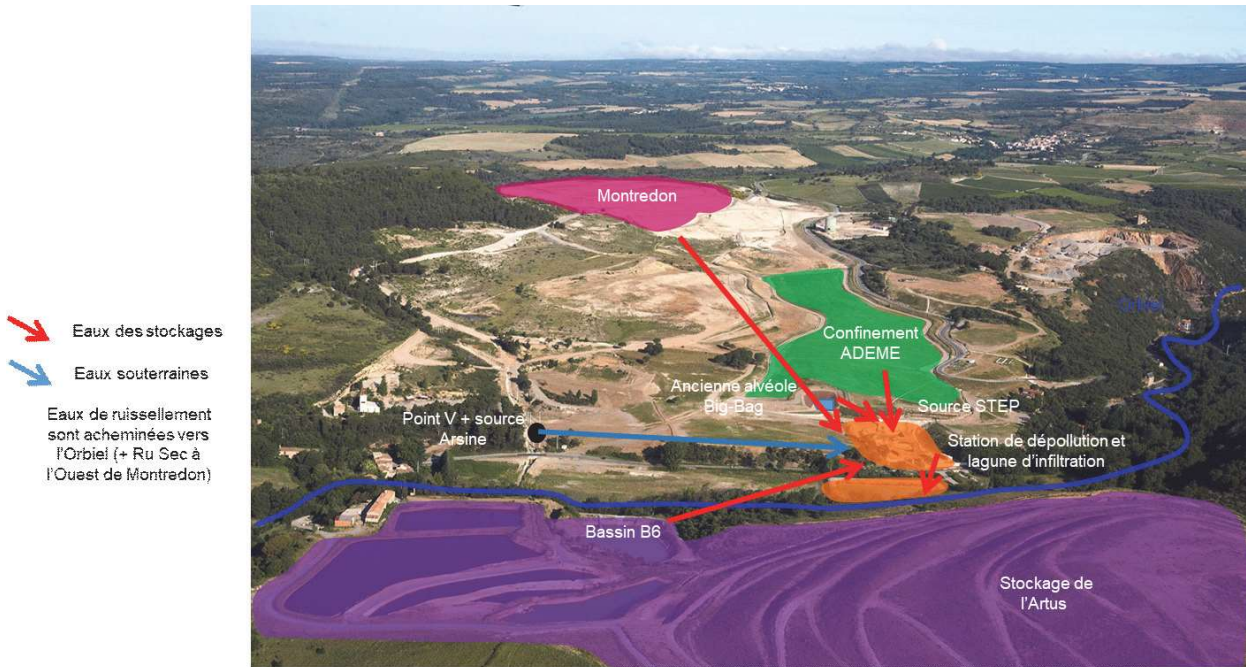


Illustration 112 : Origine des volumes traités à la station de dépollution de la Combe du Saut.

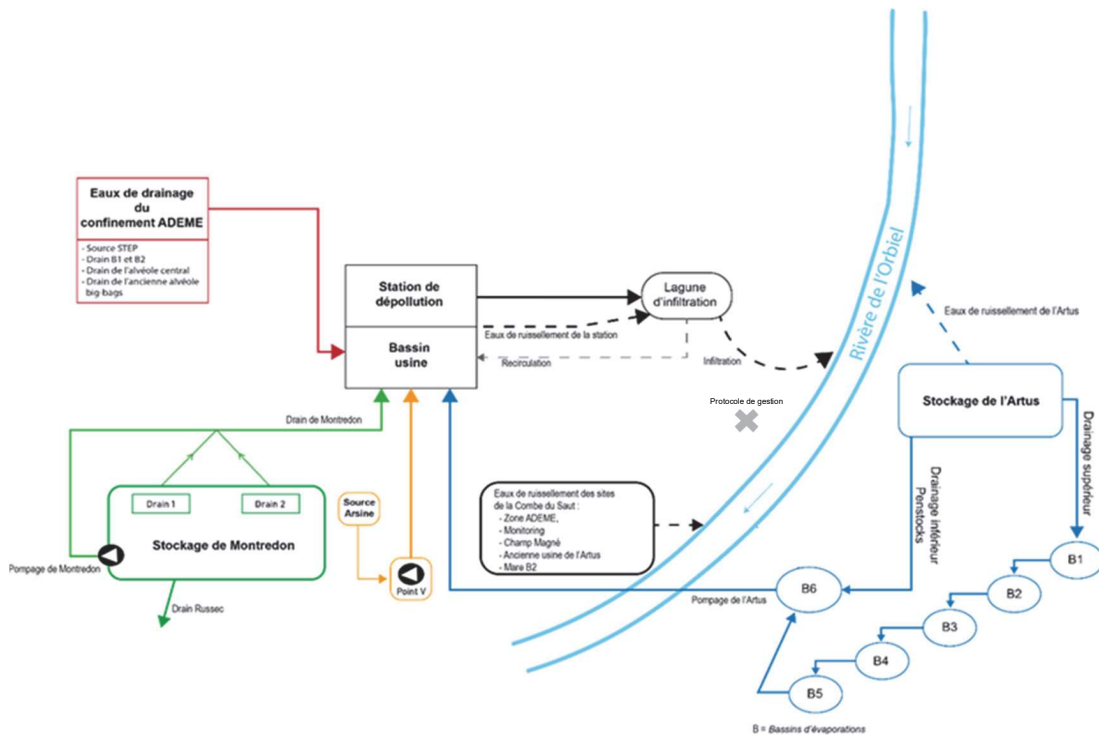


Illustration 113 : Synoptique de gestion des eaux de la Combe du Saut.

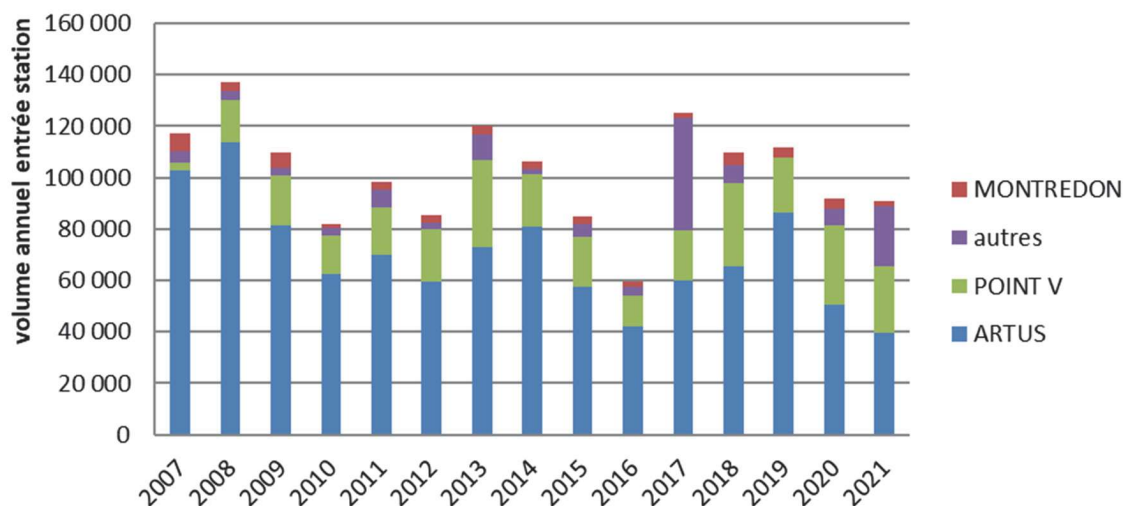
Le suivi des volumes entrants est réalisé à partir de mesures ponctuelles de débit ou par lecture de compteurs volumétriques. L'illustration 115 présente l'évolution des volumes des eaux arrivant à la station mesurés depuis 2007. La catégorie « Autres » prend en compte les drains du confinement ADEME et de son alvéole étanche, le recyclage des eaux de la lagune, la source STEP, l'eau de process (fabrication du lait de chaux, du polymère ainsi que les eaux de nettoyage de la station) et les effluents éventuellement collectés par le drain de l'alvéole de stockage des bigs-bags. L'estimation de ce volume « autres » se fait par soustraction des autres catégories. Compte tenu des fortes variations, cette catégorie absorbe les incertitudes de mesures et les limites de représentativité des mesures ponctuelles pour l'estimation de volumes. A terme, des compteurs de volume avec télétransmission des données seront installés pour une amélioration du suivi et de la gestion des eaux entrantes.

En 2022, la station de dépollution de la Combe-du-Saut (Cf. Illustration 114) a traité 55 044 m³ d'eaux arséniées, en net retrait par rapport aux 90 898 m³ de 2021, tandis que la pluviométrie enregistrée par le pluviomètre de la station de dépollution reste dans des gammes de valeurs identiques (530 mm en 2021 et 510 mm en 2022). Ces tendances ont déjà été observées dans le passé, en 2015 et 2016, années à faible pluviométrie (respectivement 501 mm et 553 mm), pour lesquelles les volumes entrant avaient été mesurés respectivement à 85 050 m³ et 59 179 m³. La différence de volume entre 2021 et 2022, peut s'expliquer en partie du fait que la station a fait l'objet de travaux conséquents de réhabilitation du décanteur. Ceux-ci ont inclus une vidange du décanteur avant sa réfection. Mais cela ne représente qu'une petite contribution au regard de 35 000 m³ de différence entre 2021 et 2022. L'origine de cette différence reste pour le moment méconnu.

En 2022, la part provenant de l'Artus dans le volume global traité par la station s'est révélée correspondre à environ 64 % des apports en terme de volume pour une moyenne estimée à 69 % sur la période 2007-2022.



Illustration 114 : Vue de la station de dépollution de la Combe-du-Saut. Géotubes en cours de remplissage au premier plan - Limousis (11).



Note : suite à un défaut du compteur, le volume traité des 6 premières semaines de 2015 n'a pas été comptabilisé

Illustration 115 : Origines du volume annuel (m3) traité à la station depuis 2007.

L'illustration 116 permet également de mettre en évidence une relation synchrone entre la pluviométrie mesurée sur site et les volumes à traiter, ceci à l'exception de l'année 2018 marquée par un épisode pluvieux exceptionnel. Le temps de résidence des eaux d'infiltration dans le stockage de l'Artus est mis en évidence avec le pic de volume en provenance de l'Artus durant 2019, en lien avec la très forte pluviométrie d'octobre 2018.

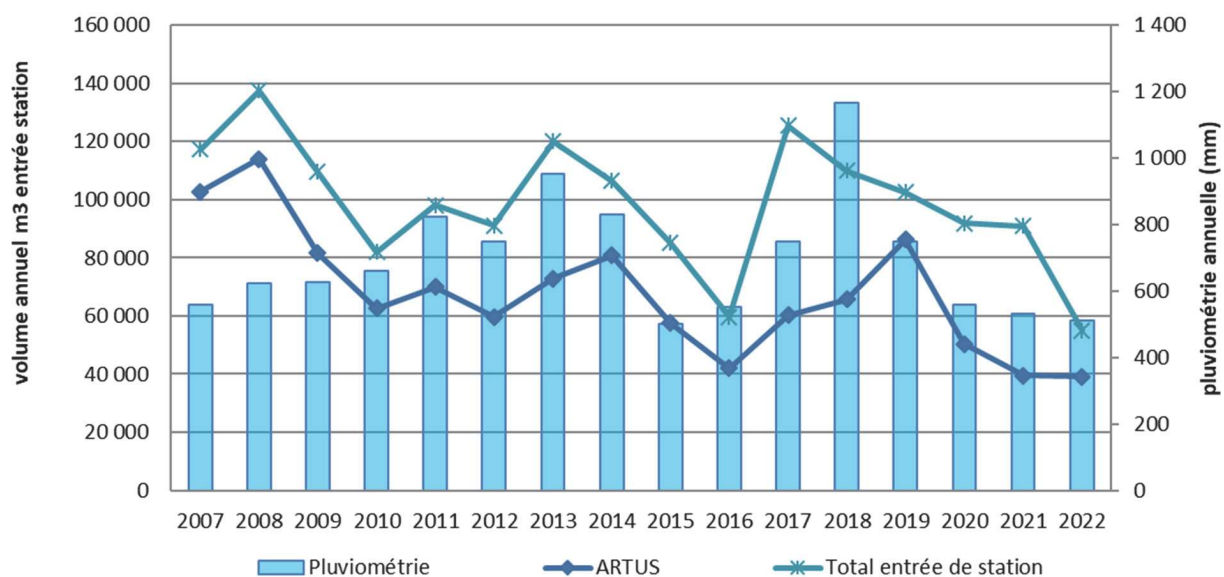


Illustration 116 : Volume traité à la station de dépollution des eaux 2007-2022 et pluviométrie.

5.4. ORIGINE DU FLUX D'ARSENIC ENTRANT

Les principaux flux d'arsenic présentés dans ce paragraphe sont déterminés à partir des mesures de débits (relevés de compteur volumétrique ou mesures ponctuelles) (Cf. Illustration 117) et des concentrations en arsenic issues des campagnes de suivi environnemental du site (fréquence mensuelle) et du suivi effectué par l'exploitant de la station de dépollution dans le cadre du pilotage du procédé de dépollution (fréquence hebdomadaire).

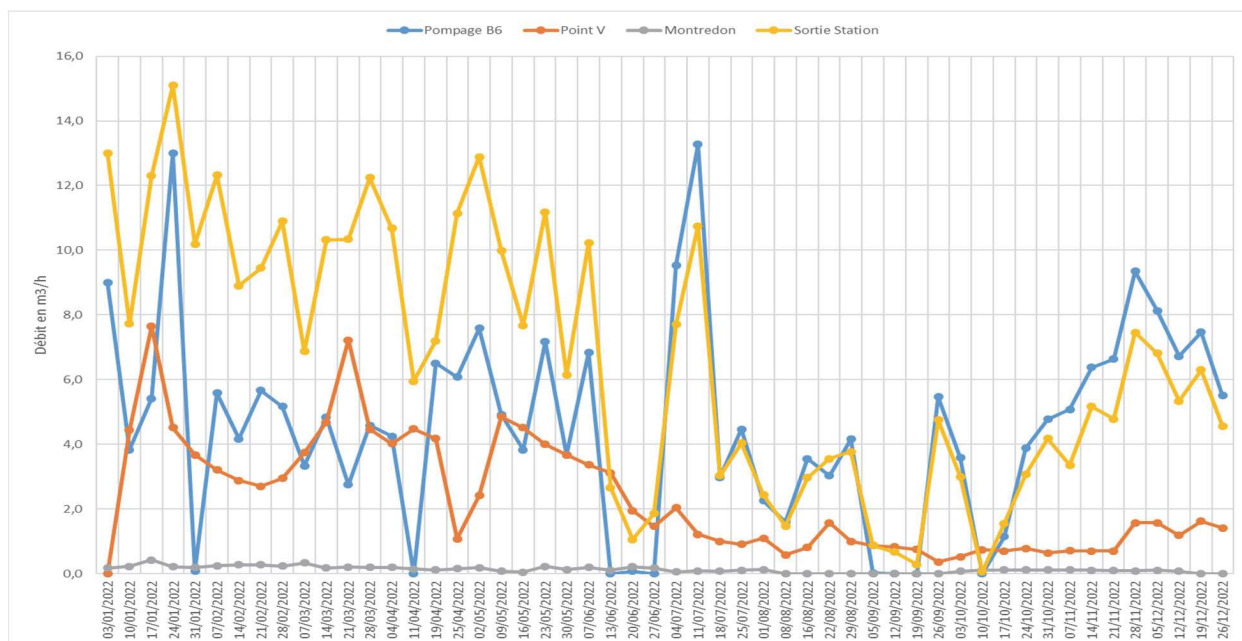


Illustration 117 : Débits moyens entrants et sortant de la station de la Combe Du Saut-2022.

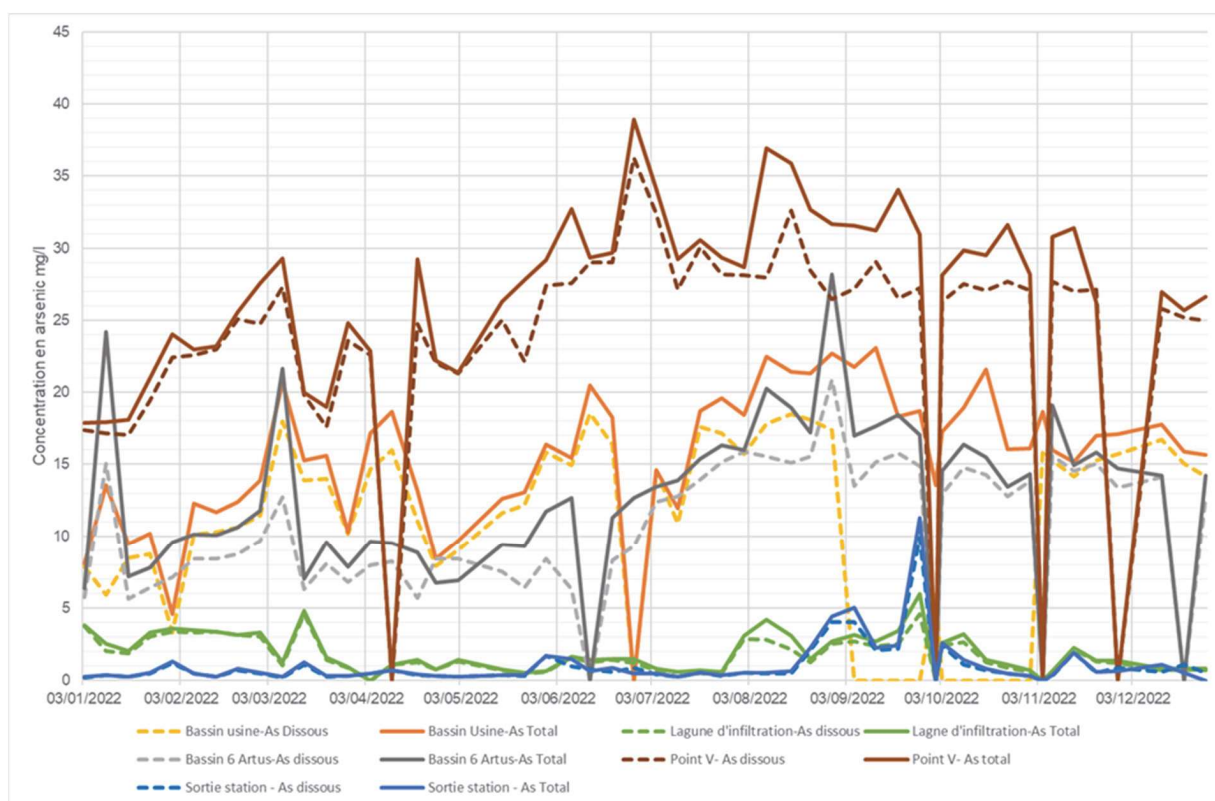


Illustration 118 : Concentrations en arsenic total et dissous mesurées lors de l'année 2022 sur l'ensemble des points surveillés par Veolia.

	Point V	Bassin 6 Artus	Entrée station	sortie station	Lagune
Concentration moyenne As tot (mg/l)	27,68	13,43	15,90	1,30	2,01

Tableau 24 : Concentrations moyennes en Arsenic total en 2022.

Etant donnée la diversité des types de mesures (ponctuelles, moyennes), les interprétations sont proposées à titre indicatif.

L'illustration 119 présente l'estimation du flux annuel d'arsenic traité à la station (en kg) de 2007 à 2022.

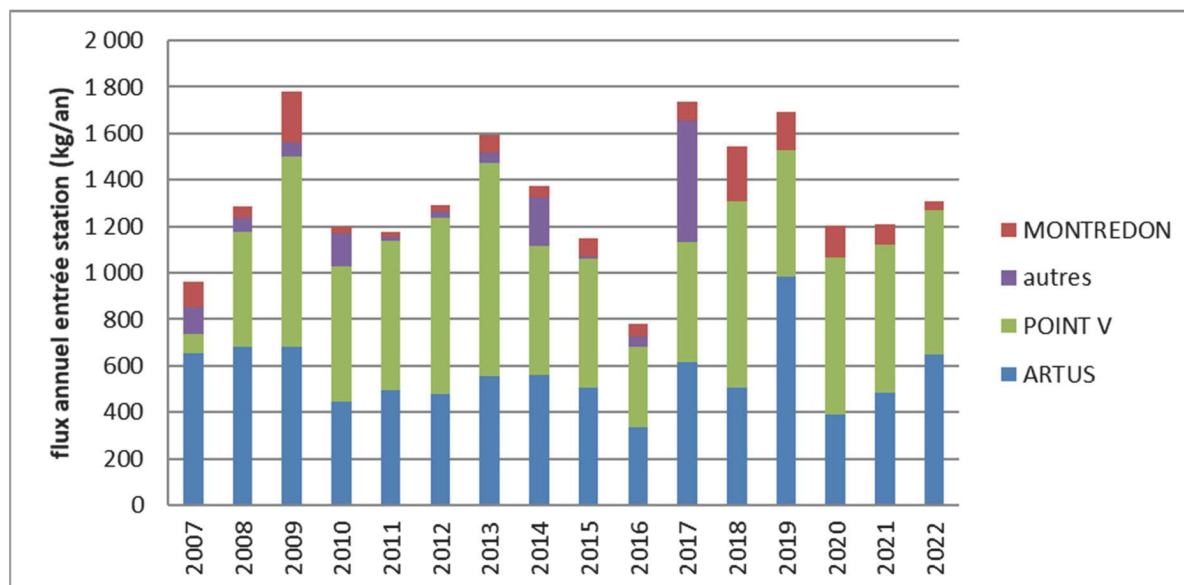


Illustration 119 : Origine du flux annuel d'arsenic traité à la station (en kg/an) de 2007 à 2022.

A noter que le flux « autre » apparaît négatif depuis 2018 du fait d'incertitudes ayant conduit à surestimer des valeurs de débits entrants. A cette marge d'incertitude sur les débits s'ajoute le fait que la valeur de concentrations en arsenic prise en compte pour l'estimation des flux concerne différents types de mesures (par exemple, prélèvement moyen hebdomadaire en sortie station et ponctuel pour les autres).

Cette comparaison permet cependant de mettre en évidence une relative stabilité du flux d'arsenic traité dans la station depuis 2007 (Cf. Illustration 119). Il apparaît également que pour l'année 2022 les deux principaux flux proviennent de l'Artus et du point V.

5.5. SUIVI DE LA LAGUNE D'INFILTRATION

En sortie de station de dépollution, l'eau traitée est dirigée vers la lagune d'infiltration. La concentration maximale d'arsenic de l'eau en sortie de la station est fixée à 1 mg/L. La concentration maximale d'arsenic dans la lagune est quant à elle fixée à 2 mg/L. Il est précisé qu'en l'absence de seuil réglementaire fixé par l'administration, des objectifs de traitement concernant l'eau en sortie de station de dépollution ont été fixés lors de la réhabilitation de l'ADEME. Ces valeurs cibles sont encore utilisées actuellement afin de définir des objectifs de qualité concernant l'exploitation de la station de dépollution. En cas de dépassement de ce seuil (ou par anticipation en cas de défaut de fonctionnement de la station ayant entraîné un rejet d'eau non ou partiellement traitée vers la lagune), une recirculation des eaux de la lagune vers la tête de traitement au niveau du bassin usine peut-être enclenchée. Ces eaux subissent alors à nouveau les opérations de dépollution afin de faire baisser la concentration en arsenic avant que les eaux ne rejoignent la lagune d'infiltration.

Il est précisé que la durée entre l'échantillonnage et le retour du laboratoire sur la valeur en arsenic peut être de plusieurs jours (4 à 5 jours). La réactivité ainsi que la maîtrise du procédé de dépollution par l'exploitant sont donc primordiales pour assurer le respect des valeurs objectifs.

La concentration en arsenic total de la lagune d'infiltration est mesurée chaque semaine par un prélèvement effectué depuis la plateforme de pompage. En 2022, la concentration moyenne en arsenic était de 1,98 mg/L (Cf. Illustration 118), ce qui est très légèrement inférieur à la valeur seuil de la lagune. Des dépassements ponctuels du seuil de 2mg/L ont été relevés dans la lagune en 2022 dans le cadre du suivi renforcé (Cf. § 5.8.2).

Il est précisé que la nature de la lagune avec une décantation et stratification des eaux sur une surface de compartiment d'environ 1 000 m², génère un manque de représentativité d'un prélèvement ponctuel. Afin d'être représentatif de la masse d'eau dans son ensemble, il faudrait systématiquement procéder à des mesures à différentes profondeurs sur un maillage couvrant l'ensemble de la lagune (plusieurs dizaines de points à prévoir), ce qui rendrait cette mesure extrêmement chronophage et coûteuse avec l'exposition du personnel intervenant à un risque de noyade. Il n'est ainsi pas prévu d'évolution de la mesure de caractérisation de la lagune.

Les particules fines qui n'ont pas été retenues dans le dispositif de décantation de la station de dépollution se déposent progressivement en fond de lagune, ce qui nécessite des opérations de curage régulières.

Le compartimentage de la lagune réalisé en 2019 permet d'avoir deux compartiments d'infiltration et ainsi de pouvoir curer un compartiment ou un autre indépendamment (Cf. Illustration 120). Ce compartimentage a permis de réaliser en septembre 2022 un curage partiel du compartiment intérieur.



Illustration 120 : Lagune d'infiltration après travaux de compartimentage (été 2022).

5.6. BILAN DE LA STATION

5.6.1. Dysfonctionnements matériels

a) *Juin et août 2022 : Eutrophisation des eaux du bassin B6 et du bassin usine*

Le fonctionnement de la station a été marqué par un évènement notable qui a engendré une dégradation de la qualité du rejet durant deux semaines au mois de juin puis pendant dix semaines à partir du 22 août avec une concentration supérieure au seuil de 1 mg/L jusqu'au 10 octobre. Cet épisode courant sur douze semaines au total impacte la qualité du rejet sur l'année avec une concentration moyenne sur 2022 en Arsenic total de 1,30 mg/L en sortie station (Cf. Illustration 122).

Ces deux périodes de dysfonctionnement observées en 2022 sont liées à une eutrophisation des eaux du bassin 6 de l'Artus. Les eaux du bassin 6 de l'Artus ont en effet été impactées par les eaux réductrices issues du B5 et introduites en entrée de station par la vidange de ce même bassin. Deux hypothèses peuvent expliquer cette baisse de performance dans le traitement des eaux impactées :

- la présence d' H_2S dissous dans les eaux qui fait baisser le potentiel redox et va ralentir les processus d'oxydation notamment de l'As III en As V ;
- la spéciation de l'arsenic : en conditions réductrices l'As va se présenter sous forme d'As III forme plus difficilement piégée par le traitement à la chaux que sous sa forme « habituelle » As V.

La coloration lie de vin des eaux observée dans le bassin 6 et dans le bassin usine de la station (Cf. Illustration 121), quant à elle, peut être due à la présence de bactéries photosynthétiques qui « consomment » l' H_2S . Il est précisé que dans le passé, cette coloration a déjà été observée dans le bassin 6 sans que cela n'ait eu de conséquence sur les performances de la station.



Illustration 121 : Coloration des eaux du B6 (à gauche) et dans le bassin usine (à droite) - 27 Septembre 2022.

Afin de lutter contre cette eutrophisation des eaux sur le bassin usine, une turbine d'aération a été installée dans celui-ci afin de favoriser le brassage des eaux et ainsi oxygéner celles-ci permettant ainsi de retrouver l'arsenic sous sa forme « habituelle » (AsV) et de former des co-précipités d'arséniates de chaux. Dès la mise en service de cette turbine le 12 octobre, la qualité du traitement a été améliorée pour un retour sous le seuil de rejet du prélèvement moyen hebdomadaire en sortie de station dès la semaine qui a suivi.

Les campagnes de suivi renforcé réalisées par le prestataire en charge de la surveillance ont été maintenues à une fréquence bimensuelle (Cf. § 5.8). Ce suivi n'a pas mis en évidence de modification marquée de la qualité des eaux superficielles en période de dysfonctionnement de la station notamment.

b) Mars et avril 2022 : Point V

Durant cette année, il a été constaté deux débordements des eaux du point V vers l'Orbiel en mars et en avril. Il est précisé que ces débordements n'ont pas occasionnés de modification marquée de la qualité des eaux d'après le suivi renforcé réalisé sur l'Orbiel (Cf. § 5.8).

Le premier débordement constaté le 14 mars et est intervenu après un épisode pluvieux d'environ 50 mm mesuré entre le 13 et le 14 avril. Le 17 mars, suite à ce débordement, Veolia a modifié le réglage des poires de niveau actionnant la mise en marche de la pompe immergée installée dans la buse du point V.

Un second débordement a été constaté entre le 21 avril et le 3 mai suite à un épisode pluvieux d'environ 70 mm mesuré entre le 20 et le 26 avril. Le 22 juin, suite à ce second débordement, notre prestataire en charge de l'exploitation de la station a remplacé la pompe puis a modifié la conduite de refoulement en supprimant le regard intermédiaire, afin de renforcer la capacité de pompage (diminution des pertes de charges). Afin de renforcer la capacité de pompage, une seconde pompe a été ajoutée dans la buse, toutefois en raison de l'espace disponible, elle a dû être installée au-dessus de la première et ne peut par conséquent être mise en service que si le niveau de l'eau dans la buse atteint un niveau haut.

Les différentes modifications apportées à la station de pompage en 2022 permettent depuis, de maintenir le niveau de l'eau sous le niveau de débordement, il est toutefois que depuis la réalisation de ces opérations il n'y a pas eu d'épisode pluviométrique important depuis. Il est précisé que l'installation actuelle ne permet pas une gestion optimale du pompage et reste provisoire, le captage du point V et le dimensionnement d'une station de relevage permettant de capter la totalité des eaux sera abordé dans le cadre de l'étude d'optimisation du procédé de dépollution des eaux qui sera engagée courant 2023.

L'exploitation de la station de dépollution a également subi quelques dysfonctionnements liés à des coupures d'eau potable durant le premier trimestre 2022 ainsi que diverses pannes de matériel tout au long de l'année. Au regard des résultats du suivi de la qualité des eaux en sortie de station, ces dysfonctionnements n'ont pas eu d'impact majeur sur le traitement des eaux.

5.6.2. Suivi de la dépollution

a) Rendement épuratoire

L'illustration 122 présente l'évolution des concentrations en sortie de station. Le Tableau 25 présente les paramètres principaux du fonctionnement de la station de 2008 à 2022. La pluviométrie est donnée à titre indicatif.

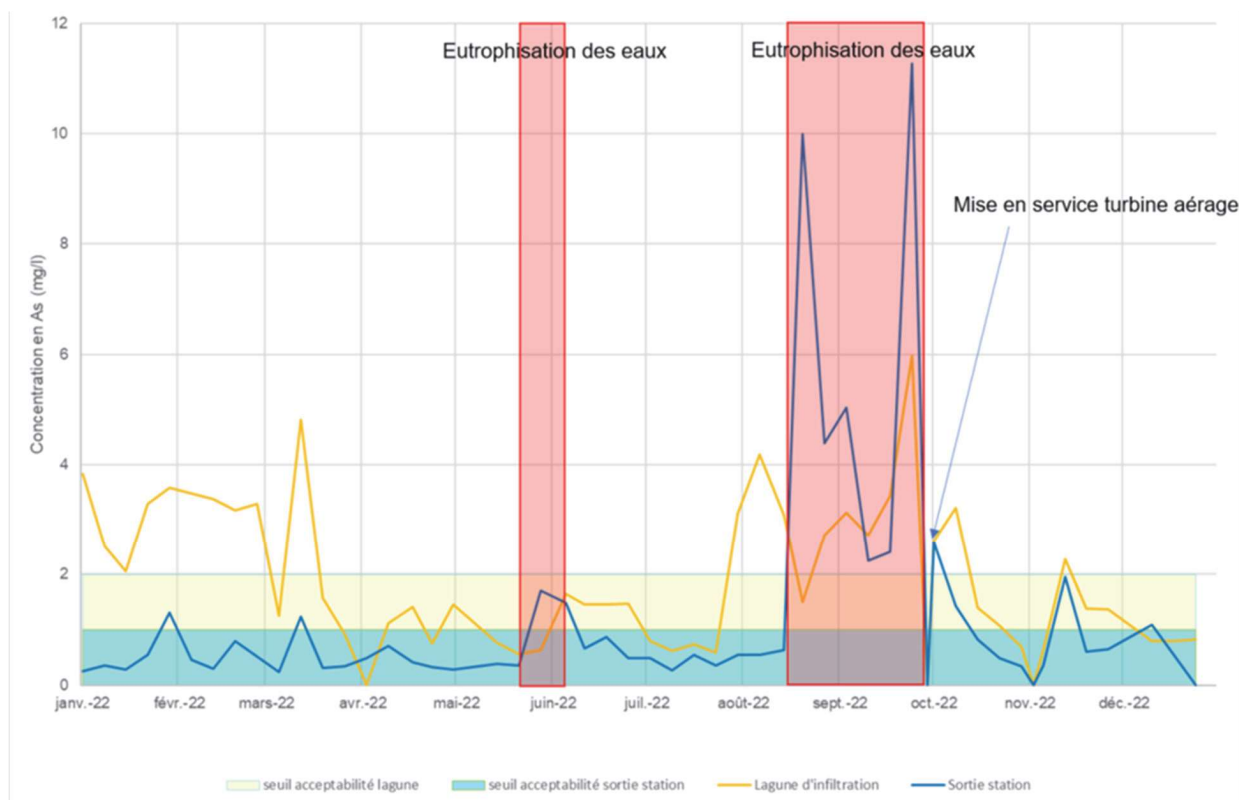


Illustration 122 : Concentrations en arsenic en sortie station durant l'année 2022.

	Volume d'eau traité dans la station (m3)	Entrée station		Sortie station			Pluviométrie en mm
		As total mg/l	Quantité As entrant (kg)	As total mg/l	% de traitement	Quantité As (kg)	
2016	59719	13,03	778	0,64	95%	38	553
2017	125443	13,86	1739	0,64	95%	80	750
2018	109993	11,89	1308	1,27	89%	140	1167
2019**	102583	14,15	1452	2,30	84%	236	748
2020**	91905	12,20	1121	2,10	83%	193	559
2021***	90898	12,72	1156	0,92	93%	84	530
2022	55044	15,90	875	1,30	92%	72	510

*suite à un défaut du compteur, le volume traité des 6 premières semaines de 2015 n'a pas été comptabilisé

** : l'extraction de bigs bags n'est pas représentative car pour l'année 2019 le procédé de sous-tirage de boue a été modifié (utilisation d'une centrifugeuse en cours d'année en raison de problème techniques) et en 2020 il n'y a pas eu de sous-tirage en raison d'un dysfonctionnement du pont raclleur

*** : le Volume d'eau traité dans la station provient du débitmètre "entrée station", dont la mesure est plus fiable que le débitmètre "sortie station"

Tableau 25 : Volume annuel d'eau traitée et quantité annuelle d'arsenic traité à la station et taux de traitement associé de 2008 à 2022.

Avec un rendement épuratoire moyen de la station de 92 % (en moyenne 15,9 mg/L d'As en entrée contre 1,3 mg/L en sortie, et 875 kg d'As en entrée *versus* 72 kg en sortie), la station de dépollution de la Combe-du-Saut a été dans une gamme de performance comparable à celle de 2021. En 2022, grâce à la station près de 803 kg d'arsenic n'ont pas rejoint l'Orbiel contre 1 072 kg en 2021. A noter que l'ensemble de cet arsenic ne se retrouve pas directement rejeté vers le milieu naturel, une partie restant au niveau de la lagune et étant récupéré lors des opérations de curage du fond de la lagune.

b) Gestion des boues

Au cours de l'année 2022, il a été évacué 292.60 t de boues issues de la dépollution des eaux. Cela correspond à l'évacuation de quatre géotubes® vers l'ISDD de Bellegarde (Cf. Annexe 18 à 22).

Il est toutefois précisé qu'en raison de délais d'égouttage plus importants qu'envisagé par le prestataire en charge de la gestion des boues (SUEZ), des boues conditionnées en géotube en 2021 ont été évacuées en 2022. Afin de réduire le temps d'égouttage et permettre une gestion des boues plus efficace des axes d'amélioration afin de réduire le temps d'égouttages ont été mis en œuvre en 2022 (installation des géotubes® sur un lit drainant, optimisation de l'injection de polymère), à la suite de ces modifications, le délais de conditionnement des boues permettant l'atteinte de la siccité cible (30 %) a diminué et la gestion des géotubes® s'est améliorée, ce qui a permis de supprimer le troisième géotubes® sur site .

5.7. TRAVAUX DE RÉNOVATION ET D'ENTRETIEN

5.7.1. Travaux réalisés en 2022

Les travaux suivants ont été réalisés sur la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut en 2022 :

- Piste accès B4 et B5 de l'Artus

Le 13 janvier des pistes d'accès aux bassin B4 et B5 ont été reprises.

- Curage des drains de l'Artus

Les drains de l'Artus ont été curés entre le 15 et le 31 mars.

- Pompage de Montredon

La télésurveillance a été paramétrée et le pompage de Montredon a été intégré dans le cadre de l'exploitation de la station de dépollution le 18 janvier.

- Gestion des géotubes

Des lits drainant sous les géotubes ont été installés en mai et en juillet afin de faciliter la phase d'égouttage et de réduire la durée nécessaire à l'atteinte de la siccité de 30 %, seuil permettant de planifier une évacuation en ISDD.

- Unité de décantation lamellaire

Les unités de décantation lamellaire initialement mises en place de manière provisoire durant le chantier de réfection du décanteur ont été pérennisées avec un achat de ces équipements le 4 juillet 2022.

- Curage Lagune d'infiltration

Le curage du compartiment intérieur de la lagune d'infiltration a été réalisé le 12 septembre par le prestataire Suez. En raison de difficultés rencontrées avec ce prestataire, l'évacuation des matériaux a pris du retard et n'a été réalisée que début décembre.

- Canalisation de Montredon

La clôture de Montredon a été déplacée afin d'intégrer la canalisation des eaux en provenance du Drain Sud à l'emprise de la parcelle clôturée du bassin de Montredon. Cette opération a été réalisée par l'Entreprise CAZAL titulaire d'un marché de travaux sur le secteur des anciens sites industriel et minier de la vallée de l'Orbiel. La modification de la clôture a été réalisée début décembre 2022 et a été réceptionnée le 12 décembre.

5.7.2. Opérations à venir

En 2023, des travaux et opérations d'entretiens sont prévus/initiés, notamment :

- retrait du dispositif de raclage des boues présent dans le bassin de décantation en vue de la requalification du bassin en bassin tampon (stockage d'eau brute en remplacement du bassin « usine ») ;
- maintien en état de la station et optimisation du process de dépollution (remplacement préparante polymère permettant la floculation de l'eau) ;
- réfection des locaux de la base vie de la station de dépollution.

5.8. SUIVI RENFORCÉ DE LA QUALITÉ DES EAUX DE L'ORBIEL EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT DE LA STATION DE DÉPOLLUTION

5.8.1. Objectif et protocole de surveillance renforcée

Le suivi des paramètres d'exploitation de la station présenté au chapitre précédent est réalisé par le prestataire en charge de la gestion de la station de dépollution. Tel que décrit, le prestataire réalise des mesures dans les bassins, des suivis des volumes et débits pompés ainsi que des analyses qualitatives des eaux.

Afin de renforcer la surveillance de l'impact potentiel de la fluctuation de la qualité des eaux traitées à la station et des dysfonctionnements rencontrés, il a été décidé de faire réaliser par le prestataire en charge de la surveillance environnementale des campagnes dites de surveillances renforcées, durant lesquelles, les eaux souterraines et superficielles autour de la station sont investiguées. Des prélèvements sur les eaux avant et après traitement sont analysées, ceci permet également la validation des résultats des analyses réalisées par l'exploitant. Ces campagnes ont été Initiées en 2019.

En 2022, en lien avec les travaux sur le décanteur et les problématiques d'eutrophisation des eaux présentées dans le chapitre 5, 17 campagnes ont été réalisées par le prestataire en charge de la surveillance environnementale à pas de temps bi-mensuel.

A noter qu'en cours d'année, au 2^{ème} trimestre, au regard :

- de la finalisation des travaux sur le décanteur et à la mise en œuvre d'unités de décantation lamellaire ;
- de la fiabilisation de certaines unités de la station tels que pompes, télésurveillance, etc..., permettant la limitation des dysfonctionnements ;
- de l'analyse des résultats des campagnes réalisées depuis 2019 ne mettant pas en évidence d'impact identifiable de la qualité du rejet au droit des points prélevés ;

Il a été envisagé de réduire le nombre de points suivi à 6 au lieu de 9 et de n'enclencher les campagnes de surveillance renforcée qu'en fonction des critères suivants :

- en cas d'arrêt de la station ou de dysfonctionnement critique sur le procédé de traitement de l'arsenic ;
- à partir de la 2^{ème} semaine consécutive de dépassement du seuil.

Toutefois, en raison du décalage dans l'arrivée des résultats des mesures en rejet (près d'une semaine après la mesure), une telle procédure ne permettait pas de déclencher les mesures dès dépassement du seuil. De plus, au regard d'un phénomène d'eutrophisation des eaux de l'Artus observé à partir de la fin du 2^{ème} trimestre 2022 ayant détérioré la qualité du rejet, il a été décidé de remettre en œuvre les campagnes de surveillance renforcée tel qu'initialement réalisées.

Ainsi, en 2022 :

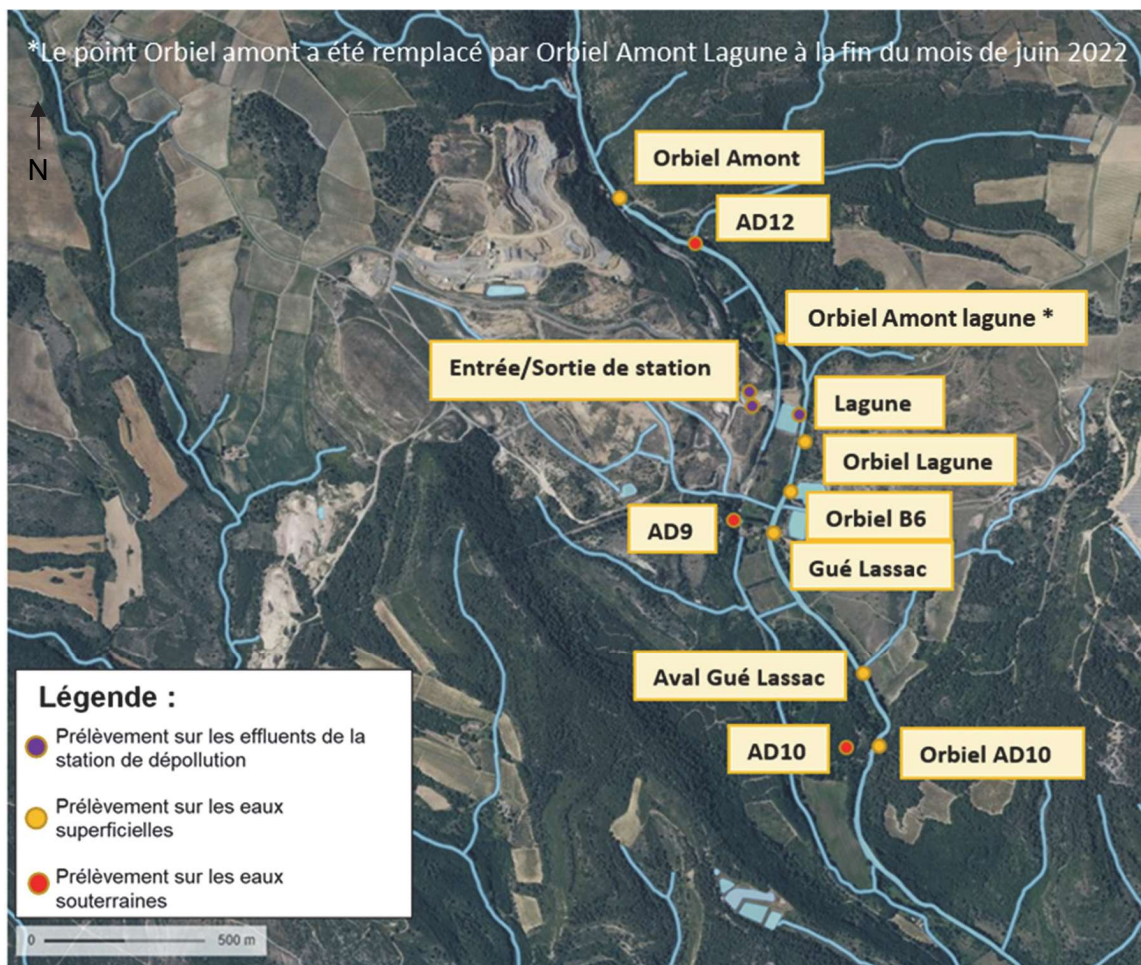
- 14 campagnes portent sur 9 points de prélèvement concernent les eaux superficielles et 3 points les eaux souterraines ;
- 3 campagnes portent sur nombre de points de prélèvement réduit (6), pour les raisons exposées précédemment (suppression des points d'observation des eaux souterraines et conservation des points : Orbiel amont, Orbiel lagune, Orbiel B6, entrée station, sortie station et lagune).

A noter que le point Orbiel amont a été déplacé en juin 2022 au plus près de la lagune afin d'éviter les arrivées d'eau pouvant impacter la qualité amont direct de la station (notamment de l'émergence de la Caunette).

Pour chaque prélèvement les analyses suivantes ont été réalisées :

- Fer (total et dissous) ;
- Arsenic (total et dissous) ;
- Cyanures (libres et totaux) ;
- Paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, potentiel d'oxydo-réduction, et oxygène dissous).

La carte suivante (Cf. Illustration 123) présente la localisation des points de prélèvements des eaux souterraines et superficielles échantillonnés lors de ces campagnes.



Note : le point « Orbiel Amont » se situe au niveau du point pont de Limousis et du point de prélèvement éponyme puis il a été déplacé plus en aval à partir de juin 2022.

Illustration 123 : Localisation des points de prélèvement des eaux superficielles et souterraines lors des campagnes de suivi renforcé de la qualité des eaux de l'Orbiel.

L'évolution des concentrations en arsenic total dans les eaux de la station, les eaux souterraines et les eaux superficielles lors des différentes campagnes de suivi renforcé en 2022 est présentée dans les graphiques suivants (Cf. Illustration 124 à Illustration 127).

5.8.2. Suivi renforcé des effluents de la station

Des dépassements ponctuels de la valeur seuil de 1 mg/L (1 000 µg/L) dans les eaux de sortie ont été régulièrement identifiés au cours des prélèvements ponctuels réalisés dans le cadre du suivi renforcé (Cf. Illustration 124). Il est précisé que les mesures réalisées dans le cadre du suivi renforcé correspondent à des prélèvements ponctuels contrairement aux analyses réalisées dans le cadre de l'exploitation de la station qui correspondent à des échantillons moyens hebdomadaires. Ces dépassements sont généralement liés à la variabilité de l'effluent et aux éventuels dysfonctionnements et incidents dans le processus de fonctionnement de la station. Concernant les eaux de la lagune d'infiltration, les concentrations mesurées en 2022 étaient comprises entre 663 µg/L et 4 550 µg/L. Dans les eaux de la lagune, les dépassements du seuil de rejet fixé à 2 mg/L (1 000 µg/L) peuvent être observés en cas d'arrivées importantes d'eaux lessivant les sites de la Combe du Saut en cas de fortes intempéries.

Il est à noter que les incertitudes liées au mode de prélèvement et les problématiques de représentativité de l'échantillon sur la lagune¹ ne permettent pas une interprétation fine des résultats.

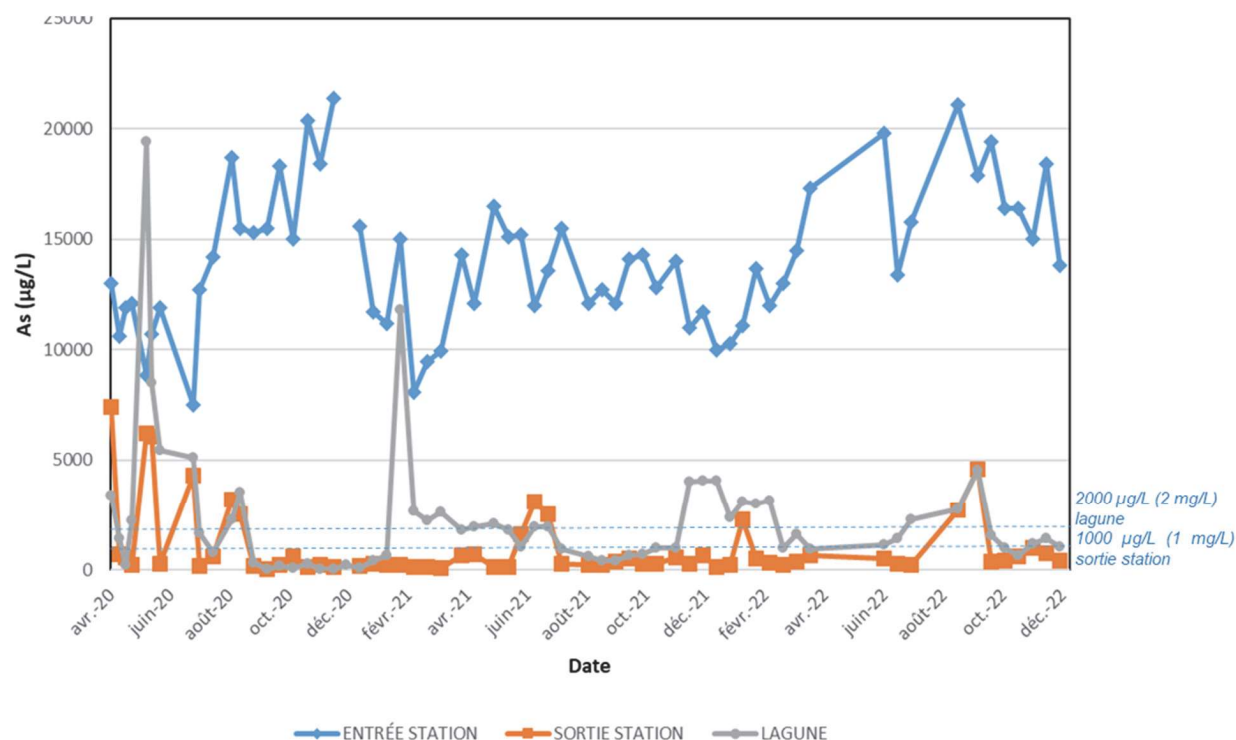


Illustration 124 : Concentrations en arsenic total relevées au cours du suivi renforcé de 2022 sur les eaux traitées de la station de dépollution.

a) Suivi renforcé de l'Orbiel

La comparaison des concentrations en arsenic total dans les eaux superficielles de l'Orbiel pour le suivi renforcé réalisé en 2022 met en avant deux gammes de concentrations permettant de diviser la zone surveillée en 2 secteurs (Cf. Illustration 123 et graphique de l'illustration 125) :

- amont : les concentrations mesurées à la hauteur des points de contrôle « ORBIEL AMONT »² et « ORBIEL LAGUNE », présentent des valeurs comprises entre 5,44 µg/L et 26,4 µg/L ;
- aval : au niveau des points « ORBIEL B6 », « GUE LASSAC », « AVAL GUE LASSAC » et « ORBIEL AD10 », les concentrations sont plus marquées variant entre 10,4 µg/L et 103 µg/L.

Il convient de souligner que ces résultats sont conformes aux gammes de valeurs classiquement retrouvées lors de la surveillance usuellement réalisée par le DPSM (Cf. Illustration 126). Aucune augmentation des concentrations en As dans l'Orbiel n'a été mesurée au passage de la lagune d'infiltration de la Combe du Saut.

¹ Prélèvement réalisé sur un petit compartiment visible sur l'illustration 120, non représentatif de l'ensemble. Le prélèvement est réalisé depuis une plateforme située à plusieurs mètres de hauteur, ce qui ne permet pas garantir un prélèvement réalisé systématiquement à la même profondeur et sans remise en suspension des particules sédimentées en fond de lagune.

² Note : le point « Orbiel Amont » se situe au niveau du pont de Limousis et du point de prélèvement éponyme jusqu'en juin 2022, à compter de cette date, il a été déplacé vers l'aval vers la lagune

En période d'étiage les concentrations en arsenic au Gué Lassac sont sensiblement plus élevées, comme en août et septembre où la concentration en arsenic total peut dépasser 100 µg /L. L'ensemble des points de contrôle situés en aval montrent une augmentation des gammes de concentration en arsenic total en période d'étiage. Cette observation est également mise en évidence dans le cadre du suivi usuellement réalisé sur le secteur de la Combe du Saut et correspond à une moindre dilution par les eaux de l'Orbiel dont le débit diminue en période d'étiage tandis que le débit d'eau traitée lui reste plus stable.

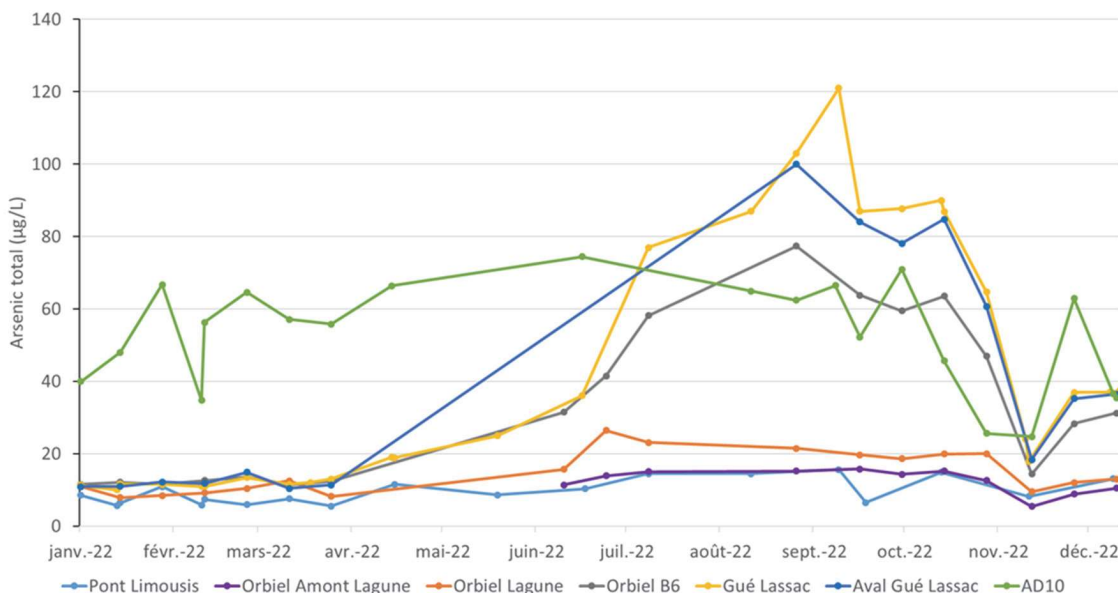
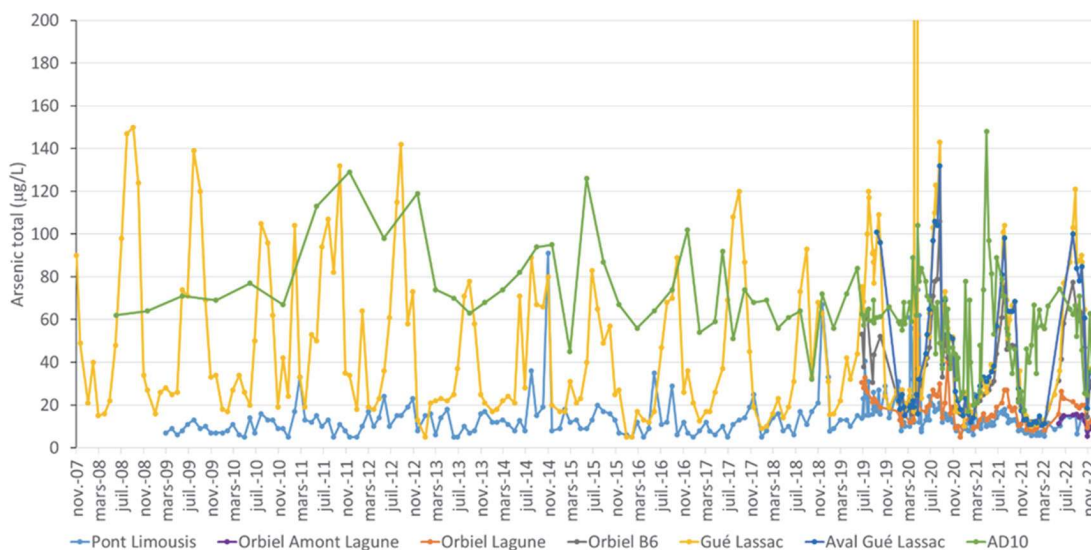


Illustration 125 : Evolution des concentrations en arsenic total intégrant le suivi renforcé de 2022 sur les eaux superficielles de l'Orbiel.



Nota : valeur hors champ du graphique correspond à la concentration mesurée le 13/05/2020 au point Gué Lassac d'une valeur de 2 210 µg/L.

Illustration 126 : Evolution des concentrations en arsenic total sur les eaux superficielles de l'Orbiel depuis le début de suivi (les analyses réalisées dans le cadre du suivi renforcé depuis 2019 sont intégrées au graphique).

En période d'étiage on constate qu'il y a un apport d'As entre Orbiel Lagune et Orbiel B6, puis dans une moindre mesure entre ce dernier point et Gué Lassac. La concentration en arsenic de l'eau reste globalement du même ordre de grandeur entre Gué Lassac et AD10, ce qui tend à montrer l'absence d'autres venues d'eau contenant de l'As en concentrations importantes entre ces deux points.

b) Suivi renforcé des eaux souterraines de la vallée de l'Orbiel

Ce paragraphe fournit des informations complémentaires à celles relevant du suivi usuel des eaux souterraines (Cf. § 6).

Concernant les eaux souterraines, le piézomètre le plus en amont (AD12) présente des concentrations en arsenic de l'ordre de 60 µg/L. L'évolution des concentrations constatées lors du suivi renforcé est habituelle par rapport aux résultats de la surveillance usuelle dans cet ouvrage. Le piézomètre le plus proche de la station (AD9) semble être le moins marqué en arsenic avec une moyenne de 30 µg/L en As total, toutefois sa position est plus éloignée de l'Orbiel par rapport à AD12 en amont et AD10 en aval. Le piézomètre AD10 (situé en aval de la Combe du Saut) présente en moyenne des concentrations en arsenic total de l'ordre de 50 µg/L et se situe régulièrement à des concentrations inférieures à celles relevées en amont de la Combe du Saut sur AD12. Les pics en arsenic observés sur les eaux souterraines peuvent être liés à une influence des eaux de l'Orbiel lors d'intempéries marquées comme en février et mai 2021.

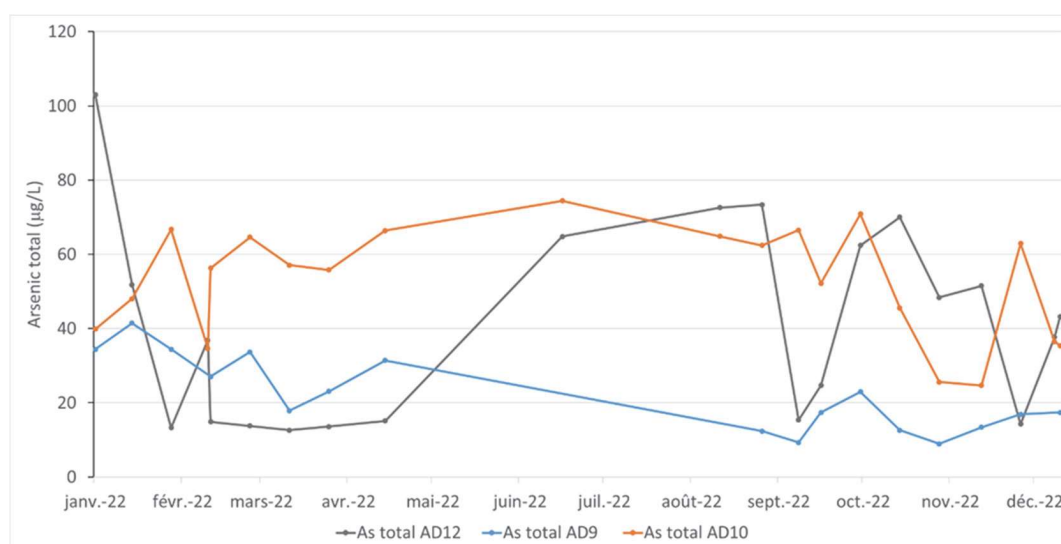


Illustration 127 : Evolution des concentrations en arsenic total durant le suivi renforcé de 2022 sur la nappe alluviale de l'Orbiel dans le secteur de la Combe du Saut.

A partir de ces données, il est difficile de discriminer l'influence de la fluctuation de qualité des eaux traitées par la station sur la qualité des milieux (eaux superficielles et eaux souterraines) et celle d'autres apports diffus du secteur provenant de la Combe du Saut (rive droite), et le site de l'Artus (rive gauche). Il n'est pas identifié d'effet net sur la qualité des eaux superficielles et souterraines contrôlées durant la période de fonctionnement de la station en mode dégradé.

Durant la période de suivi il n'y a eu aucun résultat d'analyse de cyanure total ou libre dans l'Orbiel supérieure à la limite de quantification.

Les compte-rendu des campagnes de suivi renforcé de 2022 sont présentées en Annexe 11 et 12.

6. Suivi usuel des eaux souterraines de la vallée de l'Orbiel

6.1. PRÉAMBULE

À l'issue des travaux de réhabilitation et conformément à l'arrêté préfectoral du 31 mars 2004, l'ADEME a assuré de 2006 à 2008 une mission de surveillance de la qualité des eaux de la zone réhabilitée de la Combe du Saut. Depuis 2009, le DPSM est en charge de la surveillance de l'impact du site de la Combe du Saut sur la qualité des eaux en amont, au droit, ainsi qu'à l'aval du site. Cette surveillance est réalisée au travers de prélèvements de fréquence bimensuelle dans les milieux suivants :

- les eaux de surface des différents sites (Cf. paragraphes précédents, en particulier § 0) ;
- les eaux des cours d'eau (Cf. § 7, en particulier § 7.2.3) ;
- les eaux souterraines.

La qualité des eaux souterraines est surveillée par 8 points de contrôle présentés dans le Tableau 26 et localisés sur l'illustration 128.

Piézomètre (depuis l'amont vers l'aval du site)	Situation vis-à-vis de la Combe du Saut	Nappe	Fréquence de suivi actuelle
AD12	Amont	Nappe alluviale de l'Orbiel	Bimestrielle
AD16	Au droit du site	Eaux souterraines dans l'axe du talweg	Bimestrielle
AD7	Aval immédiat au niveau des anciennes installations de la SEPS	Eaux souterraines dans l'axe du talweg	Bimestrielle
AD9	Aval immédiat au niveau du champ Magné	Nappe alluviale de l'Orbiel	Bimestrielle
AD10	Aval proche	Nappe alluviale de l'Orbiel	Bimestrielle
PB1	Aval proche	Nappe alluviale de l'Orbiel	Bimestrielle
PB2	Aval lointain	Nappe alluviale de l'Orbiel	Bimestrielle
PB3	Aval lointain	Nappe alluviale de l'Orbiel	Bimestrielle

Tableau 26 : Piézomètres de suivi des eaux souterraines autour de la Combe du Saut.

Les piézomètres AD14 et AD15 localisés au droit de la station de dépollution, à proximité de l'AD16, ne sont plus inclus dans la surveillance depuis la fin de l'année 2016. A noter que les graphiques présentent les valeurs de concentration déterminées dans le cadre de la surveillance de base bimensuelle, mais également celle des campagnes complémentaires présentées dans le § 10.

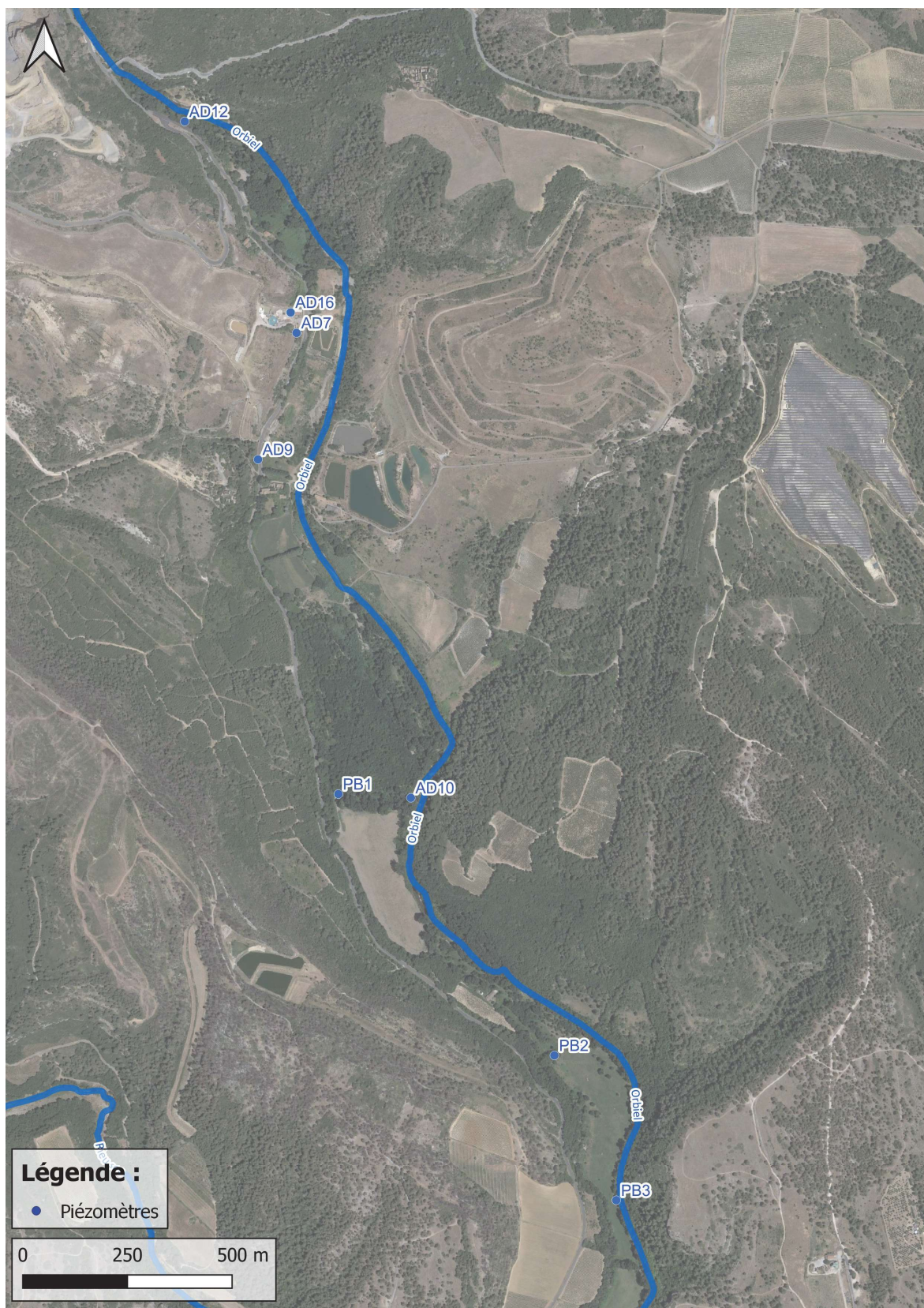


Illustration 128 : Localisation des piézomètres en amont et en aval du site de la Combe du Saut.

6.1.1. Amont du site

- **AD12**

Le piézomètre AD12 est localisé à quelques dizaines de mètres de l'Orbiel. Il sert à contrôler les eaux souterraines en amont hydraulique du site de la Combe du Saut. Après la crue d'octobre 2018, des zones de dépôts de sédiments ont été observées autour de l'ouvrage, indiquant une possible intrusion de matériaux dans le tubage. Un nettoyage de cet ouvrage sera réalisé.

Les résultats des mesures réalisées sur le piézomètre AD12 en 2022 sont récapitulés dans le Tableau 27.

Date	Fév.22 21/02/22	Avr.22 25/04/22	Juin.22 27/06/22	Août.22 22/08/22	Sept.22 19/09/22	Déc.22 19/12/22	Moyenne
As TOT (mg/L)	0,037	0,015	0,065	0,073	0,015	0,038	0,040
As dissous (mg/L)	0,009	0,014	0,014	0,013	0,014	0,012	0,013
Cote piézo (m NGF)	165,80	165,80	165,80	165,80	165,80	165,80	165,80
Prof eau (m)	2,70	2,37	2,54	2,74	2,89	2,73	2,66
Cote nappe (m NGF)	163,10	163,43	163,26	163,06	162,91	163,07	163,14
pH	8,04	8,06	7,95	8,09	8,09	8,04	8,05
Conductivité à 25°C (µS/cm)	259	239	310	375	518	364	344
E _h (mV)	355	334	305	283	311	337	321

Tableau 27 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre AD12 en amont de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).

Le battement de la nappe de l'AD12 entre les deux mesures extrêmes en 2022 est limité 0,37 mètres entre les périodes de hautes eaux et de basses eaux.

Les concentrations en arsenic sont relativement stables au cours de l'année 2022, la moyenne en arsenic total est de 0,040 mg/L et en arsenic dissous de 0,013 mg/L, soit 33% seulement sous sa forme dissoute. L'arsenic est donc principalement présent sous sa forme particulaire (Cf. Illustration 129). Les valeurs de concentration en 2022 sont dans les gammes de valeurs observées lors des années précédentes.

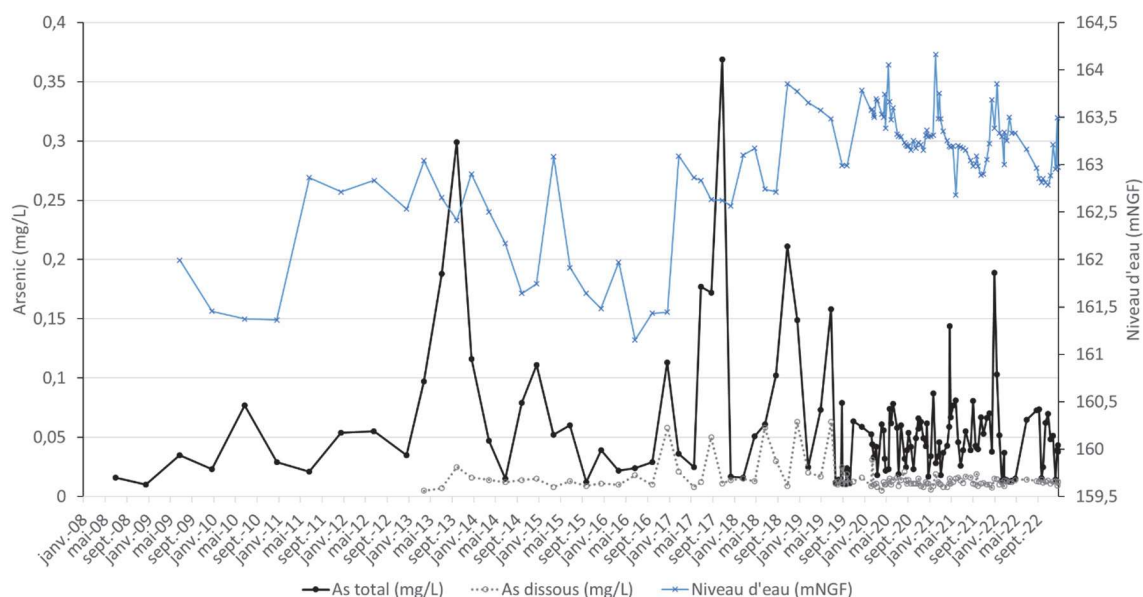


Illustration 129 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD12.

6.1.2. Au droit du site

• AD16

AD16 est implanté à 135 m de distance de l'Orbiel, en rive droite, au droit de la station de dépollution des eaux, dans l'ancien thalweg comblé par un stock de résidus issus de l'activité minière qui n'a pas été excavé. De par cette position particulière, les analyses réalisées sur cet ouvrage ne sont pas représentatives de la nappe alluviale mais plus de la nappe locale au droit du point.

En outre, ce piézomètre étant au ras du sol sans fermeture étanche, il est susceptible d'être perturbé par des eaux de ruissellement du site. Une remise en état de cet ouvrage sera incluse dans le programme d'entretien qui sera lancé en 2023.

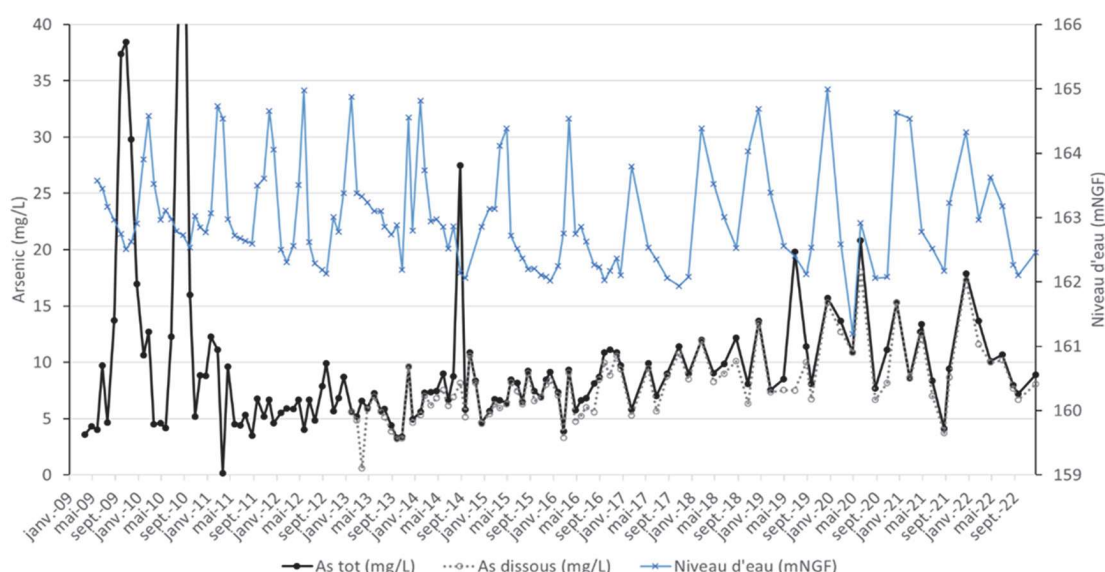
Les résultats des mesures réalisées sur le piézomètre AD16 en 2022 sont présentés dans le Tableau 28.

	Fév.22	Avr.22	Jun.22	Août.22	Sept.22	Déc.22	
Date	21/02/22	25/04/22	27/06/22	22/08/22	19/09/22	19/12/22	Moyenne
As TOT (mg/L)	13,70	10,10	10,70	7,99	7,22	8,89	9,77
As Dis (mg/L)	11,60	10,00	10,20	7,71	6,69	8,07	9,05
Cote piézo (m NGF)	166,43	166,43	166,43	166,43	166,43	166,43	166,43
Prof eau (m)	3,51	2,85	3,30	4,21	4,37	4,02	3,71
Cote nappe (m NGF)	162,92	163,58	163,13	162,22	162,06	162,41	162,72
pH	7,58	7,74	8,09	7,76	7,71	7,38	7,71
Conductivité à 25°C (µS/cm)	1 780	1 137	1 416	1 750	2 865	2 114	1 844
Eh (mV)	171	137	77	72	120	136	119
Température (°C)	13,7	14,1	17,4	18,2	21,6	17,5	17,1

Tableau 28 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre AD16 sur le site de la Combe du Saut (station de dépollution des eaux) (©MINELIS, 2023).

Le battement de la nappe de l'AD16 en 2022 est de l'ordre de 1,5 mètres entre les périodes de hautes eaux et de basses eaux, ce qui est inférieur au battement usuellement enregistré.

En 2022, l'arsenic total a varié entre 13,70 mg/L en février et 7,22 mg/L en septembre 2022, ce qui reste dans la gamme des concentrations habituellement observées. Les concentrations en arsenic dissous suivent les mêmes variations (Cf. Illustration 130). Les valeurs de concentration en 2022 sont dans les gammes de valeurs observées lors des années précédentes.



Valeur hors champ : 60,3 mg/L (arsenic total) en août 2010.

Illustration 130 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD16.

6.1.3. Aval immédiat et proche du site

- **AD7**

Les ouvrages AD7 et AD9, sont situés dans des talwegs, captant des apports latéraux, ce qui impacte leur niveau d'eau ainsi que la qualité de la nappe captée.

Le piézomètre AD7, en aval immédiat de la Combe du Saut, est situé en contrebas des anciennes usines dans l'axe du talweg au niveau de la station de dépollution. Il est implanté à environ 115 m de l'Orbiel.

Au droit d'AD7, la différence entre le niveau bas (septembre 2022) et haut (avril 2023) fut de 2,54 m (Cf. Tableau 29). Cette forte amplitude est récurrente entre les périodes de basses eaux et hautes eaux (Cf. Illustration 131) sur ce piézomètre. A noter que sur ce piézomètre, comme sur les autres ouvrages, le battement est de plus faible amplitude que celle de 2021.

	Fév.22	Avr.22	Juin.22	Août.22	Sept.22	Déc.22	Moyenne
Date	21/02/22	25/04/22	27/06/22	22/08/22	19/10/22	19/12/22	
As TOT (mg/L)	6,910	5,760	7,450	2,990	2,850	1,140	4,517
As dissous (mg/L)	0,274	0,410	0,981	3,080	2,440	0,882	1,345
Cote piézo (m NGF)	165,38	165,38	165,38	165,38	165,38	165,38	165,38
Prof eau (m)	3,30	1,92	3,36	4,36	4,46	3,89	3,55
Cote nappe (m NGF)	162,08	163,46	162,02	161,02	160,92	161,49	161,83
pH	7,63	7,87	7,91	7,95	8,04	7,92	7,89
Conductivité à 25°C (µS/cm)	654	616	624	738	1 185	844	777
E _n (mV)	376	343	259	254	252	328	302

Tableau 29 : Paramètres 2022 relevés sur le piézomètre AD7 en aval immédiat de la Combe du Saut (terrains SEPS) (©MINELIS, 2023).

Les concentrations en arsenic total semblent suivre le niveau d'eau dans l'ouvrage : plus le niveau est haut plus la concentration est élevée, sauf cas particuliers. Cela signifie qu'il existe probablement des apports d'arsenic particulaire dans cette zone, d'autant que le ratio arsenic dissous/arsenic total varie beaucoup au cours du suivi. On rappelle que ce piézomètre est situé dans l'ancien talweg de l'ancienne l'usine SEPS. Concernant les concentrations en arsenic, en 2022, la concentration a été plus élevée lors du premier semestre, l'arsenic étant principalement sous forme particulaire. Au deuxième semestre les concentrations en arsenic particulaire ont diminué, les valeurs des concentrations en arsenic dissous ont toutefois augmenté en période estivale (Cf. Illustration 131). Les valeurs de concentration en 2022 apparaissent légèrement supérieures aux gammes de valeurs observées lors des années précédentes.

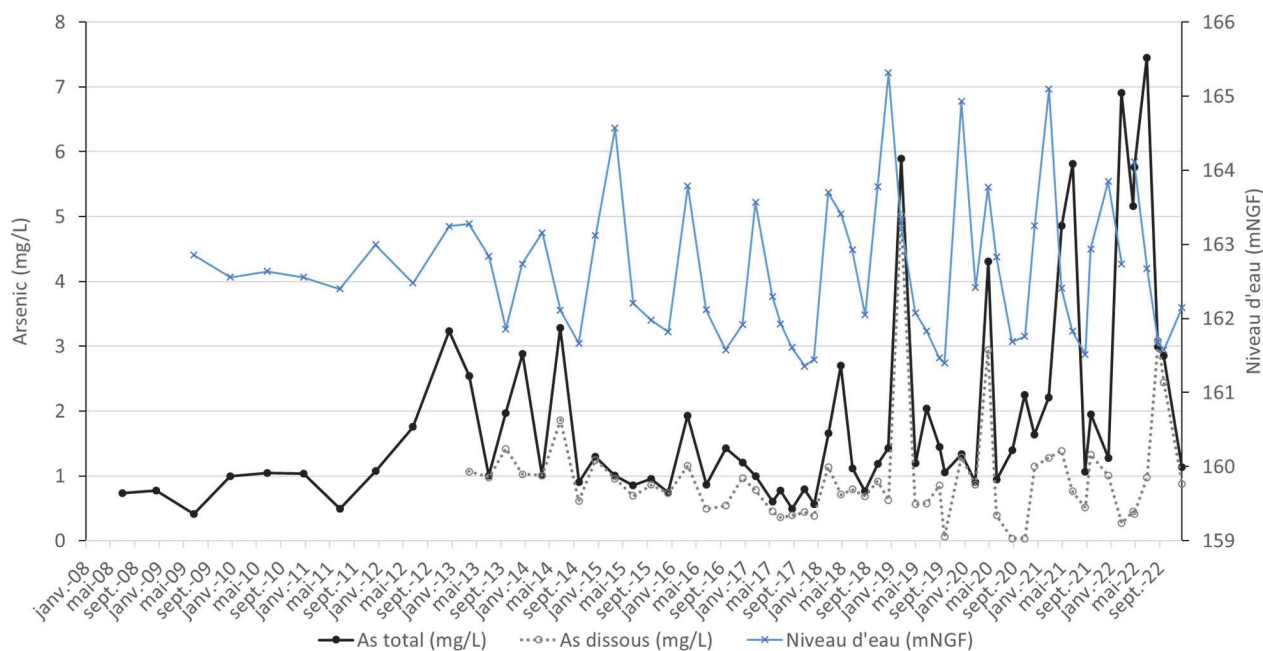


Illustration 131 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD7.

- **AD9**

Le piézomètre AD9 est légèrement plus éloigné en direction de l'aval de la vallée et est représentatif des eaux souterraines dans l'axe du talweg au niveau de l'ancienne usine Artus, dans les remblais au-dessus des schistes paléozoïques. Il est à environ 115 m de l'Orbiel.

Le niveau d'eau mesuré dans le piézomètre AD9 est resté dans des gammes de variations habituelles (Cf. Tableau 30), entre 154,74 m NGF (septembre 2022) et 155,25 m NGF (avril 2022).

Date	Fév.22 21/02/22	Avr.22 25/04/22	Juin.22 27/06/22	Août.22 22/08/22	Sept.22 19/09/22	Déc.22 19/12/22	Moyenne
As TOT (mg/L)	0,032	0,031	0,040	0,026*	0,009	0,013	0,025
As dissous (mg/L)	0,004	0,002	0,006	0,045*	0,003	0,003	0,010
Cote piézo (m NGF)	160,02	160,02	160,02	160,02	160,02	160,02	160,02
Prof eau (m)	4,86	4,77	4,97	5,23	5,28	5,15	5,04
Cote nappe (m NGF)	155,16	155,25	155,05	154,79	154,74	154,87	154,98
pH	7,09	7,31	7,30	7,37	7,48	7,64	7,37
Conductivité à 25°C (µS/cm)	1 806	1 515	1 509	1 438	2 309	2 156	1 789
E _h (mV)	368	360	321	288	305	361	334

Tableau 30 : Paramètres relevés sur le piézomètre AD9 en aval immédiat de la Combe du Saut (Champ Magné) (©MINELIS, 2022).

En 2022, les concentrations en arsenic sont en moyenne de 0,025 mg/L en total et 0,003 mg/L en dissous. L'arsenic est principalement sous sa forme particulière dans ce piézomètre (Cf. Illustration 132). Les valeurs de concentration en 2022 sont dans les gammes de valeurs, ou légèrement inférieures à celles observées lors des années précédentes.

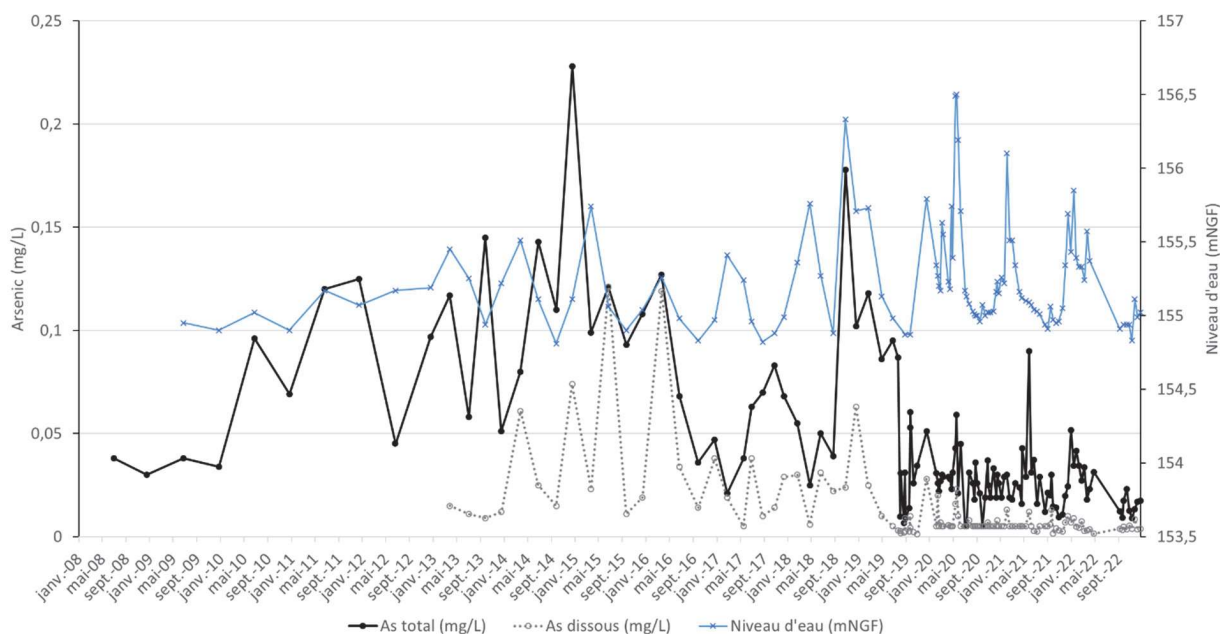


Illustration 132 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD9.

6.1.4. Aval éloigné

Les piézomètres AD10, PB1, PB2 et PB3 se situent en aval plus éloigné du site de La Combe du Saut, dans la plaine alluviale de l'Orbiel. Les trois piézomètres « PB » ont été installés en décembre 2014 afin de caractériser la nappe alluviale de l'Orbiel.

- **AD10**

L'ouvrage AD10 (comme AD12) est localisé en rive droite de l'Orbiel, à 30 m de la rivière et environ 1 200 m en aval de la Combe du Saut.

Les résultats des mesures réalisées en 2022 sur le piézomètre AD10 sont présentés dans le Tableau 31.

Date	Fév.22 21/02/22	Avr.22 25/04/22	Juin.22 27/06/22	Août.22 22/08/22	Sept.22 19/09/22	Déc.22 19/12/22	Moyenne
As TOT (mg/L)	0,035	0,066	0,074	0,065	0,067	0,037	0,057
As dissous (mg/L)	0,018	0,058	0,050	0,060	0,065	0,027	0,046
Cote piézo (m NGF)	151,31	151,31	151,31	151,31	151,31	151,31	151,31
Prof eau (m)	2,33	2,29	2,47	2,76	2,93	2,75	2,59
Cote nappe (m NGF)	148,98	149,02	148,84	148,55	148,38	148,56	148,72
pH	7,98	8,03	7,91	7,99	8,14	8,11	8,03
Conductivité à 25°C (μ S/cm)	502	345	296	379	576	508	434
E _h (mV)	321	355	290	278	328	330	317

Tableau 31 : Paramètres relevés sur le piézomètre AD10 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2022).

En 2022, les concentrations en arsenic total sur AD10 ont varié entre 0,074 mg/L (juin) et 0,035 mg/L (février). L'arsenic est principalement sous sa forme dissoute (Cf. Illustration 133). Les valeurs de concentration en 2022 sont dans les gammes de valeurs à celles observées lors des années précédentes.

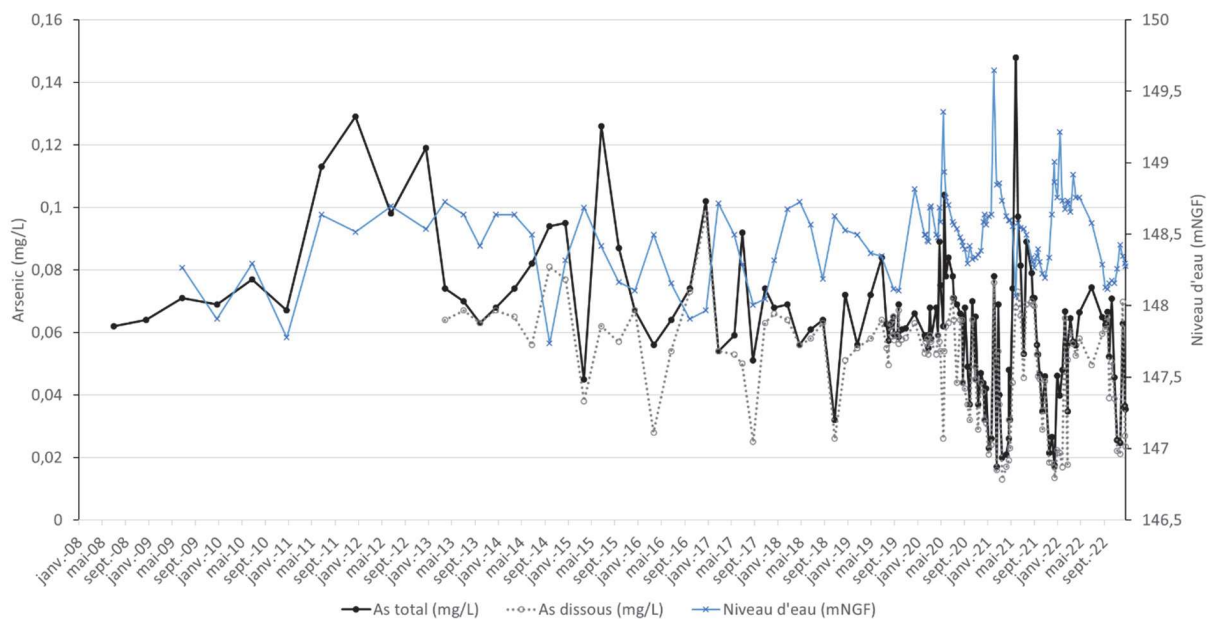


Illustration 133 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD10.

- **PB1**

PB1 est à peu près aussi éloigné de la Combe du Saut que AD10 (environ 1 200 m), mais il est plus distant de l'Orbiel (environ 200 m) car localisé à proximité de la RD101. Les résultats des mesures et analyses réalisées sur le piézomètre PB1 en 2022 sont présentés dans le Tableau 32.

Date	Fév.22 21/02/22	Avr.22 25/04/22	Juin.22 27/06/22	Août.22 22/08/22	Sept.22 19/09/22	Déc.22 19/12/22	Moyenne
As TOT (mg/L)	5,440	2,300	1,160	0,448	0,637	0,420	1,734
As dissous (mg/L)	0,602	0,050	0,444	0,368	0,568	0,169	0,367
Cote piézo (m NGF)	151,02	151,02	151,02	151,02	151,02	151,02	151,02
Prof eau (m)	1,89	1,82	2,02	2,55	2,85	2,63	2,29
Cote nappe (m NGF)	149,13	149,20	149,00	148,47	148,17	148,39	148,73
pH	7,75	7,64	7,59	7,80	7,96	8,01	7,79
Conductivité à 25°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	667	601	626	509	860	749	669
E _h (mV)	272	360	305	272	270	344	304

Tableau 32 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre PB1 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).

Tout comme pour l'année 2021, un pic de concentration en arsenic total a été observé en février 2022 (5,44 mg/L) puis la concentration est redescendue à des valeurs habituelles jusqu'à la fin de l'année (Cf. Illustration 134). La concentration en arsenic dissous reste dans des gammes inférieures.

Sur ce piézomètre, les concentrations, tout comme le ratio arsenic dissous/total sont très variables depuis juin 2020.

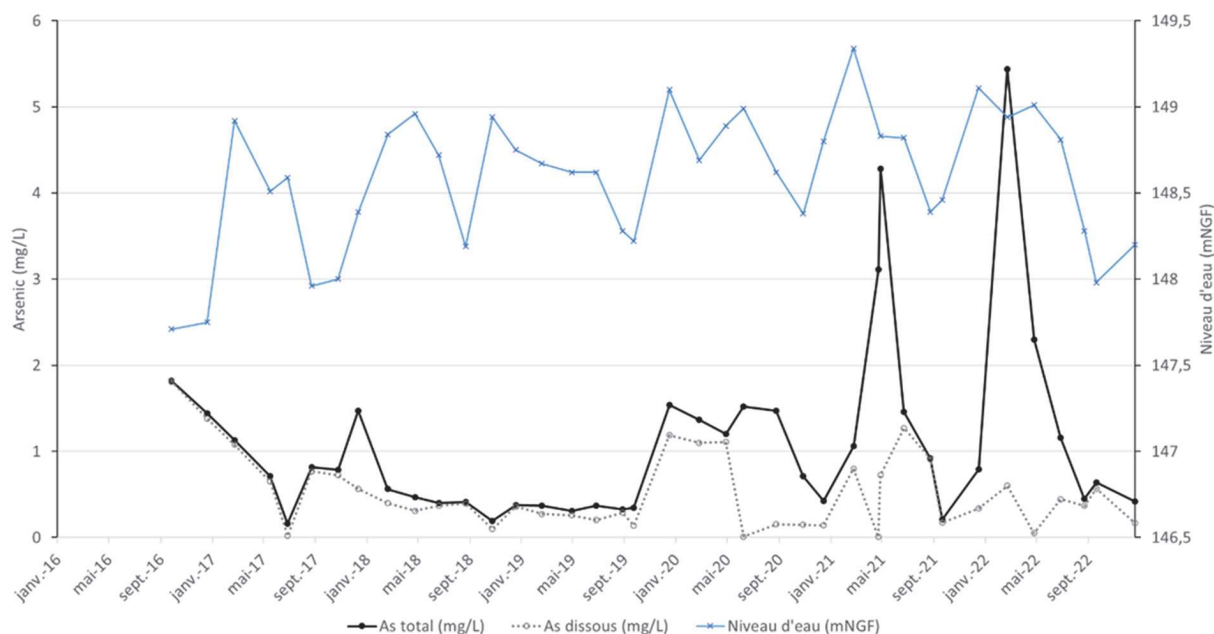


Illustration 134 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB1.

Les concentrations en arsenic mesurées sur PB1 sont généralement plus élevées que celles sur AD10 situé à proximité de l'Orbiel alors que les variations piézométriques semblent similaires. Ce constat permet de supposer que ces ouvrages sont bien dans la même entité hydrogéologique mais que PB1 est soumis à l'influence des arrivées d'eau de la Combe du Saut tandis que AD10 serait plus influencé par le mélange avec les eaux de l'Orbiel. Les valeurs de concentration en 2022 sont dans les gammes de valeurs à celles observées en 2021. Les pics de concentration en arsenic total n'avaient pas été mis en évidence avant 2021.

• PB2

PB2 est situé à environ 1 900 m en aval de la Combe du Saut, soit environ 700 m en aval de AD10 et PB1. Il se situe dans la plaine alluviale, lui aussi en rive droite de l'Orbiel, à une centaine de mètres de la rivière.

Les résultats des mesures réalisées sur ce piézomètre en 2022 sont récapitulés dans le Tableau 33.

	Fév.22	Avr.22	Juin.22	Août.22	Sept.22	Déc.22	Moyenne
Date	21/02/22	25/04/22	27/06/22	22/08/22	19/09/22	19/12/22	
As TOT (mg/L)	5,310	3,240	1,520	1,260	0,875	0,516	2,120
As dissous (mg/L)	0,409	0,012	0,465	0,321	0,324	0,036	0,261
Cote piézo (m NGF)	145,98	145,98	145,98	145,98	145,98	145,98	145,98
Prof eau (m)	2,65	2,64	2,88	2,99	3,04	2,94	2,86
Cote nappe (m NGF)	143,33	143,34	143,10	142,99	142,94	143,04	143,12
pH	7,82	7,83	7,79	8,04	8,06	8,10	7,94
Conductivité à 25°C (µS/cm)	954	821	895	964	1 202	1 069	984
Eh (mV)	58	158	69	61	56	129	89

Tableau 33 : Paramètres 2022 relevés sur le piézomètre PB2 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).

Les concentrations en arsenic total et dissous ont atteint des concentrations élevées (Illustration 135). Les concentrations en arsenic dissous sont moins marquées que les concentrations en As tot. Un nettoyage de ces ouvrages doit être lancé courant 2023. Les valeurs de concentration en

2022 sont dans les gammes de valeurs à celles observées en 2021. Les pics de concentration en arsenic total avaient été mis en évidence également en 2019 et 2021.

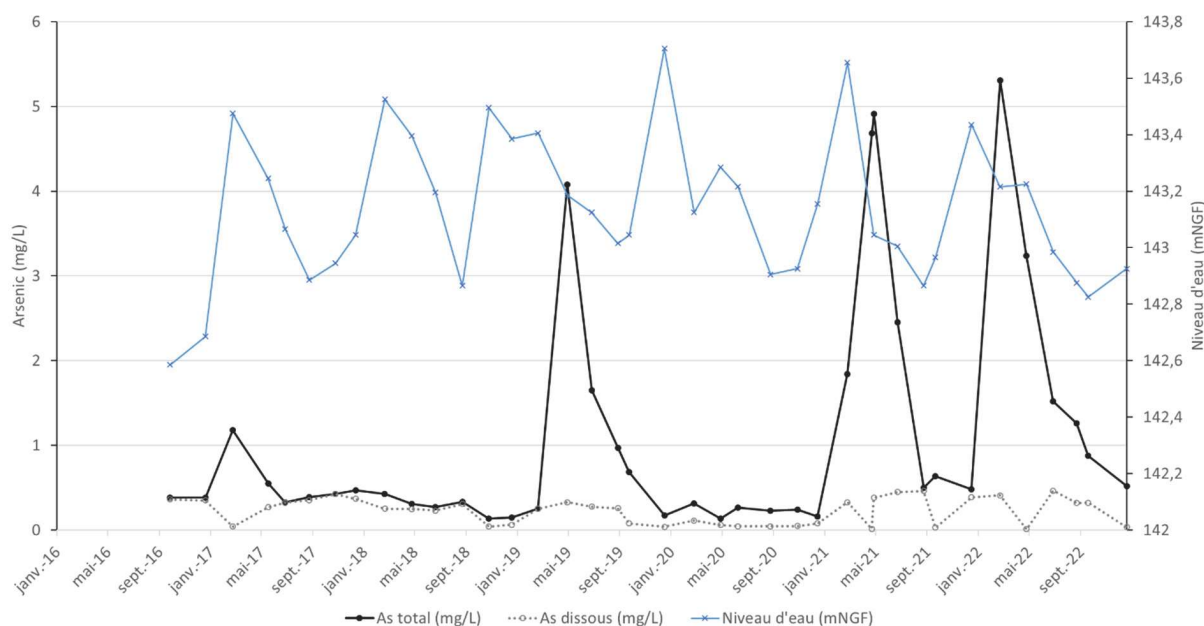


Illustration 135 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB2.

• PB3

PB3 est le point de suivi des eaux souterraines le plus en aval, à 2 250 m en ligne droite vis-à-vis de la Combe du Saut. Il est localisé à proximité immédiate de l'Orbiel (10 m environ) au niveau d'un verrou géologique où les alluvions de l'Orbiel sont très limitées.

Les résultats des mesures effectuées sur le piézomètre PB3 en 2022 sont présentés sur le Tableau 34.

Date	Fév.22 21/02/22	Avr.22 25/04/22	Juin.22 27/06/22	Août.22 22/08/22	Sept.22 19/09/22	Déc.22 19/12/22	Moyenne
As TOT (mg/L)	0,060	0,033	0,025	0,034	0,032	0,024	0,035
As dissous (mg/L)	0,025	0,024	0,029	0,028	0,027	0,024	0,026
Cote piézo (m NGF)	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60
Prof eau (m)	3,08	3,07	3,24	3,31	3,34	3,26	3,22
Cote nappe (m NGF)	140,52	140,53	140,36	140,29	140,26	140,34	140,38
pH	7,81	7,80	7,82	7,83	7,97	8,06	7,88
Conductivité à 25°C (µS/cm)	931	807	907	862	1 241	1 113	977
E _h (mV)	275	364	281	278	306	340	307

Tableau 34 : Paramètres relevés en 2022 sur le piézomètre PB3 en aval éloigné de la Combe du Saut (©MINELIS, 2023).

Les concentrations en arsenic sont moins élevées dans PB3 par rapport aux ouvrages PB1 et PB2 situés en amont. Elles sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans l'Orbiel ou au niveau des piézomètres AD10 et AD12.

Les valeurs élevées de concentration en arsenic dans les eaux du piézomètre PB2 à quelques centaines de mètres en amont n'est pas observé sur PB3.

L'arsenic dissous est relativement stable autour de 0,026 mg/L (Cf. Illustration 136).

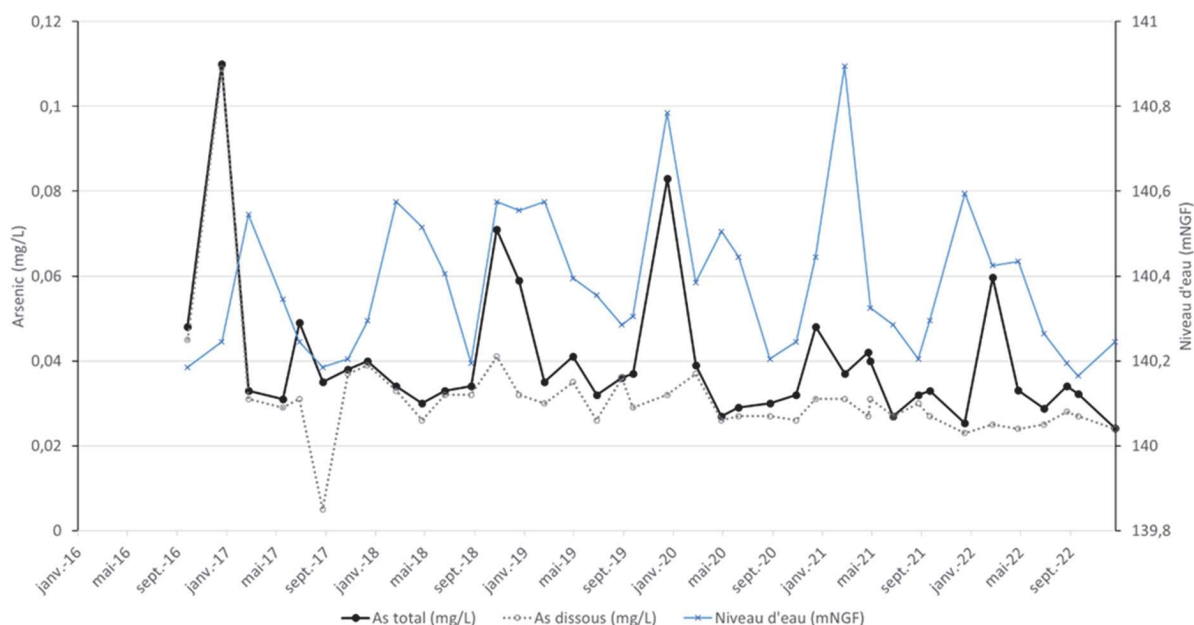


Illustration 136 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB3.

6.1.5. Comparaison entre amont et aval de l'ancien site industriel dans la nappe alluviale

L'illustration 137 et l'illustration 138 représentent les concentrations relevées durant le suivi 2022 des ouvrages implantés dans la nappe alluviale en amont et en aval hydraulique de la Combe du Saut. Les ouvrages PB2 et PB3 présentant des concentrations beaucoup plus élevées, ils sont présentés à part par souci de lisibilité. Les autres ouvrages implantés au droit du site (AD16) ou en aval immédiat (AD7) ou proche (AD9) ne sont pas comparables du fait de leur position et influence de venues d'eau depuis la Combe du Saut.

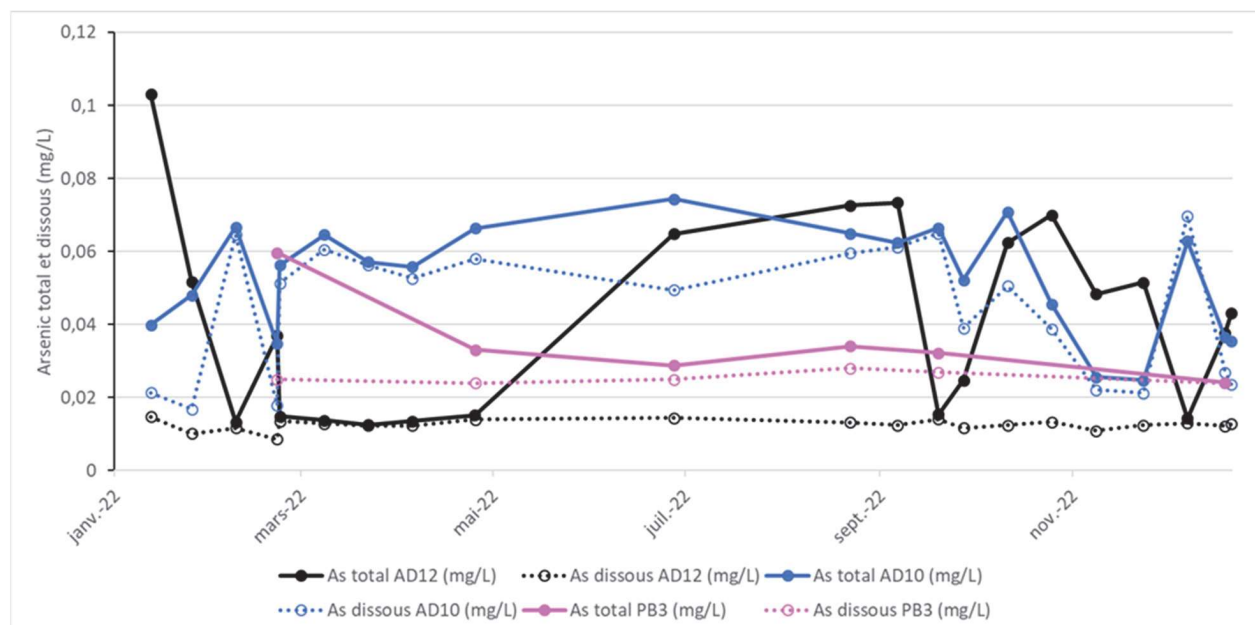


Illustration 137 : Concentrations 2022 en arsenic total pour les piézomètres de la nappe alluviale de l'Orbiel AD12, AD10 et PB3.

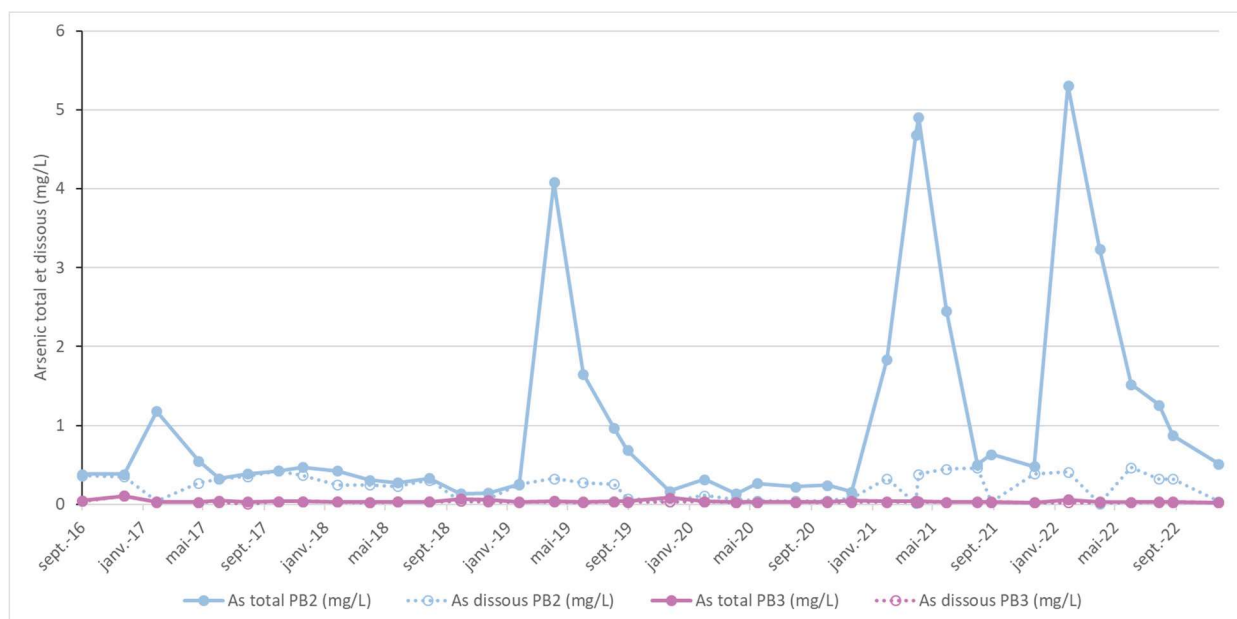


Illustration 138 : Concentrations 2022 en arsenic total pour les piézomètres de la nappe alluviale de l'Orbiel PB2 et PB3.

En ce qui concerne les résultats de 2022, au regard de l'ensemble des chroniques depuis le début du suivi, ils restent dans la gamme de valeurs habituellement mesurée, avec néanmoins deux pics de concentration plus marqués que les années précédentes sur PB1 et PB2 (Cf. Illustration 139, Illustration 141, Illustration 142).

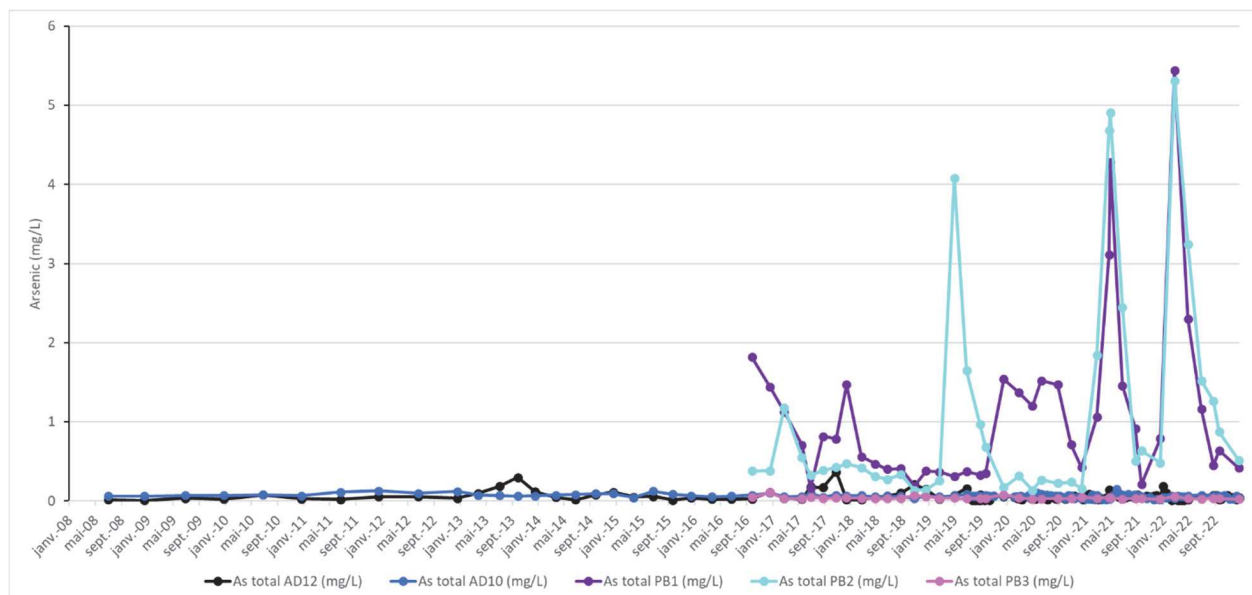
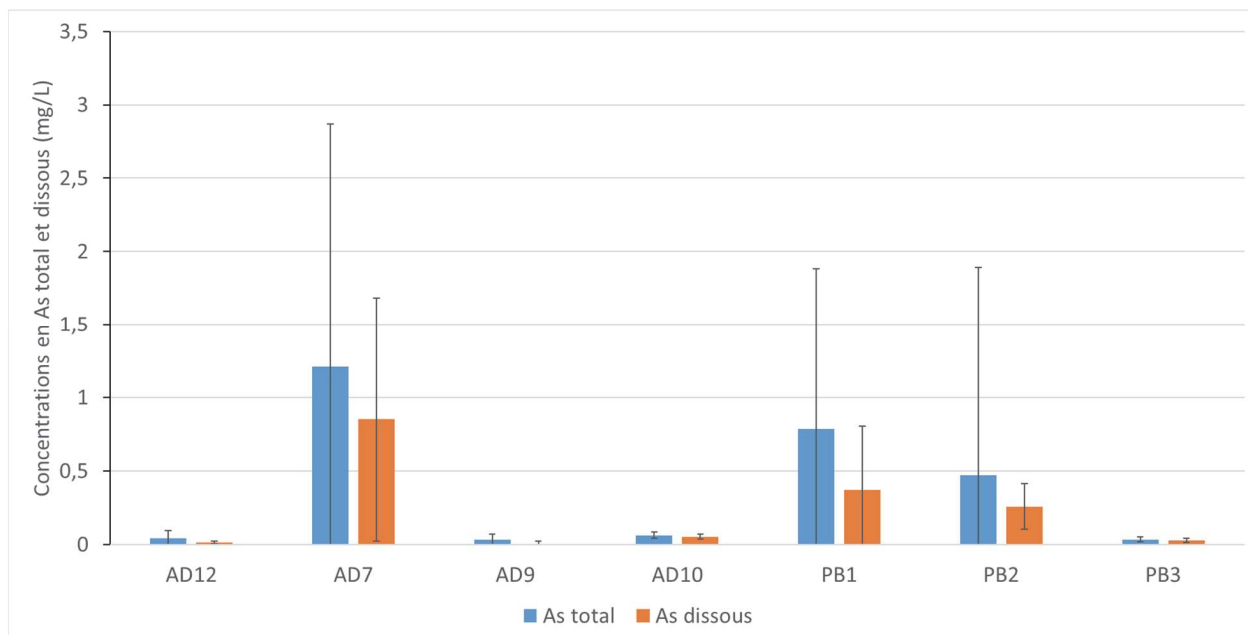
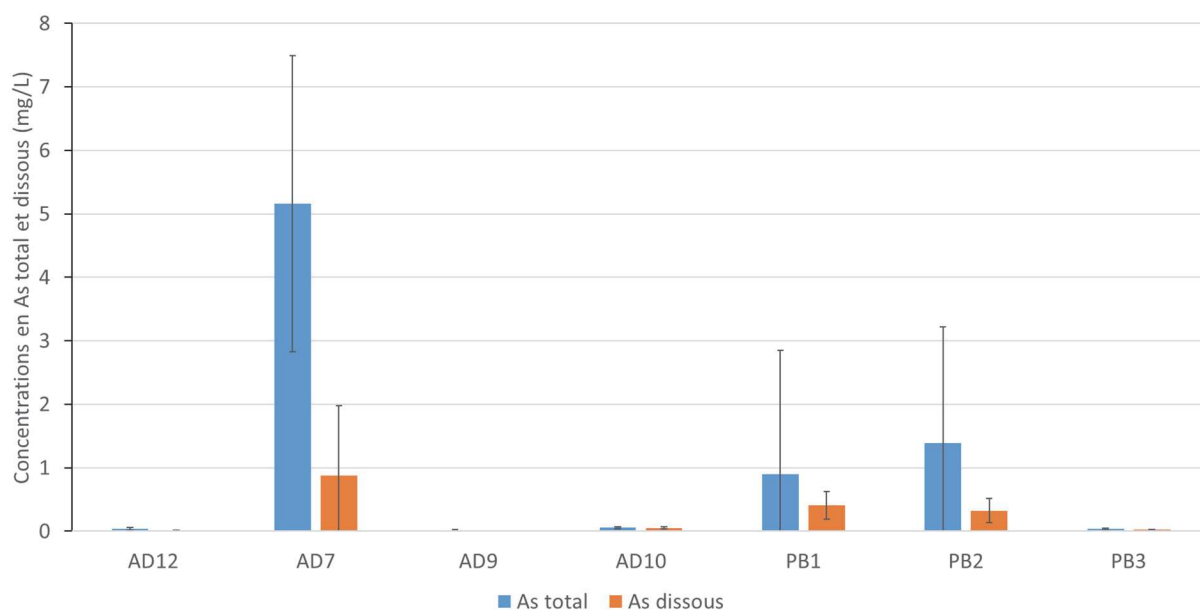


Illustration 139 : Concentrations en arsenic total pour les piézomètres de la nappe alluviale de l'Orbiel AD12, AD10, PB1, PB2 et PB3.



Note : la barre des écarts-types en dessous de la médiane peut être tronquée lorsque l'écart-type est trop important.

Illustration 140 : Médianes des concentrations dans les piézomètres de la vallée de l'Orbiel en arsenic total (bleu) et dissous (orange) obtenues sur la chronique depuis le début du suivi et écarts-types.



Note : la barre des écarts-types en dessous de la médiane peut être tronquée lorsque l'écart-type est trop important.

Illustration 141 : Médianes des concentrations dans les piézomètres de la vallée de l'Orbiel en arsenic total (bleu) et dissous (orange) obtenues sur 2022 et écarts-types.

Le suivi des eaux souterraines en amont, au droit et à l'aval de la Combe du Saut met en évidence une augmentation des concentrations arsenic total et dissous au passage des anciens sites miniers de la Combe du Saut.

Dans deux ouvrages en aval, PB1 et PB2, bien que situés à plusieurs centaines de mètres au Sud de l'ancien site industriel, une signature en concentration élevée en arsenic est identifiée depuis plusieurs années. Il est à noter que ces piézomètres, localisés en rive droite de l'Orbiel sont plus éloignés de la rivière que les ouvrages AD10 et PB3, et situés dans des thalwegs. Ces pics concernent principalement l'arsenic total. Ces concentrations sont probablement à mettre en relation avec le panache provenant de la zone du stockage de Montredon et de l'amont de la Combe du Saut, mis en évidence en 2015 suite à des investigations géophysiques (Mathieu et Barbier, 2015) (Cf. § 3.2.1).

Les mesures plus en aval dans la vallée, réalisées sur PB3, montrent une nette décroissance de la concentration en arsenic par rapport au secteur de la Combe du Saut. En effet, la concentration moyenne en As total mesurée sur PB3 est de l'ordre de 0,035 mg/L (elle est de 0,04 mg/L au droit du piézomètre AD12, piézomètre localisé en amont du secteur de la Combe du Saut).

7. Suivi usuel des eaux superficielles du bassin versant de l'Orbiel

En ce qui concerne l'étude de l'impact des anciennes activités minières et industrielles sur les eaux superficielles, des prélèvements sont réalisés le long des cours d'eau principalement concernés : le Grésillou (11 points), le Ru Sec (1 point), affluents de l'Orbiel, et l'Orbiel (9 points).

Depuis 2014, les échantillons d'eau pour l'analyse d'arsenic dissous sont filtrés sur site.

7.1. SUIVI 2022 DES EAUX DU GRÉSILLOU

Le Grésillou est un affluent de l'Orbiel (confluence à Lastours), c'est un cours d'eau intermittent qui s'écoule notamment au pied des verses de Nartau et de Ramèle au contact desquelles on enregistre une signature en arsenic particulièrement marquée. Le Grésillou a été canalisé et bétonné sur environ 300 m au droit de la verse de Ramèle dans les années 1980, suite au constat de l'existence d'interactions entre le ruisseau et la mine souterraine (pertes du ruisseau vers les galeries minières). Des traçages effectués en 1997 (SRK, 1998) et en 2002 (ANTEA, 2003) ont confirmé cela, notamment en aval de la partie bétonnée

En 2022, seul trois points de suivi du Grésillou sont identifiés dans l'arrêté ministériel fixant la liste des installations gérées par le DPSM. Néanmoins, dès cette année, des points de suivis complémentaires ont été ajoutés, notamment ceux suivis lors de l'étude technico-économique du Grésillou. Les points supplémentaires, au nombre de 8, seront inscrits dans l'arrêté ministériel 2023.

Les points suivis le long du Grésillou permettent d'évaluer mensuellement la qualité de ses eaux pour les concentrations en arsenic (total et dissous), en MES, fer et sulfates et donc l'impact des anciens sites miniers et industriels en amont et aval des installations surveillées : verse de Nartau (repère A sur l'illustration 142) et verse de Ramèle (repère B sur l'illustration 142).

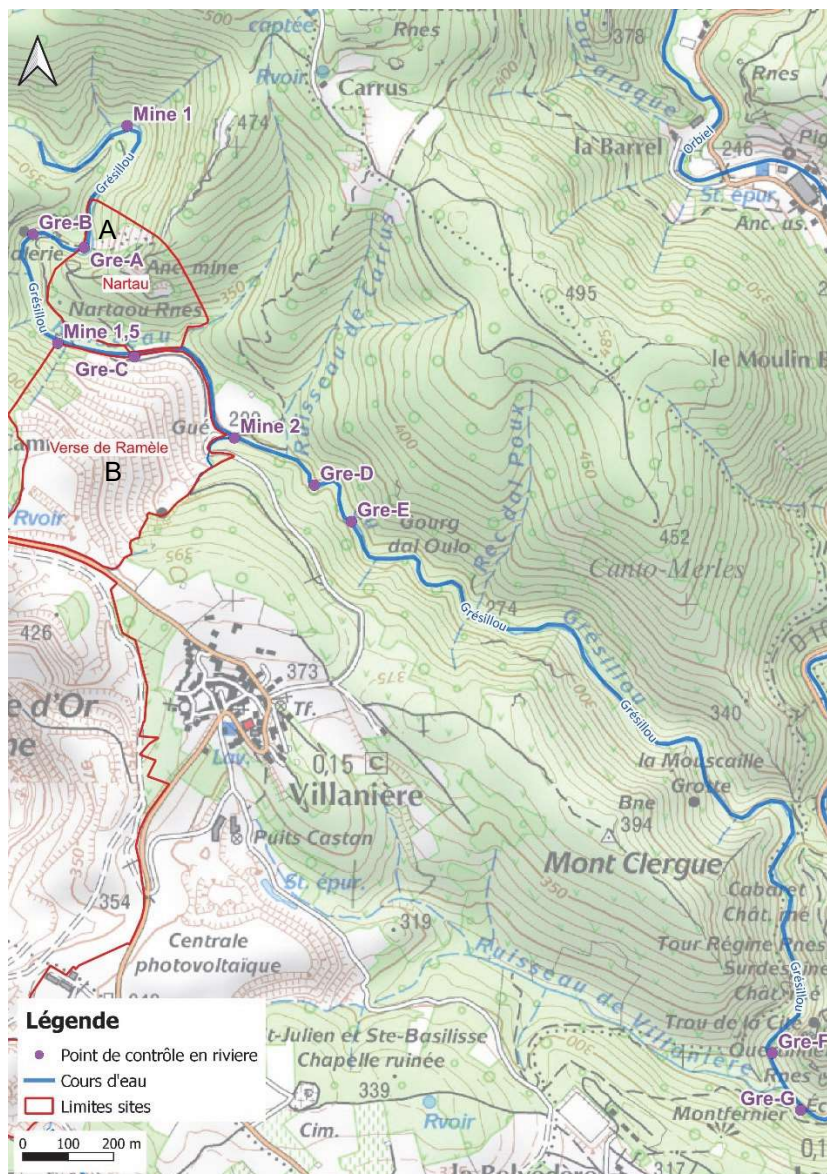


Illustration 142 : Points de suivi des eaux superficielles sur le Grésillou.

Remarque : Le prélèvement GRE-F est normalement situé en amont du ruisseau de Villanière, néanmoins en raison d'un accès difficile et dangereux (présence de chaos rocheux), il a été décidé de ne pas réaliser la surveillance à ce point.

Les résultats des analyses effectuées sur le Grésillou en 2022 sont présentés dans le tableau suivant (Cf. Tableau 35).

MINE 1	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E _h (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
25/01/2022	0,006	0,005	<2,0	110	7,84	346	5,5	10,5	10,2	0,03	0,28
21/02/2022	0,005	0,006	2,4	105	7,77	323	8,4	9,9	8,3	<0,01	0,4
29/03/2022	0,006	0,006	2,4	124	7,72	363	9,4	9,6	10,4	<0,01	0,25
26/04/2022	0,007	0,006	4,2	103	8,07	344	10,9	9,4	8,6	0,03	0,75
30/05/2022	0,007	0,008	6,6	153	8,02	339	15,7	8,4	15,3	0,01	0,03
28/06/2022	0,008	0,008	5,2	194	7,99	353	16,8	7,6	19,4	0,03	ND
19/07/2022	Grésillou à sec										
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022	0,005	0,007	4,6	217	8	327	11,4	9	21,7	0,01	ND
Moyenne annuelle	0,006	0,006	3,3	144	7,96	342	11,2	9,2	13,4	0,02	0,34
Maxi	0,008	0,008	6,6	217	8,33	363	16,8	10,5	21,7	0,03	0,75
Mini	0,005	0,005	<2,0	103	7,72	323	5,5	7,6	8,3	<0,01	0,03
GRE-A	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E _h (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
25/01/2022	0,005	0,005	<2,0	110	7,89	383	5,4	10,5	10,9	<0,01	0,28
21/02/2022	0,006	0,006	2,4	108	7,78	323	8,8	9,9	8,3	0,02	0,4
29/03/2022	0,006	0,006	2,4	120	7,73	361	9,3	9,6	10,6	0,01	0,25
26/04/2022	0,006	0,006	4	103	8,01	341	11,2	9,2	8,6	0,03	0,75
30/05/2022	0,008	0,007	6,8	154	8,09	337	16	8,5	20	0,04	0,03
28/06/2022	0,009	0,009	6,2	207	7,88	349	18,4	7,3	25,3	0,02	ND
19/07/2022	Grésillou à sec										
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022	0,006	0,006	1,1	202	8,34	336	11	8,9	23	0,01	ND
Moyenne annuelle	0,006	0,006	3,4	143	7,96	347	11,4	9,1	15,2	0,02	0,34
Maxi	0,009	0,009	6,8	207	8,34	383	18,4	10,5	25,3	0,04	0,75
Mini	0,005	0,005	<2,0	103	7,73	323	5,4	7,3	8,3	<0,01	0,03
GRE-B	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E _h (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
25/01/2022	0,007	0,007	2	112	7,86	381	5,4	10,5	12,7	<0,01	0,28
21/02/2022	0,007	0,007	2,6	109	7,83	321	8,5	9,9	9,5	0,02	0,4
29/03/2022	0,007	0,007	2,6	118	7,74	362	9,5	9,6	11,9	0,02	0,25
26/04/2022	0,007	0,006	4,5	98	8,09	343	11,1	9,2	9,7	0,04	0,75
30/05/2022	0,039	0,034	7	157	8,1	337	16	8,9	22,5	0,14	0,03
28/06/2022	0,215	0,135	7,4	231	7,85	351	18,3	7,6	45,8	0,51	ND
19/07/2022	Grésillou à sec										
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022	0,022	0,018	3,4	230	8,33	330	11	8,9	31,1	0,08	ND
Moyenne annuelle	0,043	0,031	4,2	151	7,97	346	11,4	9,2	20,5	0,12	0,34
Maxi	0,215	0,135	7,4	231	8,33	381	18,3	10,5	45,8	0,51	0,75
Mini	0,007	0,006	2	98	7,74	321	5,4	7,6	9,5	<0,01	0,03
MINE 1.5	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E _h (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
25/01/2022	0,01	0,011	2	113	7,83	385	5,5	10,5	13	0,01	0,28
21/02/2022	0,012	0,012	2,4	108	7,84	321	8,6	9,9	9,7	0,02	0,4
29/03/2022	0,011	0,011	2,6	118	7,75	361	9,9	9,6	12,2	0,01	0,25

26/04/2022	0,011	0,009	4	106	8,08	342	11,4	9,2	9,7	0,04	0,75
30/05/2022	0,049	0,048	7,2	159	8,06	338	17,1	8,3	24,2	0,02	0,03
28/06/2022	Grésillou à sec										
19/07/2022											
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022											
Moyenne annuelle	0,018	0,018	3,6	121	7,91	349	10,5	9,5	13,8	0,02	0,34
Maxi	0,049	0,048	7,2	159	8,08	385	17,1	10,5	24,2	0,04	0,75
Mini	0,01	0,009	2	106	7,75	321	5,5	8,3	9,7	0,01	0,03
GRE-C	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E_h (mV)	T (°C)	O₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m³/s)
25/01/2022	0,092	0,092	2,2	116	7,72	392	5,5	10,4	14,3	<0,01	0,28
21/02/2022	0,068	0,07	2,8	110	7,81	326	8,6	9,9	10,1	0,01	0,4
29/03/2022	0,073	0,076	2,8	119	7,76	363	9,8	9,5	12	0,02	0,25
26/04/2022	0,017	0,017	4,4	106	8,07	344	11,6	9,1	10,3	0,03	0,75
30/05/2022	0,34	0,344	7	163	7,99	342	16,5	8,7	24,4	0,01	0,03
28/06/2022	0,209	0,165	7,2	205	7,75	356	17,2	6,8	40,5	0,42	0,28
19/07/2022	Grésillou à sec										
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022											
Moyenne annuelle	0,295	0,314	3,8	264	8,3	334	10,6	8,8	42,3	0,03	ND
Maxi	0,34	0,344	7,2	264	8,3	392	17,2	10,4	42,3	0,42	0,75
Mini	0,017	0,017	2,2	106	7,72	326	5,5	6,8	10,1	<0,01	0,03
GRE-C Surface	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E_h (mV)	T (°C)	O₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m³/s)
25/01/2022	0,142	0,143	<2,0	116	7,65	394	5,5	10,4	12,9	0,01	ND
21/02/2022	0,056	0,054	2,8	109	7,82	323	8,6	9,9	10	0,02	ND
29/03/2022	0,093	0,094	2,8	118	7,76	364	9,8	9,6	12,6	0,05	ND
26/04/2022	0,034	0,033	4,2	105	8,06	344	11,4	9,2	11,6	0,03	ND
30/05/2022	Pas de débordement au-dessus du lit bétonné										
28/06/2022	L'intégralité du Grésillou passe dans la buse sous le lit bétonné										
19/07/2022	Grésillou à sec										
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022											
Moyenne annuelle	0,081	0,081	2,7	112	7,82	356	8,8	9,8	11,8	0,03	ND
Maxi	0,142	0,143	4,2	118	8,06	394	11,4	10,4	12,9	0,05	ND
Mini	0,034	0,033	<2,0	105	7,65	323	5,5	9,2	10	0,01	ND
MINE 2	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E_h (mV)	T (°C)	O₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m³/s)
25/01/2022	0,151	0,155	<2,0	116	7,8	387	5,9	10,4	13,9	0,02	0,28
21/02/2022	0,137	0,132	2,8	111	7,81	322	9,1	9,8	14,7	0,05	0,38
29/03/2022	0,156	0,154	2,8	120	7,74	360	10,5	9,5	13	0,01	0,25
26/04/2022	0,057	0,056	4,6	108	8,09	340	11	9,7	10,2	0,02	0,75
30/05/2022	1,09	1,15	8,4	173	7,96	345	16,3	8,5	29,7	0,01	0,03
28/06/2022	3,37	3,83	6,2	270	7,74	355	17,6	7,6	57,7	0,03	0,02
19/07/2022	Grésillou à sec										
22/08/2022											
20/09/2022											

24/10/2022												
22/11/2022												
20/12/2022	0,83	0,855	0,8	277	8,3	335	10,7	9	44,8	0,004	0,02	
Moyenne annuelle	0,827	0,905	3,8	168	7,92	349	11,6	9,2	26,3	0,02	0,25	
Maxi	3,37	3,83	8,4	277	8,3	387	17,6	10,4	57,7	0,05	0,75	
Mini	0,057	0,056	0,8	108	7,74	322	5,9	7,6	10,2	0,004	0,02	
MINE 2 surface	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E_h (mV)	T (°C)	O₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m³/s)	
25/01/2022	0,153	0,14	<2,0	116	7,75	389	5,8	10,4	14,2	0,05	ND	
21/02/2022	0,057	0,055	2,8	109	7,78	323	9,6	9,9	11,6	0,03	ND	
29/03/2022	0,097	0,095	2,8	119	7,75	363	10,5	9,6	14,4	0,06	ND	
26/04/2022	0,04	0,042	4,6	106	8,06	344	11,2	9,7	10,2	0,03	ND	
30/05/2022	Pas de débordement au-dessus du lit bétonné											
28/06/2022	L'intégralité du Grésillou passe dans la buse sous le lit bétonné											
19/07/2022	Grésillou à sec											
22/08/2022												
20/09/2022												
24/10/2022												
22/11/2022												
20/12/2022	Pas de débordement au-dessus du lit bétonné											
Moyenne annuelle	0,087	0,081	2,8	113	7,84	355	9,3	9,9	12,6	0,04	ND	
Maxi	0,153	0,14	4,6	119	8,06	389	11,2	10,4	14,4	0,06	ND	
Mini	0,04	0,042	<2,0	106	7,75	323	5,8	9,6	10,2	0,03	ND	
GRE-D	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E_h (mV)	T (°C)	O₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m³/s)	
21/02/2022	0,129	0,127	2,8	112	7,79	323	9,4	9,8	10,8	0,03	Nd	
29/03/2022	0,157	0,154	2,6	120	7,69	361	11	9,5	12,9	0,01	ND	
26/04/2022	0,052	0,051	4	107	8,01	345	11,8	9,1	10,4	0,01	ND	
30/05/2022	0,668	0,626	8,2	177	7,94	345	16,7	8,2	28	0,004	ND	
28/06/2022	Grésillou à sec à ce point de prélèvement											
19/07/2022												
22/08/2022												
20/09/2022												
24/10/2022												
22/11/2022												
20/12/2022	Grésillou à sec à ce point de prélèvement											
Moyenne annuelle	0,231	0,221	3,9	126	7,85	357	10,9	9,4	15,2	0,01	ND	
Maxi	0,668	0,626	8,2	177	8,01	413	16,7	10,4	28	0,03	ND	
Mini	0,052	0,051	2	107	7,69	323	5,8	8,2	10,4	0,004	ND	
GRE-E	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E_h (mV)	T (°C)	O₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m³/s)	
25/01/2022	0,147	0,148	<2,0	117	7,82	422	5,8	10,4	14	<0,01	ND	
21/02/2022	0,139	0,135	3	104	7,76	324	9,3	9,8	10,7	0,02	ND	
29/03/2022	0,155	0,152	2,6	121	7,7	361	11,2	9,5	12,7	0,02	ND	
26/04/2022	0,055	0,053	4,2	108	8,06	344	11,8	9,1	10,4	0,02	ND	
30/05/2022	0,516	0,531	8,6	184	7,92	347	16,8	8,2	29,2	0,002	ND	
28/06/2022	Grésillou à sec à ce point de prélèvement											
19/07/2022												
22/08/2022												
20/09/2022												
24/10/2022												
22/11/2022												
20/12/2022	Grésillou à sec à ce point de prélèvement											
Moyenne annuelle	0,202	0,204	3,9	127	7,85	360	11	9,4	15,4	0,01	ND	
Maxi	0,516	0,531	8,6	184	8,06	422	16,8	10,4	29,2	0,02	ND	
Mini	0,055	0,053	<2,0	104	7,7	324	5,8	8,2	10,7	0,002	ND	

GRE-G	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µS/cm)	pH	E _n (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
25/01/2022	0,112	0,112	<2,0	1 053	7,28	392	7,9	9,3	720	<0,01	0,28
21/02/2022	0,132	0,129	3,6	1 181	7,31	344	10,5	9,7	917	0,01	0,38
29/03/2022	0,129	0,094	3	1 008	7,21	384	11,4	9,5	645	0,02	0,25
26/04/2022	0,076	0,073	4,4	127	8,07	342	10,5	10	13,8	0,03	0,75
30/05/2022	0,163	0,159	8,4	1 227	7,63	362	15,8	8,6	830	<0,10	0,03
28/06/2022	Grésillou à sec à ce point de prélèvement										
19/07/2022											
22/08/2022											
20/09/2022											
24/10/2022											
22/11/2022											
20/12/2022	0,154	0,158	4,9	2 614	7,97	350	11,8	8,1	1 310	0,002	0,02
Moyenne annuelle	0,128	0,121	4,2	1 203	7,58	362	11,3	9,2	739	0,01	0,25
Maxi	0,163	0,159	8,4	2 614	8,07	392	15,8	10	1 310	0,03	0,75
Mini	0,076	0,073	<2,0	127	7,21	342	7,9	8,1	13,8	0,002	0,02

Tableau 35 : Résultats des analyses effectuées sur le Grésillou en 2022 (©MINELIS, 2023.).

Le débit de la partie amont du Grésillou est estimé au point MINE1.5 à l'aide d'un courantmètre. Cette mesure est considérée comme représentative pour les 4 points de suivi sur le Grésillou (MINE1, GRE-A, GRE-B et GRE-C).

Le Grésillou était à sec entre juillet et novembre : les points n'ont pas pu être prélevés.

Les Illustration 143 et Illustration 144 présentent sur échelle logarithmique les concentrations en As total et As dissous, mesurées en 2022 (y compris pour les campagnes hautes eaux en avril et basses eaux en septembre 2022) en arsenic total et dissous respectivement sur l'ensemble des points de suivi du Grésillou.

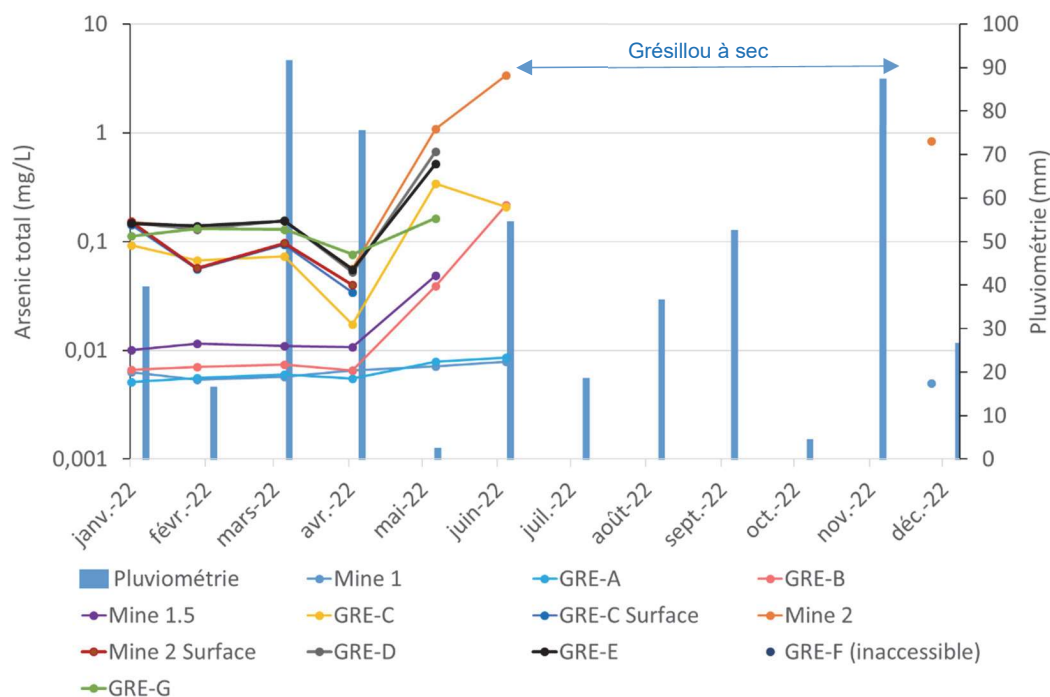


Illustration 143 : Concentrations en arsenic total des eaux du Grésillou et pluviométrie en 2022 (échelle logarithmique).

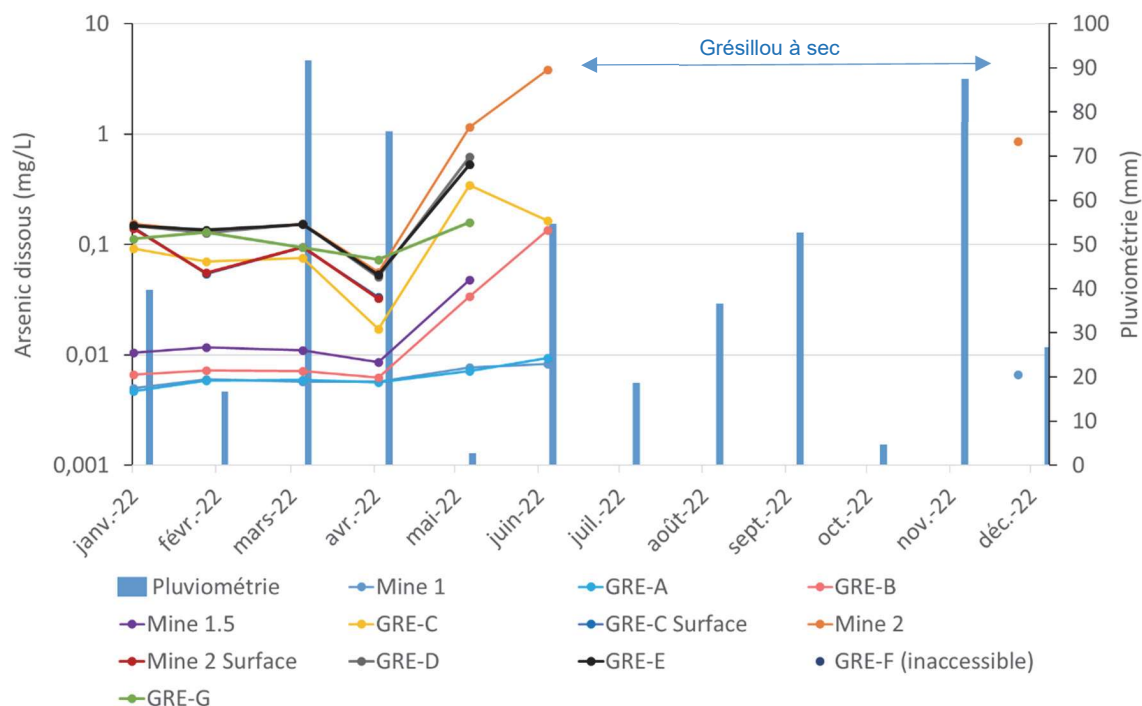


Illustration 144 : Concentrations en arsenic dissous du Grésillou et pluviométrie en 2022 (échelle logarithmique).

Le graphique en Illustration 145 représente la concentration en As total et dissous au long du Grésillou durant la campagne hautes eaux d'avril 2022. Le Grésillou étant à sec lors de la campagne basses eaux de septembre 2022, il n'y a pas de graphique correspondant.

Ce graphique révèle des augmentations de concentration au niveau des points Mine1.5 (aval verse de Nartau) et Mine 2 (aval verse de Ramèle), et de manière générale au long du cheminement du Grésillou.

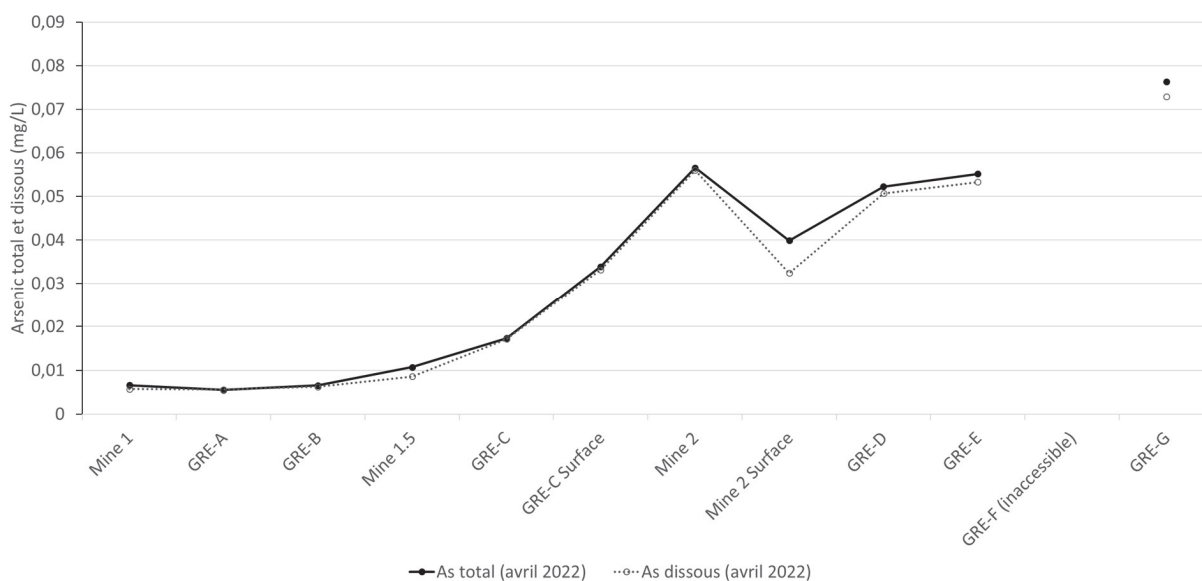


Illustration 145 : Evolution de la concentration en As total et dissous de l'amont vers l'aval du Grésillou pour la campagne hautes eaux du 26/04/2022.

Le graphique suivant (Cf. Illustration 146) présente les résultats des différentes campagnes de mesure réalisées sur l'année 2022 pour chacun des points suivis. Les résultats montrent une augmentation de la concentration en arsenic dans les secteurs de Mine 1.5 et de Mine 2 durant la campagne d'avril 2022.

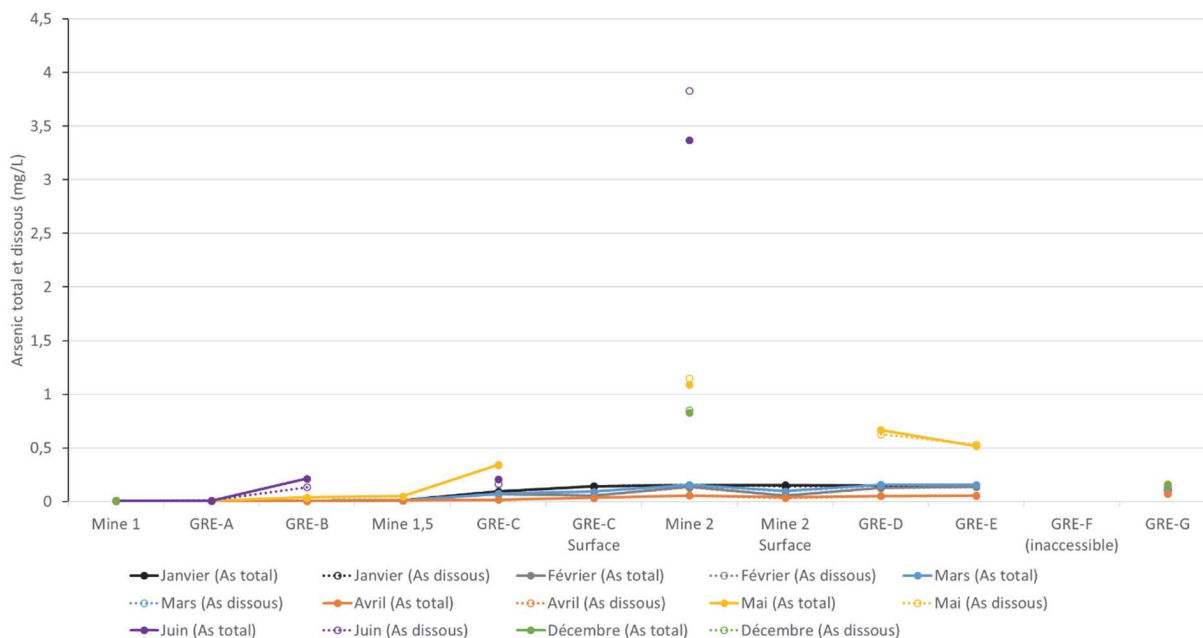


Illustration 146 : Evolution des concentrations le long du Grésillou durant 2022.

En 2022, l'Arsenic est principalement sous forme dissoute lors des prélèvements réalisés. Concernant l'arsenic dissous, les observations suivantes peuvent être faites :

- aux points Mine 1 et GRE-A localisés au droit de Nartau, la concentration moyenne annuelle est de l'ordre de 6 µg/L en arsenic dissous ;
- une augmentation est enregistrée à partir du point GRE-B localisé en aval immédiat de Nartau (concentration moyenne en arsenic dissous de 31 µg/L) ;
- il est ensuite observé une diminution de la concentration moyenne annuelle au point MINE1.5 (18 µg/L) ;
- au point GRE-C et GRE-C surface, localisé au niveau de l'amont de la partie busée du Grésillou, en amont de la verse de Ramèle, la concentration moyenne annuelle a augmenté à respectivement 154 µg/L et 81 µg/L ;
- après la partie busée et au passage de la verse de Ramèle, la concentration moyenne en arsenic dissous augmente fortement pour atteindre la valeur de 905 µg/L, avec une gamme de fluctuations importante entre les hautes eaux (56 µg/L) et les basses eaux (3 830 µg/L). A noter que la moyenne annuelle est de 81 µg/L au niveau de MINE2-surface qui ne peut être prélevé qu'en période de surverse ;
- les point GRE-D et GRE-E présentent des concentrations moyennes de respectivement 221 et 204 µg/L ;
- en GRE-G la concentration moyenne annuelle observée est de 121 µg/L.

Les moyennes en arsenic dissous en 2022 dans les eaux du Grésillou sont comparables à celles des années précédentes.

Comme chaque année, la concentration en As total ou dissous dans le Grésillou montre une saisonnalité : concentration qui augmente au printemps avec l'assèchement progressif du cours d'eau et diminue à l'automne lorsque le Grésillou est réalimenté par les précipitations.

L'influence des verses de Nartau et Ramèle est toujours visible sur la qualité des eaux du Grésillou. L'impact du passage de chaque verse n'est pas équivalent : l'augmentation de concentration en arsenic dans le Grésillou est moins marquée après la verse de Nartau qu'en aval de la verse de Ramèle. Ces tendances sont les mêmes qu'en 2021.

7.2. SUIVI 2022 DES EAUX DE L'ORBIEL

Les eaux de l'Orbiel sont suivies mensuellement, pour l'arsenic (total et dissous), les MES, le fer et les sulfates, au niveau de 8 points de mesures (Cf. Illustration 147 et résultats dans le Tableau 36 et Tableau 37), localisés relativement à des points d'intérêt pour la compréhension du système hydrologique :

- Lastours 0 : situé en amont de toute influence minière, ce point sert de référence au fond hydrogéochimique local (concentrations naturellement observables) ;
- Lastours 1 : localisé à 100 m en aval de la résurgence d'eaux souterraines observée en 2007 (eaux suspectées de provenir de la mine souterraine, Cf. § 8.1) ;
- Lastours 2 : en aval de la confluence avec le Grésillou ;
- Pont de Limousis : situé en aval de l'émergence de la Caunette et en amont du site de la Combe du Saut ;
- Gué Lassac : en aval proche du site de la Combe du Saut et du stockage de l'Artus ;
- Vic-la-Vernède : en aval de la confluence avec les eaux du béal du Sindilla et du verrou géologique de la nappe alluviale et de l'Orbiel. Ce point est suivi depuis 2014 ;
- Conques : localisé en aval éloigné (5 km) du site minier et en aval proche de la confluence avec le Ru Sec. Lors de chaque campagne de prélèvement, le débit y est estimé par mesure au courantomètre ;
- Villalier : dans l'Orbiel au niveau du village de Villalier, à environ 7,5 km à l'aval de la Combe du Saut. Ce point a été intégré à la surveillance en juin 2019 afin de disposer d'éléments de comparaison en aval lointain ;
- Trèbes : dans l'Orbiel au niveau de Trèbes, à environ 11 km à l'aval de la Combe du Saut. Ce point a été intégré à la surveillance en juin 2019 afin de disposer d'éléments de comparaison en aval lointain.

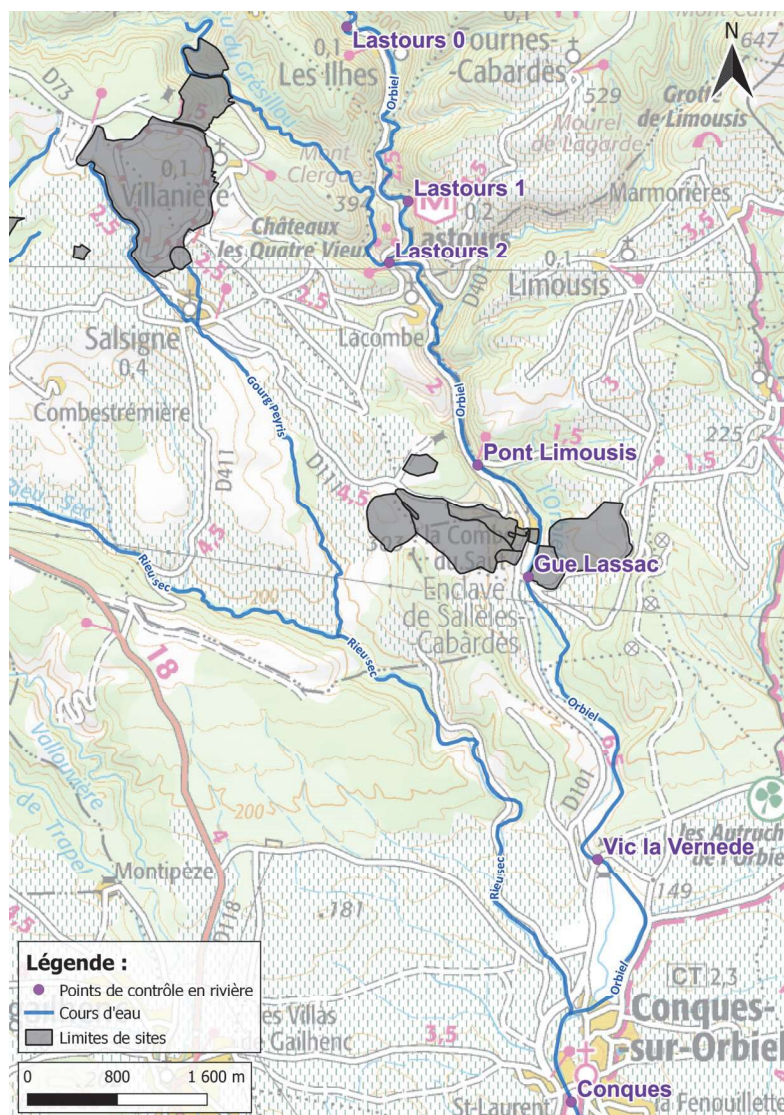


Illustration 147 : Points de suivi des eaux superficielles de l'Orbiel (points Villalier et Trèbes hors champ de la carte).

Lastours 0 (Les Ilhes)	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µs/cm)	pH	E _h (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
25/01/2022	0,003	0,003	4,2	100	8,01	356	5,5	10,6	8,7	0,03	2,5
21/02/2022	0,003	0,003	8,1	93	7,83	317	8,2	10,1	7,9	0,06	2,73
29/03/2022	0,003	0,004	4,2	107	7,87	363	8,5	9,9	10,6	0,02	3,65
26/04/2022	0,004	0,004	8,4	108	8,05	339	10,1	9,5	11,8	0,1	4,75
30/05/2022	0,004	0,004	5,6	123	8,18	330	13,1	8,8	12,4	0,02	0,6
28/06/2022	0,004	0,005	2,6	134	8,15	337	16,3	8,3	14,1	0,01	0,51
19/07/2022	0,005	0,005	3,6	141	8,07	312	17,6	7,8	15	0,01	0,16
22/08/2022	0,011	0,005	4,2	156	8,21	320	18,3	7,9	16,1	0,01	0,1
20/09/2022	0,004	0,003	2,3	202	8,49	330	14,8	8,5	17,5	<0,01	0,06
24/10/2022	0,003	0,004	1,5	198	8,18	324	15,6	8,3	19,1	0,002	0,13
22/11/2022	0,004	0,004	26,6	143	8,28	329	9,7	9,7	13,2	0,19	0,5
20/12/2022	0,004	0,004	1,9	160	8,17	319	11,1	9,3	13,8	0,01	0,5
Moyenne annuelle	0,004	0,004	6,1	139	8,12	331	12,4	9,1	13,3	0,04	1,35
Maxi	0,011	0,005	26,6	202	8,49	363	18,3	10,6	19,1	0,19	4,75
Mini	0,003	0,003	1,5	93	7,83	312	5,5	7,8	7,9	0,002	0,06

Lastours 1	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T (°C)	O2 dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit* (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)							
25/01/2022	0,005	0,005	4,2	114	8,07	343	5,6	10,5	13,3	0,03	2,5
21/02/2022	0,004	0,005	8	105	7,82	316	8,4	10	11,2	0,08	2,73
29/03/2022	0,006	0,006	4	119	7,81	360	8,6	9,9	13,8	0,03	3,65
26/04/2022	0,007	0,006	8,2	112	8,01	345	10	9,5	14,3	0,09	4,75
30/05/2022	0,005	0,007	5,8	145	8,23	331	13,1	8,9	20,5	0,02	0,6
28/06/2022	0,006	0,006	2,6	172	8,11	338	16,2	8,3	28,9	0,01	0,51
19/07/2022	0,01	0,01	3,4	260	8,07	319	17,5	7,8	66,6	0,02	0,16
22/08/2022	0,009	0,011	4,6	295	8,21	326	17,3	7,9	79,9	0,01	0,1
20/09/2022	0,014	0,014	2,3	635	8,35	340	13,3	8,1	170	<0,01	0,06
24/10/2022	0,008	0,008	1,9	357	8,17	331	15,2	8,3	73	0,01	0,13
22/11/2022	0,004	0,005	27	163	8,26	328	9,8	9,8	18,2	0,18	0,5
20/12/2022	0,005	0,007	1,9	210	8,17	317	11,1	9,2	29,8	0,01	0,5
Moyenne annuelle	0,007	0,007	6,2	224	8,11	333	12,2	9	45	0,04	1,35
Maxi	0,014	0,014	27	635	8,35	360	17,5	10,5	170	0,18	4,75
Mini	0,004	0,005	1,9	105	7,81	316	5,6	7,8	11,2	<0,01	0,06
Lastours 2	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T (°C)	O2 dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit* (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)							
25/01/2022	0,006	0,006	4,4	149	8,05	333	6,5	10,5	17,3	0,03	2,5
21/02/2022	0,005	0,008	8,2	132	7,81	313	8,9	10	14,7	0,04	2,73
29/03/2022	0,006	0,006	4,2	159	7,74	360	9,3	9,8	17,4	0,03	3,65
26/04/2022	0,011	0,01	8,2	167	8,01	339	10,4	9,4	17,2	0,08	4,75
30/05/2022	0,007	0,006	5,8	197	8,2	333	13,2	8,7	26	0,01	0,6
28/06/2022	0,007	0,008	2,4	223	8,17	340	15,3	8,5	31,1	0,01	0,51
19/07/2022	0,011	0,01	3,6	277	8,01	319	15,8	7,9	46,1	0,01	0,16
22/08/2022	0,01	0,011	4,2	301	8,21	328	16,2	8	47,5	0,003	0,1
20/09/2022	0,011	0,012	2,8	497	8,34	337	13,5	8,3	67,8	<0,01	0,06
24/10/2022	0,011	0,012	1,9	434	8,16	328	14,7	8,3	57,4	0,002	0,13
22/11/2022	0,005	0,005	21,4	218	8,23	333	10,3	9,7	24,2	0,12	0,5
20/12/2022	0,007	0,007	1,5	282	8,2	318	12	9	31,4	0,01	0,5
Moyenne annuelle	0,008	0,008	5,7	253	8,09	332	12,2	9	33,2	0,03	1,35
Maxi	0,011	0,012	21,4	497	8,34	360	16,2	10,5	67,8	0,12	4,75
Mini	0,005	0,005	1,5	132	7,74	313	6,5	7,9	14,7	0,002	0,06
Pont Limousis	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T (°C)	O2 dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit* (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)							
25/01/2022	0,006	0,006	4	156	8	339	6,5	10,6	18,3	0,03	2,5
21/02/2022	0,006	0,007	8,2	139	7,84	310	9	10	15,3	0,05	2,73
29/03/2022	0,007	0,006	4,4	168	7,75	359	9,5	9,9	18	0,04	3,65
26/04/2022	0,012	0,01	8	173	8,02	337	10,5	9,4	17,4	0,11	4,75
30/05/2022	0,009	0,01	6	210	8,21	328	13,4	8,7	26,8	0,01	0,6
28/06/2022	0,01	0,01	2,6	238	8,18	338	15,6	8,3	32,8	0,01	0,51
19/07/2022	0,015	0,014	3,6	293	8,08	313	17,1	7,7	46	0,01	0,16
22/08/2022	0,015	0,014	5,2	325	8,17	322	17,3	7,8	50,3	0,004	0,1
20/09/2022	0,016	0,016	2	510	8,3	335	14,6	8,5	68,7	<0,01	0,06
24/10/2022	0,015	0,015	4,5	404	8,17	326	15,4	8,2	58,8	0,01	0,13
22/11/2022	0,008	0,007	19,9	238	8,24	329	10,7	9,7	27,2	0,08	0,5
20/12/2022	0,013	0,009	1,9	296	8,23	316	11,8	9,1	65,3	0,01	0,5
Moyenne annuelle	0,011	0,01	5,9	263	8,1	329	12,6	9	37,1	0,03	1,35
Maxi	0,016	0,016	19,9	510	8,3	359	17,3	10,6	68,7	0,11	4,75
Mini	0,006	0,006	1,9	139	7,75	310	6,5	7,7	15,3	0,004	0,06

Gué Lassac	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit* (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)			(°C)				
25/01/2022	0,01	0,01	4,6	172	8,04	317	6,5	10,6	23,8	0,04	2,5
21/02/2022	0,011	0,011	8,6	157	7,84	308	9	10,1	22,3	0,06	2,73
29/03/2022	0,012	0,017	4,6	180	7,77	358	9,4	9,9	24,7	0,04	3,65
26/04/2022	0,016	0,019	8,4	186	8,06	330	10,4	9,4	23,6	0,11	4,75
30/05/2022	0,025	0,024	6,2	242	8,17	331	13,4	8,7	42,1	0,07	0,6
28/06/2022	0,036	0,036	2,8	264	8,14	338	15,8	8,3	42,3	0,07	0,51
19/07/2022	0,077	0,075	3,8	370	8,09	315	17,4	7,6	95,9	0,21	0,16
22/08/2022	0,087	0,107	5,4	400	8,2	325	18,1	7,7	88	0,19	0,1
20/09/2022	0,121	0,113	2	566	8,26	335	15,6	8,1	92,8	0,28	0,06
24/10/2022	0,09	0,087	2,3	500	8,12	321	15,7	8,1	74,5	0,22	0,13
22/11/2022	0,024	0,023	16,1	306	8,18	330	11	9,6	44,6	0,23	0,5
20/12/2022	0,037	0,035	1,9	387	8,26	317	11,9	8,9	57,5	0,15	0,5
Moyenne annuelle	0,046	0,046	5,6	311	8,09	327	12,9	8,9	52,7	0,14	1,35
Maxi	0,121	0,113	16,1	566	8,26	358	18,1	10,6	95,9	0,28	4,75
Mini	0,01	0,01	1,9	157	7,77	308	6,5	7,6	22,3	0,04	0,06
Vic la Vernède	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit* (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)			(°C)				
25/01/2022	0,016	0,017	4,8	192	8,1	346	6,8	10,5	29,6	0,05	2,5
21/02/2022	0,015	0,016	8,4	175	7,88	314	9,1	10	27	0,06	2,73
29/03/2022	0,015	0,015	4,4	191	7,79	355	9,4	9,9	26,3	0,04	3,65
26/04/2022	0,019	0,018	8,4	192	8,08	322	10,5	9,4	25,6	0,1	4,75
30/05/2022	0,031	0,029	5,8	265	8,21	329	13,2	8,7	45	0,06	0,6
28/06/2022	0,041	0,038	3	299	8,17	330	15,6	8,4	49,3	0,05	0,51
19/07/2022	0,05	0,05	3,6	389	8,02	313	17,2	7,8	100	0,04	0,16
22/08/2022	0,074	0,052	5	431	8,14	324	17,8	8	106	<0,10	0,1
20/09/2022	0,053	0,051	3	637	8,33	332	14,8	8,4	114	<0,01	0,06
24/10/2022	0,058	0,054	1,9	577	8,11	306	16,3	8,2	97,9	0,02	0,13
22/11/2022	0,079	0,031	20,6	371	8,15	330	11,3	8,7	57,6	0,7	0,5
20/12/2022	0,036	0,036	1,9	437	8,2	318	12,3	8,9	70,2	0,06	0,5
Moyenne annuelle	0,041	0,034	5,9	346	8,1	327	12,9	8,9	62,4	0,1	1,35
Maxi	0,079	0,054	20,6	637	8,33	355	17,8	10,5	114	0,7	4,75
Mini	0,015	0,015	1,9	175	7,79	306	6,8	7,8	25,6	<0,01	0,06
Conques	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)			(°C)				
25/01/2022	0,02	0,02	4	244	8,07	344	7,1	10,6	37,5	0,04	3,35
21/02/2022	0,021	0,021	8,2	217	7,91	308	9,1	10,1	35,5	0,04	3,6
29/03/2022	0,023	0,023	4,2	227	7,74	351	9,4	9,8	33,5	0,05	4,95
26/04/2022	0,029	0,026	8,2	253	8,06	322	10,6	9,4	37,5	0,13	9,35
30/05/2022	0,033	0,032	5,8	305	8,21	316	13,1	8,8	50,8	0,03	0,8
28/06/2022	0,039	0,038	3,2	349	8,14	318	15,7	8,4	60,4	0,03	0,59
19/07/2022	0,038	0,035	3,6	399	8,07	307	17,5	7,8	81,4	0,02	0,18
22/08/2022	0,036	0,037	4,8	463	8,13	316	17,9	7,9	97,4	0,02	0,1
20/09/2022	0,037	0,035	4,3	677	8,34	332	15	8,4	107	0,02	0,13
24/10/2022	0,041	0,04	4,1	608	8,12	303	16,9	8,2	89,3	0,02	0,25
22/11/2022	0,055	0,037	21	455	8,23	318	11,4	9,8	69,4	0,27	0,85
20/12/2022	0,038	0,041	2,6	492	8,24	311	12,6	8,8	69,8	0,02	0,55
Moyenne annuelle	0,034	0,032	6,2	391	8,11	321	13	9	64,1	0,06	2,06
Maxi	0,055	0,041	21	677	8,34	351	17,9	10,6	107	0,27	9,35
Mini	0,02	0,02	2,6	217	7,74	303	7,1	7,8	33,5	0,02	0,1

Villalier	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T (°C)	O2 dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)							
25/01/2022	0,023	0,02	4,2	251	8,04	323	7,2	10,5	37,6	0,04	3,4
21/02/2022	0,022	0,023	9	222	7,95	307	9,3	10,1	37,5	0,04	3,8
29/03/2022	0,015	0,014	4,4	232	7,88	342	9,5	9,8	25,3	0,04	5
26/04/2022	0,031	0,027	8,4	246	8,09	311	10,7	9,4	36,6	0,16	9,75
30/05/2022	0,034	0,033	6,4	310	8,19	308	13,3	8,7	49,7	0,03	0,85
28/06/2022	0,038	0,039	2,8	357	8,04	311	15,8	8,5	57,9	0,03	0,62
19/07/2022	0,036	0,036	3,8	401	8,08	308	18,2	7,9	76,2	0,02	0,2
22/08/2022	0,037	0,037	4,8	475	8,1	303	18,4	8,1	92	0,04	0,15
20/09/2022	0,038	0,039	3,5	675	8,4	323	15,1	8,7	104	<0,01	0,14
24/10/2022	0,042	0,042	3	617	8,16	304	17,4	8,3	89,6	0,01	0,31
22/11/2022	0,048	0,035	28,1	497	8,22	318	11,5	9,9	81,2	0,19	0,92
20/12/2022	0,039	0,041	2,3	488	8,22	314	12,9	8,9	70,5	0,02	0,58
Moyenne annuelle	0,034	0,032	6,7	398	8,11	314	13,3	9	63,2	0,05	2,14
Maxi	0,048	0,042	28,1	675	8,4	342	18,4	10,5	104	0,19	9,75
Mini	0,015	0,014	2,3	222	7,88	303	7,2	7,9	25,3	<0,01	0,14
Trèbes	As tot.	As dis.	MES	Cond. à 25°C	pH	E _h (mV)	T (°C)	O2 dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /s)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µs/cm)							
25/01/2022	0,017	0,017	5,6	288	8	313	7,2	10,5	36,1	0,03	3,5
21/02/2022	0,017	0,016	9,2	235	7,94	310	9,4	10,1	29,2	0,03	3,85
29/03/2022	0,016	0,015	4,6	245	7,88	345	10,1	9,8	28,5	0,04	5,05
26/04/2022	0,023	0,02	8,6	270	8,02	319	11,2	9,1	32,6	0,18	10
30/05/2022	0,045	0,033	6,4	343	8,17	314	13,4	8,9	48,2	0,07	0,9
28/06/2022	0,035	0,034	3,6	396	8,08	320	16,1	8,5	55,2	0,1	0,65
19/07/2022	0,03	0,029	3,8	453	8,08	320	18,2	7,8	68,5	0,19	0,22
22/08/2022	0,033	0,031	5	524	8,04	316	19	8	78,5	0,1	0,17
20/09/2022	0,03	0,028	5,1	691	8,47	329	15,4	8,6	87	0,09	0,15
24/10/2022	0,036	0,039	3,8	632	8,15	316	18,4	8,2	89,4	0,07	0,35
22/11/2022	0,035	0,035	29	559	8,27	328	11,4	10	83,1	0,04	0,95
20/12/2022	0,033	0,034	3	527	8,19	321	12,6	8,8	72,7	0,03	0,6
Moyenne annuelle	0,029	0,027	7,3	430	8,11	321	13,5	9	59,1	0,08	2,2
Maxi	0,045	0,039	29	691	8,47	345	19	10,5	89,4	0,19	10
Mini	0,016	0,015	3	235	7,88	310	7,2	7,8	28,5	0,03	0,15

Tableau 36 : Résultats des paramètres suivis en 2022 sur chacun des points suivis sur l'Orbiel (©MINELIS, 2023).

Arsenic total (mg/l)	Lastours 0	Lastours 1	Lastours 2	Pont Limousis*	Gué Lassac*	Vic la Vernède	Conques	Villalier	Trèbes
25/01/2022	0,003	0,005	0,006	0,006	0,010	0,016	0,020	0,023	0,017
21/02/2022	0,003	0,004	0,005	0,006	0,011	0,015	0,021	0,022	0,017
29/03/2022	0,003	0,006	0,006	0,007	0,012	0,015	0,023	0,015	0,016
26/04/2022	0,004	0,007	0,011	0,012	0,019	0,019	0,029	0,031	0,023
30/05/2022	0,004	0,005	0,007	0,009	0,025	0,031	0,033	0,034	0,045
28/06/2022	0,004	0,006	0,007	0,010	0,036	0,041	0,039	0,038	0,035
19/07/2022	0,005	0,010	0,011	0,015	0,077	0,050	0,038	0,036	0,030
22/08/2022	0,011	0,009	0,010	0,015	0,087	0,074	0,036	0,037	0,033
20/09/2022	0,004	0,014	0,011	0,016	0,121	0,053	0,037	0,038	0,030
24/10/2022	0,003	0,008	0,011	0,015	0,090	0,058	0,041	0,042	0,036
22/11/2022	0,004	0,004	0,005	0,008	0,024	0,079	0,055	0,048	0,035
20/12/2022	0,004	0,005	0,007	0,013	0,037	0,036	0,038	0,039	0,033
moyenne	0,004	0,007	0,008	0,011	0,046	0,041	0,034	0,034	0,029
max	0,011	0,014	0,011	0,016	0,121	0,079	0,055	0,048	0,045
min	0,003	0,004	0,005	0,006	0,010	0,015	0,020	0,015	0,016
Arsenic dissous (mg/l)	Lastours 0	Lastours 1	Lastours 2	Pont Limousis*	Gué Lassac*	Vic la Vernède	Conques	Villalier	Trèbes
25/01/2022	0,003	0,005	0,006	0,006	0,010	0,017	0,020	0,020	0,017
21/02/2022	0,003	0,005	0,008	0,007	0,011	0,016	0,021	0,023	0,016
29/03/2022	0,004	0,006	0,006	0,006	0,017	0,015	0,023	0,014	0,015
26/04/2022	0,004	0,006	0,010	0,010	0,019	0,018	0,026	0,027	0,020
30/05/2022	0,004	0,007	0,006	0,010	0,024	0,029	0,032	0,033	0,033
28/06/2022	0,005	0,006	0,008	0,010	0,036	0,038	0,038	0,039	0,034
19/07/2022	0,005	0,010	0,010	0,014	0,075	0,050	0,035	0,036	0,029
22/08/2022	0,005	0,011	0,011	0,014	0,107	0,052	0,037	0,037	0,031
20/09/2022	0,003	0,014	0,012	0,016	0,113	0,051	0,035	0,039	0,028
24/10/2022	0,004	0,008	0,012	0,015	0,087	0,054	0,040	0,042	0,039
22/11/2022	0,004	0,005	0,005	0,007	0,023	0,031	0,037	0,035	0,035
20/12/2022	0,004	0,007	0,007	0,009	0,035	0,036	0,041	0,041	0,034
moyenne	0,004	0,007	0,008	0,010	0,046	0,034	0,032	0,032	0,027
moyenne	0,004	0,007	0,008	0,01	0,046	0,034	0,032	0,032	0,027
max	0,005	0,014	0,012	0,016	0,113	0,054	0,041	0,042	0,039
min	0,003	0,005	0,005	0,006	0,01	0,015	0,02	0,014	0,015

* A noter que sur ces points, des valeurs supplémentaires existent, acquises lors des campagnes de surveillance renforcée et traitées dans un paragraphe dédié (cf. § 5.8).

Tableau 37 : Concentrations en arsenic total et dissous relevés en 2022 sur l'Orbiel, depuis l'amont vers l'aval (©MINELIS, 2023).

7.2.1. Evolution générale le long de l'Orbiel

L'illustration 148 et l'illustration 149 présentent l'évolution sous forme graphique de la concentration en arsenic total et dissous au niveau de l'ensemble des points de prélèvements, mesurée en 2022.

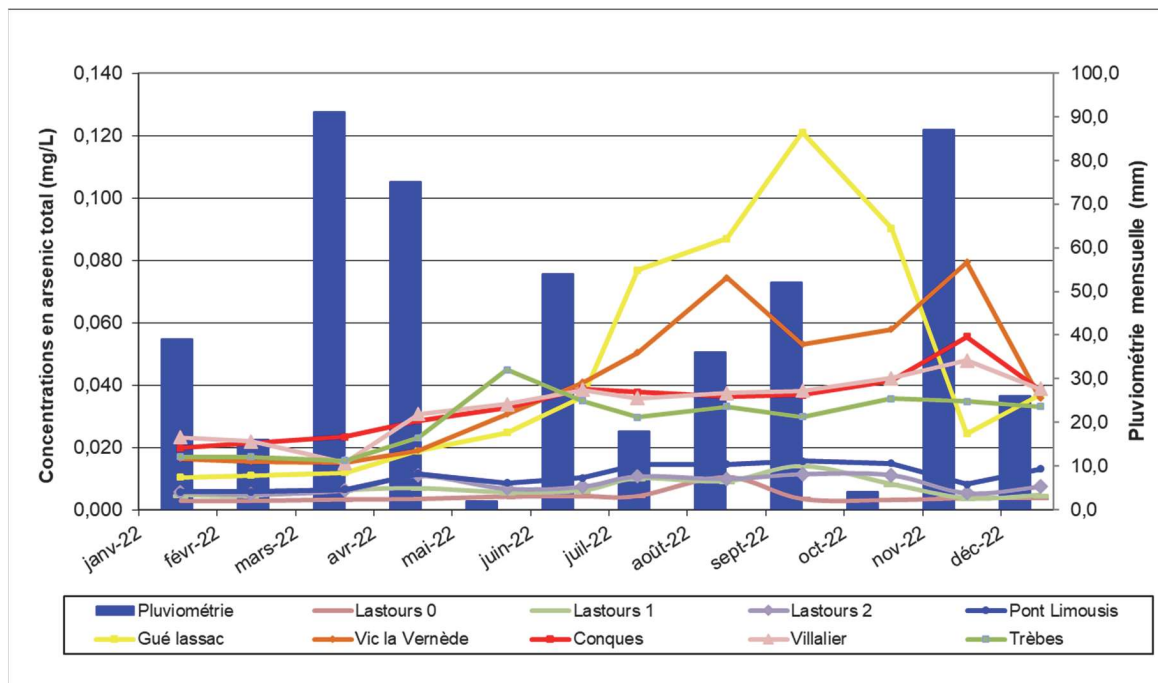


Illustration 148 : Evolution des concentrations en arsenic total dans l'Orbiel (©MINELIS, 2022).

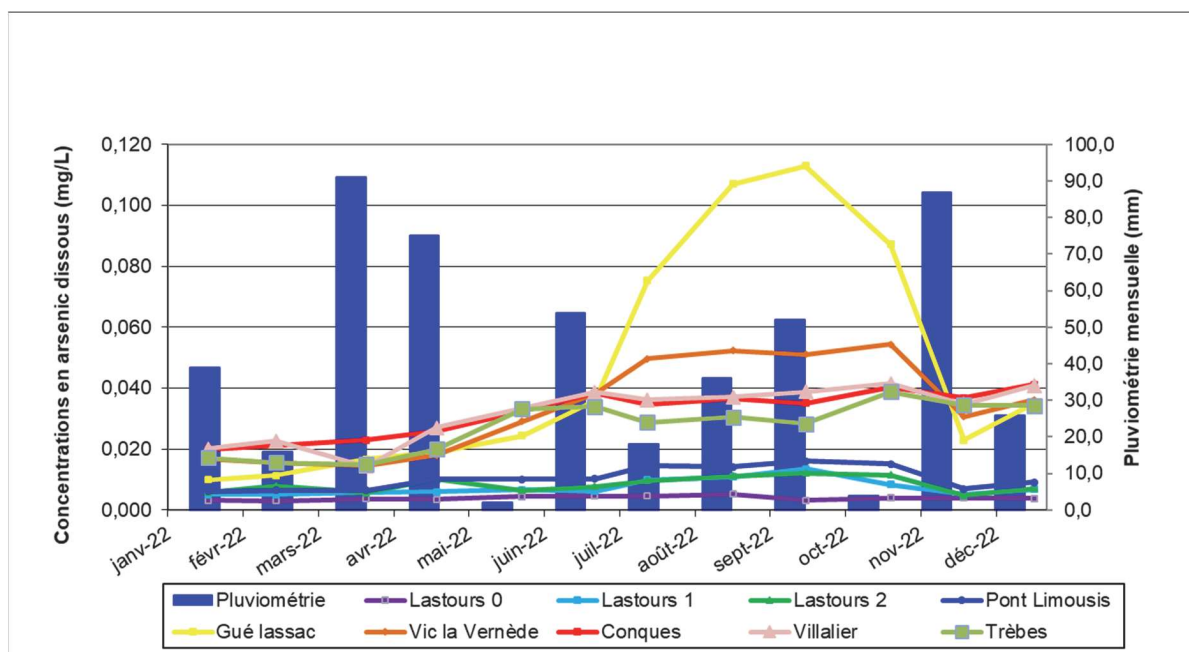


Illustration 149 : Evolution des concentrations en arsenic dissous dans l'Orbiel (©MINELIS, 2022).

Pour l'Orbiel, comme pour les années précédentes, le suivi effectué en 2022 confirme que les concentrations en arsenic dans les eaux sont significativement impactées à partir du site de la Combe du Saut. Dans le détail, la teneur moyenne annuelle en arsenic total est de 0,011 mg/L en amont de la Combe-du-Saut, après le point de suivi du Pont de Limousis (valeur similaire aux années précédentes), et s'élève à 0,046 mg/L au Gué Lassarac (moyennes entre 0,039 mg/L et 0,047 mg/L entre 2019 et 2022) en aval proche du site, avec une valeur maximale de 0,121 mg/L (As total) quand l'Orbiel est en période d'étiage (septembre). Plus en aval, les moyennes annuelles en arsenic total restent homogènes avec des valeurs de l'ordre de 0,034 mg/L à Vic la Vernède à 0,028 mg/L à Trèbes en 2022.

Les variations des concentrations en arsenic dissous sont légèrement moins marquées que pour les concentrations en arsenic total, ces dernières étant possiblement plus sujettes à l'influence des conditions de réalisation du prélèvement (remise en suspension de sédiments) et/ou de conditions météorologiques.

La comparaison des concentrations en arsenic total et dissous sur les points Lastours 1 et Lastours 2 montre que l'influence des eaux du Grésillou sur la qualité de l'Orbiel est très limitée, même en période de basses eaux, en raison du faible débit de cet affluent.

De même, la comparaison des concentrations en arsenic total et dissous sur les points Lastours 0 et Lastours 1 montre que l'influence des eaux provenant de la mine de Salsigne (transit en souterrain et exutoire dans l'Orbiel entre Lastours 0 et Lastours 1) sur la qualité de l'Orbiel est très limitée.

Les paragraphes qui suivent présentent spécifiquement les données de qualité de l'Orbiel depuis le Pont de Limousis vers l'aval relativement aux différentes influences des sites présents le long de l'Orbiel.

7.2.2. Influence de l'émergence minière de la Caunette

Les éléments exposés ici permettent d'évaluer l'influence des apports de l'émergence minière de la Caunette.

Ce paragraphe est en partie inspiré du rapport annuel 2022 de MINELIS « Surveillance et suivi des eaux de mine », fourni en Annexe 3.

Le Tableau 38 présente l'évolution de la concentration en arsenic total et dissous et du débit des eaux de l'émergence de la Caunette.

Emergence de la mine de la Caunette	Arsenic total (mg/L)	Arsenic dissous (mg/L)	% As dissous	MES (mg/L)	Conductivité à 25°C (µs/cm)	pH	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m ³ /h)
21/02/2022	0,458	0,430	93,9	5,8	1103	7,84	353	0,18	5,95
30/05/2022	0,565	0,488	86,4	6,0	1431	7,90	369	0,72	5,91
22/08/2022	0,448	0,407	90,8	3,2	1490	7,92	355	0,15	3,33
22/11/2022	0,433	0,401	92,6	13,9	1613	7,70	410	0,03	2,16

Tableau 38 : Evolution des concentrations en arsenic et du débit en sortie de l'émergence en 2022.

Comme pour les années précédentes, l'arsenic se présente principalement sous forme dissoute, aussi dans les graphiques suivants il a été choisi de ne représenter que l'arsenic total. Les gammes observées d'arsenic total varient entre un minimum de 0,433 mg/L en août et un maximum de 0,565 mg/L en mai.

L'illustration 150 présente l'évolution de la concentration en arsenic total des eaux de l'émergence et de l'Orbiel en amont (Lastours 2) et en aval (Pont de Limousis) du rejet depuis 2015.

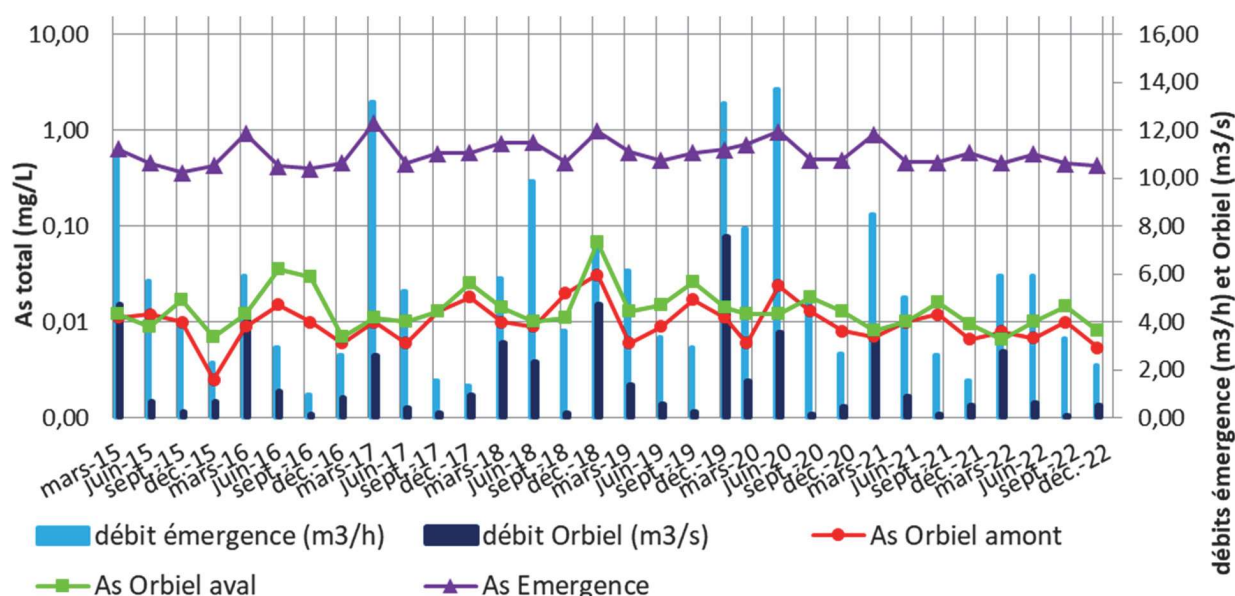


Illustration 150 : Evolution depuis 2015 des logarithmes des concentrations en arsenic total en sortie de l'émergence de la Caunette (débit en m3/s) et dans l'Orbiel (débit en m3/s) en amont (Point Lastours 2) et en aval (Pont de Limousis) de l'émergence.

L'impact des eaux de la mine de la Caunette sur la qualité de l'Orbiel est difficilement identifiable dans la mesure où les points amont et aval présentent des fluctuations globalement corrélées (en lien avec les précipitations). Toutefois, la comparaison des mesures de débits et de concentrations de l'émergence et de l'Orbiel en aval immédiat permet d'estimer que l'émergence de la Caunette représente en 2022 une contribution comprise entre 6 et 29 % du flux d'As total de l'Orbiel au niveau du rejet de l'émergence dans l'Orbiel (Cf. Tableau 39). La contribution au flux dans l'Orbiel est plus marquée en période de basses-eaux.

Date	Orbiel Aval (Lastours 2)			Emergence La Caunette			Rapport des flux As (%)
	Concentration As total (mg/L)	Débit (m ³ /h)	Flux As total (g/h)	Concentration As total (mg/L)	Débit (m ³ /h)	Flux As total (g/h)	
22/02/21	0,007	9828	64	0,458	5,95	2,7	4%
25/05/21	0,010	2160	22	0,565	5,91	3,3	15%
23/08/21	0,015	360	5	0,448	3,33	1,5	29%
22/11/21	0,008	1800	15	0,433	2,16	0,9	6%

Tableau 39 : Estimation des flux d'arsenic lors des campagnes trimestrielles de 2022 au niveau de l'émergence de la Caunette et du Pont de Limousis (adapté de ©MINELIS, 2023).

7.2.3. Influence de l'ancien secteur industriel de la Combe du Saut

Les éléments exposés dans ce paragraphe permettent d'évaluer l'influence des apports correspondants aux sites de la Combe du Saut (rive droite) et de l'Artus (rive gauche), sans distinction quant à l'origine de ces influences.

Sur l'illustration 151, la dégradation de la qualité des eaux de l'Orbiel au passage de la Combe du Saut est identifiable notamment lorsque le débit de l'Orbiel est faible :

- en hautes eaux (janvier, février et décembre), la concentration en As dissous augmente peu entre le pont de Limousis et le Gué Lassac (valeurs proches de 0,01 mg/L) ;
- en période de plus faible débit de l'Orbiel (entre mai et décembre en 2022), la concentration en As dissous présente une augmentation croissante jusqu'en septembre (avec un pic au Gué Lassac à 0,1 mg/L) puis l'écart de concentration entre les deux points de mesure diminue progressivement à partir de septembre.

Ces concentrations sont du même ordre de grandeur que celles obtenues en 2021. En situation normale (pluies et ruissellement exceptionnel), la concentration en As total est généralement inversement proportionnelle au débit de l'Orbiel à l'aval de la Combe du Saut.

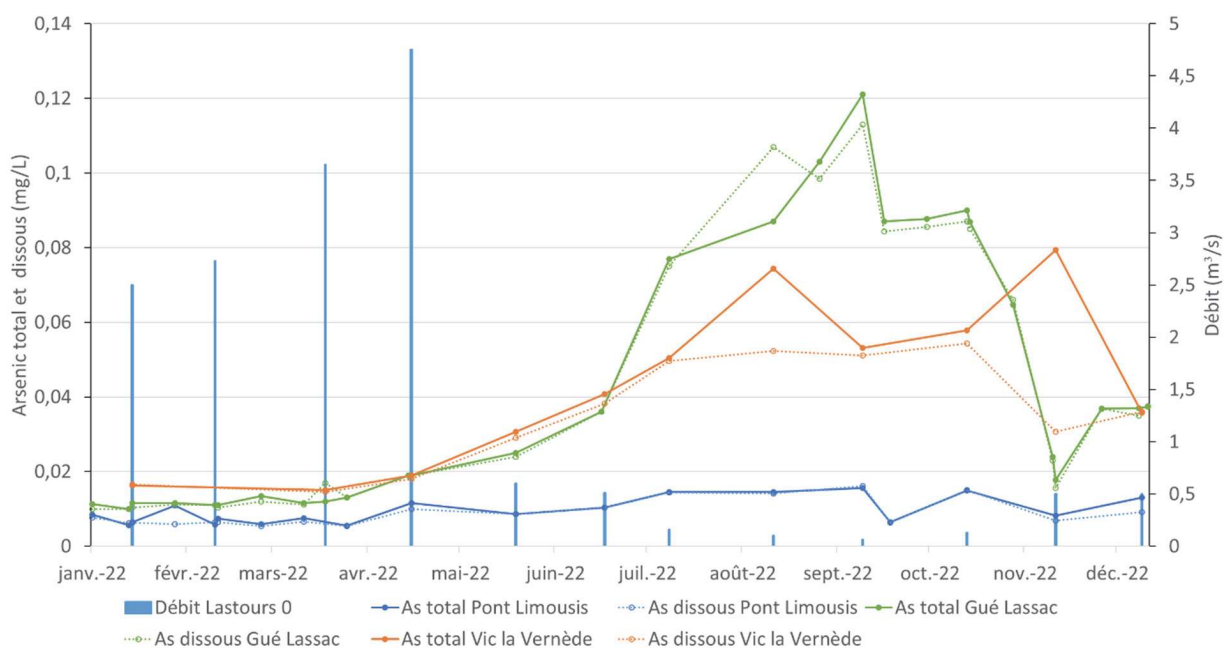


Illustration 151 : Comparaison des concentrations 2022 en arsenic en amont et aval de la Combe du Saut.

7.2.4. Analyses en aval éloigné (Conques, Villalier, Trèbes)

L'illustration 152 permet de visualiser l'évolution des concentrations en As dissous en aval du Gué Lassac durant l'année 2022.

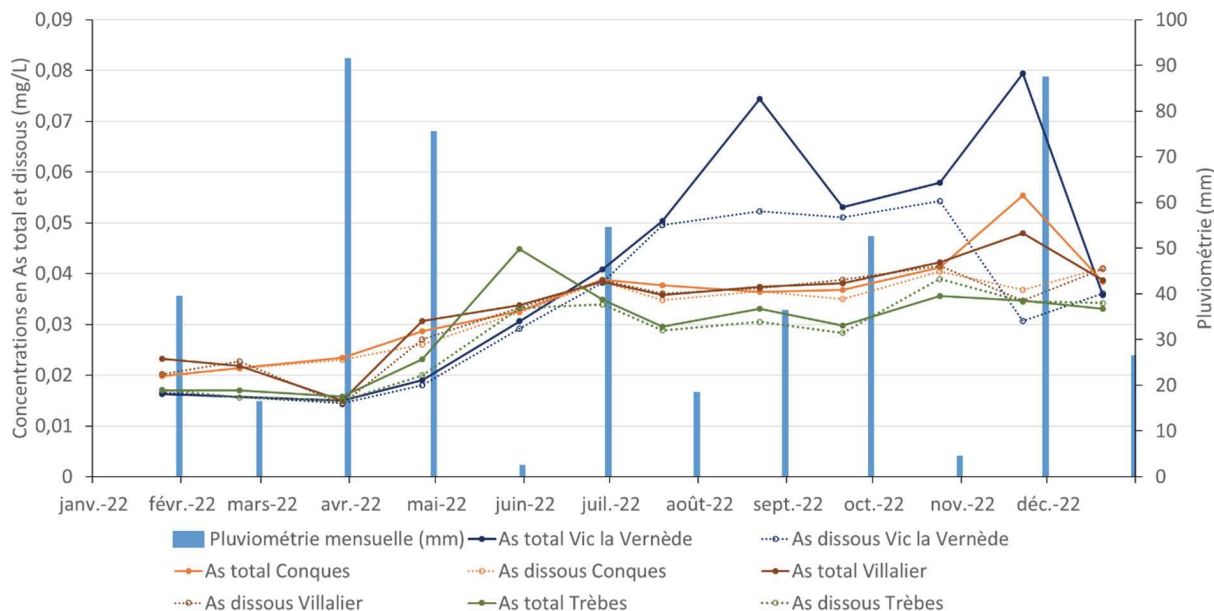


Illustration 152 : Evolution des concentrations en arsenic dans l'Orbiel aval.

Comme pour les années précédentes, de janvier à mai 2022, les concentrations en As dissous sont moins élevées à Vic la Vernède (point en amont de la confluence avec le Ru Sec) qu'en aval au niveau de Conques, Villalier ou Trèbes. En période de hautes eaux, après les premiers épisodes pluvieux, il est observé une augmentation des concentrations en arsenic dont l'amplitude diminue entre Vic la Vernède et Villalier.

7.3. SUIVI 2022 DES EAUX DU RU SEC

Un point de suivi sur le Ru Sec en amont de la confluence avec l'Orbiel a été ajouté depuis juin 2020 (Cf. Illustration 153). Ce point permet d'étudier la qualité des eaux du cours d'eau qui chemine au pied de l'ancien site minier et industriel de la Combe Lisou (Villardonnell), et collecte les eaux du Gourg Peyris (qui drainent les eaux au pied de l'ancien site de Malabau et de la verse de l'Atelier). Le tableau des résultats de la qualité des eaux est présenté en Tableau 40.

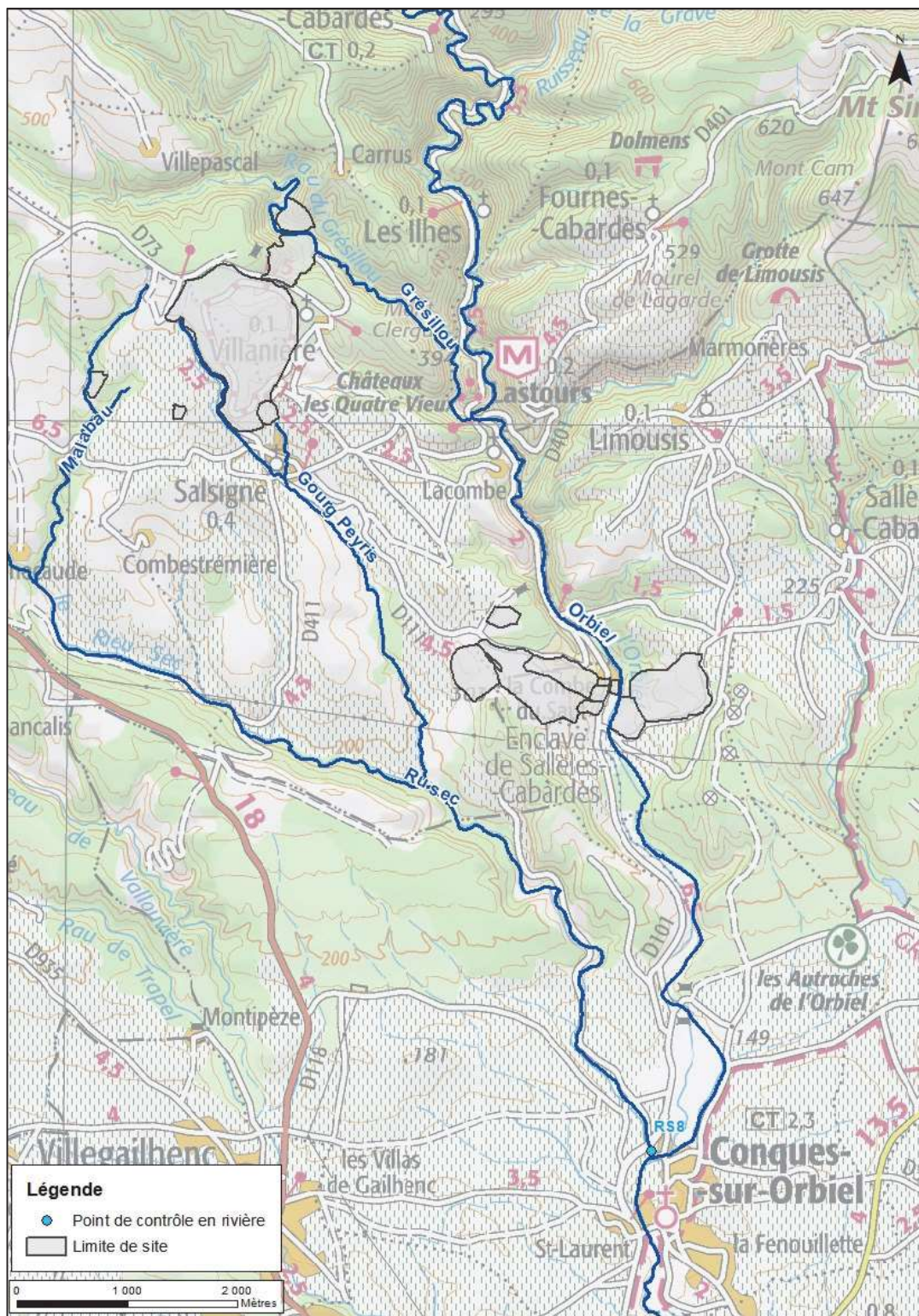


Illustration 153 : Point de suivi des eaux superficielles du Ru Sec (RS8).

Ru Sec	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µs/cm)	pH	E _h (mV)	T (°C)	O ₂ dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)
25/01/22	0,055	0,059	4,6	366	8,07	349	8,3	10,5	70,6	0,02
21/02/22	0,057	0,056	6,6	350	7,89	306	9,8	10,0	75,0	0,02
29/03/22	0,066	0,057	2,2	332	7,86	358	9,6	9,8	60,3	0,03
26/04/22	0,068	0,067	5,0	436	7,94	298	10,9	9,0	73,1	0,05
30/05/22	0,053	0,052	8,4	389	8,13	325	12,8	8,9	79,6	0,02
28/06/22	0,056	0,057	4,2	438	8,12	329	15,6	8,4	101,0	0,03
19/07/22	0,055	0,053	5,4	435	8,05	309	18,0	7,8	102,0	0,02
22/08/22	0,054	0,055	4,0	490	8,22	319	17,8	8,0	124,0	0,01
20/09/22	0,061	0,060	8,1	667	8,48	301	16,5	8,1	115,0	<0,01
24/10/22	0,059	0,059	3,0	548	8,22	291	16,0	8,3	71,2	0,01
22/11/22	0,056	0,054	9,0	481	8,26	325	11,6	9,7	58,1	0,04
20/12/22	0,055	0,054	4,9	435	8,28	307	12,8	8,9	48,3	0,02
Moyenne annuelle	0,058	0,057	5,5	447	8,13	318	13,3	8,9	81,5	0,02
Maxi	0,068	0,067	9,0	667	8,48	358	18,0	10,5	124,0	0,05
Mini	0,053	0,052	2,2	332	7,86	291	8,3	7,8	48,3	<0,01

Tableau 40 : Résultats des analyses sur le Ru Sec à Conques avant confluence de l'Orbier (©MINELIS, 2023).

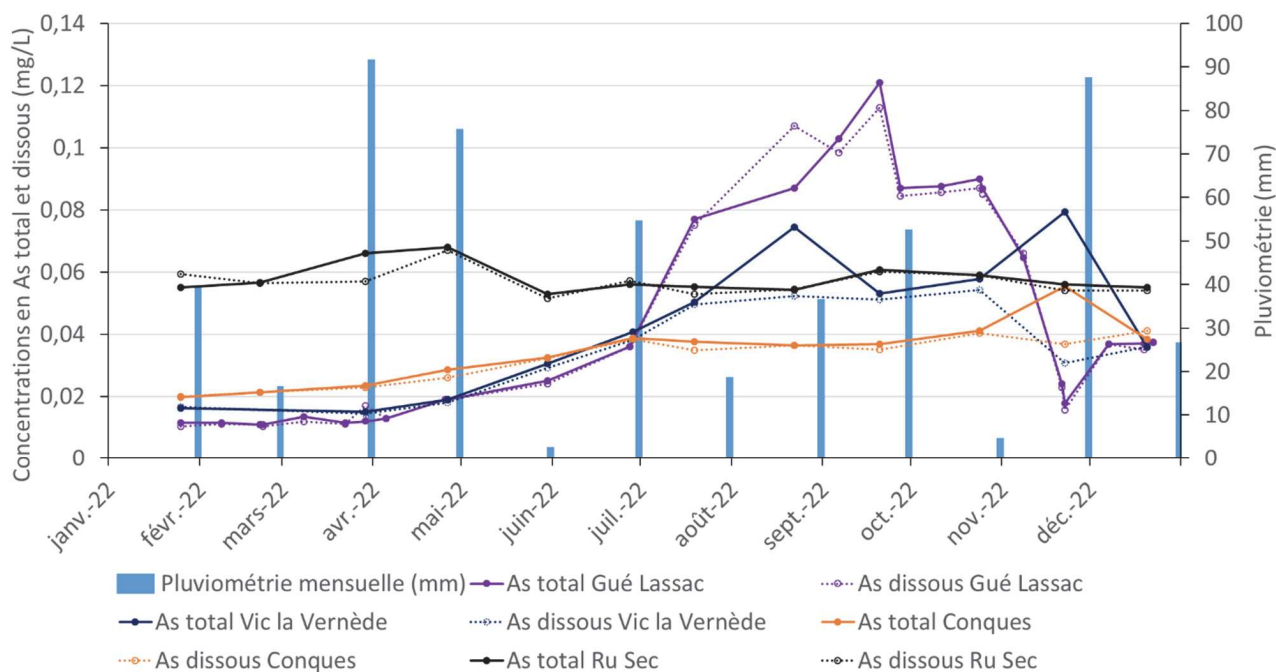


Illustration 154 : Evolution 2022 des concentrations en arsenic dans l'Orbier et le Ru Sec.

La concentration moyenne annuelle en arsenic total sur le Ru Sec mesurée en 2022 est de 0,058 mg/L, valeur du même ordre de grandeur qu'en 2021 et 2020. Cette moyenne annuelle est supérieure à celles relevées à Vic-la-Vernède (en amont) et à Conques-sur-Orbiel (en aval de la confluence) en période de hautes eaux (Cf. Illustration 154).

Concernant les résultats mensuels (Cf. Illustration 150), on peut remarquer que la concentration relevée en aval de la confluence à Conques est plus élevée qu'en amont (Vic la Vernède). Toutefois, lors de deux campagnes (aout et novembre), les concentrations en arsenic total sont supérieures à Vic la Vernède qu'au droit du point de surveillance du Ru Sec.

8. Eaux de la mine souterraine de Salsigne

8.1. PRÉSENTATION DU SITE

L'arrêt définitif des travaux miniers de Salsigne a provoqué l'arrêt du pompage d'exhaure début août 2004, la cote du réservoir minier était alors de + 145 m NGF. Depuis, la remontée du niveau de l'eau dans la mine est suivie régulièrement, tant du point de vue quantitatif que qualitatif (Cf. Illustration 155). Afin de déceler et suivre d'éventuels transferts des eaux minières dans le milieu naturel (à savoir l'Orbiel et le Grésillou), des prélèvements sont réalisés sur les cours d'eau, en amont et en aval de la zone de transfert potentielle de ces eaux de mine.

En effet, lorsque la mine était encore en activité, certaines portions de l'Orbiel et du Grésillou faisaient l'objet d'infiltrations vers les travaux miniers existant (via des galeries, puits...). Ainsi, avec la remontée du niveau d'eau dans la mine, le transfert des eaux s'est inversé et le réservoir minier alimente désormais le milieu naturel (les cours d'eau) via des karsts et des fissures. En 2007, une campagne de recherche des apports du réservoir minier dans l'Orbiel a été menée et a permis d'identifier un exutoire supposé (+215 m NGF) grâce à la différence de conductivité des eaux (MINELIS, 2007). Cet exutoire n'est visible qu'en période d'étiage lorsque le niveau de l'Orbiel est relativement bas. Il se situe à 200 m en amont du point de prélèvement « Lastours 1 » (Cf. § 7.2, Illustration 147).

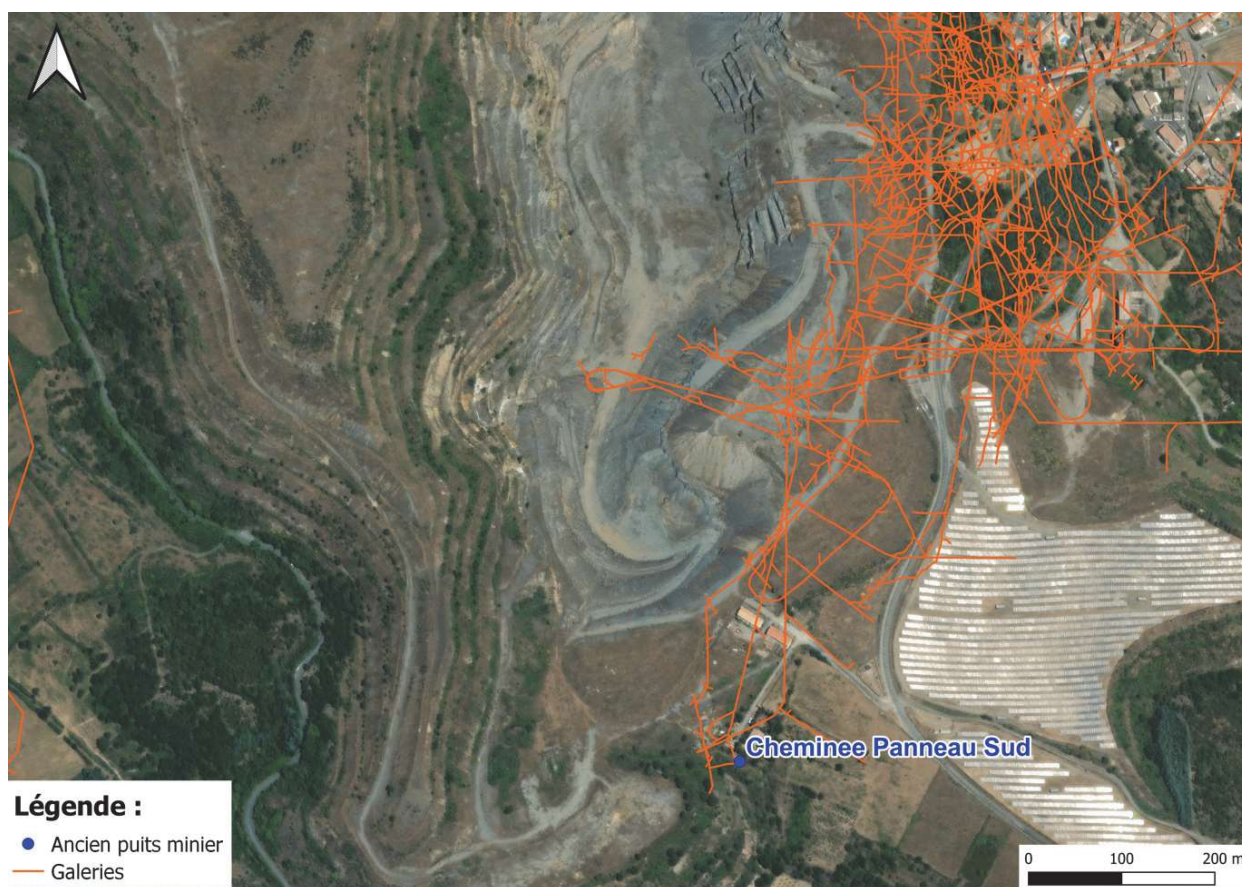


Illustration 155 : Emplacement du point de prélèvement des eaux du réservoir minier dénommé « Cheminée Panneau Sud ».

8.2. SURVEILLANCE RÉALISÉE

8.2.1. Contexte de la surveillance

Le fond de la mine à ciel ouvert a été remblayé jusqu'à la cote + 310 m NGF. L'exutoire possible de la mine par débordement dans une galerie recoupant la surface est évalué à la cote de + 319 m NGF selon les études du DADT (Dossier d'Arrêt Des Travaux) de la société MOS. La profondeur et la qualité de ces eaux sont donc régulièrement suivies même si, selon les études réalisées à cette époque, il est peu probable que le niveau d'eau dans la mine atteigne cet exutoire.

8.2.2. Niveaux d'eau du réservoir minier

Le niveau d'eau du réservoir minier est suivi en un point dénommé Cheminée panneau Sud (Cf. Illustration 155). Le niveau est suivi mensuellement depuis février 2005, puis à partir de 2012, le suivi est en continu au moyen d'une sonde enregistreuse « Diver ». L'ensemble des éléments relatifs à cette surveillance figure dans le rapport annuel de 2022 de MINELIS « Surveillance et suivi des eaux de mine » en Annexe 3.

Le suivi réalisé depuis 2005 montre qu'un battement saisonnier de la nappe s'est établi (Cf. Illustration 156). En 2022, le niveau de l'eau de la mine est remonté quasiment aussi haut qu'en 2021, à une cote relativement peu élevée (267,88 m NGF) en lien avec une pluviométrie peu importante durant l'hiver 2021-2022.

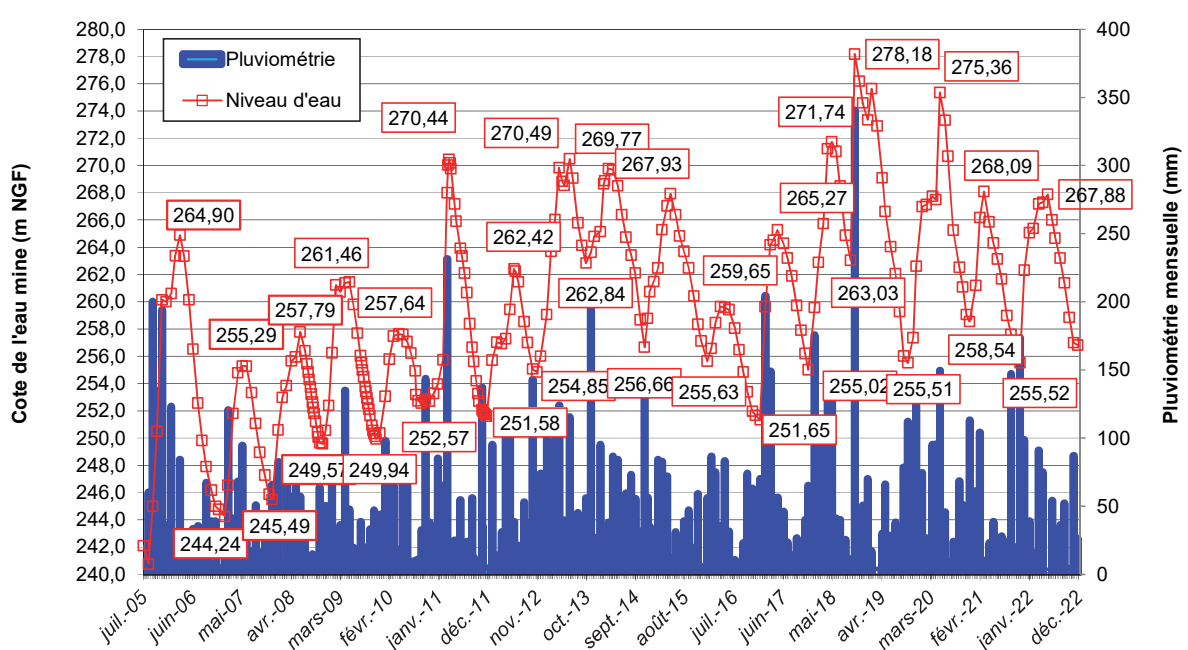


Illustration 156 : Evolution du niveau d'eau du réservoir minier dans l'ouvrage « Cheminée panneau Sud » (©MINELIS, 2023).

8.2.3. Qualité des eaux du réservoir minier

La qualité des eaux du réservoir minier est également réalisée à partir des mesures faites sur le point Cheminée Panneau Sud. Au regard de la complexité des écoulements, notamment du fait des différents niveaux d'exploitation, ce point de contrôle n'est probablement pas représentatif de l'ensemble du réservoir minier.

La qualité de l'eau de la mine est suivie mensuellement pour les paramètres arsenic (total et dissous), sulfates, fer total et matières en suspension, à partir d'échantillons prélevés dans la tranche supérieure de la nappe minière. Le prélèvement est réalisé, à la cote + 245 m NGF par une pompe à demeure dans un ancien puits de 2,4 m de diamètre. L'ouvrage, ainsi que le câblage de la pompe sont visibles sur la photographie en Illustration 157. Le volume du réservoir minier ne pouvant pas être renouvelé avant prélèvement, les données obtenues sur ce point de prélèvement ne sont pas représentatives de l'ensemble du réservoir. Les modalités de prélèvements sont spécifiées dans l'Annexe 3.



Illustration 157 : Cheminée Panneau Sud (©MINELIS, 2018).

Le tableau suivant (Cf. Tableau 41) présente les résultats des analyses effectuées en 2022 sur l'eau de la mine.

Date	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µs/cm)	pH	Eh (mV)	T (°C)	O2 dis. (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer total (mg/L)	Niveau m NGF
25/01/22	0,046	0,043	<2,0	937	7,83	327	14,7	9,0	489	0,18	+265,07
21/02/22	0,049	0,048	2,6	868	7,74	341	15,0	9,3	481	0,14	+265,38
29/03/22	0,048	0,046	<2,0	1 025	7,86	303	15,4	9,0	448	0,38	+267,18
26/04/22	0,048	0,045	2,2	842	7,58	365	15,8	8,2	468	0,22	+267,31
30/05/22	0,051	0,051	2,4	872	7,73	360	16,4	8,2	460	0,07	+267,88
28/06/22	0,052	0,051	<2,0	854	7,63	368	15,8	7,8	464	0,11	+265,99
19/07/22	0,048	0,048	2,2	921	7,68	342	16,3	7,5	448	0,02	+264,67
22/08/22	0,058	0,052	<2,0	992	7,87	289	15,9	7,6	415	0,14	+263,21
20/09/22	0,055	0,052	4,2	1 368	7,57	366	18,2	7,7	412	0,05	+261,39
24/10/22	0,055	0,053	2,3	1 337	8,00	346	16,6	8,0	429	0,09	+258,84
22/11/22	0,059	0,054	5,2	1 314	7,67	356	14,4	8,4	426	0,18	+256,99
20/12/22	0,049	0,046	4,6	1 292	8,00	346	15,2	8,3	407	0,39	+256,82
Moy 2022	0,051	0,049	2,5	1 052	7,76	343	15,8	8,2	446	0,16	263,39
Max.	0,059	0,054	5,2	1 368	8,00	368	18,2	9,3	489	0,38	267,88
Min.	0,046	0,043	<2,0	842	7,57	289	14,4	7,5	407	0,02	256,82

Tableau 41 : Résultats des analyses de l'eau de la mine pour l'année 2022 (adapté de ©MINELIS, 2023).

En 2022 :

- la concentration en sulfates a varié entre 0,407 et 0,489 mg/L ;
- la concentration en fer varie entre 0,02 mg/L et 0,38 mg/L.

La concentration en fer peut varier d'un facteur 20 selon la campagne tandis que les concentrations en sulfates sont plus homogènes bien que corrélées aux variations du niveau d'eau. Ces deux paramètres restent relativement peu élevés pour des eaux de mine.

Les concentrations en arsenic dissous et total dans le réservoir minier ne semblent pas suivre les cycles hydrologiques visibles sur la chronique piézométrique (Cf. Illustration 156) et restent relativement constantes. La tendance à la diminution des concentrations en arsenic observée depuis le début du suivi semble se stabiliser. En 2022, la moyenne en As total était de 0,051 mg/L et de 0,049 mg/L en As dissous contre respectivement 0,053 mg/L et 0,048 mg/L en 2021. Les valeurs moyennes demeurant sous le chiffre de 0,1 mg/L depuis plusieurs années.

A noter qu'aucun phénomène d'acidification n'est constaté dans les eaux de la mine (le pH reste neutre ou légèrement basique). Les successions des cycles de « remplissage/vidange » du réservoir minier restant dans la même gamme de valeur observée depuis le début de la surveillance, le marnage observé sur la nappe minière ne semble donc pas entraîner de phénomènes de solubilisation notables de l'arsenic présent nativement dans la roche encaissante.

Ces concentrations sont globalement du même ordre de grandeur qu'en 2021, toutefois à plus large échelle de temps, il semble que la concentration en fer présente une variabilité croissante depuis 2018.

L'illustration 158 présente les concentrations en As dissous et total depuis le début du suivi en 2006.

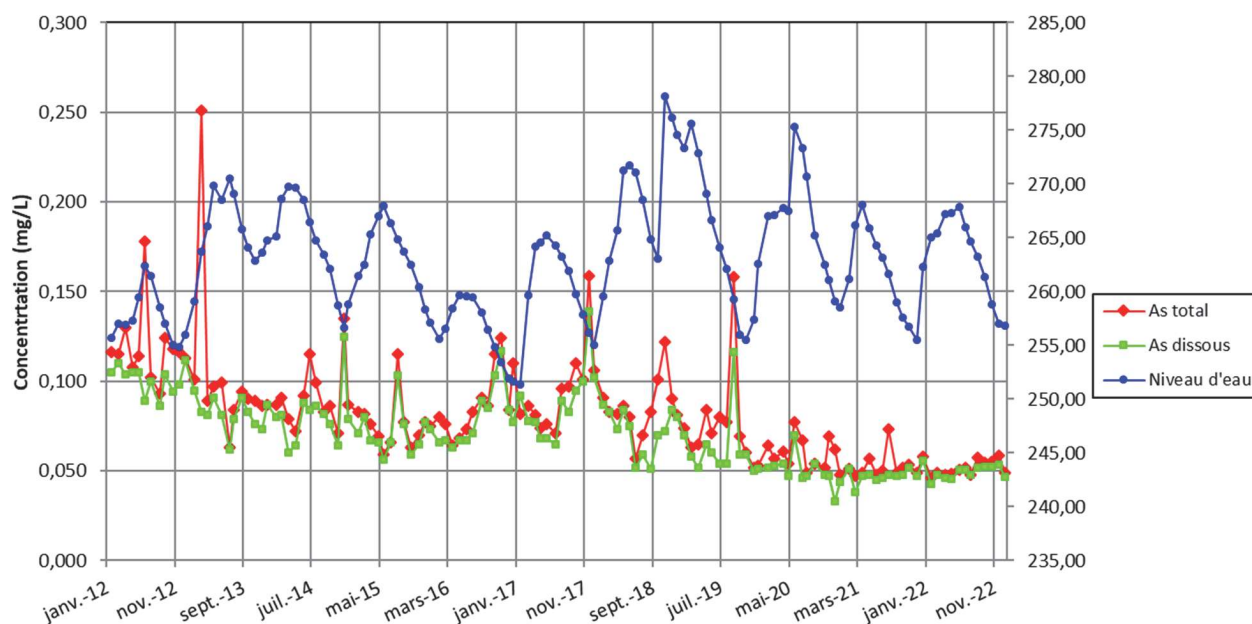


Illustration 158 : Evolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau de la mine à la cheminée Panneau Sud (©MINELIS, 2023).

A noter, que les concentrations en arsenic varient autour de 0,050 mg/L depuis 2020, après une progressive diminution constatée depuis le début du suivi (Cf. Illustration 159).

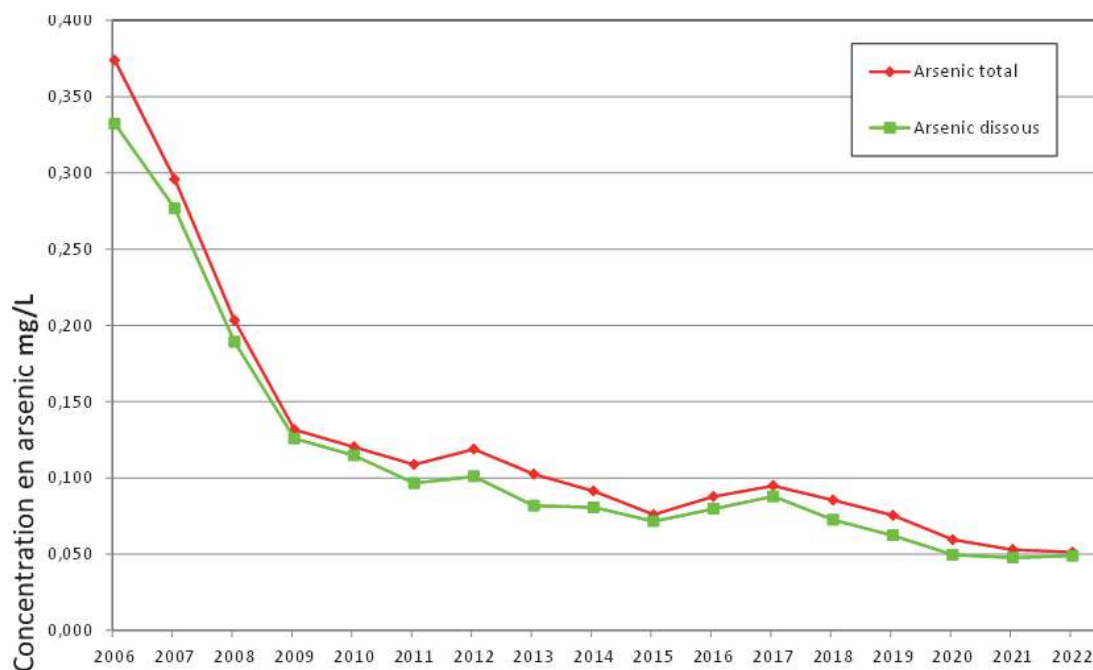


Illustration 159 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en arsenic dissous et total de l'eau du réservoir minier – cheminée Panneau Sud (©MINELIS, 2023).

9. Sites périphériques

9.1. CONTEXTE

En plus des secteurs principaux constitués par l'ancien site industriel de la Combe du Saut et l'ancien secteur d'exploitation de la mine à ciel ouvert, le DPSM est également en charge de la gestion et de la surveillance semestrielle de sites miniers périphériques (voir localisation en Illustration 160) :

- la verse de Nartau, située au Nord de la verse de Ramèle, en rive gauche du ruisseau « Le Grésillou ». Elle correspond au site de l'ancienne mine éponyme, qui a également connu une petite activité de traitement (tri puis grillage) du minerai (mispickel) pour produire principalement du fer et de l'arsenic, dont l'activité s'est étalée de 1896 à 1910. Ce site comporte une verse bien visible dans le paysage (dite verse de Nartau), composée de résidus blanchâtres à fortes concentrations en arsenic, rejetés à même la pente naturelle à l'aval de la mine. À noter qu'il subsiste également dans cette zone quelques résidus de traitement thermique, et la présence de matériaux pollués au niveau de la « plateforme Marty » ;
- la verse de Ramèle, située au Nord-Est de la zone MCO, en rive droite du ruisseau « Le Grésillou ». Elle a été édifiée entre 1981 et 1992 à partir de stériles issus de l'exploitation de la MCO. Le caractère singulier de cette verse réside dans le fait qu'elle a été édifiée au droit d'un ancien site industriel de fonderie (la fonderie de Ramèle), lui-même implanté au droit de la mine de Villanière pour l'exploitation directe du minerai de la mine (production d'anhydride arsénieux, puis d'or). L'activité de fonderie a fonctionné de manière intermittente entre 1912 et 1946, et la destruction progressive de l'usine s'est déroulée entre 1962 et 1979. Les déchets produits (déchets arsénicaux, scories) ont été récupérés en 1983 et envoyés dans les installations de la Combe du Saut, avant le début de l'édification de la verse proprement dite. Une partie de ces déchets ayant néanmoins été récupérée à partir d'une galerie, il n'est pas certain que la totalité de ces derniers ait effectivement été retrouvée ;
- le site de Malabau, situé à l'Ouest de la zone MCO, entre les ruisseau Combe Bourrel et le Malabau. Ce site comportait une usine de traitement du minerai ayant fonctionné entre 1915 et 1930. En 2004-2005, la MOS a évacué 15 000 m³ de matériaux (résidus cyanurés et déchets de démolition de l'usine) vers le stockage de Montredon ; il subsiste néanmoins en place environ 45 000 m³ de haldes réparties en deux stocks. Le site a été panneauté par le DPSM en 2011 ;
- la verse de l'Atelier est située au Sud de la zone MCO et des anciens ateliers de la mine, en amont direct du village de Salsigne. Elle a été édifiée entre 1981 et 1986 à partir des stériles issus de l'exploitation de la MCO. Elle fait partie des sites périphériques dont l'Etat est propriétaire. Le caractère particulier de cette verse provient d'une part du fait qu'elle a possiblement recouvert des résidus du tri manuel du minerai opéré dans les ateliers au début du 20^{ème} siècle, et d'autre part de la nature des matériaux constitutifs de cette verse, réputés intermédiaires entre stériles et minerais, qui sont donc possiblement plus riches en métaux. Cette verse est à l'origine d'un Drainage Minier Acide avéré au niveau du chemin de la Mine qui impacte le ruisseau « L'Entrebuc », canalisé sous la verse. Ces eaux minéralisées séjournent dans un bassin calcaire mis en place par le dernier exploitant Mine d'Or de Salsigne (MOS) au pied de la verse dans une tentative infructueuse de tamponner les eaux acides.



Illustration 160 : Plan de localisation des sites périphériques de Nartau, Ramèle, Malabau et l'Atelier.

9.2. SURVEILLANCE

Les sites de Nartau, Ramèle, Malabau et la verse de l'Atelier font partie des sites périphériques surveillés directement par le DPSM.

Le suivi consiste en un contrôle semestriel du développement de la végétation, de l'état des accès et caniveaux et des marques d'érosion. Des visites spécifiques peuvent être régulièrement réalisées en cas de problématique sur un site en particulier. Le détail de ces observations figure dans les CR semestriels en Annexes 08 et 10.

Aucune évolution majeure des sites n'a été relevée lors de la surveillance menée sur l'année 2022.

9.2.1. Verse de Nartau

La surveillance périodique réalisée en 2022 n'a pas montré de dégradations notables du site. La verse, en tant que telle, présente un comportement géotechnique stable avec une bonne tenue des matériaux en surface malgré sa forte pente.

Des panneaux d'information sur les risques associés au site ont été installés en 2022 (Cf. Illustration 161 et fiche travaux en Annexe 10).

Des indices indiquant la présence de chauve-souris au niveau des anciennes carrières de Nartau ont été relevés.



Illustration 161 : Vue de la digue et signalisation en pied de la verse de Nartau (mai 2022).

9.2.2. Verse de Ramèle

La surveillance périodique réalisée en 2022 n'a mis en évidence aucun désordre géotechnique notable. Le fontis suivi au droit d'une banquette a tout de même montré une évolution de sa longueur de 30 cm entre 2021 et la visite de mai 2022 en mai, sans toutefois montrer une nouvelle évolution lors de la seconde visite 2022 en octobre. Il n'y a pas d'enjeu direct au droit de ce fontis.

La végétation croît de manière marquée au droit du canal de l'Hort-Estiou et un nouveau débroussaillage sera réalisé en 2023 (Cf. Illustration 162).



Illustration 162 : Végétaux encombrant l'accès au canal empierré de l'Hort-Estiou.

9.2.3. Site de Malabau

La surveillance de ce site réalisée au cours de l'année 2022 n'a pas montré d'évolution notable du site. Celui-ci reste peu végétalisé sur la plateforme proprement dite et sur les verses, mais les abords du site sont largement recouverts d'arbustes et de broussailles qui participent au maintien et à la cohésion superficielle des terrains.

Une signalétique adaptée ayant pour but d'identifier clairement les différents risques présents sur le site (chute, pollution...) a été installée en 2022 (Cf. Illustration 163).



Illustration 163 : Installation d'une signalétique indiquant les risques présents sur site.

Le Drainage Minier Acide (DMA) identifié ne présentait pas d'écoulement lors des visites de surveillance 2022. Des traces de précipités orange visibles dans le cours d'eau ont été à nouveau observées ainsi que des cristallisations blanchâtres. De nombreuses traces de précipités oranges, ainsi que des cristallisations blanchâtres sont toujours visibles dans le ruisseau de la Combe Bourrel en aval du DMA (Cf. Illustration 164).



Illustration 164. Précipité rouille et blanchâtre à l'aval du DMA dans le ruisseau de la Combe Bourrel.

9.2.4. Verse de l'Atelier

Le site de la verse de l'Atelier fait avant tout l'objet d'observations sur le cours d'eau de l'Entrebuc en deux points : en sortie de verse et à la confluence avec le Gourg Peyris en aval.

En 2022, aucun écoulement en sortie de buse sous la verse n'a été observé sur l'Entrebuc lors des visites semestrielles. Les eaux de l'Entrebuc, observées au niveau de la confluence avec le ruisseau du Gourg-Peyris, présentent toujours des dépôts et précipités blanchâtres (Cf. Illustration 165).

La végétation sur la verse proprement dite est relativement hétérogène, avec des surfaces broussailleuses ou herbacées alternées d'éboulis (Cf. Illustration 165). Celle-ci se fait plus homogène aux abords du bassin, avec une densité plus forte d'arbres, d'arbustes et d'herbes. Aucun indice d'instabilité n'a été observé.

Une station hydrologique a été installée en 2022 en pied de verse pour enregistrer le débit de l'Entrebuc en continu, complétée d'un pluviomètre (Cf. § 4.5.6.d).



Illustration 165 : Pied de verse (photo de gauche) et précipités blanchâtres observés à la confluence avec le Gourg Peyris (photo de droite).

Les études et travaux engagés dans le cadre du traitement de ce DMA sont présentés en § 11.6.

10. Campagnes complémentaires Hautes Eaux-Basses Eaux sur l'Orbiel et ses affluents

Les données complètes de ces campagnes sont présentées dans les rapports en Annexes 13 et 14 respectivement pour la campagne de hautes eaux et de basses eaux.

A noter que les résultats des campagnes de hautes eaux et basses eaux sont intégrés dans les graphiques de présentation des résultats des différents points de surveillance.

10.1. OBJET DE CES CAMPAGNES

La surveillance classique règlementaire est régulièrement complétée par des missions spécifiques en fonction du contexte.

Ainsi, suite aux intempéries d'octobre 2018, il s'est révélé indispensable de disposer de chroniques sur la qualité des milieux dans le bassin versant de l'Orbiel afin de pouvoir notamment disposer d'éléments de comparaison en cas de survenue de nouveaux événements de type crue. Ces données sont également collectées afin d'identifier l'évolution de la qualité des milieux et l'évolution de l'impact des anciens sites miniers et industriels sur ces derniers. Ces campagnes s'intègrent dans une démarche de compréhension globale du système environnemental de la vallée de l'Orbiel.

Ces campagnes visent les cours d'eau du Grésillou, Malabau, Entrebus, Gourg Peyris, Ru Sec et l'Orbiel. Les illustrations suivantes présentent les points de prélèvement visés pour les sédiments (Cf. Illustration 170), les eaux superficielles (Cf. Illustration 166 et Illustration 167) et les eaux souterraines (Cf. Illustration 168 et Illustration 169). Depuis 2019, 2 campagnes par année sont effectuées : une campagne en période de basses eaux (généralement de fin juin à début novembre) et une en période de hautes eaux (généralement de novembre à fin juin).

10.2. BILAN DES CAMPAGNES HAUTES EAUX / BASSES EAUX DE 2022

10.2.1. Milieux prélevés

En 2022, deux campagnes ont de nouveau été effectuées, et les prélèvements suivants ont pu être réalisés :

- Avril (période de hautes eaux) :
 - 31 prélèvements d'eaux superficielles,
 - 23 prélèvements d'eaux souterraines ;
- Septembre (période de basses eaux) :
 - 32 prélèvements d'eaux superficielles,
 - 23 prélèvements d'eaux souterraines,
 - 33 prélèvements de sédiments.

Sur les divers affluents (Grésillou, Malabau, Gourg Peyris, Ru Sec), des débits ponctuels ont également été mesurés.

A noter que seuls les sédiments très fins sont prélevés et analysés (après tamisage à 2 mm par le laboratoire).

10.2.2. Résultats analytiques

De manière générale, les résultats de ces campagnes ont mis en évidence les éléments suivants :

- **Eaux superficielles (Cf. Illustration 166 et Illustration 167)**

Dans l'Orbiel, les concentrations en arsenic total observées lors de ces campagnes complémentaires de basses et hautes eaux sont comparables à celles observées lors du suivi environnemental réalisé mensuellement sur les anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel, comme décrit dans le paragraphe 7.2.

Les concentrations en arsenic total dans les eaux augmentent globalement de l'amont vers l'aval au passage des différents anciens sites miniers et sont plus importantes en période de basses eaux par rapport aux hautes eaux, ce qui s'explique principalement par un effet de dilution en période de pluie.

Dans le Grésillou, tel que décrit dans le chapitre 7.1, les concentrations en arsenic sont variables en fonction de l'état hydraulique du cours d'eau. Par ailleurs, les concentrations augmentent au passage des anciens secteurs industriels et miniers de Nartau et Ramèle, avec une part plus contributrice du secteur de Ramèle.

Dans le ruisseau du Ru Sec, les concentrations en arsenic total augmentent significativement à l'aval de la mine de Combe Lisou (Villardonnel). Les concentrations restent ensuite globalement du même ordre de grandeur le long du cours d'eau. Elles peuvent atteindre 227 µg/L en arsenic total, valeur mesurée lors de la campagne de septembre 2022, en aval de ce site, avant la confluence avec le ruisseau de Malabau. Cette contribution est non négligeable au regard notamment de la concentration relevée cette même campagne, en aval de la Combe du Saut qui est de 121 µg/L en arsenic total (valeur mesurée au point Gué Lassac).

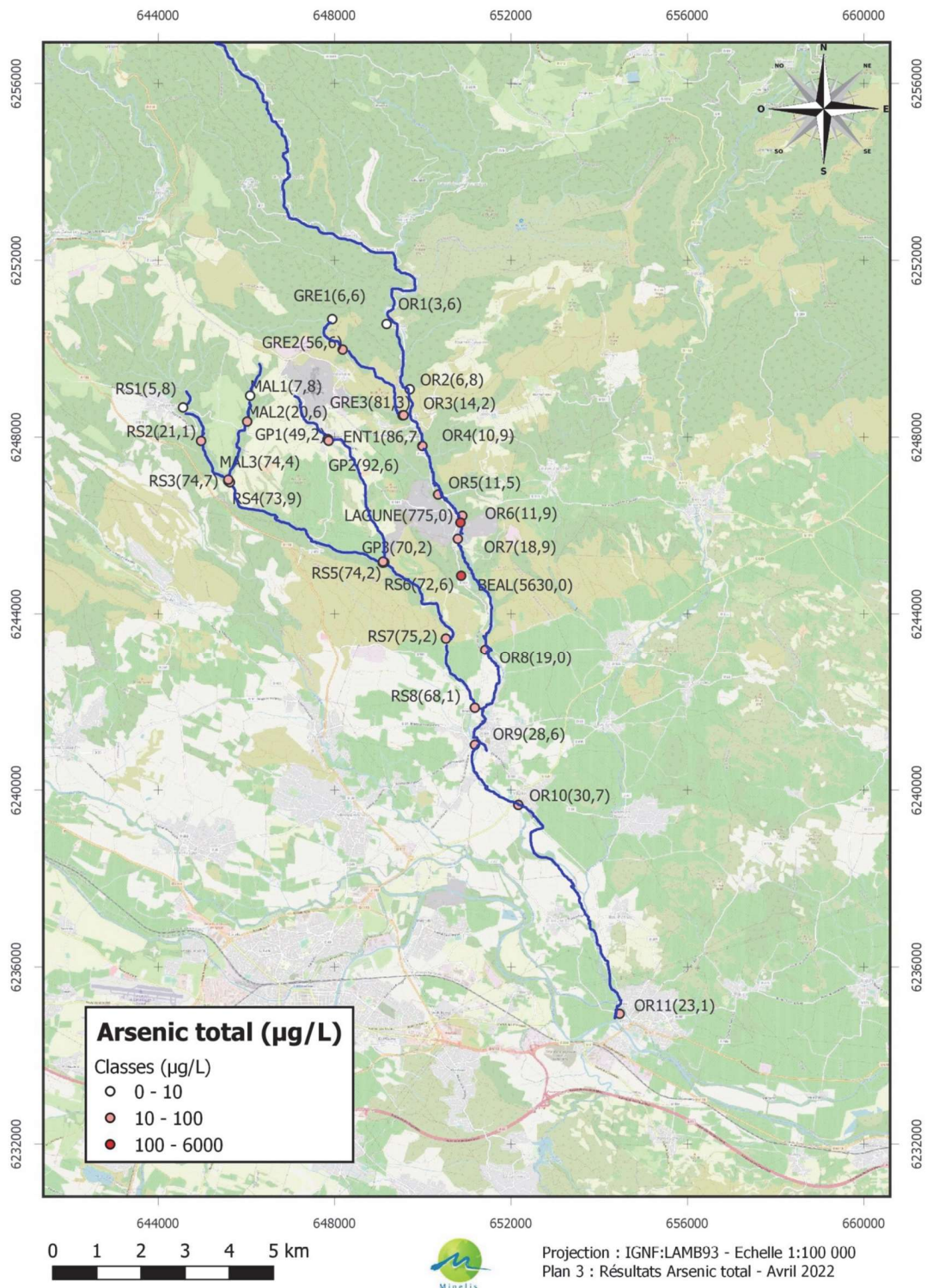


Illustration 166 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux superficielles dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Avril 2022 (@MINELIS, 2023).

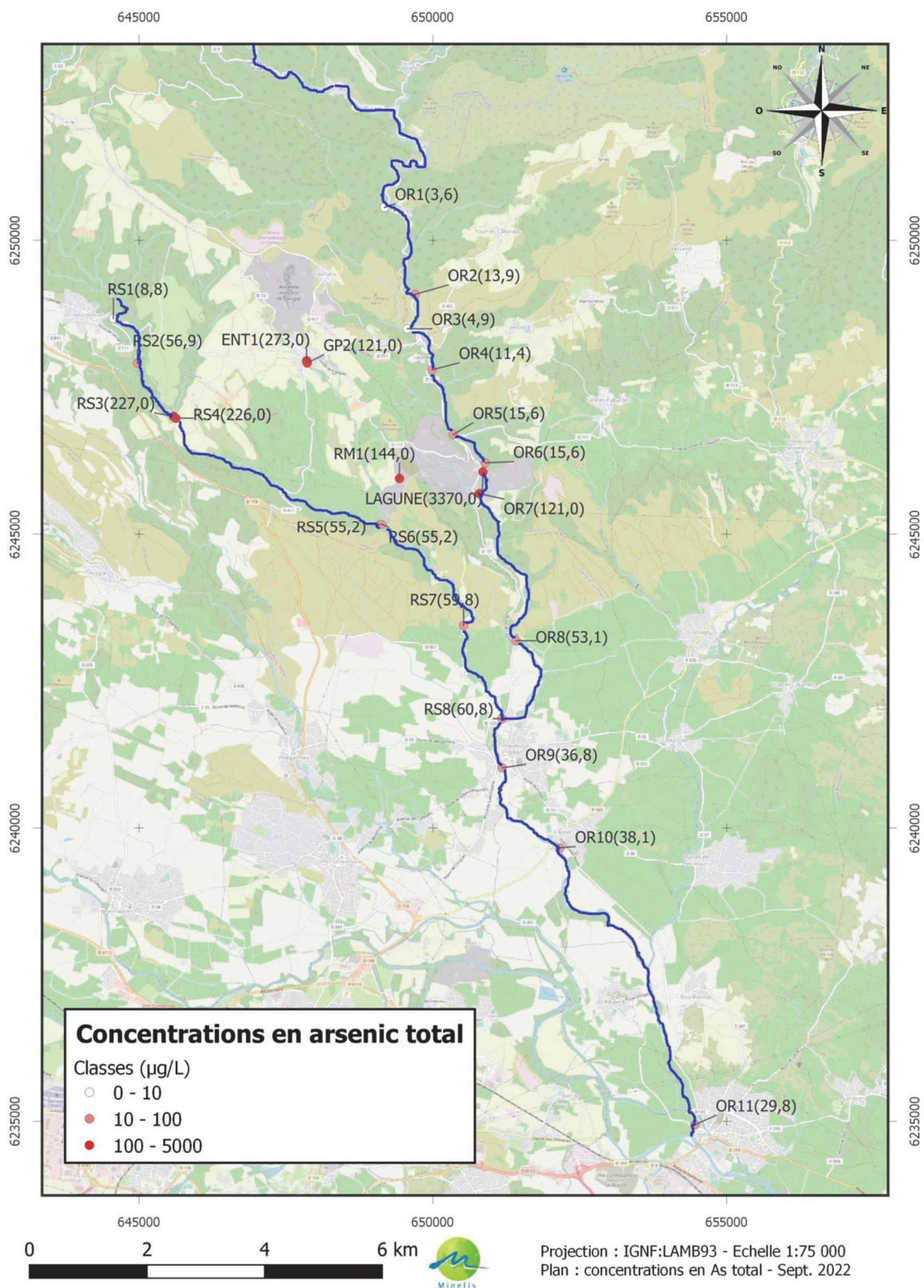


Illustration 167 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux superficielles dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Septembre 2022(@MINELIS, 2023).

- **Eaux souterraines (Cf. Illustration 168 et Illustration 169)**

Les résultats sont conformes aux observations réalisées lors des campagnes périodiques de surveillance du site, à savoir des concentrations en arsenic total très élevées dans les piézomètres situés au droit du stockage de l'Artus et du site de la Combe-du-Saut, ainsi que dans la canalisation issue du stockage de Montredon.

D'une manière générale, les concentrations en arsenic total et dissous dans les eaux souterraines sont plus élevées en période de basses eaux par rapport au hautes eaux, principalement en raison de l'effet de dilution.

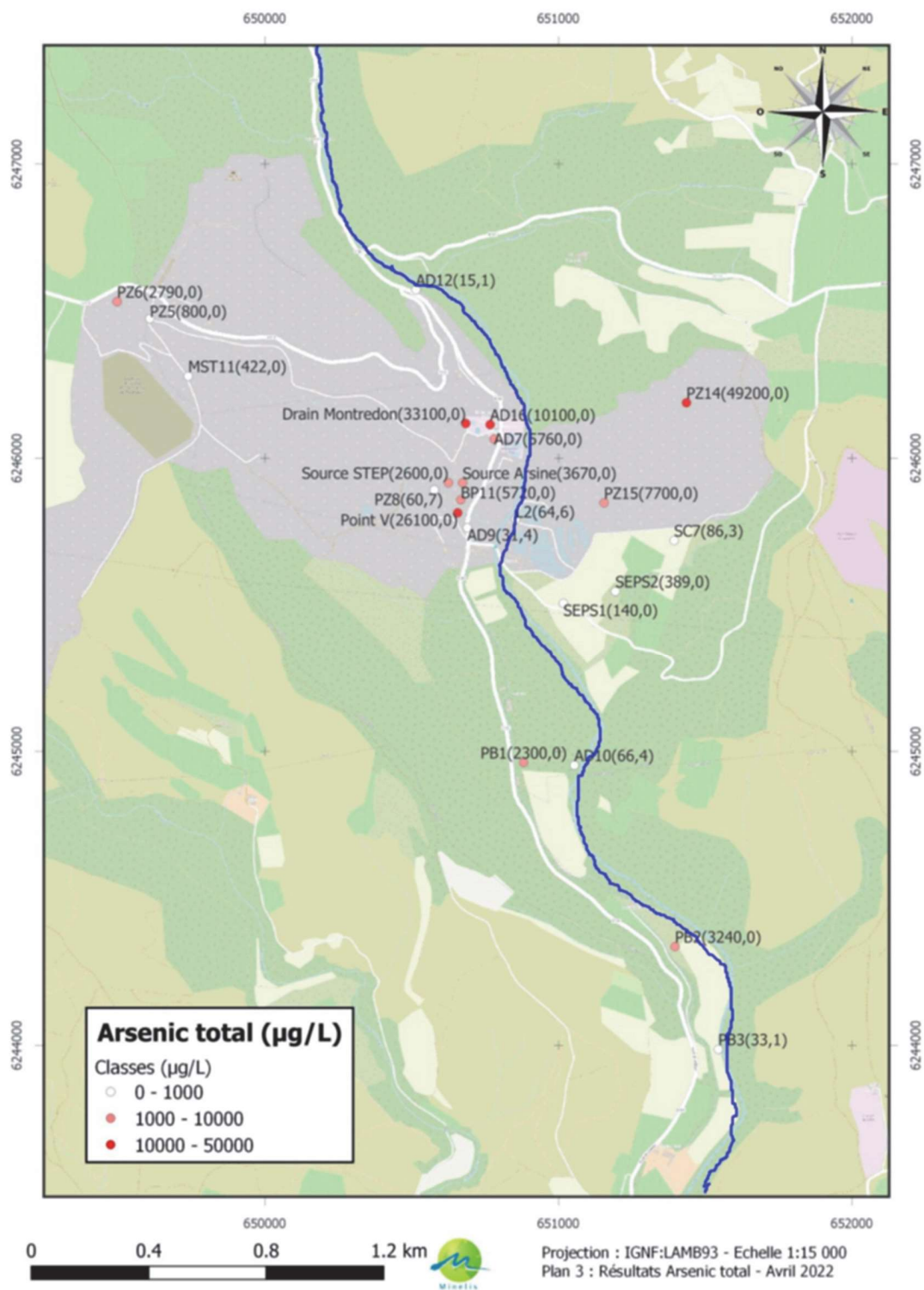


Illustration 168 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux souterraines dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Avril 2022 (@MINELIS, 2023).

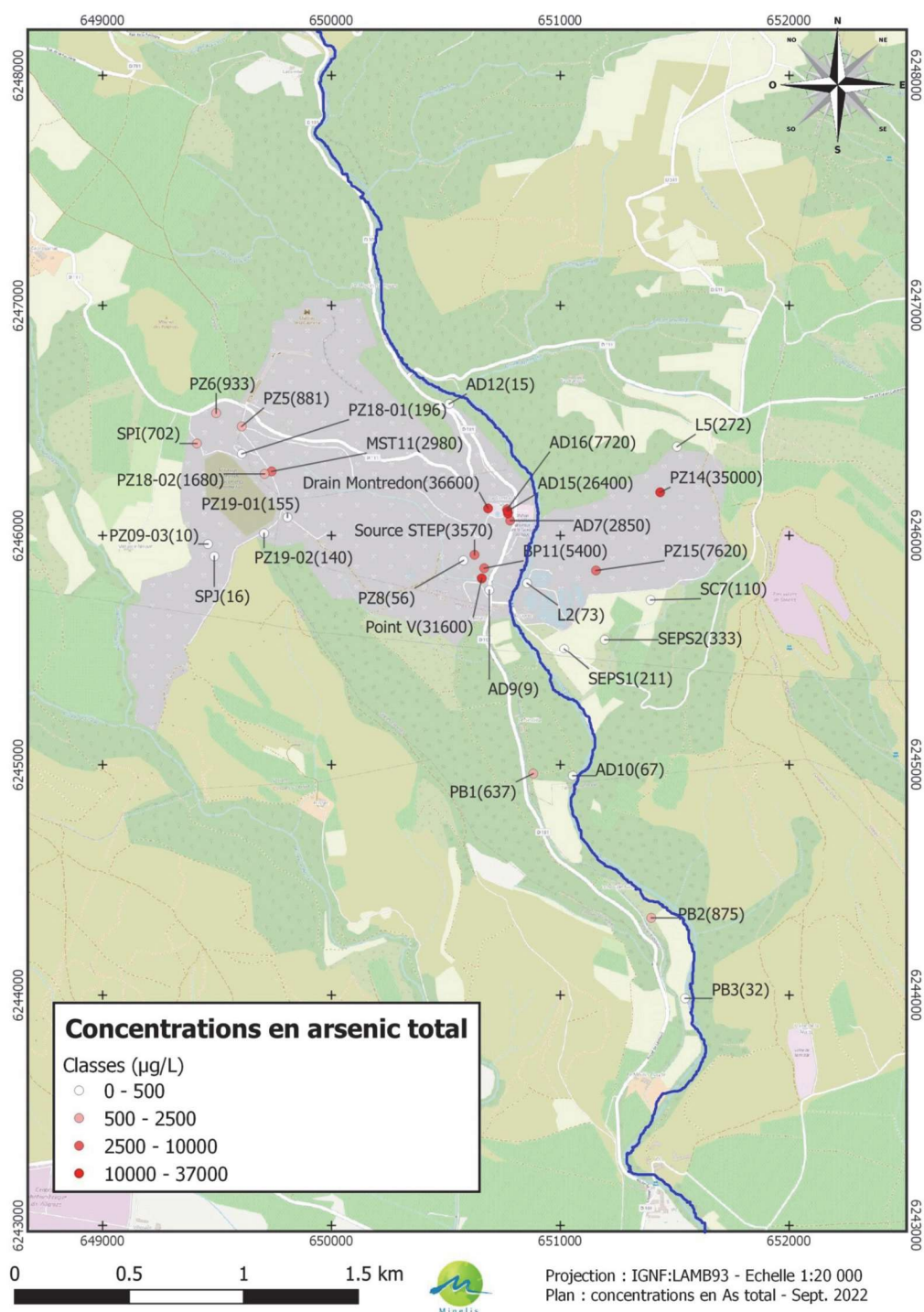


Illustration 169 : Carte des concentrations en arsenic total dans les eaux souterraines dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Septembre 2022 (@MINELIS, 2023).

- **Sédiments**

Les sédiments analysés révèlent des teneurs en arsenic élevées lorsqu'ils ont été prélevés près des zones polluées (anciens sites industriels ou miniers).

Les teneurs en arsenic les plus élevées ont été globalement mesurées dans le Ru Sec et le Malabau, en aval des sites de Combe Lisou et de Malabau (Cf. Illustration 170). A noter toutefois la valeur maximale mesurée au Béal de Sindilla (6 230 mg/kg).

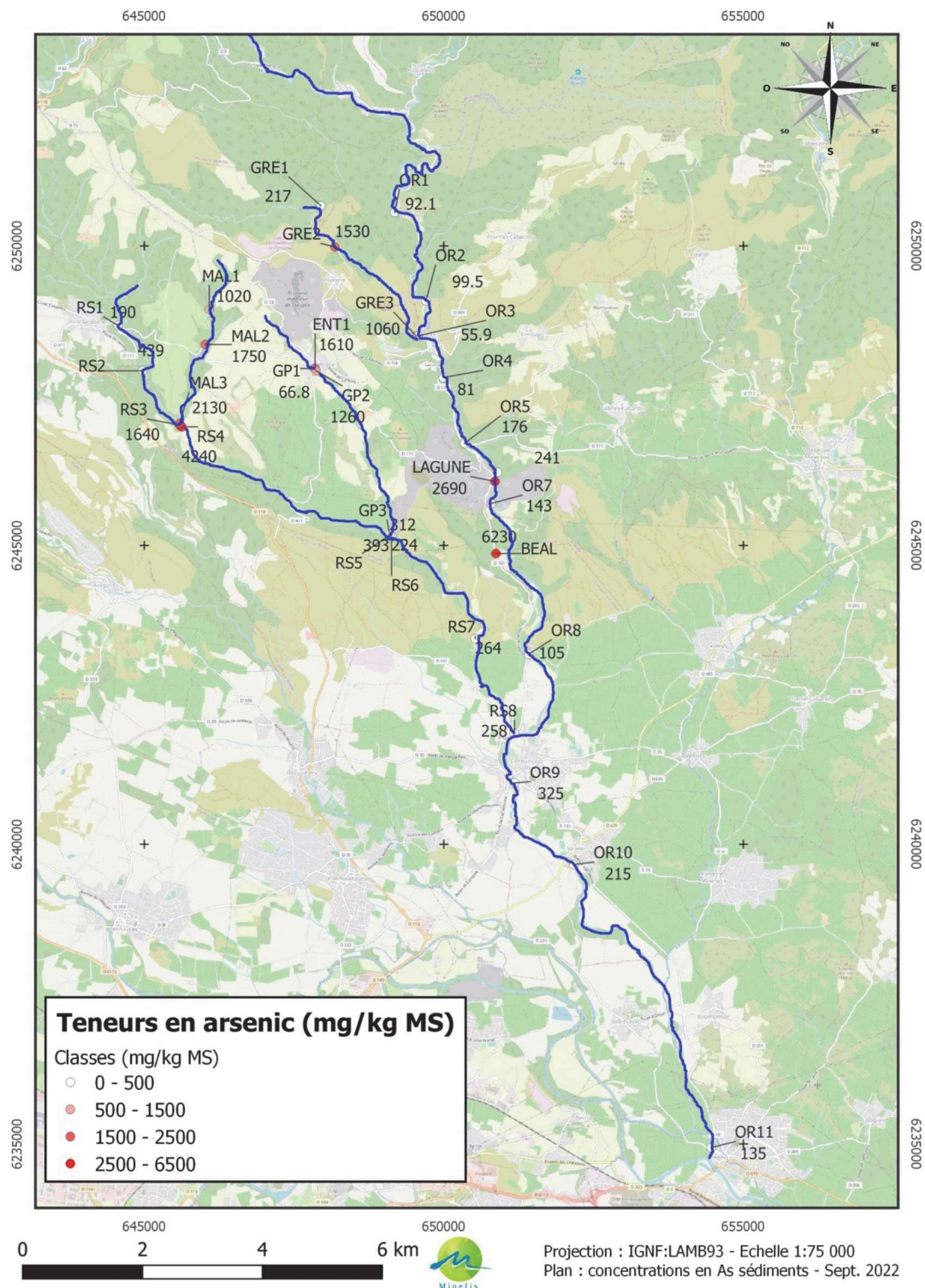


Illustration 170 : Carte des teneurs en arsenic total dans les sédiments dans le cadre des campagnes hautes eaux / basses eaux – Septembre 2022 (©MINELIS, 2023).

11. Etudes et travaux

En fonction des priorités et de l'actualité liée au site, le DPSM peut être amené à réaliser ou participer à d'autres actions, en dehors du strict cadre de la surveillance des installations inscrites dans l'Arrêté ministériel du 03 février 2022.

Dans ce cadre, les principales actions effectuées en 2022 sont décrites dans les paragraphes suivants.

11.1. DÉTERMINATION DU BRUIT DE FOND GÉOCHIMIQUE DES SOLS

Afin de disposer de références guide de comparaison pour les différentes études menées relatives aux teneurs dans les sols et les sédiments, trois familles de valeurs ont été définies :

a) *Sols des ensembles géographiques cohérents dans la région de l'ancien secteur minier de Salsigne*

En complément de l'étude du fond géochimique local établi à partir des données de l'inventaire minier en 2019 (Melleton et Girardeau, 2019), des campagnes de mesures ont été conduites en 2020 afin de préciser les teneurs naturellement présentes dans les sols et dans les sédiments dans le district minier de Salsigne, ceci afin de définir le Bruit de Fond Géochimique du secteur. Le rapport de Melleton *et al.* (2021)³ en présente les résultats et définit des valeurs de référence sur les sols pour plusieurs éléments traces métalliques en fonction des formations et ensembles géologiques concernés.

Les conclusions de ce premier rapport livrent pour l'arsenic, des valeurs de l'ordre de 120 mg/kg et 50 mg/kg pour le domaine des nappes du Minervois, 120 mg/kg et 50 mg/kg pour le domaine du Tertiaire et 267 mg/kg et 250 mg/kg pour le domaine de la zone axiale (respectivement à proximité des contacts entre domaines et à leurs cœurs). L'analyse statistique multivariée des données obtenues montre que le découpage en trois domaines géologiques est cohérent et que les données sont représentatives pour le secteur d'étude.

b) *Sédiments*

Concernant plus spécifiquement les sédiments, des mesures *in situ* et des prélèvements complémentaires ont été faits courant 2021 afin de caractériser le fond géochimique de ces matériaux dont la signature ne répond pas aux mêmes lois de répartition que les sols naturels en place (Melleton *et al.*, 2023⁴). Un second rapport d'étude, livrant les résultats de cette campagne spécifique, paraîtra courant 2023. Un résumé des résultats exposés dans celui-ci est proposé ci-dessous.

Tout comme pour les sols, la détermination des impacts anthropiques liés à l'ancienne activité minière dans le district de Salsigne (Aude) en aval sur le bassin-versant de l'Orbiel nécessite au préalable une évaluation des concentrations naturelles en métaux et métalloïdes dans les sédiments hors zone d'influence de cette activité (ADEME, 2018).

³ J. Melleton, S. Belbeze, G. Vic, P. Auger, M. Chevillard, 2021. Établissement du fond pédo-géochimique dans la région de l'ancien secteur minier de Salsigne (Aude). Rapport BRGM/RP-70767-FR.

⁴ Melleton Jeremie, Belbèze Stéphane, Vic Guillaume, Chevillard Matthieu (2023) – Concentrations de référence en métaux et métalloïdes dans les sédiments de la vallée de l'Orbiel (Aude). Rapport provisoire V1. BRGM/RP-71879-FR, 41 p.

Les gammes de concentrations naturelles rencontrées dans les sédiments de la zone d'étude ont pu être déterminées grâce à un échantillonnage sur des sites soigneusement sélectionnés de la Vallée de l'Orbiel et la réalisation d'analyses en laboratoire. Cependant, le nombre de prélèvements par domaine géologique relativement faible ne garantit pas la représentativité complète de ces gammes de valeurs. Ainsi, elles ne constituent qu'une première évaluation des concentrations rencontrées dans le secteur.

Pour l'arsenic, principal polluant du site, les concentrations sont comprises entre 8 et 333 mg/kg. Les sédiments sont plus riches dans la partie amont du secteur, c'est-à-dire au sein des bassins versants drainant exclusivement les schistes de la zone axiale, avec des concentrations supérieures à 93 mg/kg. Au sud, au niveau des plaines du Tertiaire, les sédiments montrent des concentrations inférieures à 20 mg/kg dans des cours d'eau drainant exclusivement des formations appartenant à ce domaine.

c) Sols développés sur alluvions de la vallée de l'Orbiel

La détermination des impacts anthropiques liés à l'ancienne activité minière dans le district de Salsigne (Aude) en aval sur le bassin-versant de l'Orbiel nécessite une évaluation des valeurs de fond pédo-géochimique pour les sols développés sur alluvions, notamment pour aider à la classification des parcelles affectées par la crue de 2018 en secteurs d'information sur les sols (SIS) au sens de l'article L.125-6 du code de l'environnement. Le rapport présentant les résultats de cette étude sera finalisé courant 2023 (Melleton *et al.*, 2023⁵).

Du fait de sa similarité en termes de géographie et de géologie, la Clamoux, tributaire orientale de l'Orbiel a été proposée comme secteur équivalent pour tenter de définir des gammes de valeurs locales représentant le fond pédo-géochimique anthropisé. Les sols sur alluvions ont ainsi pu être prélevés et analysés sur ce bassin-versant et des prélèvements supplémentaires ont aussi été réalisés sur le secteur amont de l'Orbiel, afin de pouvoir comparer les concentrations obtenues entre les bassins-versants.

Cette étude a ensuite permis la mise en œuvre de deux approches pour définir des gammes de valeurs pouvant représenter le bruit de fond pédo-géochimique pour le bassin-versant de l'Orbiel. Pour le zinc et l'arsenic, la distribution spatiale des concentrations suggérant une relation avec les concentrations dans les sols des différents domaines géologiques traversés, déterminées précédemment (Melleton *et al.*, 2021), un modèle permettant de prédire des gammes de valeurs pour l'Orbiel a été défini. Les valeurs obtenues ont ensuite été confrontées à un second modèle propre à ce bassin-versant.

Pour les autres éléments d'intérêt (Ag, Bi, Cd, Cu, Pb, Sb), l'absence de lien spatial apparent a conduit à calculer des valeurs par une approche statistique plus classique, en utilisant la vibrisse de Tukey ou le percentile 90.

Pour l'arsenic, les valeurs de référence proposées pour le fond pédo-géochimique anthropisé, sur la base d'un modèle linéaire de transfert et accumulation depuis les trois domaines lithostratigraphiques cohérents (Melleton *et al.*, 2021) sont comprises respectivement entre 77 et 95 mg/kg en amont de Lastours, entre 70 et 86 mg/kg entre Moulin Claude et Lastours, entre 59 et 71 mg/kg entre Pont romain et Moulin Claude, et entre 47 et 57 mg/kg en aval du Pont Romain.

Cependant, le modèle utilisé pour appréhender les gammes de valeurs pour l'arsenic est un modèle linéaire très simpliste alors que les processus physico-chimiques de dispersion, sédimentaires et pédologiques sont très complexes. Les effets d'autres tributaires de l'Orbiel

⁵ Melleton Jérémie, Belbèze Stéphane, Chevillard Matthieu, Vic Guillaume (2023) – Valeurs de référence de fond pédo-géochimique pour les sols développés sur alluvions de la vallée de l'Orbiel (Aude). Rapport final. BRGM/RP-71820-FR, 52 p

sur les concentrations en aval n'ont par ailleurs pas été appréhendés (Rieu Sec et Grésillou notamment).

Les valeurs de lignes de base du fond pédo-géochimique proposées ont vocation à servir de valeurs maximales au-delà desquelles il est possible de considérer une mesure comme pouvant représenter une anomalie d'origine potentiellement anthropique. Ces valeurs ont été déterminées par une approche mathématique, à partir d'un nombre limité de prélèvements, dont la répartition (tout en se voulant représentative de la zone d'étude), ne permet pas d'exclure la présence de variations locales.

Ces valeurs de référence ont été acquises pour une application cohérente avec le secteur d'étude, elles sont donc difficilement transposables à un autre secteur d'étude.

11.2. PHASE 2 DE LA CRÉATION DES SECTEURS D'INFORMATION SUR LES SOLS EN VALLÉE DE L'ORBIEL SUITE À LA CRUE D'OCTOBRE 2018

Suite à l'épisode de précipitations exceptionnelles d'octobre 2018 sur le district minier de l'Orbiel et en vue de répondre à la demande de cartographie de la pollution dans la zone touchée, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Occitanie a confié à l'expert après-mine GEODERIS le soin de faire une proposition de Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) des anciennes friches minières et industrielles du district de Salsigne et de la vallée de l'Orbiel, mais également dans l'emprise de la zone inondée par la crue d'octobre 2018 de l'Orbiel (entre Lastours et Trèbes) et de certains de ses affluents potentiellement impactés par les anciens sites miniers.

A la demande de la DREAL, le DPSM a contribué à cette étude sur trois aspects :

- définition de la méthodologie d'acquisition des données et des référentiels d'interprétations ;
- réalisation d'analyses *in situ* et en laboratoire pour plusieurs centaines de points répartis dans les zones inondées selon un maillage prédéfini ;
- aide à l'interpolation entre points de mesure.

Les SIS sont une disposition réglementaire introduite par la loi ALUR (Accès au Logement et un Urbanisme Rénové) qui porte sur les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement.

Une méthodologie a été définie conjointement avec GEODERIS et mise en œuvre par le BRGM pour acquérir les données de terrain nécessaires à la définition des SIS sur les terrains inondés en octobre 2018 par trois cours d'eau drainant d'anciennes zones minières ou industrielles : le Grésillou, le Gourg Peyris et l'Orbiel. Il s'agit de la 2^e phase de création des SIS sur le secteur, la première phase portant sur les anciens sites industriels et miniers et stockages de résidus (GEDEORIS, à paraître).

Le plan d'échantillonnage des sols a été défini de manière à obtenir une densité de données importante sur les différents secteurs concernés, tout en tenant compte de leurs spécificités. Les propriétaires des parcelles visées pour une prise d'échantillon ont été approchés afin de recueillir leur autorisation d'y collecter un ou plusieurs échantillons de sol superficiel.

Durant le printemps/été 2021, 632 échantillons ont été collectés sur un périmètre de 457 ha puis analysés en laboratoire pour quantification des teneurs en éléments traces. Ces travaux font l'objet d'un rapport dédié (BRGM/RP-71504-FR, 2022).

La seconde étape de ce projet conduite en 2022 porte sur l'interpolation des teneurs en éléments traces sur l'ensemble de la zone et l'interprétation des résultats par rapport aux teneurs naturellement observées⁶. Un second rapport établi par GEODERIS (en cours) présentera la méthodologie mise en œuvre pour déterminer les parcelles à intégrer aux Secteurs d'Information sur les Sols afin de conserver l'information d'une pollution des sols à l'échelle des parcelles cadastrales.

Les parcelles concernées seront celles où les teneurs en métaux et métalloïdes mesurées ou interpolées dépassent les teneurs naturellement observées dans le secteur (hors influence anthropique liée à l'industrie minière et industrielle).

Il est important de souligner que cette démarche n'a aucune vocation d'ordre sanitaire et n'a pas non plus pour objectif d'identifier l'origine précise des matériaux pollués.

11.3. ETUDE D'INTERPRÉTATION DE L'ETAT DES MILIEUX DU SECTEUR DE LA COMBE DU SAUT

A la demande de la DREAL de réaliser une étude pouvant s'inspirer de la démarche IEM (méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués), le DPSM a transmis une note de cadrage méthodologique. Ces propositions ont été présentées et ajustées au cours d'une réunion avec la DREAL tenue le 15/11/2022. Début 2023, la rédaction et validation de CCTP permettront d'engager les premières étapes de cette étude.

11.4. TRAVAUX D'ENTRETIEN DES ANCIENS SITES MINIERS ET INDUSTRIELS

Dans le cadre de la gestion et l'entretien des sites, des travaux sont régulièrement réalisés. En 2022, un marché d'entretien a été passé avec la société CAZAL TP.

Les principaux travaux, hors station de dépollution de la combe du Saut, ont porté sur les éléments suivants :

11.4.1. Reprise de désordres au droit du stockage de l'Artus et du stockage de Montredon

Les travaux réalisés en 2022 sur le stockage de l'Artus et le stockage de Montredon sont décrits respectivement en § 3.1.2 et § 3.2.2. La fiche travaux correspondante figure en Annexe 09.

11.4.2. Panneautage

Comme évoqué dans les § dédiés à chacun de ces sites, un renforcement du panneautage a été réalisé sur les sites surveillés par le DPSM/BRGM : La Combe du Saut, stockage de l'Artus, stockage de Montredon, verse de l'Atelier, verse de Ramèle, Verse de Nartau, site de Malabau.

Ces panneaux ont pour objectif le rappel du caractère privé des terrains, ainsi que la nature des risques au droit des sites.

La fiche travaux correspondante figure en Annexe 10.

⁶ A noter qu'au cours de ces campagnes, des prélèvements de sols développés sur alluvions du cours d'eau de la Clamoux, rejoignant l'Orbiel en rive gauche entre Villalier et Trèbes, ont également été réalisés pour établir des valeurs de référence (hors influence minière), pour des matériaux de ce type (sols développés sur alluvions).

11.5. ÉVOLUTION DU TRAITEMENT DES EAUX ET DE LA STATION DE DÉPOLLUTION DE LA COMBE DU SAUT

11.5.1. Recherche d'un traitement alternatif pour les eaux de l'Artus

a) Contexte

La majorité des eaux traitées à la station de la Combe du Saut provient de l'Artus (Cf. § 0). Dans un souci d'optimisation de la gestion des eaux de la Combe du Saut, un traitement (de préférence passif) et ciblé pour les eaux de l'Artus est en cours d'étude et de mise au point.

Au démarrage de l'étude, la solution qui semblait la plus prometteuse était le traitement biologique anaérobie permettant la précipitation et donc le piégeage de l'arsenic en fond de bassin à l'aide de bactéries sulfato-réductrices (BSR). Ces bactéries sont présentes naturellement dans les bassins et ont été à l'origine de la coloration rose du bassin n°5 de 2011 à 2013.

En 2022, l'ensemble des études réalisées jusqu'en 2021, ayant pour objectif de proposer un traitement alternatif des eaux de l'Artus ont fait l'objet de la rédaction d'une « note de synthèse des essais de traitement des eaux issues du massif de résidus de l'Artus » (Vaxelaire, 2023).

Les paragraphes ci-après présentent les résultats complémentaires obtenus au cours de l'année 2022 sur le pilote de traitement constitué de trois bio-filtres à pouzzolanes en série, d'un bassin de décantation qui permet l'ajout puis la précipitation / décantation des hydroxydes de fer, un filtre à pouzzolane et une lagune pour finaliser l'abattement des précipités d'hydroxyde de fer.

b) Résultats des essais de traitement réalisés en 2022

- **Traitement de l'arsenic**

Au cours de l'année 2022, après une période d'interruption de janvier à fin mars en raison du gel, le pilote a fonctionné d'avril à novembre (Cf. Illustration 171). Le suivi opérationnel du pilote a été assuré par Véolia et les analyses des eaux du pilote par le laboratoire CARSO de Vénissieux (69). Au total, 11 campagnes de prélèvements et d'analyses ont été réalisées au cours de l'année 2022. Le pilote n'a pas été alimenté en sulfate de fer pendant la période représentée par la zone hachurée en rouge en raison de difficultés d'approvisionnement du prestataire (Cf. Illustration 171 et Illustration 172).

Les résultats obtenus en 2022 confirment ceux précédemment observés sur le pilote : le traitement par ajout de sulfate de fer permet d'abattre une grande partie de l'arsenic dissous. En fonctionnement nominal, avec un ajout de solution de sulfate de fer de 106 mg/h soit un ratio fer/arsenic moyen de 4,04, les concentrations en arsenic dissous en sortie du pilote sont inférieures à 100 µg/L (Cf. Illustration 171). Ce qui correspond à un taux d'abattement moyen de l'arsenic dissous de 99,6% (Cf. Illustration 172).

Concernant l'arsenic total, le taux d'abattement moyen est de 71% en sortie du filtre à pouzzolanes (Cf. Illustration 172) soit une concentration moyenne en arsenic en sortie de 4,6 mg/L (Cf. Illustration 171). Les résultats obtenus en sortie de lagune confirment que l'arsenic total est lié aux particules de fer précipitées. La lagune permet d'obtenir un rendement global du traitement de 83,8 % pour l'arsenic total. Les résultats de 2022 valident les observations faites fin 2021, à savoir qu'il n'y a pas de phénomènes significatif de relargage de l'arsenic en sortie de lagune (Cf. Illustration 171). En sortie de lagune, la concentration moyenne en arsenic dissous est de 72 µg/L avec un écart-type 71 µg/L contre une concentration moyenne en arsenic dissous de 20 µg/L en sortie de filtre.

Enfin, les algues dont le développement avait été observé en 2021 (Cf. Illustration 173) sont toujours présentes et jouent potentiellement un rôle épuratoire vis-à-vis des particules en suspension dans les eaux.

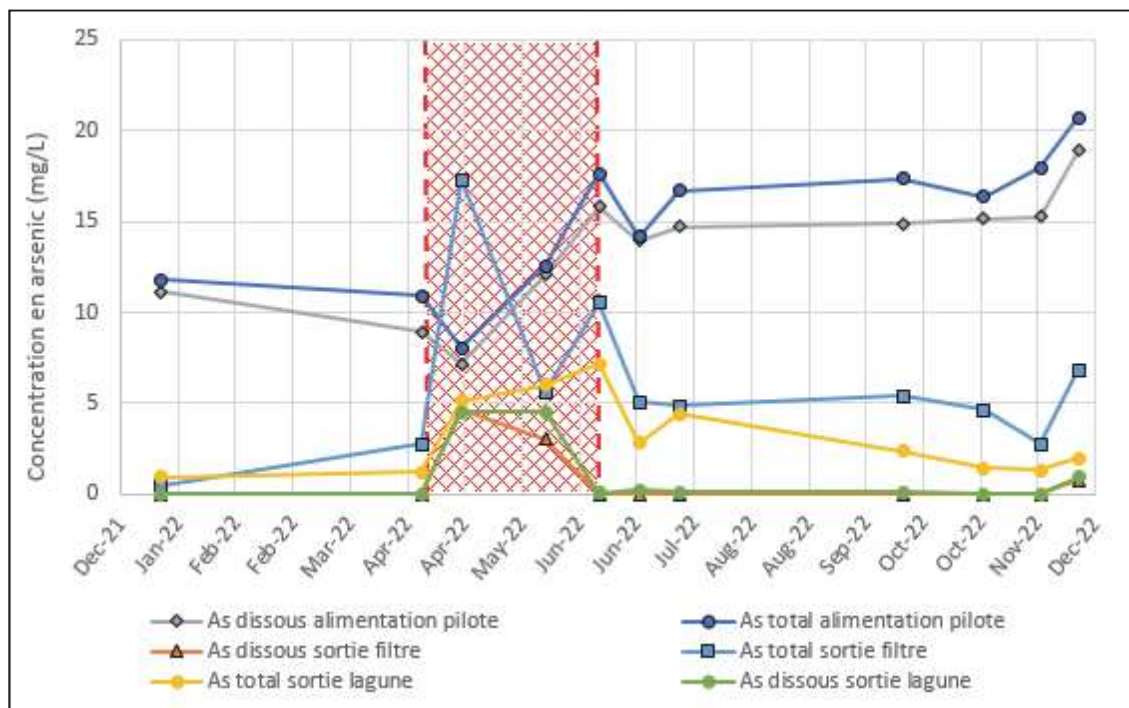


Illustration 171 : Evolution de la concentration en arsenic en entrée et en sortie du pilote pendant les essais en 2022.

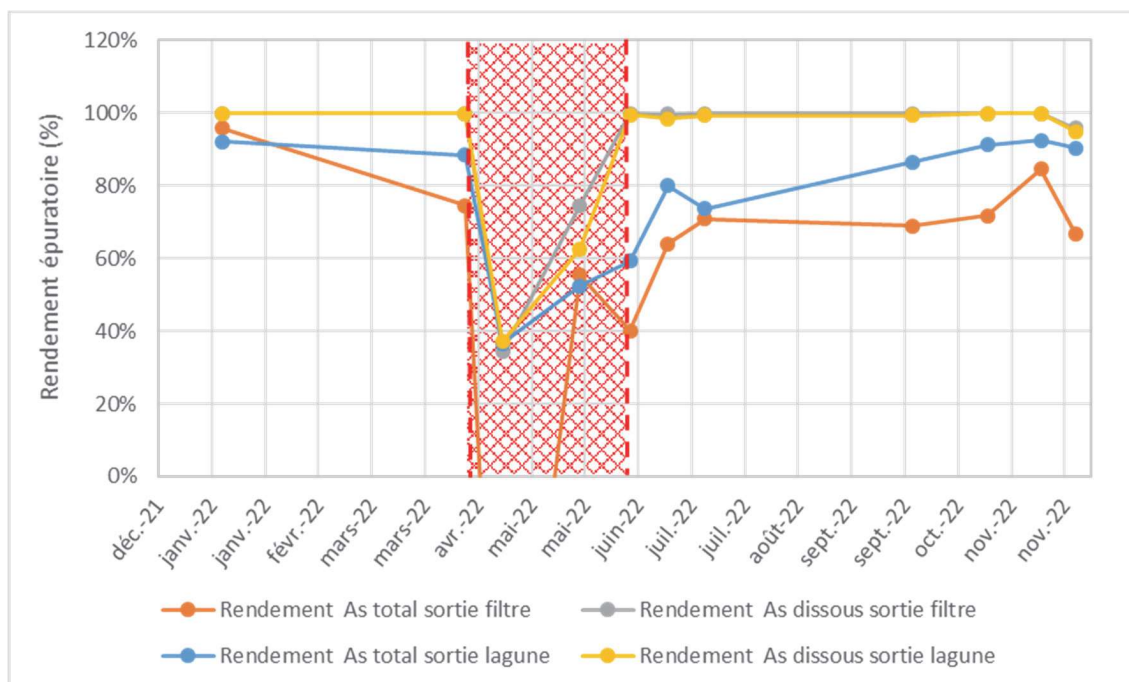


Illustration 172 : Evolution du taux d'abattement de l'arsenic entre l'entrée et la sortie du pilote en 2022.



Illustration 173 : Développement d'algues observé dans la lagune en 2021 (photo de gauche) et 2022 (photo de droite).

- **Traitement des thiocyanates**

Au cours des essais réalisés en 2022, un taux d'abattement moyen des thiocyanates de 18% a été mesuré entre l'entrée et la sortie des bio-filtres à pouzzolanes (Cf. Illustration 174). Le reste du pilote n'a que peu d'action sur les thiocyanates qui demeurent présents à des concentrations notables en sortie des bio-filtres à pouzzolanes.

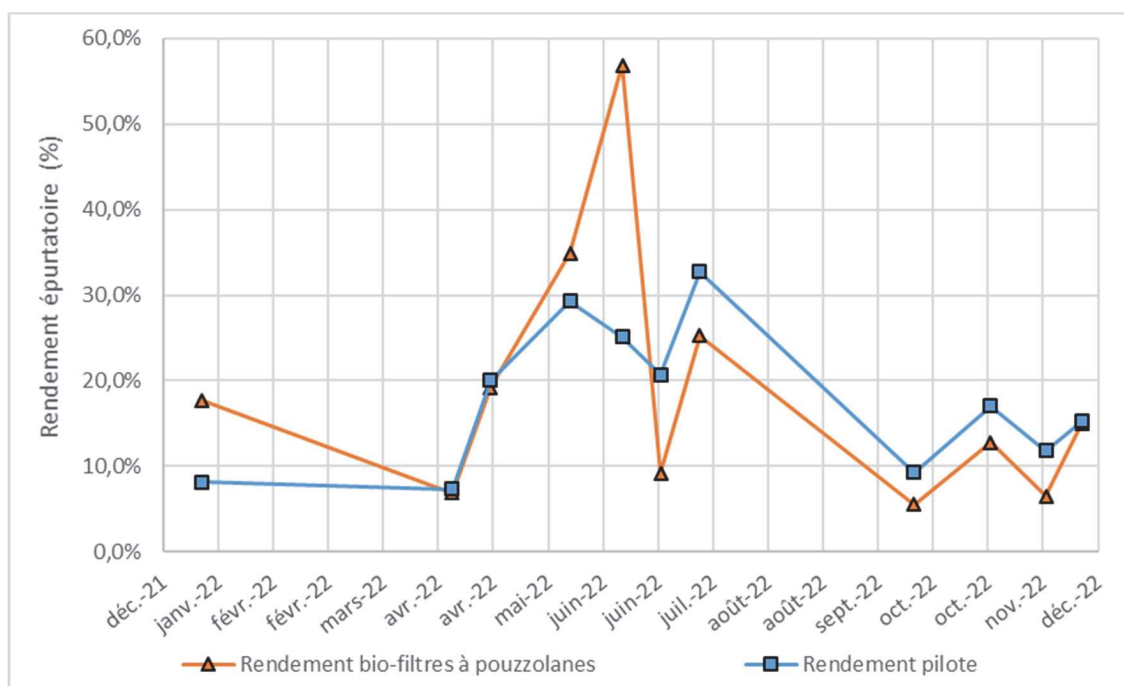


Illustration 174 : Evolution du taux d'abattement des thiocyanates pendant les essais de 2022.

Ce taux d'abattement des thiocyanates correspond à une cinétique de dégradation moyenne de 9 mg/L/h (Cf. Illustration 175) ce qui est supérieur à la cinétique obtenue lors des essais en laboratoire réalisés en 2017 et 2018 qui était de l'ordre de 4 à 5 mg/L/h.

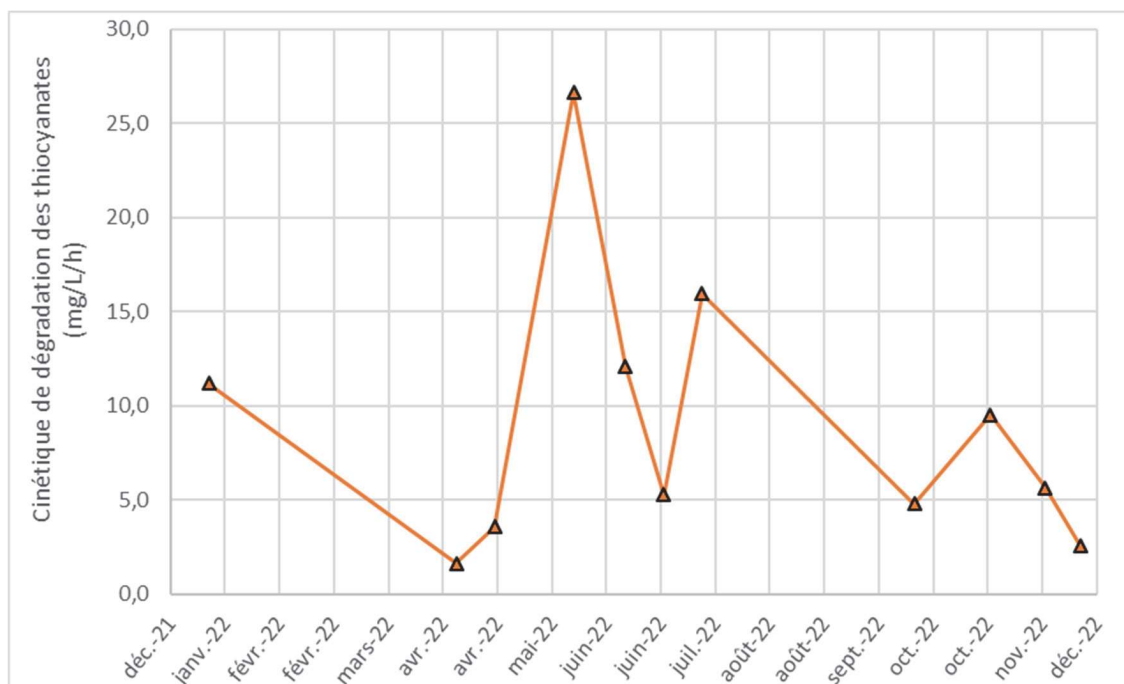


Illustration 175 : Evolution de la cinétique de dégradation des thiocyanates pendant les essais de 2022.

c) Conclusions

Les résultats obtenus en 2022 valident les résultats obtenus les années précédentes. Le traitement par ajout de sulfate de fer permet d'obtenir un rendement de 99,6 % pour l'arsenic dissous. Ce résultat est obtenu avec un ratio massique fer/arsenic proche de 4. Les essais montrent également qu'il est plus difficile d'abattre l'arsenic total, ce dernier étant associé aux particules d'hydroxyde de fer qui sont en suspension dans les eaux. Un traitement par système de lagunage est possible et pourrait permettre d'abattre ces particules en suspension.

Concernant le traitement des thiocyanates, les filtres à pouzzolanes permettent d'abattre environ 18 % de ces derniers pour un volume de filtre de 3 m³ soit une cinétique moyenne supérieure à celle des essais en laboratoire soit 9 mg/h/L contre 4,5 mg/h/L.

d) Perspectives pour 2023

Des boues seront de nouveau prélevées dans le décanteur pour être caractérisées afin de valider les observations faites en 2021 et déterminer la filière de gestion de boues produites par le procédé de traitement. Ces résultats seront transmis au prestataire sélectionné dans le cadre de l'étude d'évolution du traitement des eaux, présentée dans le paragraphe suivant.

11.5.2. Etude d'évolution du traitement des eaux de la station de dépollution de la Combe du Saut

La station de dépollution des eaux de la Combe-du-Saut est héritée de la période industrielle du site et avait été partiellement réhabilitée par l'ADEME au début des années 2000, afin de traiter les eaux de drainage du secteur pendant une période limitée. Cette station est désormais vieillissante et une partie de ses équipements ne sont pas optimisés en matière de procédé de traitement.

L'Etat a donc demandé au DPSM de mener une réflexion sur l'évolution du traitement des eaux de la station de dépollution de la Combe du Saut. Celle-ci commence par la réalisation d'une étude technico-économique basée sur différents scénarios définis techniquement en prenant en compte :

- la gestion et la collecte des eaux entrant ;
- le process de traitement ;
- le fonctionnement de la station ;
- la gestion des déchets.

Cette étude en cours de dimensionnement au 4^{ème} trimestre 2022, une note de programmation cadrant son contenu et objectif sera transmise début 2023 à la DREAL.

11.5.3. Réhabilitation de la "base vie" de la station de dépollution des eaux

Comme le reste des installations, les bureaux, vestiaires, et remises (regroupés sous la dénomination de "base vie") ont vieilli (Cf. Illustration 176) et nécessitent d'être remis en état, aux besoins et aux normes actuelles.



Illustration 176 : Bâtiment vétuste de la base vie – Limousis (11).

Un maître d'œuvre a été désigné afin de concevoir les nouvelles installations et de superviser l'installation de locaux neufs adaptés aux contraintes du site. La démolition de la base vie existante envisagée dans un premier temps ne sera pas réalisée dans l'immédiat afin de pouvoir minimiser les délais de livraison des nouveaux locaux.

Les travaux initialement prévus en 2022 devraient pouvoir être initiés en 2023, pour tenir compte des préconisations de mise en œuvre émises par l'Inspection du travail de l'Aude, la CARSAT Occitanie, et l'INRS.

Dans l'attente de la livraison de la base vie, des structures mobiles (bungalows) ont été mises en place sur site afin de répondre à tous les besoins et exigences en matière de locaux fonctionnels pour le personnel travaillant dans l'enceinte de la station.

11.6. DRAINAGE MINIER ACIDE DE LA VERSE DE L'ATELIER

11.6.1. Traitement d'un drainage minier acide pour les eaux de la Verse de l'Atelier

Les informations de ce paragraphe sont un complément au paragraphe 9.2.4.

En 2008, une étude d'ICF Environnement pour le compte de la DRIRE a montré l'inefficacité de ce traitement vis-à-vis du DMA, du fait de la granulométrie trop grande des blocs et du type de roche utilisée.

Après avoir franchi le bassin calcaire, les eaux suivent le talweg avant de recevoir les eaux acides provenant de l'ancien chemin de la mine (Cf. Illustration 177, hors périmètre de la surveillance DPSM) puis d'être à nouveau canalisées sous le village de Salsigne jusqu'à la confluence avec l'Entrebec.

L'Entrebec se jette dans le Gourg Peyris dans le village de Salsigne qu'il traverse par une canalisation souterraine. Cette canalisation reçoit également d'autres effluents non identifiés entre les points 5 et 6 de l'illustration 177.

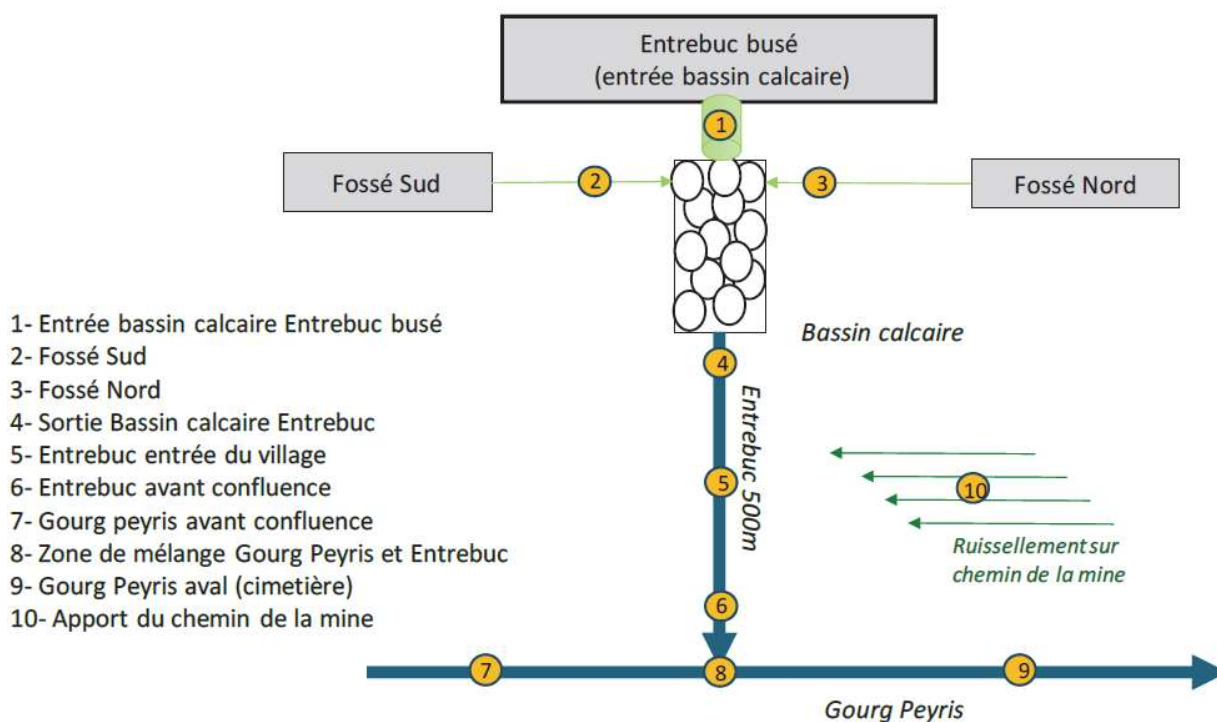


Illustration 177 : Schématisation du cours de l'Entrebec entre la Verse de l'Atelier et sa confluence avec le Gourg Peyris (IRH, 2020).

Au regard de la complexité des mécanismes à l'origine du DMA (Drainage Minier acide) de la verse de l'Atelier, il a été décidé dans un premier temps, d'étudier la faisabilité de mise en œuvre d'un dispositif de traitement provisoire des eaux de l'Entrebec afin de limiter la charge minérale et l'acidité des eaux en aval.

Le DPSM a commandé au bureau d'étude IRH en 2020, la réalisation d'un avant-projet de conception d'une unité de traitement.

Pour traiter le maximum de flux, il conviendrait de placer l'unité de traitement au plus près possible de la confluence de l'Entrebusc et du Gourg Peyris. Toutefois, les contraintes locales et l'absence de maîtrise foncière imposent d'implanter cette installation au niveau de l'actuel bassin calcaire, ce qui ne permettra pas de capter l'intégralité des écoulements concernés par le DMA (suintements depuis l'ancien chemin de la mine, apports via le fossé et au sein de la canalisation en aval...). Préalablement au dimensionnement de cette station, IRH a préconisé une meilleure caractérisation des débits des différentes venues d'eau à traiter et leurs réactions à des événements pluvieux.

Ainsi, le bureau d'étude IRH a été missionné afin de dimensionner une station métrologique placée dans l'Entrebusc et ayant pour objectif de qualifier les débits. Le dossier réglementaire de déclaration et les travaux associés ont été réalisés en 2022. Concernant le foncier, une autorisation de travaux et de passage a été signée par le propriétaire de la parcelle.

A noter que le pluviomètre localisé au droit de la dalle a été déplacé en à l'automne 2022 car le couvert végétal au droit de la station ne permettait pas de garantir la représentativité de la valeur de la pluviométrie.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) est joint en Annexe 24.



Illustration 178 : Station hydrométrique sur l'Entrebusc, verse de l'Atelier (mai 2022) et pluviomètre déplacé (novembre 2022).

Une réunion s'est tenue en Préfecture le 12 septembre 2022, en présence de la DREAL, de la Préfecture, et de la mairie de Salsigne. Lors de celle-ci, l'avancement des travaux portant sur l'installation de la micro-station de traitement a été présenté. Il a été convenu qu'un échange avec les différentes parties prenantes, et notamment les représentants de la commune de Salsigne, serait réalisé une fois la phase d'acquisition de données réalisée, ceci afin de s'assurer que les objectifs poursuivis et les limites associées sont partagés.

11.6.2. Traitement du remblai de l'ancien chemin de la mine

Au-delà du drainage minier acide qui impacte l'Entrebusc et le Gourg-Peyris, une seconde source de contamination a été identifiée en aval de la verse de l'Atelier. En effet, l'ancien chemin de la mine a également été édifié sur plusieurs mètres de minerai pauvre utilisé comme plateforme routière à flanc de versant du vallon de l'Entrebusc (Cf. Illustration 179). Ce remblai, traversé par des eaux de pluie qui s'infiltrent, libère des effluents acides chargés en éléments métalliques, qui rejoignent l'Entrebusc et participent à la dégradation de la qualité du cours d'eau.



Illustration 179 : Chemin des Mineurs – Salsigne.

Dans le cadre des opérations de mise en sécurité, le DPSM a été missionné par l'Etat pour réaliser des travaux de mise en sécurité environnementale de l'ancien chemin de la mine.

Une mission de maîtrise d'œuvre de conception et de suivi des travaux a été initiée pour cela en début d'année 2022. Une réunion s'est tenue le 12 septembre 2022 en Préfecture, en présence de la mairie de Salsigne et de la DREAL. Celle-ci avait pour objectif de rappeler le contexte de la verse de l'Atelier, les travaux de mise en sécurité envisagés ainsi que le projet de mise en place d'une station de traitement provisoire de l'Entrebuc, ruisseau canalisé sous la verse. Lors de cette réunion, il a été acté par la Préfecture que, compte-tenu de la position de la commune et des inquiétudes très fortes que les travaux feraient naître, le projet de mise en sécurité de l'ancien chemin de la mine est abandonné.

11.6.3. Campagnes complémentaires autour de la verse de l'Atelier

Deux campagnes de prélèvements ont été réalisées en 2022, le 24/02/2022, en période sèche et le 14 mars 2022, après un épisode pluvieux (70 mm sur 2 jours). Elles ont permis le prélèvement et l'analyse de 3 points au droit de l'Entrebuc, 2 points au droit du Gourg Peyris et 3 points sur les eaux de ruissellement de l'ancien chemin de la Mine (Cf. Illustration 180 et Illustration 181).

Le compte-rendu correspondant de MINELIS est présenté en Annexe 16.

Il est observé un enrichissement en métaux et métalloïdes des eaux du Gourg Peyris au passage avec l'Entrebuc, la concentration en arsenic total variant de l'ordre de 60 µg/L à 100 µg/l entre l'amont et l'aval de la confluence avec l'Entrebuc pour les deux campagnes. Le pH quant à lui diminue entre ces deux points d'environ 1,4 et 0,6. A noter que lors de ces deux campagnes les eaux du Gourg Peyris présentent un caractère basique en amont de la confluence.

Concernant l'Entrebuc, on observe un pH acide ainsi qu'une augmentation des concentrations en métaux et métalloïdes entre les points E1 et E3. A noter que lors de la période de pluie, les concentrations en E2 sont inférieure à celles observées en E1 et E3. Ce phénomène est illustré sur les cartes suivantes.

Concernant l'ancien chemin de la mine, contrairement aux campagnes précédentes, le pH observé reste neutre au droit des points de prélèvements.

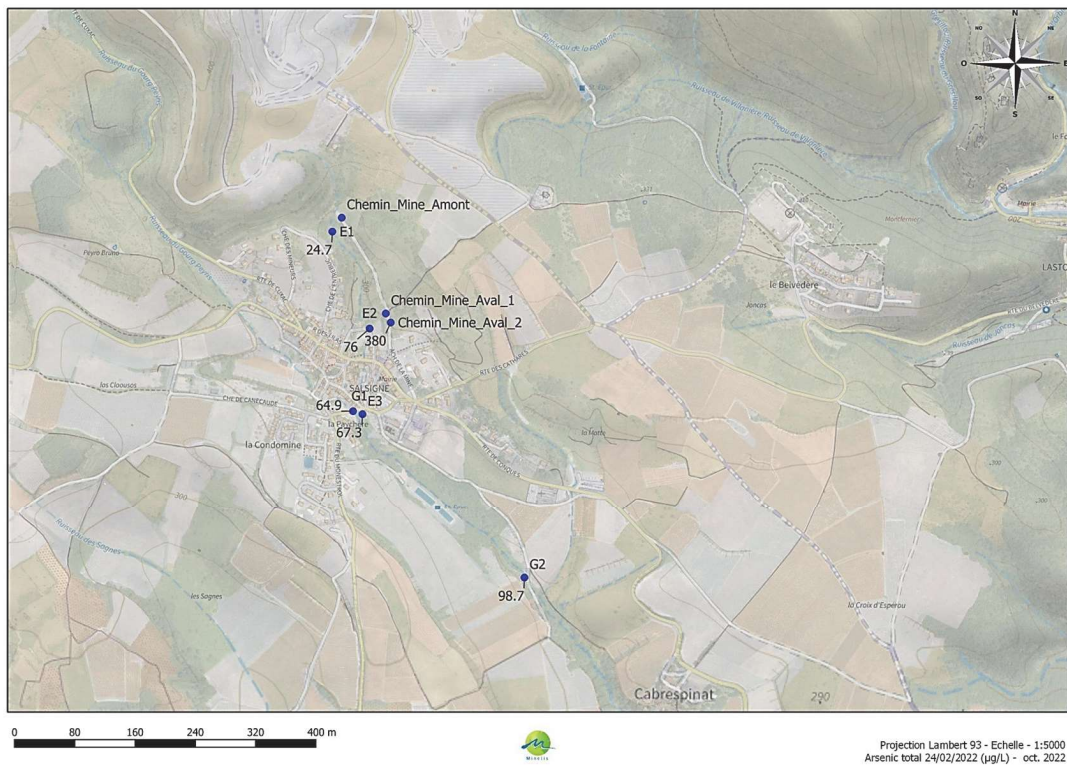


Illustration 180 : Concentrations en arsenic total (µg/L) dans les eaux autour de la verse de l'atelier en période sèche (24/02/22).

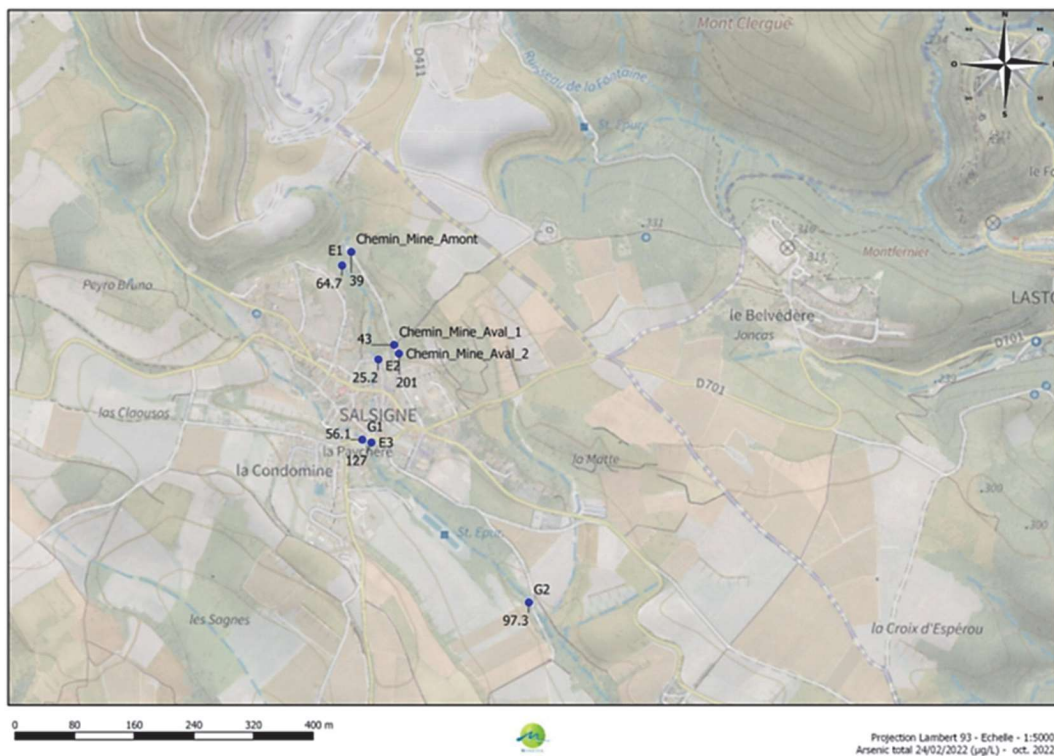


Illustration 181 : Concentrations en arsenic total (µg/L) dans les eaux autour de l'atelier après une période pluvieuse (14/03/22).

11.7. VALLÉE DU GRÉSILLOU

11.7.1. Définition de l'impact des anciens sites miniers de la vallée du Grésillou

Suite à une CLI, la DREAL Occitanie a demandé au BRGMDPSM de réaliser un bilan environnemental de la vallée du Grésillou dans la zone occupée par les anciens sites miniers afin de présenter un panel de solutions adaptées de remédiations pour limiter l'impact de ces secteurs industriels sur la qualité du cours d'eau. L'étude devait s'appuyer sur la démarche nationale Sites et Sols Pollués (SSP) établi par le Ministère de la Transition Ecologique. Cette étude constitue l'action n°30 du plan d'action Vallée de l'Orbiel.

Après consultation, un bureau d'études a été désigné pour mener cette mission. Courant 2020, les archives minières et environnementales ont été exploitées, et une série d'investigations faites sur site dans le but d'identifier, de confirmer, et de hiérarchiser les sources de pollutions.

En 2021, les résultats des investigations ont été traités et les données acquises depuis le démarrage de l'étude ont été synthétisées et interprétées afin de proposer des scénarios de gestion.

Cette étude et les scénarios associés ont fait l'objet d'une présentation durant la Commission de Suivi de Site (CSS) de février 2022. Le planning de mise en œuvre des actions retenues a été présenté lors de la CSS de décembre 2022 (Cf. § 13) .

Sur l'année 2022 les actions engagées ont été :

- Renforcement du suivi environnemental du site par ajout de points de surveillance des eaux et sédiments du Grésillou (au droit de Ramèle et en amont de la confluence avec l'Orbiel, l'installation de 3 préleveurs automatiques, 7 points dans le Grésillou, 2 points dans l'Orbiel) ;
- Renforcement des restrictions d'accès aux sites avec mise en place de panneaux précisant les risques encourus ;
- Campagne géophysique sur la verse de Nartau et sur la plateforme Marty (Cf. § 11.7.2).

11.7.2. Réalisation d'une campagne de géophysique sur le secteur du Grésillou

L'étude technico-économique menée sur le Grésillou (Cf. § 11.7.1) reposant sur des hypothèses de volume des sources de pollution, afin de lever ou diminuer les incertitudes sur celles-ci, une campagne de mesures géophysiques a eu lieu en mars 2022. Elle avait pour but de caractériser la géométrie des dépôts des verses de Nartau, de l'ancienne zone de résidus de four et de la plateforme Marty. Les méthodes géophysiques utilisées sont les investigations par panneaux électriques (ERT) et radar (Cf. Illustration 182). En plus, des prélèvements de sols ont été réalisés de manière opportune, afin d'apporter des informations complémentaires utiles au dimensionnement des futurs travaux de mise en sécurité définis à l'issue de l'étude technico-économique.

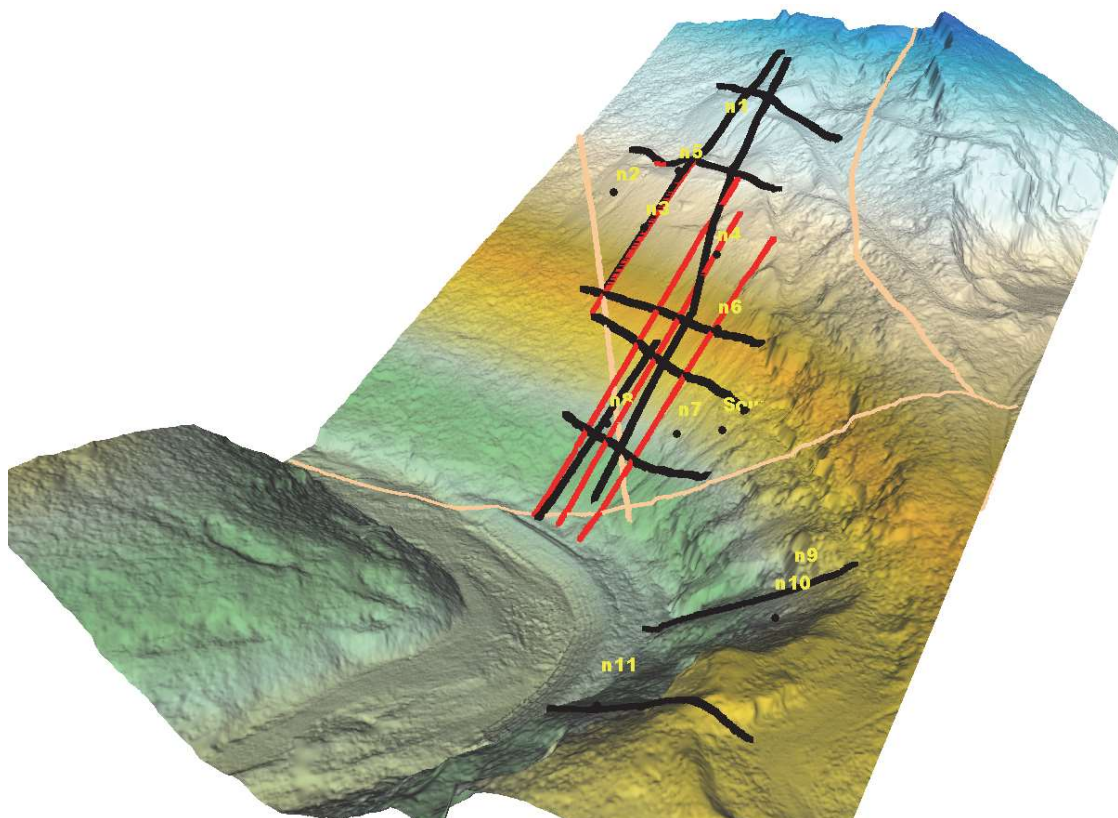


Illustration 182 : Vue 3D de la topographie (Lidar) de la versée de Nartau, du positionnement des profils (ERT en noir et radar en rouge, limites géologiques et/ou structurales en saumon) et des sites de prélèvements (points noirs).

L'interprétation des mesures, montre les conclusions suivantes :

- la versée de Nartau : les différentes approches, en tenant compte des résultats et des interpolations variées, montrent que ces dépôts formeraient un volume minimal d'environ 12 000 m³. Celui-ci pourrait atteindre jusqu'à 54 000 m³ dans une hypothèse haute (selon la base potentielle des dépôts arséniés) ;
- sur la zone des anciens résidus de four : trois horizons sont clairement mis en évidence. Un horizon superficiel (0,5-1 m d'épaisseur) très résistant (dépôts grossiers secs non consolidés) surmonte un horizon conducteur localisé dans la « terrasse ». La nature de ce dernier n'est pas clairement identifiée (dépôts plus fins d'une terrasse du Grésillou ou autres). En profondeur, on observe le substratum rocheux résistant ;
- sur la plateforme Marty : sur la plateforme, l'inter-trace de 1 m utilisé permet la distinction nette du recouvrement de terres « propres » sur quelques dizaines de cm. A l'ouest, et côté Grésillou, le substratum rocheux semble très proche de la surface, alors qu'il marque une dépression en pied de pente, à l'endroit où ont été entreposés les matériaux déplacés depuis la zone à résidus de fours (2-3 m d'épaisseur).

11.7.3. Planification des travaux à réaliser sur la vallée du Grésillou suite à l'étude technico-économique

La planification des travaux suite à l'étude technico-économique a été présentée en CSS du 9 décembre 2022.

L'objectif est de limiter les transferts d'arsenic dans l'environnement, avec une programmation graduelle des travaux.

En priorité, agir sur les actions de travaux le permettant, en 2023 : renforcement des restrictions d'accès, clôture périphérique de la verse de Nartau et réhaussement de la protection de berge de la verse de Nartau.

Dans le même temps, lancer les études complémentaires sur les autres actions pour ensuite programmer les travaux complémentaires grâce aux résultats des études : gestion des eaux et limitation de l'érosion hydrique de la verse de Ramèle ainsi que localiser les écoulements contributeur aux flux vers le Grésillou depuis la verse de Ramèle, faisabilité pour la mise en place de seuils hydrauliques dans le Grésillou, traiter l'ancienne zone des résidus de Fours et la plateforme Marty.

12. Gestion foncière

L'Etat ou le BRGM n'étant pas propriétaires de l'intégralité des terrains concernés par une ancienne activité minière ou industrielle, des actions de clarification du foncier peuvent se révéler nécessaires afin de régulariser la situation.

Par ailleurs, des conventions peuvent être établies dans le cadre de la gestion et la surveillance des sites (conventions d'accès, autorisation de travaux, etc...).

13. Communication

Un arrêté préfectoral portant sur la création de la Commission de Suivi de Site (CSS) de l'ancien site industriel et minier de la vallée de l'Orbiel a été pris le 9 janvier 2020. Cet arrêté a été modifié par un premier arrêté préfectoral modificatif le 22/06/2021, puis un second le 01/07/2022 (joint en Annexe 25).

Pour 2022, les CSS (documents accessibles sur le site de la préfecture) se sont tenues en Préfecture de l'Aude les 19 février et 9 décembre. A ces occasions, ont été présentés :

CSS du 19 février 2022⁷ :

- un point d'avancement des différents travaux par le DPSM (fin de l'opération de génie civil sur le stockage de Montredon, fin de l'évacuation des big-bag d'arséniates de chaux sur la station de traitement des eaux, fin des travaux de réhabilitation du décanteur) ;
- la planification des travaux par le DPSM suite à la présentation par Envisol de l'étude technico-économique portant sur la vallée du Grésillou ;
- une présentation des résultats de l'étude poussière par le bureau EVADIES en charge de l'étude et l'interprétation sanitaire des résultats par l'INERIS.

CSS du 9 décembre 2022⁸ :

- les orientations prises suite à l'étude Grésillou par la DREAL et la planification détaillée des travaux par le DPSM ;
- le bilan du suivi environnemental du site par le DPSM ;
- le bilan des travaux en cours/finalisés sur la station et autres sites depuis la CSS de février par le DPSM.

Par ailleurs, dans le prolongement de la commission de suivi de site (CSS) de l'ancien site industriel et minier de la vallée de l'Orbiel réunie en janvier 2020, des membres de la CSS se sont portés volontaires pour participer au Comité d'Interface Vallée de l'Orbiel mis en place par Santé Publique France et ayant pour objectif notamment d'échanger sur les aspects sanitaires liés à l'ancien site minier et industriel de la vallée de l'Orbiel.

Les comptes rendus sont accessibles en ligne : <https://www.aude.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement/Ancien-site-industriel-et-minier-de-la-Vallee-de-l-Orbiel/Comite-interface/Comptes-rendus-des-reunions>.

⁷ Supports de présentation téléchargeables : <https://www.aude.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement/Ancien-site-industriel-et-minier-de-la-Vallee-de-l-Orbiel/Commission-de-suivi-de-site-CSS/2-CSS-du-17-fevrier-2022>

⁸ Supports de présentation téléchargeables : <https://www.aude.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement/Ancien-site-industriel-et-minier-de-la-Vallee-de-l-Orbiel/Commission-de-suivi-de-site-CSS/CSS-du-9-decembre-2022>

14. Conclusions et perspectives

En 2022, le DPSM a poursuivi sa mission de gestion et de surveillance des anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel pour le compte de l'État.

Les précipitations annuelles enregistrées en 2022 sont en déficit significatif de 35% par rapport aux moyennes interannuelles avec en particulier quasiment aucune pluie en mai et octobre. Les mois de mars et juin 2022 sont les seuls présentant un excédent de pluie par rapport aux normales.

Le Tableau 42 ci-dessous synthétise les conclusions et perspectives relatives à la surveillance des anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel.

Sujet	Observations principales et conclusions pour 2022	Perspectives pour 2023	Perspectives à plus long terme
Stockage de l'Artus	<p>Renforcement du panneautage (idem pour tous les sites suivis) Nombreux travaux réalisés afin de traiter les principaux désordres identifiés (entretien d'ouvrages hydrauliques, pistes d'accès...) Télégestion du niveau dans le bassin B6 Tendances à l'augmentation des concentrations en arsenic total sur les drains supérieurs et inférieurs également visibles sur les bassins B1, B2 et B6 RAS concernant les eaux souterraines</p>	<p>Ajout de paramètres analytiques Réfection du réseau de surveillance piézométrique (concerne la totalité du réseau de surveillance) Suivi des possibles tendances à l'évolution des concentrations en arsenic sur les drains et sur les piézomètres Pz14 et Pz15 ciblant les eaux internes de l'Artus</p>	
Stockage de Montredon	<p>Travaux divers (renforcement du réseau de gestion des eaux de ruissellement, marquage des ouvrages de surveillance, déplacement de la clôture afin d'inclure la canalisation de Montredon) RAS quant à la stabilité géotechnique du stockage Depuis la fin des travaux de couverture, baisse du niveau d'eau interne au stockage visible sur les ouvrages SD18-## mis en place en partie sommitale du stockage dans le cadre des travaux Pompage de 527,24 m³ d'eau internes du stockage depuis mise en service en janvier 2022. Le volume pompé mensuellement est en constante diminution Surveillance des eaux souterraines autour du stockage : la situation ne semble pas encore stabilisée suite à la période de travaux et le recul n'est pas encore suffisant pour évaluer l'effet du pompage.</p>	<p>Suivi de l'évolution de la revégétalisation Poursuite du suivi environnemental du stockage : vérification de l'effet des travaux de couverture et du pompage des eaux internes</p>	Actualisation du schéma conceptuel après compléments de connaissance sur le système
Zone du Monitoring et zone ADEME	Zone en amont de RM2 et mare B2 sensibles à l'érosion	Surveillance du cariveau du merlon en amont de la mare B2 pour évaluer un éventuel besoin de consolidation	
Usine de l'Artus et Champ Magné	RAS		
Secteur de la Caunette	Echanges initiés avec la carrière afin de régulariser le passage et le stockage sur le site	Réflexion sur le renforcement du réseau de surveillance	
Station de dépollution des eaux	<p>Période de dysfonctionnement de 10 semaines liée à une eutrophisation du bassin B6 (mise en œuvre d'une turbine aération des eaux) Débordement du point et actions mises en place pour y remédier : renforcement du dispositif de captage des eaux du point V Abatement de l'arsenic par la station estimée à 92%, soit les limites du procédé actuel Pas d'effet identifié sur la qualité des eaux superficielles et souterraines durant le fonctionnement de la station en mode dégradé (campagnes suivi renforcé)</p>	<p>Requalification du décanteur Démantèlement du pont racieur Requalification du décanteur en bassin tampon eau brute Réfection des locaux de la base vie Définition d'une étude d'évolution du traitement des eaux et de la station de dépollution</p>	
Eaux souterraines au niveau et en aval de la Combe du Saut	<p>RAS concernant les piézomètres à proximité immédiate Pics d'As total observés au droit de PB1 et PB2</p>	Suivi des concentrations suite à la fin des travaux de Montredon Programmation d'une opération de réfection des piézomètres et remplacement d'ouvrages	
Eaux superficielles du bassin versant	<p>Influence des verses de Nartau et surtout Ramèle visible sur la qualité (As) du Grésillou Influence du Grésillou très limitée sur la qualité (As) de l'Orbiel Influence de l'émergence de la Caunette peu visible sur la qualité de l'Orbiel Influence du passage de la Combe du Saut visible sur la qualité (As) de l'Orbiel Influence du Ru Sec sur l'Orbiel saisonnière : apport d'As en hautes eaux ou dilution en basses eaux Autres apports d'origine non minière suspectés en aval de Conques</p>		
Eaux de la mine souterraine	RAS		
Sites périphériques	Nartau : RAS	Déclinaison opérationnelle des suites de l'étude technico-économique menée sur la vallée du Grésillou	
	Ramèle : RAS		
	Malabau : RAS		
Campagnes complémentaires Hautes Eaux / Basses eaux	Verse Atelier : station hydrologique mise en œuvre en pied de verse Campagnes poursuivies : concentrations constatées comparables à celles observées lors des précédentes campagnes. Les concentrations en arsenic dans les cours d'eau augmentent de l'amont vers l'aval	Suivi de la station et réalisation de campagnes complémentaires	
Etudes et travaux	Finalisation de l'étude de détermination du fond géochimique des sols, sédiments et sols développés sur alluvions de la vallée de l'Orbiel	Rapport d'étude livrant les résultats de la campagne sur les sédiments à paraître	
	Phase 2 de la création des Secteurs d'information sur les Sols en vallée de l'Orbiel : interpolation des teneurs en éléments traces et l'interprétation des résultats par rapport aux teneurs naturelles	Rapport GEODERIS à paraître pour présenter la méthodologie mise en œuvre pour déterminer les parcelles à intégrer aux Secteurs d'Information sur les Sols	Poursuite de l'IEM

Sujet	Observations principales et conclusions pour 2022	Perspectives pour 2023	Perspectives à plus long terme
	<p>Pilote traitement des eaux de l'Artus : L'adjonction de sulfate de fer donne un abattement de 99,6 % pour l'As dissous. Ce résultat est obtenu avec un ratio massique fer/arsenic proche de 4. Les essais montrent également qu'il est plus difficile d'abattre l'arsenic total, ce dernier étant associé aux particules d'hydroxyde de fer qui sont en suspension dans les eaux. Un traitement par système de lagunage est possible et pourrait permettre d'abattre ces particules en suspension.</p>	<p>Pilote : démantèlement du pilote et essais de déshydratation des boues du pilote pour déterminer leur filière d'élimination.</p>	
	<p>Limitation de l'impact des anciens sites miniers de la vallée du Grésillou : Renforcement du suivi environnemental dans le Grésillou Campagne géophysique sur la verse de Nartau et la plateforme Marty</p>	<p>Mise en place des travaux définis suite à l'étude technico-économique : Phase conception : verse de Ramèle, sédiments du Grésillou, résidus de Fours et plateforme Marty Phase travaux : Nartau (côture périphérique et rehausse de la protection en pied)</p>	-
	<p>Présentation en CSS des scénarii de gestion de l'Etude technico-économique sur les possibilités de traitement, confinement ou couverture de la verse de Nartau et des stockages de résidus miniers à proximité du ruisseau du Grésillou et présentation des travaux</p>	<p>Mise en œuvre de campagne de prélèvements automatiques Mise en place d'une station de mesure hydro-sédimentaire dans le lit du Grésillou</p>	-
Gestion foncière	RAS	-	-
Communication	Présentations en CSS 2022	Présentations en CSS 2023	-

Tableau 42 : Conclusions 2022 et perspectives 2023 relatives à la surveillance des anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbier.

15. Bibliographie

ADEME (2018) - Méthodologie de détermination des valeurs de fonds dans les sols : Echelle territoriale. Groupe de travail sur les valeurs de fonds. 112 p.

Albinet R., Chevillard M., Vic G., Melleton J., Auger P., Rochereau F. (2022) - Phase 2 de la création des Secteurs d'Information sur les Sols en vallée de l'Orbiel (Aude) suite à la crue d'octobre 2018 : étape d'acquisition des données. Rapport provisoire V1.6. BRGM/RP-71504-FR, 59 p.

ANTEA (2003) - Ennoyage de l'exploitation minière de Salsigne (Aude). Prévion de la remontée des eaux et de la qualité des exhaures résiduelles. Recherche de mesures compensatoires. Rapport A31011B. 196 p.

Arathoon L. (à paraître) - District aurifère de Salsigne - Travaux de rétablissement du confinement du stockage de Montredon – Rapport provisoire V0. BRGM/RP-71725-FR, 41 p.

Boisson Y., Guérin V., Cuny F., Battaglia-Brunet F., Joulian C., Bataillard P., Burnol A., Bouchardon J.-L., Faure O., Charissou A.-M., Algros E., Colpaert J. (2011) - PHYTOPERF : évaluation des performances de la phytostabilisation à grande échelle – Rapport final, Projet de recherche ADEME (Contrat n° 0672C0014).

BURGEAP. (2002) - Site de la Combe du Saut. Diagnostic détaillé de la pollution du site et étude du projet de réhabilitation. Tome 1 : Historique du site. ADEME. Rav.1056/A.7582/C.700238.

Desaulty A.-M., Negrel P., Kloppmann W. (2016) - Diagnostic multi-isotopique sur le site de La Combe du Saut (district de Salsigne - Aude). Rapport final. BRGM/RP-65493-FR, 67p., 22fig., 4tabl., 4 ann..

Feugeur L. (1949) - Recherche sur l'origine des venues d'eau à la mine de la Caunette (Aude), Rapport final. BRGM/BRGG-A0398, 13 p., 6 fig.

FONDASOL (2020) - Rapport de suivi géotechnique de FONDASOL : Site d'Artus et Montredon - Rapport de synthèse annuel - année 2020 - Salsigne (11). PR.DTHY.20.0038 - Pièce n°9.

Girardeau I. avec la collaboration de Nedellec JL. (2019) - Évaluation des impacts potentiels de la crue d'octobre 2018 sur la qualité des eaux superficielles et des sédiments du bassin versant de l'Orbiel. Rapport final. BRGM/RP-68777-FR, 63 p., 59 ill.

ICF (2007) - Etude de la pollution et des risques présentés par 6 sites miniers acquis par l'Etat et proposition de travaux à réaliser. Salsigne (Aude) – Rapport n° AIX/05/063-ID/Phase 1-V0.

ICF (2008) - Etude de la pollution et des risques présentés par 6 sites miniers acquis par l'Etat et proposition de travaux à réaliser. Salsigne (Aude) – Rapport n° AIX/05/063-ID/Phase 2-VP3.

ICF (2009) - Etude de la pollution et des risques présentés par 6 sites miniers acquis par l'Etat et proposition de travaux à réaliser. Salsigne (Aude). Phase 3 : Proposition de solutions de traitement et estimation de coût. Salsigne (Aude) – Rapport n° AIX/05/063-ID/Phase 3.

INERIS (2007) - Evaluation quantitative des risques sanitaires liés à l'inhalation des particules métalliques issues des sols de surface par les populations riveraines du site d'exploitation minier du site de Salsigne. Rapport d'étude n°DRC-07-77414-03166A.

IRH (2020) - AVP de Conception d'une unité de traitement d'un drainage minier acide. Verse de l'Atelier à Salsigne, Aude (11) - Rapport final n°103607 /Version D – Août 2020.

Mathieu F. et Barbier R. (2015) - Investigations géophysiques par panneaux électriques pour la caractérisation de la circulation des eaux souterraines de la Combe du Saut, Salsigne (11). Phase 2, rapport BRGM/RP-64244-FR, 80 p., 20 fig., 5 ann.

Marroncle J.L., Baranger Ph. 52005 - Concession de mines de fer et de plomb argentifère de la Caunette (Aude). Recherche des sources d'arsenic dans le réseau minier souterrain. BRGM/RP-53674-FR, 55p., 3 fig., 3 tabl., 4 ann.

Melleton J., Girardeau I. (2019) - Fond géochimique dans le secteur des anciennes mines d'or de Salsigne (Aude) : apports des données de l'Inventaire minier. Rapport final. BRGM/RP-68771-FR, 83 p., 42 fig., 29 tabl.

Melleton J., Belbeze S., Vic G., Auger P., Chevillard M. (2021) - Établissement du fond pédogéochimique dans la région de l'ancien secteur minier de Salsigne (Aude). Rapport BRGM/RP-70767-FR.

MICA Environnement (2023) - BASSIN DE MONTREDON - RAPPORT ANNUEL DE SUIVI DE L'INSTALLATION DE POMPAGE : 31/01/2022 – 31/01/2023. Salsigne (11). Rn23.042, Avril 2023.

MINELIS (2007) - Contrôle et surveillance MINE – 2^e semestre 2007. Référence DPSM - Salsigne - Mine - 2007 – 2, Version 1, 25/01/2008.

MINELIS (2021) - Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Janvier - Mars 2021, rapport DPSMSUD-SAL-a-190421\2.

MINELIS (2021) - Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Avril - Juin 2021, DPSMSUD-SAL-a-300621\1.

MINELIS (2021) - Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Juillet - Septembre 2021, DPSMSUD-SAL-a-300921\1.

MINELIS (2021) - Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Octobre - Décembre 2021, DPSMSUD-SAL-a-311221\2.

MINELIS (2021) - Campagne prélèvements avril 2021. Bassin versant Orbiel et affluents, DPSMSAL20N-a-2008-V1.

MINELIS (2021) - Campagne prélèvements septembre 2021. Bassin versant Orbiel et affluents, DPSMSAL20X-a-2010-V1.

MINELIS (2022) - Rapport annuel 2021 : Surveillance et suivi des eaux de mine, DPSM-SAL-a-2201\2, V2.

MINELIS (2022) - Rapport annuel 2021 : Surveillance des stockages et sols pollués, DPSM-SAL-b-2201\2, V2.

MINELIS (2022) - Rapport annuel 2021 : Surveillance et suivi de la qualité des eaux du site de la Combe du Saut, DPSM-SAL-c-2201\2, V2.

MEEM (2017) - Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, Direction générale de la Prévention des Risques, Bureau du Sol et du Sous-Sol.

MOS (2004) - Dossier d'arrêt définitif des travaux miniers des concessions de Salsigne, Lastours et Villanière. Dossier 1, tome 2 : environnement général du site, historique des travaux miniers, MINES D'OR DE SALSIGNE.

SRK (1998) - Mine de Salsigne. Prédiction des niveaux d'eau après fermeture. Rapport P:\U1077\002psad-rep(F). 40 p.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

UTAM Sud

255, avenue de la Galerie de la mer
Pôle d'activité Yvon Morandat
13120 Gardanne
Tél. : 04 42 65 46 20

www.brgm.fr / <https://dpsm.brgm.fr>



Géosciences pour une Terre durable

brgm