

Document à accès immédiat



**Anciens sites miniers  
et industriels de la vallée de l'Orbiel (11)  
Rapport annuel de surveillance 2020**

Rapport final

**BRGM/RP-71109-FR**  
Octobre 2021



# Anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel (11) Rapport annuel de surveillance 2020

Rapport final  
BRGM/RP-71109-FR  
Octobre 2021

**F. Rochereau**  
Avec la collaboration de  
**R. Albinet, A. Labastie, Y. Huron, S. Vaxélaire**

## Vérificateur :

Nom : Florence Rivet

Fonction : Directrice adjointe UTAM  
Sud

Date : 04/10/2021

Signature :



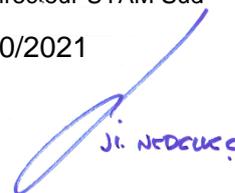
## Approbateur :

Nom : J.L. Nedellec

Fonction : Directeur UTAM Sud

Date : 05/10/2021

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement  
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)

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

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

**Rochereau F. avec la collaboration de Albinet R., Labastie A., Huron Y. et Vaxélaire S.** (2021) – Anciens sites miniers et industriels de la vallée de l’Orbiel (11). Rapport annuel de surveillance 2020. BRGM/RP-71109-FR, 195 p., 141 ill., 41 tabl., 23 ann (volumes séparés).

## 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 Salsigne, 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 2020 sont les suivants :

### **Pluviométrie**

Les précipitations annuelles enregistrées en 2020 présentent un cumul annuel de 745,2 mm, correspondant à un excédent de 5,94 % par rapport à la moyenne 2009-2019. Le début du 1<sup>er</sup> semestre 2020 est marqué par des intempéries relativement déficitaires. *A contrario*, des intempéries excédentaires ont été relevées durant les mois de mars, avril et surtout mai 2020. Le second semestre est également contrasté. Les mois de juillet, août, octobre et novembre ont été déficitaires par rapport aux mois de septembre et décembre qui sont marqués par des intempéries supérieures aux normales.

### **Stockages de résidus de traitement**

Le stockage de l'Artus ne présente pas de problème particulier en 2020. Néanmoins, de nouveaux travaux d'entretien sont à programmer sur l'ensemble des sites de stockage suivis par le BRGM/DPSM. Ce programme, élaboré courant 2021, devrait être mis en pratique à partir de 2022.

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

- les eaux internes au stockage montrent un niveau stable en 2020. Les concentrations en arsenic total dans le piézomètre de contrôle Pz14 présentent comme en 2019 une tendance à l'augmentation qui sera surveillée lors des campagnes suivantes. Le suivi des cyanures ne révèle pas d'anomalie ;
- les eaux souterraines à proximité du stockage, ne présentent pas d'évolution inhabituelle du niveau d'eau. Pour ce qui est des concentrations, les gammes observées ces dernières années sont respectées hormis un léger pic d'As total et dissous en août 2020 dans les eaux prélevées dans l'ouvrage L5 en amont du stockage. Les ouvrages SC7 et L5 présentent par ailleurs des traces de cyanures libres comme durant le suivi de 2017 et de 2018. Toutefois, ces concentrations restent faibles et ne dépassent pas les 0,1 mg/L.

Sur le stockage de Montredon, les travaux consistant à rétablir l'étanchéité de la couverture du confinement du stockage ont débuté en août 2020. Un suivi renforcé a été mis en place pendant les travaux. Celui-ci consistait en des relevés piézométriques hebdomadaires et des analyses environnementales bimensuelles à hebdomadaires sur les eaux souterraines autour du stockage et internes au stockage, ainsi qu'un contrôle de sa stabilité via les inclinomètres installés sur les flancs Est et Ouest du stockage.

La surveillance des eaux internes du stockage est réalisée grâce à 1 piézomètre situé sur le flanc Ouest (PZO). En 2018, 6 ouvrages de suivi des eaux internes du stockage ont été réalisés dans le cadre de la phase AVP des travaux de rétablissement de l'étanchéité de Montredon. Les résultats de leur suivi ont également été intégrés à la surveillance du stockage en 2020. Les constats de celui-ci mettent localement en avant des augmentations brutales en arsenic total et dissous au fur et à mesure que l'ancienne couverture du stockage a été retirée, avant d'être remplacée. Ces effets ont été observés dans les ouvrages situés sur la partie

sommitale du stockage, recoupant les résidus de traitement. Une fois la couverture étanche posée, ces valeurs devraient baisser. Un compte-rendu complet sera fait à l'achèvement de l'opération via un mémoire de fin de travaux dédié.

Les deux drains périphériques (D1 et D2) situés en position supérieure du stockage et qui assurent une surverse des eaux contaminées vers la station de dépollution, ont montré, comme pour les années précédentes d'importantes fluctuations de débit et de concentration en arsenic. Plus le débit d'écoulement des drains est faible, plus la concentration en arsenic y est élevée. Divers incidents sur ces drains ont également été rapportés au cours de l'année 2020. Un changement complet de ces drains est prévu en 2021.

Les piézomètres de contrôle des eaux souterraines situés autour du stockage de Montredon présentent des comportements variés. A noter, comme les années précédentes, que les concentrations en arsenic les plus élevées sont retrouvées au droit des ouvrages localisés dans les parties Nord et Est du stockage.

### **La Combe du Saut - Zone réhabilitée par l'ADEME**

Bien qu'une bonne partie des ouvrages repris après les intempéries d'octobre 2018 n'ait pas subi de désordre, certains se montrent plus fragiles, et sont plus dégradés. On notera que dans le caniveau qui amène les eaux de ruissellement à la mare B2, une accumulation d'éléments fins s'est produit. De plus, le caniveau longeant la RD111, présente plusieurs points de dégradation. Enfin, le caniveau longeant la piste d'accès à la zone ADEME est marqué par un début de sous cavages sous les aménagements bétonnés. Le curage et la reprise de ces caniveaux sera effectué après la fin des travaux du stockage de Montredon.

La pose de la canalisation collectant les eaux de source Arsine et les renvoyant vers la station de dépollution, ainsi que la reprise des drains du Point V, ont été réalisées sur la zone du champ Magné.

Les eaux souterraines au droit de la station de dépollution et de la zone du champ Magné présentent des concentrations en arsenic qui tendent à diminuer depuis 2006, mais restent toujours élevées. Ainsi, les eaux souterraines au droit de la station et contrôlées au niveau du piézomètre AD16 sont toujours fortement chargées en arsenic (moyenne 2020 à 13,25 mg/L en arsenic total). Ces points font l'objet d'une attention particulière depuis l'initiation des surveillances dans ce secteur.

Concernant la zone de confinement mise en place par l'ADEME, le drain B1 ne coule plus depuis 2013. Une tendance à la diminution des concentrations en arsenic dans le drain B2 est observée depuis 2013.

### **Suivi de l'Orbiel et du Grésillou**

Les anciens sites miniers de Nartau et Ramèle génèrent un impact sur 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 quant à la concentration en arsenic des eaux de l'Orbiel reste faible du fait de son débit limité.

De son côté, la dégradation de la qualité des eaux de l'Orbiel au passage de la Combe du Saut et de l'Artus est bien identifiable, notamment lorsque le débit de l'Orbiel est faible. La saisonnalité des résultats est toujours marquée : plus le débit est élevé, plus l'arsenic est en faible concentration. En 2020 les concentrations en arsenic total entre l'amont (Pont de Limousis) et l'aval du site de la Combe du Saut (gué Lassac) sont passées en période de basses eaux (août 2020) de concentrations inférieures à 0,005 mg/L à 0,123 mg/L. Au-delà,

la concentration en arsenic baisse, toutefois les premières analyses réalisées sur l'Orbiel au niveau de Villalier pourraient mettre en évidence d'autres apports en arsenic, principalement dissous, notamment en période d'étiage.

Suite à la crue de mai 2020 (10 et 11 mai), le débordement temporaire du bassin B6 de l'Artus a été sans conséquence notable sur la qualité des eaux de l'Orbiel. Au Gué Lassac, une valeur exceptionnellement haute de concentration en arsenic a été observée (2,21 mg/L) juste après l'épisode pluvieux, sans que ce niveau de valeur soit retrouvé lors les jours suivants. Cela fait l'objet désormais un point de vigilance lors de chaque crue.

Au cours de l'année 2020, un point de suivi sur le Ru Sec en amont de la confluence avec l'Orbiel a été ajouté au mois de juin. Il est encore trop tôt pour en tirer des enseignements précis. La poursuite de la surveillance de ce point permettra de mieux comprendre l'influence du Ru Sec sur l'Orbiel.

Concernant les eaux souterraines de la vallée, les trois piézomètres « PB » en aval dans la nappe alluviale de l'Orbiel permettent de mieux appréhender l'influence de l'ancien site industriel de la Combe du Saut et des stockages sur les eaux souterraines. En 2020, la moyenne des concentrations en arsenic total en amont de la Combe du Saut était de 0,050 mg/L contre 0,970 mg/L en aval immédiat.

### **Station de dépollution de la Combe du Saut**

En raison de nombreuses défaillances, d'une faible qualité de service et d'un désengagement de l'ancien exploitant sur ses missions, le marché n'a pas été reconduit à la date anniversaire du contrat en 2020, après deux années d'application. Afin d'assurer une continuité de service, une mission temporaire a été confiée à un nouveau prestataire. Les principales missions de l'exploitant de l'installation concernent la maintenance et l'entretien de l'ensemble des organes de la station (process, des captages des eaux à traiter et de sécurité), ainsi que le pilotage de la station de dépollution afin d'abattre les concentrations en arsenic en sortie d'installation et dans la lagune d'infiltration.

En 2020, un dysfonctionnement majeur de la station a entraîné un fonctionnement dégradé de la station de mai à décembre 2020. Un traitement opérationnel des eaux a pu être rétabli à partir du mois de décembre grâce à la mise en service d'une l'unité de décantation mobile.

Des campagnes de suivi renforcé ont été réalisées durant l'ensemble de l'année 2020 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. Des comptes rendus intermédiaires ont été réalisés par notre prestataire sur site, suite à chaque campagne renforcée. Ils ne permettent 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). Une note définitive de bilan sur l'ensemble des campagnes de suivi renforcé sera produite au second semestre de 2021. Elle replacera notamment les valeurs acquises durant la surveillance renforcée par rapport valeurs usuellement mesurées dans le cadre de la surveillance de base.

Concernant les travaux et opérations d'entretiens, il est notamment prévu en 2021:

- la réhabilitation complète du décanteur ;
- l'évacuation des déchets encore présents dans l'alvéole big-bag, recouvrement par des terres saines et reprofilage de celle-ci ;
- la rénovation de la "base vie" (bureaux, vestiaires, et entrepôts).

### **Mine de la Caunette**

L'évolution des concentrations en arsenic observées au niveau de l'émergence de l'ancienne mine de la Caunette est globalement corrélée aux débits mesurés. Les gammes de concentrations mesurées sont similaires à celles des années antérieures. En 2020, les valeurs en arsenic total ont varié dans les gammes habituellement observées, autour de 0,7 mg/L. L'émergence de la Caunette représente en 2020 une contribution comprise entre 6 et 28 % 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 estimations faites en 2019 (maximum de 7 % durant le mois de septembre 2019) : cet aspect sera surveillé en 2021.

### **Eaux du réservoir de la mine souterraine de Salsigne**

Au droit du point de contrôle de l'eau des travaux miniers souterrains, le niveau de la nappe a baissé de presque 20 m durant 2020, retrouvant un niveau bas légèrement supérieur à celui de 2019. La concentration en arsenic suit les fluctuations saisonnières du niveau d'eau et a tendance à diminuer progressivement depuis le début du suivi commencé en 2006.

### **Sites périphériques**

Concernant les sites « périphériques » de l'ancien district minier et industriel de l'Orbiel :

- au niveau de la verse de Nartau, le gué traversant le Grésillou face à la plateforme Marty a été endommagé par la crue de mai 2020. Des travaux de reprise ont été réalisés à l'automne 2020 ;
- la verse de Ramèle est globalement stable et bien végétalisée, toutefois des figures d'érosion ont été constatées et seront à surveiller à l'avenir ;
- l'ancienne mine de Malabau présente des marques de ravinement apparues au cours des intempéries d'octobre 2018 mais n'ayant pas montré d'évolution en 2020.

### **Actions spécifiques du DPSM**

La surveillance classique réglementaire est régulièrement complétée par des missions spécifiques en fonction du contexte (campagne de suivi renforcé en cas de dysfonctionnement de la station de dépollution, évaluation des impacts de la crue de mai 2020 sur les eaux superficielles et sédiments, campagnes eaux-sédiments spécifiques), présentées dans le présent rapport.

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. IRH conclut qu'un traitement physico-chimique par Geotubes après neutralisation et floculation est le plus adapté à la situation, présentant l'avantage de la rusticité et de la facilité d'exploitation ainsi qu'une emprise au sol réduite. Par ailleurs, le traitement du DMA de la verse en tant que tel nécessitera une étude spécifique pour mieux comprendre les phénomènes en jeu et envisager des solutions de gestion plus pérennes.

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 le pilote de traitement tel que défini en 2018 a été mis en place. En 2020, les essais réalisés sur le pilote d'octobre à décembre confirment l'efficacité du traitement conçu à partir des essais en laboratoire. Ces essais devront se poursuivre dans les années à venir afin de préciser les modalités de mise en œuvre à grande échelle.

Le DPSM a également lancé en 2020 les études suivantes qui se sont poursuivies en 2021 :

- une 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 ;
- une actualisation de l'étude de risques sanitaires de 2007 consistant en une nouvelle acquisition de données relatives aux envols de poussières provenant des différents anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel ;
- l'établissement du fond pédo-géochimique dans le secteur des anciennes mines d'or de Salsigne.

### **Gestion foncière**

Une ordonnance du Tribunal de Commerce de Carcassonne mentionnant que les terrains de la station seront cédés au Profit de l'État (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire) a été établie.

### **Communication**

Une CSS (Commission Suivi de Site) a été instaurée par l'arrêté préfectoral du 9 janvier 2020. Une première réunion s'est tenue le 26 janvier. En raison du contexte sanitaire, la seconde a exclusivement réuni le 11 décembre, sur le chantier de Montredon, les membres du bureau de cette instance. Ces réunions ont été l'occasion de présenter les différentes actions en cours et leur état d'avancement. En décembre, ont également été présentés les principaux résultats relatifs au suivi des eaux superficielles.

Par ailleurs, le DPSM participe à la mise à jour du plan d'action de l'Etat décliné en 50 mesures.

Le DPSM a également participé aux deux réunions du comité d'interface animé par Santé Publique France.

Dans le cadre de la commission d'enquête sénatoriale sur la pollution des anciens sites industriels et miniers, le BRGM a établi une note présentant l'ensemble des zones et sources de pollution identifiées dans la vallée de l'Orbiel, en précisant la localisation géographique de ces sources de pollution.

À noter qu'en 2020, l'ancien site minier et industriel de la vallée de l'Orbiel a fait l'objet d'une couverture médiatique importante.



## Abréviations

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

As : arsenic

CN : cyanures

DPSM : Département Prévention et Sécurité Minière du BRGM

MS : Matière Sèche

MCO : Mine à Ciel Ouvert

MOS : société Mines d'Or de Salsigne

ADEME : Agence de l'Environnement et de Maitrise de l'Energie

LQ : Limite de Quantification

mg/L ou mg/l : milligrammes par litre

µg/L ou µg/l : microgrammes par litre

ppm : parties par millions



# Sommaire

<b>1. Contexte de la surveillance environnementale.....</b>	<b>23</b>
1.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ANCIENS SITES MINIERES ET INDUSTRIELS DE LA VALLÉE DE L'ORBIEL.....	23
1.1.1 Localisation.....	23
1.1.2 Historique .....	23
1.2 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET INSTALLATIONS SURVEILLÉES .....	25
1.3 GESTION ET SURVEILLANCE DU SITE .....	30
1.4 CONTENU DU RAPPORT ANNUEL.....	31
<b>2. Surveillance environnementale réalisée au droit de la Combe du Saut.....</b>	<b>33</b>
2.1 PLUVIOMÉTRIE .....	33
2.2 STOCKAGE DE L'ARTUS.....	34
2.2.1 Présentation du site.....	34
2.2.2 Aspect général.....	36
2.2.3 Stabilité du stockage .....	39
2.2.4 Eaux internes au stockage .....	39
2.2.5 Eaux souterraines.....	50
2.3 STOCKAGE DE MONTREDON .....	55
2.3.1 Présentation du site.....	55
2.3.2 Aspect général.....	58
2.3.3 Stabilité du stockage .....	59
2.3.4 Eaux internes au stockage .....	68
2.3.5 Eaux de ruissellement .....	76
2.3.6 Eaux souterraines.....	78
2.4 ZONE DE CONFINEMENT ADEME.....	89
2.4.1 Présentation du site.....	89
2.4.2 Eaux de drainage .....	91
2.5 USINE DE L'ARTUS ET CHAMP MAGNÉ .....	95
2.5.1 Présentation du site.....	95
2.5.2 Eaux souterraines.....	96
2.6 SURVEILLANCE DES EAUX DU SITE DE LA COMBE DU SAUT.....	102
2.6.1 Eaux superficielles.....	102
2.6.2 Surveillance des eaux souterraines.....	109
<b>3. Station de dépollution des eaux de la Combe du Saut.....</b>	<b>123</b>
3.1 SUIVI DU FONCTIONNEMENT .....	123

3.2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT .....	123
3.3	ORIGINE DU VOLUME ENTRANT .....	124
3.4	ORIGINE DU FLUX D'ARSENIC ENTRANT .....	126
3.5	LAGUNE D'INFILTRATION .....	127
3.6	DYSFONCTIONNEMENT DE LA STATION .....	130
3.7	BILAN DE FONCTIONNEMENT .....	130
3.8	TRAVAUX DE RÉNOVATION ET D'ENTRETIEN.....	131
3.8.1	Travaux réalisés en 2020 .....	131
3.8.2	Surveillance renforcée de la station de dépollution .....	132
3.8.3	Travaux à venir.....	135
<b>4.</b>	<b>Surveillance du secteur de la Caunette.....</b>	<b>137</b>
4.1	PLAGES ET USINE DE LA CAUNETTE .....	137
4.1.1	Présentation du site.....	137
4.1.2	Aspect général.....	138
4.1.3	Eaux souterraines.....	139
4.2	ÉMERGENCE DE LA CAUNETTE .....	141
4.2.1	Présentation du site.....	141
4.2.2	Contexte de la surveillance .....	142
<b>5.</b>	<b>Eaux de la mine souterraine de Salsigne .....</b>	<b>143</b>
5.1	PRÉSENTATION DU SITE.....	143
5.2	SURVEILLANCE RÉALISÉE .....	144
5.2.1	Contexte de la surveillance .....	144
5.2.2	Niveaux d'eau du réservoir minier .....	144
5.2.3	Qualité des eaux du réservoir minier.....	145
<b>6.</b>	<b>Suivi des eaux superficielles du bassin versant de l'Orbiel.....</b>	<b>149</b>
6.1	SUIVI 2020 DES EAUX DU GRÉSILLOU .....	149
6.2	SUIVI 2020 DES EAUX DE L'ORBIEL .....	153
6.2.1	Évolution générale le long de l'Orbiel .....	156
6.2.2	Influence de l'émergence de la Caunette .....	157
6.2.3	Influence de l'ancien secteur industriel de la Combe du Saut.....	159
6.2.4	Analyses en aval éloigné (Villalier, Trèbes).....	160
6.3	SUIVI 2020 DES EAUX DU RU SEC .....	161
<b>7.</b>	<b>Suivi des sédiments de la vallée de l'Orbiel .....</b>	<b>163</b>
<b>8.</b>	<b>Sites périphériques .....</b>	<b>165</b>

8.1	CONTEXTE .....	165
8.2	SURVEILLANCE .....	165
8.2.1	Site de Nartau.....	166
8.2.2	Verse de Ramèle.....	167
8.2.3	Site de Malabau.....	168
<b>9.</b>	<b>Actions spécifiques du DPSM .....</b>	<b>171</b>
9.1	CAMPAGNES SPÉCIFIQUES DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE .....	171
9.1.1	Suivi renforcé des eaux de l'Orbiel autour de la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut .....	171
9.1.2	Campagnes eaux superficielles-sédiments sur l'Orbiel et ses affluents.....	171
9.2	DRAINAGE MINIER ACIDE DE LA VERSE DE L'ATELIER .....	173
9.2.1	Contexte .....	173
9.2.2	AVP de conception d'une unité de traitement d'un drainage minier acide .....	175
9.2.3	Observations lors de la visite DPSM du 2 <sup>nd</sup> semestre 2021 .....	177
9.3	RECHERCHE D'UN TRAITEMENT ALTERNATIF POUR LES EAUX DE L'ARTUS.....	177
9.3.1	Contexte .....	177
9.3.2	Conception dimensionnement et installation du pilote de traitement sur le site de l'Artus. ....	178
9.3.3	Conclusions sur les essais menés en 2020 .....	183
9.3.4	Perspectives pour 2021.....	183
9.4	ACTIONS EN COURS.....	184
9.4.1	Réalisation d'une nouvelle campagne d'analyses des poussières atmosphériques dans l'air ambiant extérieur de la vallée de l'Orbiel .....	184
9.4.2	Réalisation d'une 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.....	185
9.4.3	Détermination du Bruit de Fond Géochimique .....	185
<b>10.</b>	<b>Gestion foncière .....</b>	<b>187</b>
<b>11.</b>	<b>Communication.....</b>	<b>189</b>
<b>12.</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>191</b>
<b>13.</b>	<b>Perspectives.....</b>	<b>193</b>
<b>14.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>195</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 :	Exploitants du district aurifère.....	24
Illustration 2 :	Photographies du site en 1999 (photo du haut) et en 2006 (photo du bas) (doc. ADEME) .....	25
Illustration 3 :	Pluviométrie 2020 comparée aux normales mensuelles et aux valeurs extrêmes depuis 2009 - Limousis et Caunes-Minervois (11). .....	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 :	Brèche dans la clôture au niveau du bassin n°6 (10/06/20).....	37
Illustration 7 :	Ravinement prononcé de la piste d'accès Nord (28/10/20) .....	37
Illustration 8 :	Fossés de collectes des eaux pluviales - Sables non recouverts (09/12/20).....	38
Illustration 9 :	Bassin de récupération encombré par la végétation (09/12/20).....	38
Illustration 10 :	Évolution des concentrations en arsenic total et dissous et du niveau d'eau des piézomètres Pz14 et Pz15.....	41
Illustration 11 :	Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau des piézomètres PZ14 et PZ15 .....	42
Illustration 12 :	Dispositif de drainage et de collecte des eaux de l'Artus. Les eaux de surfaces collectées dans les fossés sont directement rejetées au milieu naturel.....	43
Illustration 13 :	Débit du réseau de drainage de l'Artus depuis le début du suivi .....	47
Illustration 14 :	Concentrations 2020 en As total du réseau de drainage de l'Artus .....	48
Illustration 15 :	Concentrations 2020 en CN totaux du réseau de drainage de l'Artus et pluviométrie.....	49
Illustration 16 :	Moyennes annuelles 2020 des principaux éléments suivis dans les bassins de l'Artus .....	50
Illustration 17 :	Localisation des piézomètres de l'Artus .....	51
Illustration 18 :	Évolution des niveaux d'eau des piézomètres dans le secteur de l'Artus (2006-2020).....	51
Illustration 19 :	Concentrations en As total dans les eaux souterraines autour de l'Artus .....	53
Illustration 20 :	Concentration en As dissous dans les eaux souterraines autour de l'Artus .....	54
Illustration 21 :	Concentrations en CN totaux dans les eaux souterraines autour de l'Artus. 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 .....	55
Illustration 22 :	Panorama du flanc est du bassin de Montredon depuis la D111, (MINELIS, novembre 2020) .....	55
Illustration 23 :	Localisation des ouvrages de surveillance à proximité du stockage de Montredon ....	57
Illustration 24 :	A gauche : flanc ouest de Montredon avant le début des travaux (08/07/2020). A droite : flanc ouest de Montredon durant les travaux (09/12/2020), (Minelis, 2021) ....	58
Illustration 25 :	Exutoire avec enrochements bétonnés (milieu plateforme +248)).....	59
Illustration 26 :	Localisation des inclinomètres IC5, IC6 et IC7 sur le stockage de Montredon .....	60
Illustration 27 :	Localisation des cellules de pression interstitielle du stockage de Montredon .....	61
Illustration 28 :	Relevé de pression interstitielle de la cellule A, (MINELIS, 2021) .....	63
Illustration 29 :	Relevé de pression interstitielle des cellules SCO1 et SCO3 en fonction du temps, (MINELIS, 2021) .....	64
Illustration 30 :	Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2, (MINELIS, 2021) .....	65

Illustration 31 : Localisation des plots topographiques suivis sur le stockage de Montredon.....	66
Illustration 32 : Tassement en partie sommitale de Montredon (MINELIS, 2021) .....	67
Illustration 33 : Localisation du piézomètre de surveillance PZO et des 6 nouveaux piézomètres de suivi des eaux internes au stockage de Montredon .....	68
Illustration 34 : Cote piézométrique moyenne annuelle mesurée dans le piézomètre central de Montredon PZO et pluviométrie, (MINELIS, 2021).....	69
Illustration 35 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZO, (MINELIS, 2020) .....	70
Illustration 36 : Évolution des concentrations en arsenic et cyanure dans l'ouvrage SD18-10 depuis juin 2020, (MINELIS, 2020) .....	71
Illustration 37 : Débits 2020 des drains périphériques de Montredon et pluviométrie .....	73
Illustration 38 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D1, (MINELIS, 2021) .....	74
Illustration 39 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D2, (MINELIS, 2021) .....	74
Illustration 40 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D1, (MINELIS, 2021) .....	75
Illustration 41 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D2, (MINELIS, 2021) .....	75
Illustration 42 : Localisation des points de suivi des eaux de ruissellement de Montredon.....	76
Illustration 43 : Évolution des concentrations en As total et CN totaux dans les eaux de RM1 depuis 2009, (MINELIS, 2021) .....	78
Illustration 44 : Évolution des concentrations en As total et CN totaux dans les eaux de RM2 depuis 2009, (MINELIS, 2021) .....	78
Illustration 45 : Localisation des piézomètres de surveillance sur le secteur de Montredon .....	79
Illustration 46 : Évolution des cotes NGF des niveaux d'eau dans les piézomètres de surveillance du stockage de Montredon .....	82
Illustration 47 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ5, (MINELIS, 2021) .....	83
Illustration 48 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ6, (MINELIS, 2021) .....	83
Illustration 49 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPI, (MINELIS, 2021) .....	84
Illustration 50 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz5, (MINELIS, 2021) .....	84
Illustration 51 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz6, (MINELIS, 2021) .....	85
Illustration 52 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre SPI, (MINELIS, 2020) .....	85
Illustration 53 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre MST11, (MINELIS, 2021) .....	86
Illustration 54 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre MST11, (MINELIS, 2021) .....	87
Illustration 55 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPB et PZ 09-03 (depuis juin 2017), (MINELIS, 2021) .....	88
Illustration 56 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPJ, (MINELIS, 2021) .....	88
Illustration 57 : Zone de confinement de l'ADEME et réseau de drainage (ADEME, 2006) .....	89
Illustration 58 : Gauche : Piste ravinée suite aux intempéries de mai 2020 – Droite : Piste reprise au second semestre 2020 .....	90

Illustration 59 : Caniveau d'amenée des eaux à la mare B2, dégradé (28/10/2020).....	91
Illustration 60 : Début de sous-cavage sous le caniveau longeant la piste d'accès (28/10/2020).....	91
Illustration 61 : Localisation du débouché des drains provenant de la zone de confinement ADEME et du stockage de Montredon .....	91
Illustration 62 : Arrivée des drains B1 et B2 à la station de dépollution, (MINELIS, 2020) .....	92
Illustration 63 : Débit, concentration en arsenic total des drains B1 et B2, (MINELIS, 2021).....	93
Illustration 64 : Drain Sud (photo de gauche) et drain Nord (photo de droite) (MINELIS, 2020) .....	93
Illustration 65 : Concentration en arsenic total et dissous et débit du drain Nord alvéole, (MINELIS, 2021) .....	94
Illustration 66 : Localisation du Champ Magné et de l'ancienne usine de l'Artus .....	95
Illustration 67 : Accumulation de sédiments dans le bassin aval du dégrilleur .....	96
Illustration 68 : Piézomètres PZ8 et BP11 sur photographie aérienne de 1999 de l'usine Artus du champ Magné (MINELIS, 2018) .....	97
Illustration 69 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur PZ8 (MINELIS, 2021) .....	97
Illustration 70 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur BP11, (MINELIS, 2021).....	98
Illustration 71 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ8, (MINELIS, 2021) .....	100
Illustration 72 : Évolution de l'arsenic et du niveau d'eau du piézomètre BP11, (MINELIS, 2021)....	100
Illustration 73 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre PZ8 (MINELIS, 2021) .....	101
Illustration 74 : Évolution des cyanures et du niveau d'eau du piézomètre BP11 (MINELIS, 2021) .	101
Illustration 75 : Localisation des zones de prélèvements des eaux superficielles au droit du secteur de la Combe du Saut .....	102
Illustration 76 : Mare B2 en amont de la Combe du Saut (MINELIS, 2020) .....	103
Illustration 77 : Évolution des concentrations en arsenic total et dissous de la mare B2, (MINELIS, 2020) .....	104
Illustration 78 : Usine d'arsine en 2002 (ADEME, 2006).....	104
Illustration 79 : Reprise de l'exutoire de la source Arsine à l'occasion des travaux de canalisation des eaux du point V (octobre 2020) .....	105
Illustration 80 : Concentration en arsenic et débit de la source Arsine, (MINELIS, 2020) .....	106
Illustration 81 : Connexion de la canalisation au Point V (juin 2020) .....	106
Illustration 82 : Concentrations en arsenic au point V (2009-2020), (MINELIS, 2021) .....	109
Illustration 83 : Localisation des piézomètres dans la nappe alluviale en amont et en aval du site de la Combe du Saut.....	110
Illustration 84 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD12, (MINELIS, 2021) .....	112
Illustration 85 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD16 (MINELIS, 2021) .....	113
Illustration 86 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD7 (MINELIS, 2021) .....	114
Illustration 87 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD9 (MINELIS, 2021) .....	115
Illustration 88 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD10 (MINELIS, 2021) .....	117

Illustration 89 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB1 (MINELIS, 2020) .....	118
Illustration 90 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB2 (MINELIS, 2021) .....	119
Illustration 91 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB3 (MINELIS, 2021) .....	121
Illustration 92 : Schéma de fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut. ....	124
Illustration 93 : Origines du volume annuel traité à la station depuis 2007.....	125
Illustration 94 : Volume traité à la station de dépollution des eaux 2007-2020 et pluviométrie .....	126
Illustration 95 : Origine du flux annuel d'arsenic traité à la station (en kg) de 2007 à 2020. ....	127
Illustration 96 : Lagune d'infiltration après travaux de compartimentage (fin 2019) .....	128
Illustration 97 : Évolution de la concentration moyenne annuelle en arsenic total dans la lagune et du volume d'eau de la lagune re-circulé en tête de station .....	129
Illustration 98 : Localisation des points de prélèvement des eaux superficielles et souterraines lors des campagnes de suivi renforcé .....	133
Illustration 99 : Évolution des concentrations en arsenic total durant le suivi renforcé de 2020 sur les eaux superficielles. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L. ....	134
Illustration 100 : Évolution des concentrations en arsenic total durant le suivi renforcé de 2020 sur les eaux souterraines. ....	134
Illustration 101 : Vue des anciennes plages de la Caunette sur photographie aérienne de 1999 à gauche et vue actuelle à droite.....	137
Illustration 102 : Accès condamné à l'ancienne plage de la Caunette (MINELIS, 2020).....	138
Illustration 103 : Anciennes plages de la Caunette (MINELIS, 2020) .....	138
Illustration 104 : Localisation du piézomètre PZ7 .....	139
Illustration 105 : Pluviométrie et niveau d'eau dans le PZ7 (MINELIS – 2021) .....	139
Illustration 106 : Évolution de la concentration en arsenic total et dissous du piézomètre PZ7 (adapté de MINELIS – 2021) .....	140
Illustration 107 : Carte de localisation de l'émergence de la Caunette. Les ouvrages miniers peuvent correspondre à des entrées de galeries et/ou des puits) .....	141
Illustration 108 : Emergence du réservoir minier de la mine de la Caunette (MINELIS, décembre 2020).....	142
Illustration 109 : Emplacement du point de prélèvement « Cheminée Panneau Sud ».....	143
Illustration 110 : Évolution du niveau d'eau du réservoir minier dans l'ouvrage « Panneau Sud » (MINELIS – 2021) .....	144
Illustration 111 : Cheminée technique panneau sud (MINELIS – 2018).....	145
Illustration 112 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau – cheminée panneau Sud (MINELIS – 2021) .....	147
Illustration 113 : Évolution des moyennes annuelles des concentrations en arsenic dissous et total de l'eau du réservoir minier – cheminée panneau Sud (MINELIS – 2021) .....	147
Illustration 114 : Points de suivi des eaux superficielles sur le Grésillou (DPSM, 2020) .....	150
Illustration 115 : Concentrations en arsenic total des eaux du Grésillou et pluviométrie en 2020 (échelle logarithmique) (MINELIS – 2021) .....	152
Illustration 116 : Concentrations en arsenic dissous des eaux du Grésillou et pluviométrie en 2020 (échelle logarithmique) (MINELIS – 2021) .....	152
Illustration 117 : Points de suivi des eaux superficielles de la vallée de l'Orbiel.....	154

Illustration 118 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic total dans l'Orbiel (MINELIS – 2021). Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L .....	156
Illustration 119 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic dissous dans l'Orbiel (MINELIS – 2021). Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L .....	156
Illustration 120 : Évolution depuis 2016 des concentrations en arsenic total en sortie de l'émergence et dans l'Orbiel en amont (Point Lastours 2) et en aval (Pont de Limousis) – nota : l'échelle de concentrations en arsenic est logarithmique (MINELIS – 2021) .....	158
Illustration 121 : Comparaison des concentrations 2020 en arsenic en amont et aval de la Combe du Saut. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L. Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées en octobre 2020, donnant lieu à un décrochement dans la chronique. ....	159
Illustration 122 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic dans l'Orbiel aval. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L. Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées en octobre 2020, donnant lieu à un décrochement dans la chronique. ....	160
Illustration 123 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic dans l'Orbiel et le Ru Sec. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L.....	161
Illustration 124 : Ouvrages de protection du pied de la verse de Nartau depuis le lit du Grésillou (en rouge sur la photo).....	166
Illustration 125 : Photographies des figures d'arrachement et ravines sur les banquettes de la verse de Ramèle.....	167
Illustration 126 : Déchets végétaux encombrant l'accès au canal empierré de l'Hort-Estiou .....	168
Illustration 127 : Plateforme de Malabau végétalisée et partie Sud-Ouest de la verse faiblement végétalisées .....	168
Illustration 128 : Précipité rouille à l'aval du DMA et déchets d'exploitation (scories) dans le ruisseau du Malabau .....	169
Illustration 129 : Situation géographique de la Verse de l'Atelier .....	173
Illustration 130 : Entrebuc au niveau de la verse de l'Atelier .....	174
Illustration 131 : Ancien chemin de la mine, en rive gauche de l'Entrebuc (octobre 2020) .....	174
Illustration 132 : Schématisation du cours de l'Entrebuc entre la Verse de l'Atelier et sa confluence avec le Gourg Peyris (extrait de IRH, 2020).....	175
Illustration 133 : Précipités blancs à la confluence Entrebuc et Gourg Peyris à Salsigne (octobre 2020).....	175
Illustration 134 : Synoptique de traitement physico-chimique continu par décantation .....	176
Illustration 135 : Carte d'implantation des éléments du pilote.....	178
Illustration 136 : Pompage des eaux des bassins 1 et 6 et cuve de mélange alimentant gravitairement le pilote.....	179
Illustration 137 : Schéma de principe du pilote de traitement des eaux installé sur le site de l'Artus (Jally 2018). ....	180
Illustration 138 : Pilote de traitement des eaux de l'Artus avant (a) et après réaménagement (b). ....	181
Illustration 139 : Évolution du taux d'abattement de l'arsenic entre l'entrée et la sortie du pilote en octobre-novembre 2020.....	182
Illustration 140 : Évolution de la concentration en arsenic en entrée sortie du pilote pendant les essais d'octobre à décembre 2020. ....	182
Illustration 141 : Évolution de la concentration en arsenic total et en fer particulière en sortie du pilote pendant les essais de octobre-novembre 2020.....	183

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Installation surveillée dans le district aurifère de l'Aude au titre de l'article L163-11 du Code minier - Extrait de l'Arrêté n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel du 22 avril 2020. ....	26
Tableau 2 : Ouvrages surveillés dans le district aurifère de l'Aude au titre des articles L.174-1 et 2 du Code minier - Extrait de l'Arrêté n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel du 22 avril 2020.....	27
Tableau 3 : Ouvrages surveillés dans le district aurifère de l'Aude au titre du Code de l'environnement - Extrait de l'Arrêté n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel du 22 avril 2020.....	30
Tableau 4 : Pluviométrie mensuelle 2009-2020 – Période 2009-2018, valeurs à Limousis (11) (données Véolia) - Période 2019-2020 et moyenne à Caunes-Minervois (11) (données Météo-France). ....	33
Tableau 5 : Relevés topographiques au droit du dépôt de l'Artus, (MINELIS, 2020).....	39
Tableau 6 : Contrôle trimestriel du niveau piézométrique et de la qualité des eaux dans Pz14 et Pz15, (MINELIS, 2020) .....	40
Tableau 7 : Résultats d'analyses des drains et penstocks à l'Artus -1ème semestre 2020, (Minelis , 2020).....	45
Tableau 8 : Résultats d'analyses des drains et penstocks à l'Artus - 2ème semestre 2020, (Minelis, 2020).....	46
Tableau 9 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres de l'Artus, (MINELIS, 2020) .	53
Tableau 10 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon en 2020, (MINELIS, 2020) ..	63
Tableau 11 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon, (MINELIS, 2021) .....	67
Tableau 12 : Analyses de juin à décembre 2020 du piézomètre de surveillance des eaux internes de Montredon PZO, (MINELIS, 2021) .....	70
Tableau 13 : Débit et suivi analytique des drains de Montredon (2020), (MINELIS, 2021) .....	72
Tableau 14 : Suivi des points RM1 et RM2 en 2020, (MINELIS, 2021) .....	77
Tableau 15 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres au Nord et à l'Est de Montredon, (MINELIS, 2021).....	80
Tableau 16 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres au Sud et à l'Ouest de Montredon, (MINELIS, 2021).....	81
Tableau 17 : Contrôle trimestriel du débit et de la qualité des eaux sortant du drain B2, (MINELIS, 2021) .....	92
Tableau 18 : Contrôle trimestriel 2020 du débit des eaux du drain Nord de l'alvéole étanche (MINELIS, 2021) .....	94
Tableau 19 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres PZ8 et BP11 sur les sites de l'ancienne usine Artus et Champ Magné, (MINELIS, 2019).....	99
Tableau 20 : Données 2019 de suivi des eaux de la mare B2, (MINELIS, 2021) .....	103
Tableau 21 : Résultat du suivi des eaux de la source arsine en 2020 (MINELIS, 2020) .....	105
Tableau 22 : Résultats d'analyses et mesures réalisées en 2020 sur les eaux de la source Point V.....	108
Tableau 23 : Piézomètres de suivi des eaux souterraines autour de la Combe du Saut.....	109
Tableau 24 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD12 en amont de la Combe du Saut, (MINELIS, 2021) .....	111

Tableau 25 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD16 sur le site de la Combe du Saut (station de dépollution des eaux), (MINELIS, 2021).....	112
Tableau 26 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD7 en aval immédiat de la Combe du Saut (terrains SEPS), (MINELIS, 2020).....	113
Tableau 27 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD9 en aval immédiat de la Combe du Saut (Champ Magné), (MINELIS, 2021).....	115
Tableau 28 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD10 en aval éloigné de la Combe du Saut (MINELIS, 2021).....	116
Tableau 29 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre PB1 en aval éloigné de la Combe du Saut, (MINELIS, 2021).....	117
Tableau 30 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre PB2 en aval éloigné de la Combe du Saut, (MINELIS, 2021).....	119
Tableau 31 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre PB3 en aval éloigné de la Combe du Saut, (MINELIS, 2021).....	120
Tableau 32 : Minimum, maximum et moyennes en arsenic total et dissous au niveau des piézomètres en amont et en aval de la Combe du Saut mesurées en 2020.....	121
Tableau 33 : Évolution de la concentration en arsenic et volume de la lagune redirigé vers la station de dépollution de 2009 à 2020.....	129
Tableau 34 : Paramètres annuels moyens de l'eau traitée à la station de 2008 à 2020.....	131
Tableau 35 : Résultats des mesures et analyses 2020 du piézomètre PZ7 sur l'ancienne usine de la Caunette (adapté de MINELIS, 2020).....	140
Tableau 36 : Résultats des analyses de l'eau de la mine pour l'année 2020.....	146
Tableau 37 : Résultats des analyses effectuées sur les Grésillou en 2020 (Minelis, 2021).....	151
Tableau 38 : Concentrations en arsenic total et dissous relevés en 2020 sur l'Orbiel. * : Sur ces points, des valeurs supplémentaires existent, acquises lors des surveillances renforcées (cf. § 3.8.2.). Elles sont intégrées à la représentation graphique du suivi des eaux superficielles de l'Orbiel (Illustration 118 et Illustration 119).....	155
Tableau 39 : Évolution des concentrations en arsenic et du débit en sortie de l'émergence en 2020.....	157
Tableau 40 : Estimation des flux d'arsenic lors des campagnes trimestrielles de 2020 au niveau de l'émergence de la Caunette et du Pont de Limousis.....	158
Tableau 41 : Résultats des analyses des métaux sur sédiments – juin 2020.....	163

## Liste des annexes (volumes séparés)

- Annexe 1 : Plan de localisation des différents sites
- Annexe 2 : Programme de la surveillance effectuée par le prestataire MINELIS
- Annexe 3 : Rapport annuel 2020 MINELIS « Surveillance et suivi des eaux de mine » - DPSM-SAL-a-2101\_V3 – **Sur clé USB**
- Annexe 4 : Rapport annuel 2020 MINELIS « Surveillance des stockages et sols pollués » - DPSM-SAL-b-2101\_V3– **Sur clé USB**
- Annexe 5 : Rapport annuel 2020 MINELIS « Surveillance et suivi de la qualité des eaux du site de la Combe du Saut » - DPSM-SAL-c-2101\_V3– **Sur clé USB**
- Annexe 6 : Rapport annuel 2020 MINELIS « Surveillance et suivi de l'émergence de la mine de la Caunette » - DPSM-SAL-d-2101\_V3
- Annexe 7 : 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
- Annexe 8 : Compte-rendu semestriels « district aurifère »
- Annexe 9 : Compte-rendu semestriels « sites périphériques »
- Annexe 10 : Localisation des sites périphériques
- Annexe 11 : Compte rendu MINELIS « Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Février – Mars 2020 » - DPSMSUD-SALa-2001\2
- Annexe 12 : Compte rendu MINELIS « Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Avril – Mai 2020 » - DPSMSUD-SAL-a-2606\1
- Annexe 13 : Compte rendu MINELIS « Compte rendu campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Juillet – Septembre 2020 » - DPSMSUD-SAL-a-0910\1
- Annexe 14 : Compte-rendu MINELIS « Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Octobre – Décembre 2020 » - DPSMSUD-SAL-a-060121\1
- Annexe 15 : Suivi de la qualité des eaux de surface dans l'Orbiel, le Grisillou et le Ru-Sec suite aux fortes intempéries des 10 et 11 mai 2020 – DPSM/UTAM-Sud – Note du 22 juin 2020
- Annexe 16 : Compte rendu MINELIS « Campagne prélèvements post crue mai 2020 » DPSMSAL20N-a-2006-V2 – **Sur clé USB**
- Annexe 17 : Compte rendu MINELIS « Campagne prélèvements août 2020. Bilan versant Orbiel et affluents » DPSMSAL20N-a-2008-V1 – **Sur clé USB**
- Annexe 18 : Compte rendu MINELIS « Campagne prélèvements – octobre 2020. Bilan versant Orbiel et affluents » - DPSMSAL20X-a-2010-V1 - **Sur clé USB**
- Annexe 19 : Compte-rendu semestriels « Opération de maintenance et dysfonctionnements de la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut » - Bilan 2020
- Annexe 20 : Recherche d'un traitement alternatif pour les eaux de l'Arturs
- Annexe 21 : Ordonnance du Tribunal de Commerce de Carcassonne – Août 2020
- Annexe 22 : Arrête préfectoral portant création de la commission de suivi de site (CSS) de l'ancien site industriel et minier de la vallée de l'Orbiel – Janvier 2020
- Annexe 23 : Présentation DPSM et relevé de décisions de la 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 anciennes mines du district minier de Salsigne sont localisées dans le département de l'Aude, à une vingtaine de kilomètres au Nord de Carcassonne. L'ancienne activité industrielle était principalement répartie sur 2 secteurs distincts (cf. plans en annexe 1) :

- a) la zone d'extraction du minerai (~ 1,3 km<sup>2</sup>) : elle se concentre essentiellement au niveau de la mine d'or de Salsigne exploitée à ciel ouvert comme en souterrain ;
- b) la zone de traitement du minerai et de stockage des résidus (~ 1,5 km<sup>2</sup>) : située à environ 5 km au Sud-Est du secteur d'extraction, cette zone s'étend de part et d'autre de la vallée de l'Orbiel. 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 traitement des eaux. Le tout est surmonté par le stockage de résidus de Montredon (1 Mm<sup>3</sup>). En rive gauche est également présent le vaste stockage de résidus de l'Artus (7 Mm<sup>3</sup>) et ses installations connexes.

À ces 2 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 km<sup>2</sup> 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<sup>ème</sup> siècle le plus gros producteur mondial d'arsenic principalement à usages phytosanitaires.

Sur une période de 90 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 de 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.

À partir du début des années 90, les dernières sociétés en activité sur ce 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).

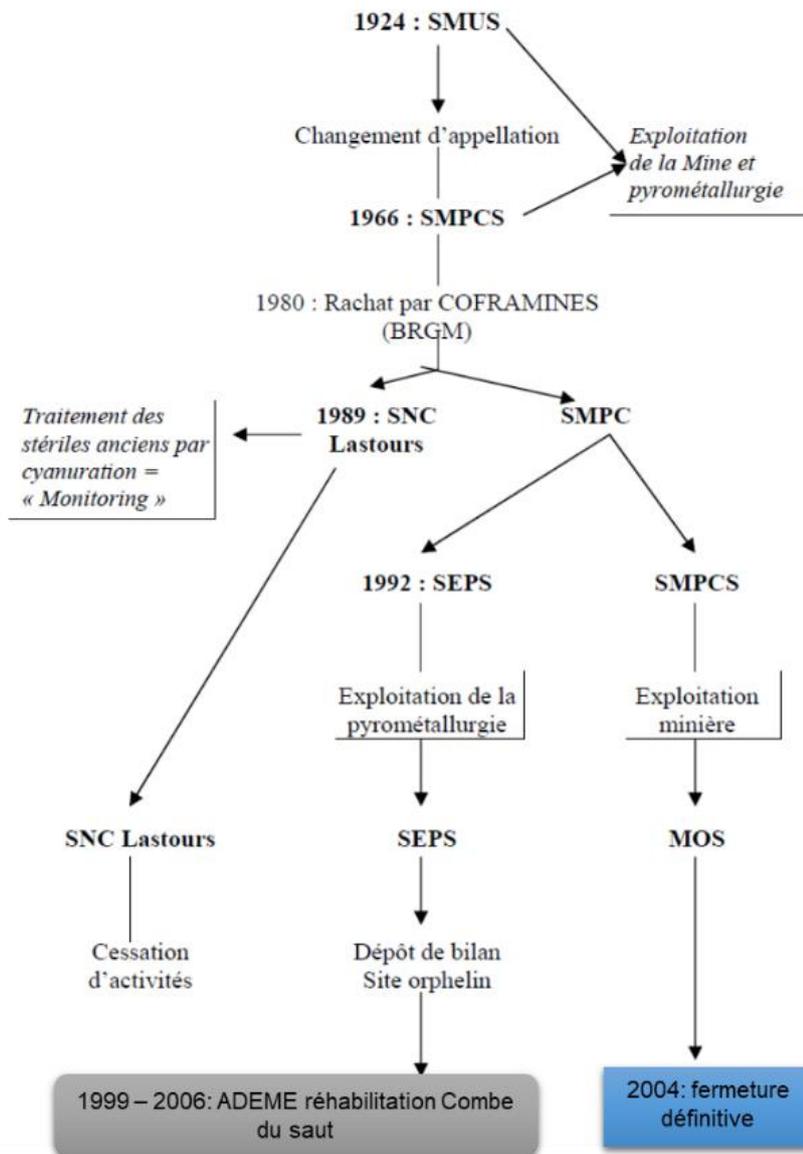


Illustration 1 : Exploitants du district aurifère.

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 de 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 principalement à :

- démolir les superstructures encore présentes ;
- décaper les sols les plus contaminés et rassembler les 500 000 m<sup>3</sup> terrassés dans une zone de confinement de 10 ha. Les déchets les plus pollués ont été confinés dans une alvéole entièrement étanche à l'intérieur de la zone ;
- 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) (doc. 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 collecter et traiter divers systèmes de collecte d'eaux contaminées, notamment au droit des zones de stockage de matériaux pollués.

Partiellement depuis 2006, puis intégralement depuis 2009, l'État a confié au BRGM/DPSM, la surveillance environnementale et la gestion de l'ancien site minier, y compris la maintenance des installations de traitement. 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 sont encore en cours de transfert de propriété eu égard à l'importante créance qui subsiste.

## **1.2 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET INSTALLATIONS SURVEILLÉES**

La surveillance effectuée en 2020 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 et l'arrêté préfectoral complémentaire n° DREAL- UID 11-2017-19 du 2 juin 2017 à l'arrêté préfectoral n° 99-1408 du 21 mai 1999 fixant les travaux d'office à réaliser sur le site de la SEPS et les terrains avoisinants modifiant l'arrêté préfectoral complémentaire n° 2001-11-0475 du 31 mars 2004, prolongeant jusqu'au 21 mai 2019 la surveillance prévue à l'article 5 de l'arrêté n° 2004-11-0475 du 31 mars 2004 ainsi que le fonctionnement de la station de dépollution des eaux, ainsi que la convention d'occupation temporaire des terrains signée le 22/05/2019 entre la liquidateur de la SEPS et le BRGM ;

- l'annexe technique de la convention financière relative à la gestion de l'après-mine ;
- l'arrêté ministériel n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel 135 du 22 avril 2020, fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Cet arrêté distingue plusieurs types d'installations :

- 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 (cf. Tableau 1) ;

<b>Bassin minier</b>	<b>Nature de l'installation</b>	<b>Concession</b>	<b>Commune</b>	<b>Nom de l'installation ou de la zone surveillée</b>
Sud	Piézomètre	Salsigne	Salsigne	Cheminée panneau Sud

*Tableau 1 : Installation surveillée dans le district aurifère de l'Aude au titre de l'article L163-11 du Code minier - Extrait de l'Arrêté n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel du 22 avril 2020.*

- des installations et équipements de prévention et de surveillance des risques miniers relevant des articles L.174-1 et 2 du Code minier (cf. Tableau 2) :
- 2 réseaux de nivellement ;
- 3 piézomètres ;
- 6 cellules de pression ;
- 2 inclinomètres.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Réseaux de nivellement	Hors Concession	Salsigne	Montredon	Bassin de Montredon
			Limousis		Bassin de l'Artus
	Piézomètres	Hors Concession	Limousis	Artus	Pz 14
					Pz 15
					Piézomètre central
	Cellule de pression	Hors concession	Salsigne	Montredon	Cellule de pression A
					Cellule de pression C
					Cellule de pression E1
					Cellule de pression E2
					Cellule de pression SC01
					Cellule de pression SC03
	Inclinomètre				Inclinomètre IC5
Inclinomètre IC6					

Tableau 2 : Ouvrages surveillés dans le district aurifère de l'Aude au titre des articles L. 174-1 et 2 du Code minier - Extrait de l'Arrêté n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel du 22 avril 2020.

L'arrêté ministériel n° TREP2009562A du 14 avril 2020, fixe également les installations soumises au Code de l'environnement gérées par le BRGM. Celles-ci sont les suivantes sur le district aurifère : 6 dépôts de résidus, 1 émergence, 29 piézomètres, prélèvements d'eau de surface sur 22 sites, et gestion d'une station de traitement des eaux arséniées (cf. Tableau 3).

Huit ouvrages ont été ajoutés à l'arrêté ministériel de 2020 par rapport à celui de 2019. Il s'agit de piézomètres installés au niveau du stockage de Montredon dans le cadre des études de faisabilité effectuées en vue du rétablissement de l'étanchéité de l'amas de résidus.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée	
Sud	Dépôt de résidus	Villanière	Villanière	Nartau	Nartau	
				Ramèle	Ramèle	
		Salsigne	Salsigne	Malabau	Malabau	
	Piézomètres	Hors concession	Lastours	Limousis	Plage de la Caunette	Plage de la Caunette
					Artus	Artus
			L5			
			Pz 14			
			Pz 15			
			SC7			
			L2			
			SEPS 1			
	SEPS 2					
	Dépôt de résidus	Hors concession	Salsigne	Montredon	Montredon	
	Piézomètres	Hors concession			Pz 5	
					Pz 6	
					SP I	
					SP J	
					PZ18-01	
					PZ18-02	
					SD18-03	
SD18-04						
SD18-05						
SD18-09						
SD18-10						
Piézomètres	Hors concession	Salsigne			Montredon	SD18-13
			SP0			
			Piézomètre central			
Sud	Piézomètre	Hors concession	Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	MST11	
					PB1	
					PB2	
					PB3	
Émergences minières	Hors concession	Lastours	Mine de la Caunette	Émergence de la Caunette		

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée				
	Piézomètres	Hors concession	Limousis	La Combe du Saut	AD10				
					AD12				
					AD14				
					AD15				
					AD16				
					AD7				
					AD9				
	Prélèvements d'eaux de surface	Hors concession	Limousis	Artus	La Combe du saut	Fossé Nord			
						Fossé Sud			
						Drains et penstocks			
						Drain B1			
						Drain B2			
						Source Arsine			
						Drain de confinement D1			
				Conques sur Orbiel	La Combe du Saut	Point V			
						Lagune d'infiltration			
						Mare B2			
				Salsigne	Montredon	Orbiel Pont de Limousis			
						Orbiel Gué Lassac			
				Prélèvements d'eaux de surface	Villanière	Villanière	Nartau	Nartau et Ramèle	Orbiel Conques
									Orbiel Vic la Vernède
									RM 1
					Villanière	Les Ilhes	Amont village des Illes	Amont Lastours	RM 2
									Orbiel amont village des Ilhes
	Lastours	Lastours	Amont Lastours		Aval Lastours	Orbiel amont confluence du Grésillou			
						Orbiel aval confluence du Grésillou			
	Station de traitement des eaux arséniées	Hors concession	Limousis			Station de traitement des eaux arséniées			

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
	Piézomètres	Hors concession	Limousis	Usine de l'Artus et Champ Magné	PZ 8
					BP 11
			Lastours	Plage de la Caunette	Pz 6
					Pz 7

Tableau 3 : Ouvrages surveillés dans le district aurifère de l'Aude au titre du Code de l'environnement - Extrait de l'Arrêté n° TREP2009562A du 14 avril 2020, paru au Journal Officiel du 22 avril 2020.

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 concerne :

- 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 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, par site, les principaux traceurs de l'ancienne activité et les différents milieux pouvant être impactés.

À noter qu'au regard du bilan environnemental de la surveillance, mais également des événements naturels pouvant impacter les sites, le programme est voué à évoluer.

Une partie de la surveillance environnementale est réalisée par un prestataire, le bureau d'études MINELIS, pour le compte du DPSM. Le tableau de surveillance récapitulatif pour chaque site, les ouvrages surveillés les mesures réalisées par le prestataire et la fréquence de celle-ci, est présenté en annexe 2.

La gestion de la station de dépollution est également réalisée par un prestataire extérieur (société SAUR).

Le DPSM réalise quant à lui des 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

Le document présente dans un premier temps les principaux résultats de la gestion et de la surveillance par secteur, avec une attention particulière aux données collectées durant l'année 2020. La totalité des données acquises dans le cadre de cette mission est présentée dans les rapports des prestataires intervenant dans le suivi de ces sites fournis en annexes :

- rapports du prestataire en charge du marché de surveillance des anciens sites industriels et miniers de la vallée de l'Orbiel (cf. Annexes 3 à 6) ;
- rapport du prestataire de suivi géotechnique FONDASOL (cf. Annexe 7) ;
- compte-rendu semestriels des visites de surveillance (cf. Annexes 8 et 9) ;
- compte-rendu des campagnes de suivi renforcé (cf. Annexes 11 à 14) ;
- compte-rendu des campagnes eaux/sédiments (cf. Annexes 15 à 18).

Ce rapport annuel présente également les actions notables en cours ou à venir sur le site.

Un bilan des actions 2020 concernant la gestion du foncier est ensuite présenté.

Les dernières parties présentent 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 dans l'extraction de l'or) ;
- les résultats d'analyses des formes dissous (libres) et totaux de l'arsenic et des cyanures sont systématiquement présentés. Cela permet de définir la forme majoritaire dans laquelle se trouve les éléments étudiés afin d'appréhender leur provenance potentielle (notamment en cas de lessivage des sols, où la part de particulaire est présente en excès) ;
- en cas de concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire :
  - les valeurs concernées sont prises en compte dans le calcul de moyennes en considérant la limite de quantification divisée par deux,
  - les valeurs sont représentées à 0 mg/L sur les graphiques des concentrations,
  - à noter que les limites de quantification notées « LQ » sont :
    - 0,005 ou 0,010 mg/L pour l'As dissous,
    - 0,005 mg/L pour 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 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 concentration maximale est considérée comme correspondant aux cyanures totaux.

## 2. Surveillance environnementale réalisée au droit de la Combe du Saut

### 2.1 PLUVIOMÉTRIE

Le Tableau 4 et l'illustration 3 présentent l'évolution de la pluviométrie mensuelle entre 2011 et 2020 dans le district aurifère de l'Aude. Les valeurs présentées sont issues des bases de données établies par Météo-France et de mesures effectuées au niveau de la Combe du Saut. Les normales climatiques mensuelles sont sur la base de 10 années d'exploitation. Il s'agit donc plus de « moyennes » que de « normales ». Il n'en demeure pas moins que les tendances annoncées dans l'analyse qui suit restent représentatives.

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total année
2009	117,5	42	35	139,5	37,5	19,5	24,5	34,5	31	42,5	60,5	44	628,0
2010	94,5	70	65,5	18,5	73,5	73	9,5	10	43,5	143,5	48	11	660,5
2011	85	65	237,5	22	27,5	45,5	37,5	19	67	2	172,5	43,5	824,0
2012	56	11	31	109	116	38,5	27	79	22,5	154	39	66,5	749,5
2013	83,4	56,2	120,5	99,4	125,3	47,4	26,6	30,2	27,2	58	203,8	27,4	905,4
2014	99,4	61,9	48,3	93,3	22,8	29,5	48,5	47,3	68,8	18,7	111,4	67,2	717,1
2015	36,5	83,5	82,5	72	12	31	13,5	39	47	19,5	59	5,5	501,0
2016	60,3	42	75,8	41,3	82,1	30,8	11	2,2	20,2	95,5	77,2	25,1	563,5
2017	70	204,5	149	30,5	56,5	46	23,5	14	26,5	24	40	65	749,5
2018	175,5	60,0	109,5	132,0	139,5	41,0	40,0	25,5	11,0	340,5	29,5	63,5	1167,5
2019	48,2	19,3	9,2	47,6	62,6	26,8	100,2	37,9	63,3	108,2	67,6	157,0	747,9
2020	53,2	31,4	101,9	118,3	150,2	50,9	11,2	16,0	86,3	55,8	40,5	124,2	839,9
normale	76,8	61,7	47,7	87,6	63,4	40,8	25,3	44,6	60,6	74,0	88,1	74,6	745,2

Tableau 4 : Pluviométrie mensuelle 2009-2020 – Période 2009-2018, valeurs à Limousis (11) (données Véolia) - Période 2019-2020 et moyenne à Caunes-Minervois (11) (données Météo-France).

Les précipitations annuelles enregistrées en 2020 sont légèrement excédantes par rapport aux moyennes interannuelles de 5,94 % (cf. Tableau 4).

Le début du 1<sup>er</sup> semestre 2020 est marqué par des intempéries relativement déficitaires (- 24 mm pour le mois de janvier et - 30 mm en février). *A contrario*, des intempéries excédentaires ont été relevées durant les mois de mars, avril et surtout mai 2020 (respectivement +54 mm, +31 mm et + 87 mm). On signalera de fortes intensités de précipitations en mai 2020 (avec 92 mm en 48 h), ayant entraîné une crue marquée sur les cours d'eau du secteur.

Le second semestre est également contrasté. Les mois de juillet, août, octobre et novembre ont été déficitaires (respectivement -14 mm, - 28 mm, -18 mm et - 48 mm) par rapport aux mois de septembre et décembre qui sont marqués par des intempéries supérieures aux normales (respectivement + 26 mm et + 50 mm).

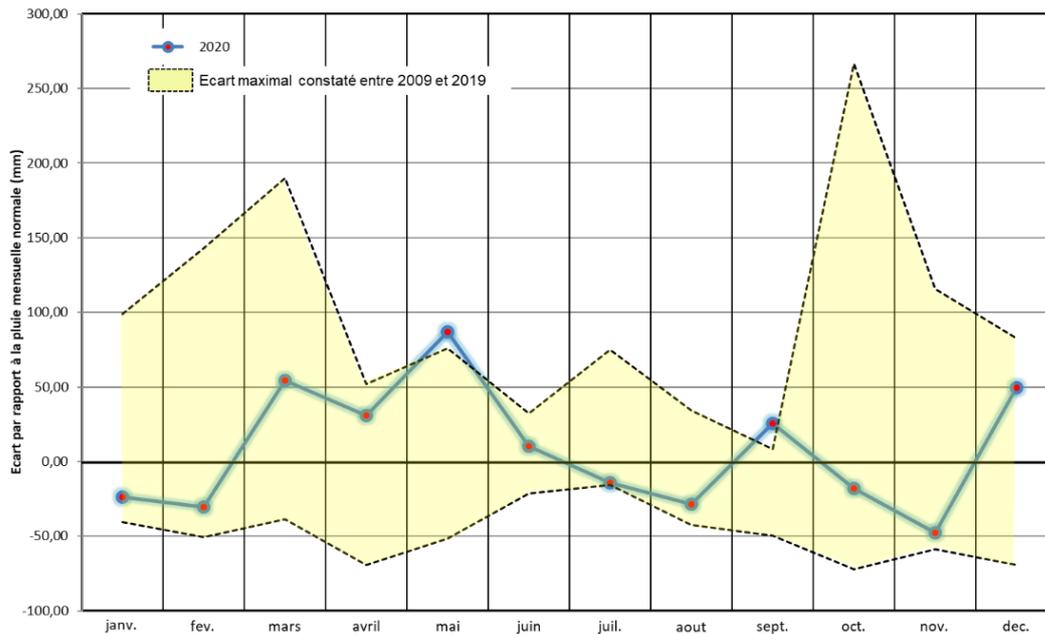


Illustration 3 : Pluviométrie 2020 comparée aux normales mensuelles et aux valeurs extrêmes depuis 2009 - Limousis et Caunes-Minervois (11).

## 2.2 STOCKAGE DE L'ARTUS

### 2.2.1 Présentation du site

Ce bassin de stockage des résidus de traitement par flottation a été mis en place à partir de 1987. 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 stockages représentent un volume de 7 millions de m<sup>3</sup> et 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.

Ce stockage est équipé d'un système de drainage et de collecte les eaux de ressuyage mais également des eaux 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 composé de fossés, de descentes et de dessableurs / dissipateurs est également présent. Historiquement, le stockage de l'Artus a été implanté au droit d'un vallon drainant naturellement des eaux de ruissellement vers l'Orbiel. Cette implantation explique les quantités d'eau encore aujourd'hui présentes dans le stockage.



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

La surveillance du site de l'Artus est constituée de (cf. Illustration 5) :

- un contrôle visuel à fréquence semestrielle ;
- un réseau de 9 plots topographiques pour en contrôler la stabilité ;
- deux piézomètres (Pz14 et Pz15) recoupant l'intérieur 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 ;
- un réseau de drainage du stockage de résidus avec 4 ensembles de drains, dont les « penstocks » installés en fond des anciennes plages de l'Artus, permettent en partie de collecter et d'évacuer l'eau issue du ressuyage des résidus ;
- six bassins d'évaporation qui récoltent les eaux issues des drains.

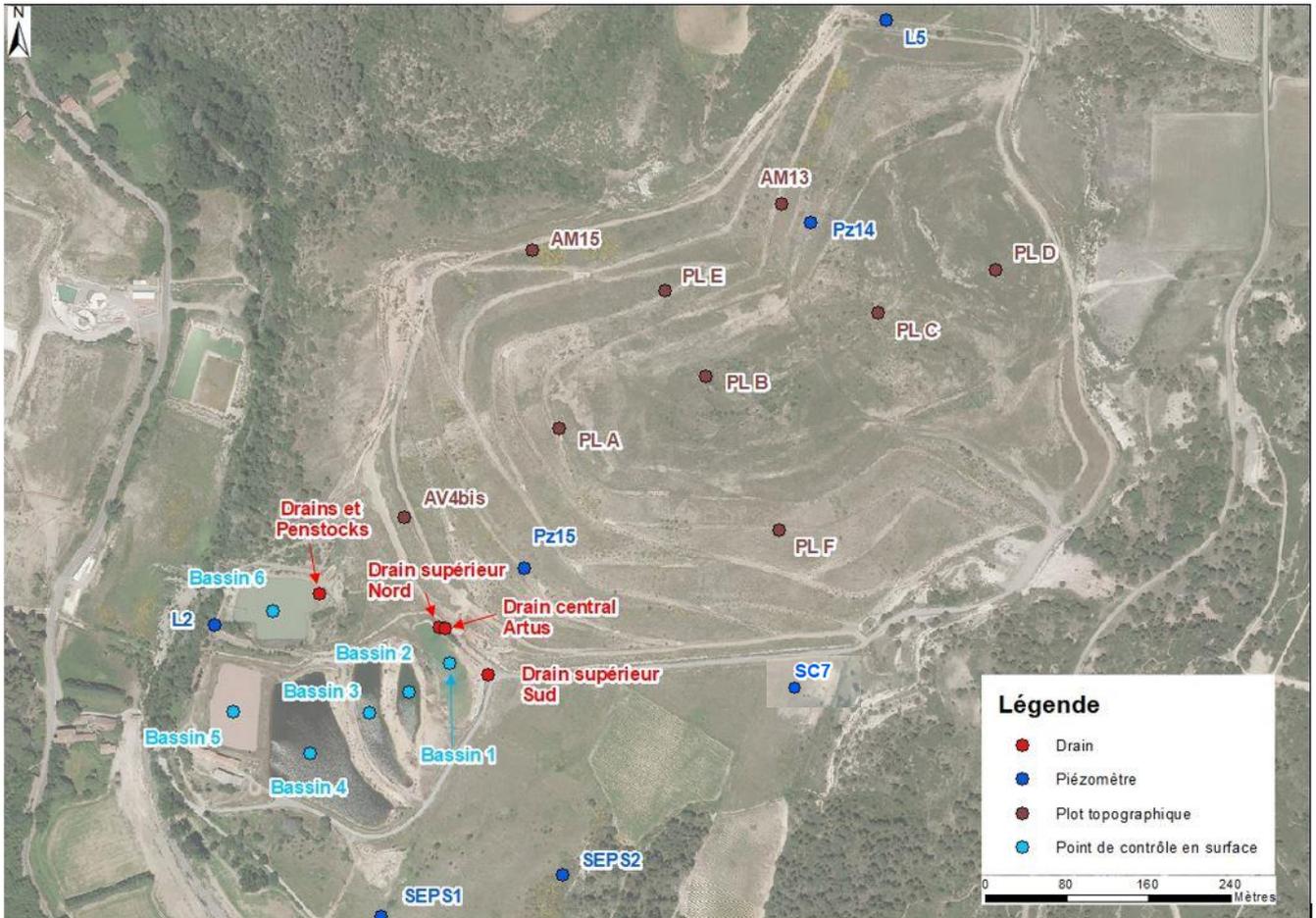


Illustration 5 : Localisation des ouvrages de surveillance sur le site de l'Artus.

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 (au niveau du Gué Lassic) figurent en partie 6.2. À noter que ces points de contrôle mesurent également les impacts liés au site de la Combe du Saut situé en rive droite de l'Orbiel, lesquels ne peuvent pas être discriminés de la contribution des installations situées en rive gauche.

### 2.2.2 Aspect général

L'aspect général du stockage est suivi au moyen d'inspections visuelles de fréquence *a minima* mensuelle. Il apparaît que l'état du stockage est globalement satisfaisant.

#### Végétation

La végétation est bien développée sur le stockage de l'Artus et protège contre l'érosion. Aucun débroussaillage n'a été réalisé en 2020. Une intervention sera programmée pour 2021.

#### Accès et clôtures

Le site de l'Artus est accessible depuis une piste fermée au Sud-Ouest par une barrière et au Nord-Est par un portail fermé avec chaîne et cadenas. La zone des bassins est, quant à elle, clôturée. Des panneaux matérialisent l'interdiction d'accès au site.

Une brèche a été pratiquée dans la clôture au niveau du bassin n°6 par notre prestataire Minélis, afin d'accéder à un ouvrage piézométrique (Illustration 6). La pause d'un portillon à cet emplacement pourrait faciliter l'accès de notre prestataire aux bassins de l'Artus. La reprise de cette clôture est à programmer courant 2021 et devrait être mise en pratique à partir de 2022.



*Illustration 6 : Brèche dans la clôture au niveau du bassin n°6 (10/06/20).*

### **Érosion**

Les ravinelements observés sur la piste Nord se sont accentués durant les fortes précipitations de mai 2020 (cf. Illustration 7). La reprise de la piste est à programmer courant 2021 et devrait être mise en pratique à partir de 2022.



*Illustration 7 : Ravinement prononcé de la piste d'accès Nord (28/10/20).*

De plus, des zones de stériles non recouvertes ont tendance à s'étendre dans le temps. Ces zones peuvent se retrouver sur les flancs ou dans les fossés de collecte d'eaux pluviales (cf. Illustration 8). Le recouvrement de ces stériles est à programmer courant 2021 et devrait être mis en pratique à partir de 2022.



*Illustration 8 : Fossés de collectes des eaux pluviales - Sables non recouverts (09/12/20).*

### **Réseau hydraulique de surface**

Les caniveaux et fossés sont pour l'essentiel en bon état, et assurent un bon drainage des eaux de ruissellement.

Il a toutefois été observé en 2020 que l'un des bassins de récupération des eaux de pluie, le long de la piste Sud, est sédimenté et encombré de végétation (cf. Illustration 9). Une intervention de curage pourra être intégrée au programme prévisionnel regroupant l'ensemble des travaux d'entretien à réaliser, cités précédemment. Ce programme sera proposé en 2021 et devrait être mis en pratique à partir de 2022.



*Illustration 9 : Bassin de récupération encombré par la végétation (09/12/20).*

### 2.2.3 Stabilité du stockage

Les inclinomètres et cellules de pressions interstitielles suivis jusqu'en 2007, par un relevé semestriel de plots topographiques (cf. Illustration 5, §2.2.1). Le rapport détaillé des mesures réalisées en 2020 figure en annexe 7.

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

Pour 2020, les levés des plots topographiques de l'Artus ont été réalisés les 10 juin et 2 décembre. Les déplacements cumulés depuis le levé initial du 01/09/06 sont rassemblés dans le Tableau 5 ci-dessous.

N°	Date T <sub>0</sub>	Date T	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	$\Delta Z$ (m)
			<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>
PL A	01/09/06	02/12/20	+0,059	+0,007	-0,226
PL B	01/09/06	02/12/20	-	-	-
PL C	01/09/06	02/12/20	+0,034	-0,012	-0,281
PL D	01/09/06	02/12/20	-0,013	+0,016	-0,229
PL E	01/09/06	02/12/20	+0,006	-0,022	-0,040
PL F	01/09/06	02/12/20	+0,022	-0,013	-0,103
AM13	01/09/06	02/12/20	+0,024	-0,014	-0,020
AM15	01/09/06	02/12/20	+0,047	+0,033	+0,101
AV4	01/09/06	-	-	-	-
AV4 bis	14/05/13	02/12/20	-0,120	+0,179	+0,034

Tableau 5 : Relevés topographiques au droit du dépôt de l'Artus, (MINELIS, 2020).

Globalement, les déplacements en X,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 de la partie sommitale tend à se stabiliser, traduisant une évolution normale.

### 2.2.4 Eaux internes au stockage

#### a) Piézomètres

Les piézomètres Pz14 et Pz15 localisés sur l'illustration 5 permettent la surveillance des eaux internes au dépôt de l'Artus. Ils font l'objet d'un contrôle trimestriel.

Le tableau suivant (cf. Tableau 6) présente les résultats du suivi réalisé en 2020 pour Pz14 et Pz15.

PZ14		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,65	7,58	7,83	7,97	7,34	7,67
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	11430	16070	16800	16550	14670	15104
Eh	(mV)	167	152	206	145	250	184
Température	(°C)	13,5	16,6	18,4	18,7	16,5	16,7
Oxygène dissous	(mg/L)	5,9	5,8	6,2	6,6	8,2	6,6
As total	(mg/L)	30,400	49,500	63,000	47,600	44,800	47,060
As dissous	(mg/L)	25,700	32,700	23,800	25,400	27,300	26,980
Cyanures totaux	(mg/L)	0,220	2,900	0,690	0,920	0,340	1,014
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	0,018	0,038	<0,010	0,050	0,023
Cote tête de piézo.	(mNGF)	241,95	241,95	241,95	241,95	241,95	241,95
Niveau/Tête piézo	(m)	14,19	14,23	14,16	14,14	14,00	14,14
Cote nappe	(mNGF)	227,76	227,72	227,79	227,81	227,95	227,81
PZ15		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,32	7,53	7,71	8,40	7,44	7,68
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	23280	23300	23450	23240	22390	23132
Eh	(mV)	132	120	180	145	175	151
Température	(°C)	16,2	17,4	17,3	18,7	17,2	17,4
Oxygène dissous	(mg/L)	5,1	5,8	6,7	6,8	8,1	6,5
As total	(mg/L)	7,520	7,760	8,720	6,860	8,830	7,938
As dissous	(mg/L)	6,950	7,330	5,280	5,250	5,750	6,112
Cyanures totaux	(mg/L)	1,700	0,800	1,100	0,370	0,630	0,920
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	0,021	0,073	0,018	<0,010	0,024
Cote tête de piézo.	(mNGF)	215,52	215,52	215,52	215,52	215,52	215,52
Niveau/Tête piézo	(m)	24,28	24,38	24,30	24,29	23,30	24,11
Cote nappe	(mNGF)	191,24	191,14	191,22	191,23	192,22	191,41

Tableau 6 : Contrôle trimestriel du niveau piézométrique et de la qualité des eaux dans Pz14 et Pz15, (MINELIS, 2020).

- **Niveaux d'eau**

Ces ouvrages font l'objet d'une surveillance trimestrielle depuis 2013. Le suivi de ces deux ouvrages met en évidence une tendance générale à la baisse du niveau piézométrique dans le dépôt. En 2020 le niveau est resté relativement constant par rapport à 2019.

• **Arsenic**

L'illustration 10 présente les concentrations en As dissous et total pour le Pz14 et le Pz15.

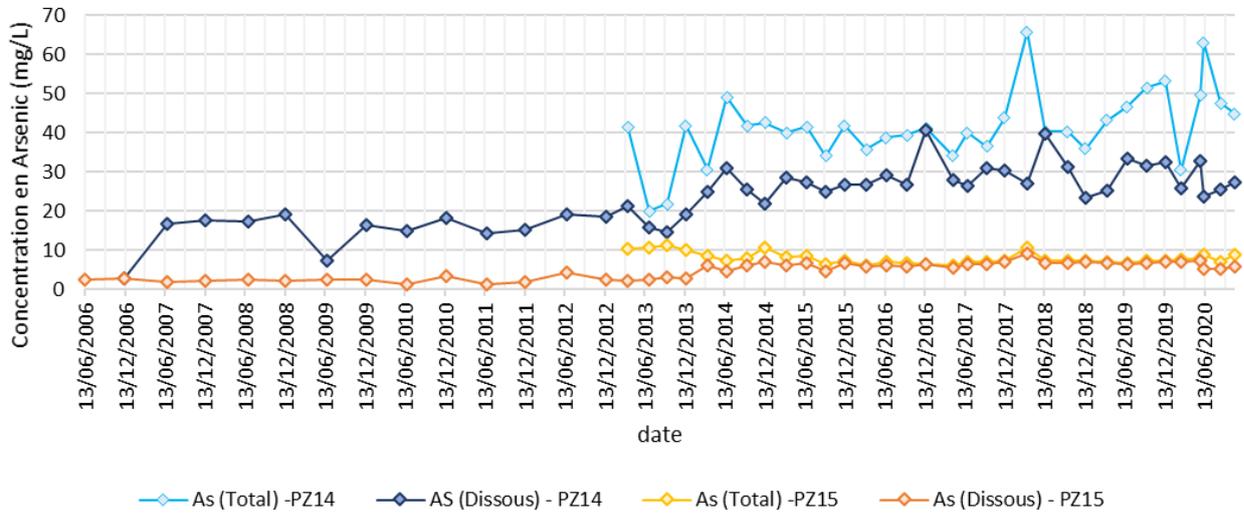


Illustration 10 : Évolution des concentrations en arsenic total et dissous et du niveau d'eau des piézomètres Pz14 et Pz15.

Dans le Pz14, l'arsenic ne se présente pas seulement sous forme dissoute, la proportion d'As particulaire avoisine généralement 30 % du total analysé. Durant l'année 2020, la concentration en arsenic total a fluctué entre 30,4 et 63 mg/l, ce qui est, comme durant 2019, au-delà de la moyenne des valeurs observées les années antérieures (moyenne située autour de 40 mg/L d'As total). Cette augmentation est concomitante avec la hausse de niveau piézométrique de fin 2018 puis fin 2019 dans le Pz14.

D'une manière générale, le piézomètre Pz15 implanté en partie basse du dépôt présente essentiellement de l'arsenic sous forme dissoute, et à une concentration inférieure par rapport à l'ouvrage localisé en partie haute (Pz14). En 2020, la concentration d'As total est de l'ordre de 7 mg/l, ce qui est dans la gamme habituellement observée.

- **Cyanures**

L'illustration 11 montre l'évolution des concentrations en CN totaux et libres au droit du Pz14 et Pz15 depuis 2006.

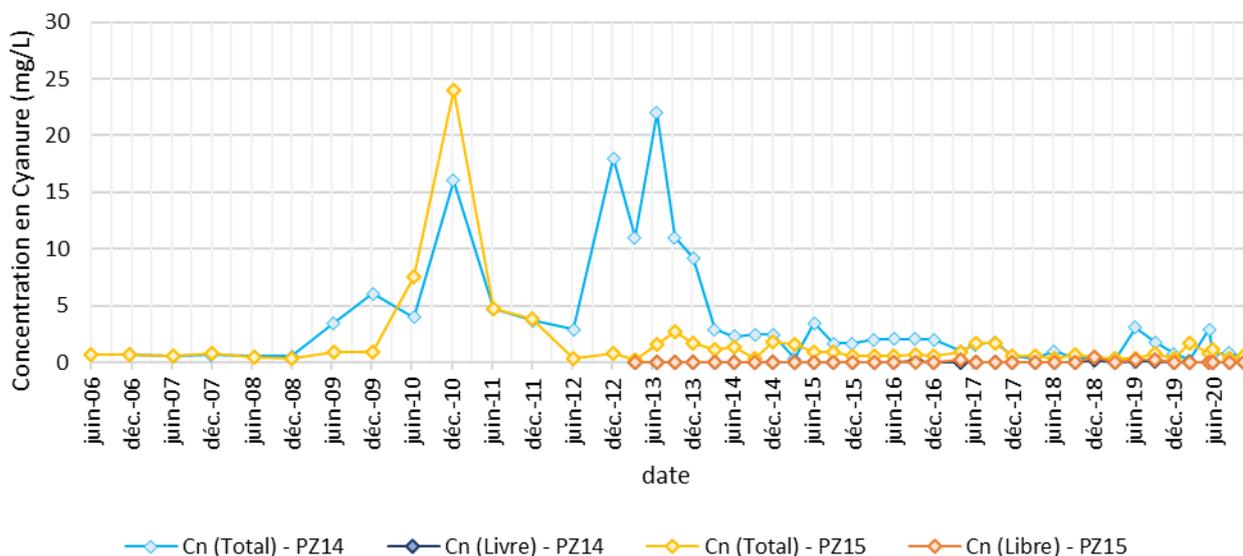


Illustration 11 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau des piézomètres PZ14 et PZ15.

La concentration en cyanures libres est faible au droit du Pz14. En 2020, elle a varié entre la limite de quantification du laboratoire (0,01 mg/l) et 0,023 mg/L. La concentration en cyanures totaux au droit du Pz14 a varié en 2020 entre 0,22 et 2,9 mg/l.

Au droit du Pz15, la concentration en cyanures libres en 2020 a varié entre la limite de quantification du laboratoire (0,01 mg/l) et 0,21 mg/l. Concernant les cyanures totaux, leur concentration a fluctué en 2020 entre 0,37 et 1,7 mg/l. Comme pour l'arsenic, Les concentrations mesurées en Pz15 sont en dessous de celles observées en Pz14.

Outre les valeurs exceptionnellement élevées des années 2010, 2012 et 2013, les ouvrages Pz14 et Pz15 présentent des concentrations en cyanure libre et total du même ordre de grandeurs que pour les années précédentes.

## b) **Eaux de drainage – réseau**

Le débit et la qualité des eaux des drains se déversant dans les bassins d'évaporation sont mesurés mensuellement. Afin d'assurer la stabilité du stockage, plusieurs dispositifs de drainage avaient été mis en place au cours de l'exploitation de l'Artus (cf. Illustration 12). Un système de tapis et de tranchées drainantes permet de récolter les eaux situées au niveau des digues intermédiaires et des digues de pied. Trois réseaux de drainage supérieurs (drain Sud, drain central et drain Nord) se déversent dans le bassin n° 1. De plus, un ensemble de penstocks (drains immergés) et de trois canalisations positionnées aux points bas des anciens thalwegs permettent un drainage supplémentaire des eaux de ressuyage des résidus de traitement. Les eaux issues de ces réseaux sont envoyées dans le bassin n° 6.

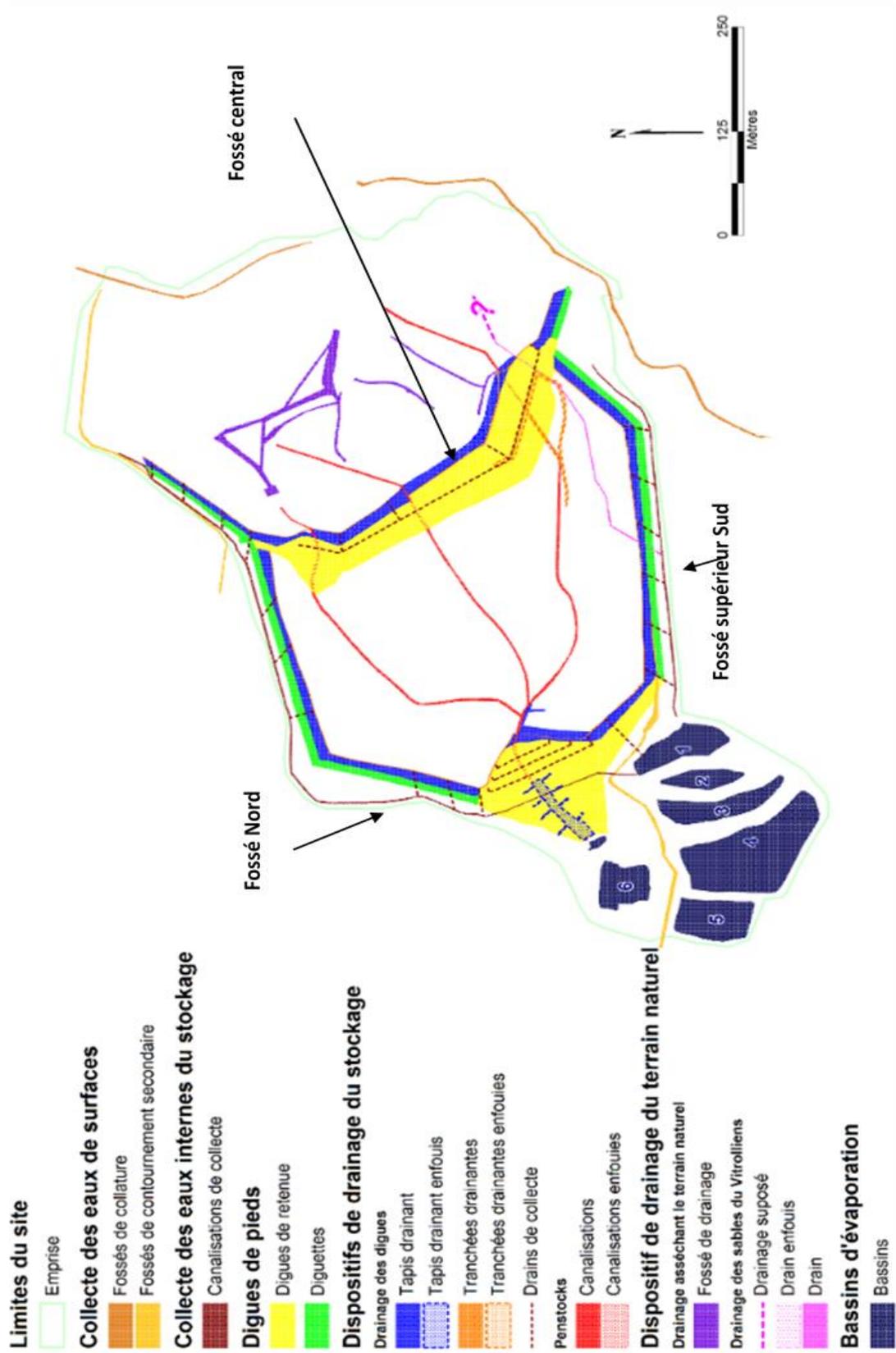


Illustration 12 : Dispositif de drainage et de collecte des eaux de l'Artus. Les eaux de surfaces collectées dans les fossés sont directement rejetées au milieu naturel

En 2020, suite à la crue du 10 et 11 mai, un débordement de bassin 6 de l'Artus dans l'Orbiel a été observé. Un pompage a été mis en place afin d'abaisser le niveau d'eau du bassin et ainsi de limiter le phénomène de débordement. Le débordement temporaire du bassin B6 de l'Artus a heureusement été sans conséquence notable sur la qualité des eaux de l'Orbiel.

Un système d'alarme, a été mis en place afin d'aviser les exploitants de la station de la nécessité de démarrer la pompe quand le niveau d'eau dans le bassin a atteint 159.88 mNGF. Il est également prévu d'équiper le bassin d'un système automatisé de mesure du niveau d'eau.

Par ailleurs, afin de prévenir de nouveaux débordement, une étude hydraulique ciblée sur la compréhension du système de fonctionnement des bassins de l'Artus a été commandée.

Concernant les réseaux de drainage, le dernier hydrocurage a été réalisé par la société SAUR le 17 décembre 2019.

Les tableaux suivant présentent les résultats du suivi effectué en 2020 sur les différents drains de l'Artus (cf. Tableau 7 et Tableau 8).

Drain supérieur Sud		janv-20	févr-20	avr-20	avr-20	mai-20	juin-20	Moyenne
pH	u	7,63	7,11	7,16	7,45	7,43	7,61	7,40
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	7906	11220	11110	9021	7577	10690	9587
Eh	(mV)	177	181	246	155	143	264	194
Température	(°C)	13,7	15,0	15,5	16,0	17,1	18,8	16,0
Oxygène dissous	(mg/L)	8,6	7,5	7,2	7,2	7,5	6,5	7,4
As total	(mg/L)	7,02	6,21	8,80	6,78	7,75	7,50	7,34
As dissous	(mg/L)	6,85	6,06	8,00	6,39	3,84	7,38	6,42
Cyanures totaux	(mg/L)	0,33	0,11	0,16	0,19	0,15	0,15	0,18
Cyanures libres	(mg/L)	0,04	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Débit	(m3/h)	1,53	0,69	0,71	1,17	1,66	0,78	1,09
Drain supérieur Nord		janv-20	févr-20	avr-20	avr-20	mai-20	juin-20	Moyenne
pH	u	7,58	7,80	7,61	7,54	7,66	7,91	7,68
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	9315	9874	9613	9031	8086	9857	9296
Eh	(mV)	185	164	166	154	143	150	160
Température	(°C)	12,7	13,3	13,4	15,0	16,9	19,4	15,1
Oxygène dissous	(mg/L)	7,9	8,0	7,7	7,7	7,6	6,8	7,6
As total	(mg/L)	10,30	14,20	12,00	10,00	8,93	11,20	11,11
As dissous	(mg/L)	10,30	13,60	11,00	9,61	8,70	10,90	10,68
Cyanures totaux	(mg/L)	0,17	0,07	0,48	0,12	0,14	0,08	0,18
Cyanures libres	(mg/L)	0,05	<0,01	0,17	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Débit	(m3/h)	1,53	0,96	1,03	1,53	1,63	1,05	1,29
Drain supérieur Central		janv-20	févr-20	avr-20	avr-20	mai-20	juin-20	Moyenne
pH	u	7,55	7,17	7,08	7,49	7,31	7,48	7,35
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	13160	13620	14200	13810	10940	14070	13300
Eh	(mV)	133	152	155	116	126	120	134
Température	(°C)	14,1	14,4	15,8	16,4	17,0	20,7	16,4
Oxygène dissous	(mg/L)	7,5	8,3	7,3	7,4	7,2	6,1	7,3
As total	(mg/L)	18,50	6,04	6,60	8,33	9,20	21,10	11,63
As dissous	(mg/L)	17,60	5,67	6,30	8,06	7,82	20,60	11,01
Cyanures totaux	(mg/L)	0,19	0,08	0,54	0,19	0,07	0,33	0,23
Cyanures libres	(mg/L)	0,04	<0,01	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Débit	(m3/h)	0,08	0,06	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07
Drains inférieurs Penstock		janv-20	févr-20	avr-20	avr-20	mai-20	juin-20	Moyenne
pH	u	7,53	7,53	7,54	7,58	7,66	7,98	7,64
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	12550	14340	13820	12550	13790	14300	13558
Eh	(mV)	154	144	162	155	200	139	159
Température	(°C)	14,5	15,3	17,0	17,3	17,3	22,1	17,3
Oxygène dissous	(mg/L)	7,8	7,5	7,4	6,8	7,3	6,5	7,2
As total	(mg/L)	10,50	13,00	13,00	10,40	6,85	11,40	10,86
As dissous	(mg/L)	9,61	10,90	12,00	9,83	6,45	10,90	9,95
Cyanures totaux	(mg/L)	0,28	0,16	0,83	0,18	0,17	0,14	0,29
Cyanures libres	(mg/L)	0,10	<0,01	0,32	<0,01	0,03	0,02	0,08
Débit	(m3/h)	4,91	4,15	4,70	4,95	5,14	4,32	4,70

Tableau 7 : Résultats d'analyses des drains et penstocks à l'Artus -1<sup>ème</sup> semestre 2020, (Minélias, 2020).

Drain supérieur Sud		juil-20	août-20	oct-20	oct-20	nov-20	déc-20	Moyenne
pH	u	7,23	7,67	7,50	7,52	7,68	7,47	7,51
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	11760	12780	13190	13020	13310	12080	12690
Eh	(mV)	175	156	265	307	298	362	261
Température	(°C)	18,2	20,4	18,9	17,9	17,0	15,5	18,0
Oxygène dissous	(mg/L)	7,5	6,6	7,9	8,2	8,7	8,8	8,0
As total	(mg/L)	6,24	9,18	15,50	22,50	23,00	12,80	14,87
As dissous	(mg/L)	6,19	9,05	15,50	21,70	21,80	12,80	14,51
Cyanures totaux	(mg/L)	0,14	0,14	0,13	0,24	0,17	0,12	0,16
Cyanures libres	(mg/L)	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,04	<0,01	0,01
Débit	(m <sup>3</sup> /h)	0,60	0,51	0,43	0,43	0,40	0,47	0,47
Drain supérieur Nord		juil-20	août-20	oct-20	oct-20	nov-20	déc-20	Moyenne
pH	u	7,38	7,37	7,75	7,73	7,75	7,69	7,61
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	10100	10540	17700	10570	10510	10120	11590
Eh	(mV)	151	117	173	193	208	258	183
Température	(°C)	19,4	21,4	17,7	16,6	14,8	12,5	17,1
Oxygène dissous	(mg/L)	7,4	6,7	7,4	8,0	8,7	8,8	7,8
As total	(mg/L)	12,70	13,20	14,10	16,60	14,50	14,20	14,22
As dissous	(mg/L)	11,90	12,90	13,80	14,90	11,20	14,10	13,13
Cyanures totaux	(mg/L)	0,09	0,07	0,09	0,13	0,08	0,09	0,09
Cyanures libres	(mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Débit	(m <sup>3</sup> /h)	0,98	0,83	0,88	0,84	0,86	0,91	0,88
Drain supérieur Central		juil-20	août-20	oct-20	oct-20	nov-20	déc-20	Moyenne
pH	u	7,38	7,71	7,51	7,58	7,61	7,54	7,56
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	14710	15750	15950	16080	15910	15630	15672
Eh	(mV)	126	113	152	217	205	296	185
Température	(°C)	17,7	21,2	17,7	17,5	16,1	13,8	17,3
Oxygène dissous	(mg/L)	7,4	6,6	7,3	7,4	8,7	8,8	7,7
As total	(mg/L)	13,00	18,70	24,00	24,40	26,40	27,20	22,28
As dissous	(mg/L)	6,51	16,20	19,50	23,30	24,00	26,30	19,30
Cyanures totaux	(mg/L)	0,32	0,10	0,14	0,22	0,15	0,12	0,18
Cyanures libres	(mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
Débit	(m <sup>3</sup> /h)	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05
Drains inférieurs Penstock		juil-20	août-20	oct-20	oct-20	nov-20	déc-20	Moyenne
pH	u	7,85	7,99	7,87	7,74	7,79	7,72	7,83
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	14190	14540	14160	14130	14060	13790	14145
Eh	(mV)	159	198	217	202	233	255	211
Température	(°C)	16,4	20,4	17,1	17,1	15,9	14,8	17,0
Oxygène dissous	(mg/L)	7,3	7,0	7,6	8,1	8,6	8,8	7,9
As total	(mg/L)	13,00	14,90	12,90	13,00	13,90	12,50	13,37
As dissous	(mg/L)	12,70	14,60	12,50	12,90	13,70	12,40	13,13
Cyanures totaux	(mg/L)	0,18	0,14	0,13	0,25	0,13	0,14	0,16
Cyanures libres	(mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01	0,01
Débit	(m <sup>3</sup> /h)	4,12	4,24	4,51	4,35	4,21	4,38	4,30

Tableau 8 : Résultats d'analyses des drains et penstocks à l'Artus - 2ème semestre 2020, (Minélias, 2020).

- **Débit**

En ce qui concerne l'évolution des débits à long terme, une baisse est globalement observée depuis 2013, plus particulièrement au niveau des drains profonds (penstocks).

Les débits sont influencés par la pluviométrie et présentent globalement une saisonnalité, avec un temps de réaction, qui peut être de l'ordre de plusieurs mois, en lien avec la faible perméabilité des matériaux du stockage de l'Artus. Une différence de comportement est visible entre les drains et les penstocks (cf. Illustration 13).

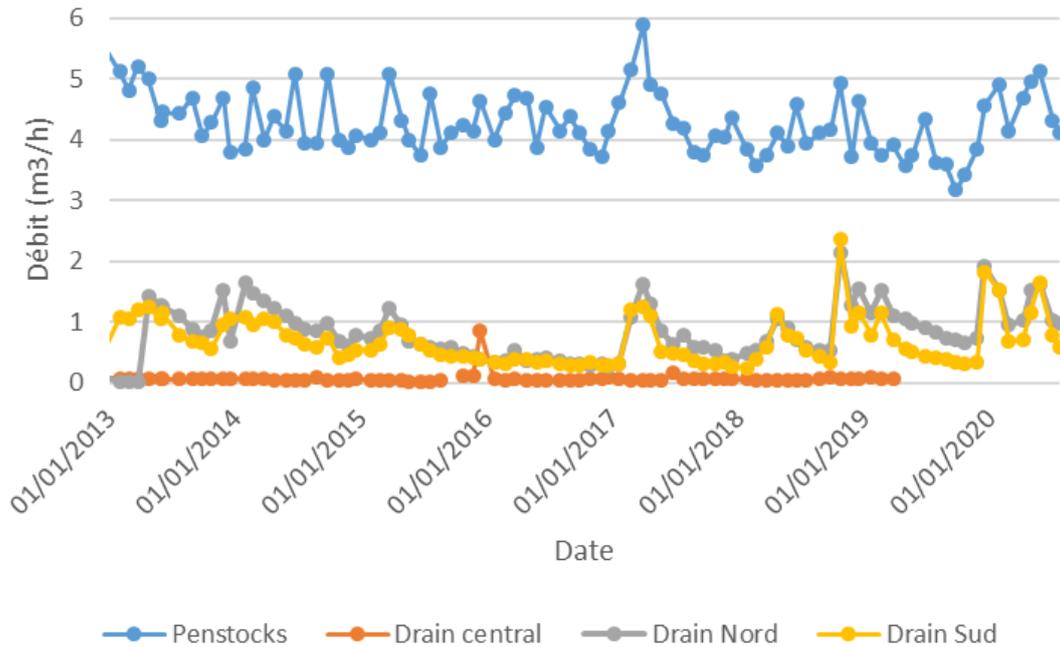


Illustration 13 : Débit du réseau de drainage de l'Artus depuis le début du suivi.

Les gammes de débits observées en 2020 sont les suivantes :

- réseau des penstocks : 4,12 à 5,15 m<sup>3</sup>/h, avec une moyenne de 4,50 m<sup>3</sup>/h. Un tel débit moyen impliquerait un volume généré de 39 420 m<sup>3</sup> en 2020, soit 70% du volume collecté par l'ensemble du système de drainage de l'Artus ;
- réseau de drainage supérieur :
  - drain supérieur central : 0,04 à 0,08 m<sup>3</sup>/h soit 0,06 m<sup>3</sup>/h de moyenne (soit 1% du volume collecté) ;
  - drain supérieur Sud : 0,40 à 1,69 m<sup>3</sup>/h soit 0,78 m<sup>3</sup>/h de moyenne (soit 12% du volume collecté) ;
  - drain supérieur Nord : 0,83 à 1,63 m<sup>3</sup>/h pour 1,08 m<sup>3</sup>/h de moyenne (soit 17% du volume collecté).

- **Arsenic**

La majorité de l'arsenic se présente sous forme dissoute, ce qui est cohérent avec les années précédentes. Le drain supérieur Nord est celui qui présente la plus haute moyenne des concentrations en As, suivi par le réseau de penstocks.

L'illustration 14 montre cependant que le drain central présente d'importantes variations de concentration d'As total, contrairement au reste du réseau.

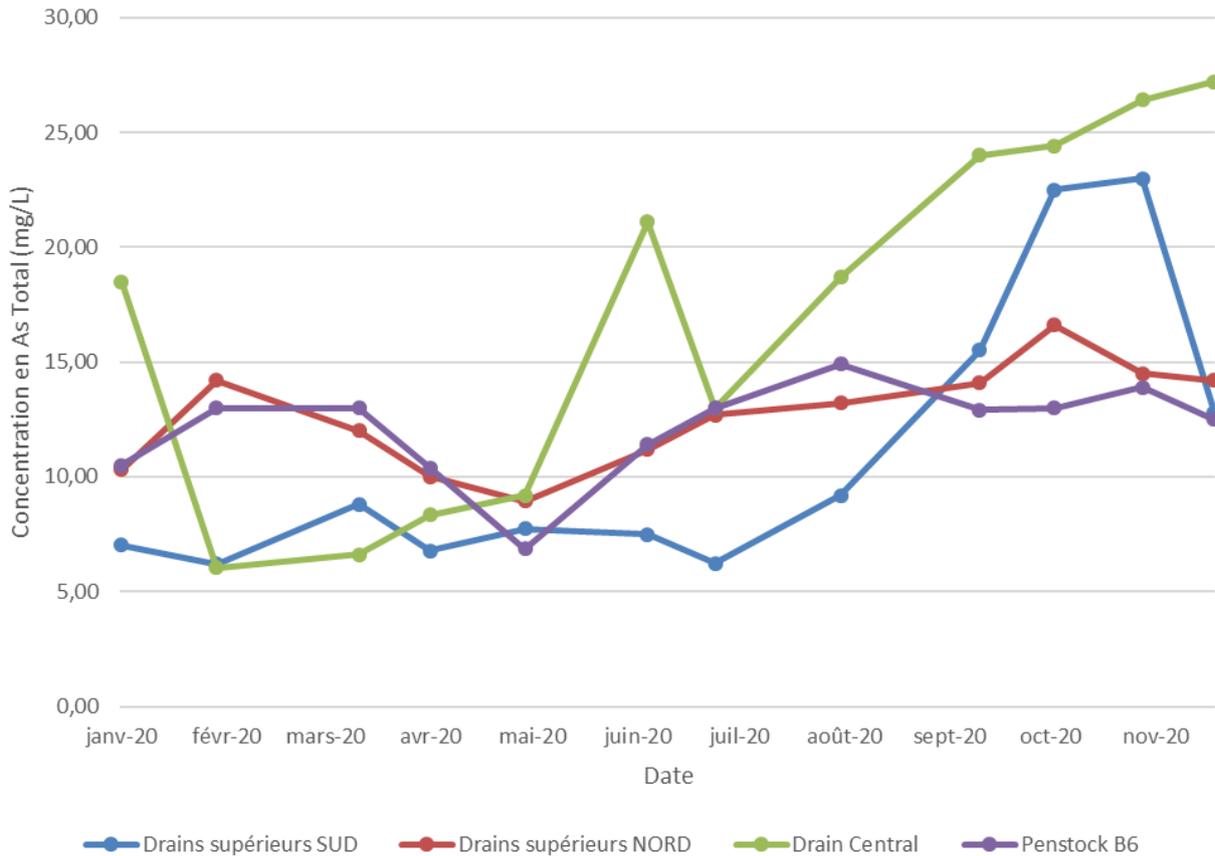


Illustration 14 : Concentrations 2020 en As total du réseau de drainage de l'Artus.

En 2020, les concentrations en arsenic total des différents drains varient entre des concentrations inférieures à 6 mg/L et 27,20 mg/L, les minimums et maximums sont obtenus pour les eaux issues du drain central. Les variations pour l'As dissous (non représenté) sont similaires. Il est important de souligner une augmentation des concentrations en arsenic par rapport à 2019. En effet, les concentrations en arsenic total dans le drain central en 2019 étaient de l'ordre de 0,5 mg/L pour les minimums et à plus de 25 mg/L pour les maximums. Cette augmentation pourrait être en lien avec les fortes intempéries du printemps 2020.

La combinaison des données de concentrations et de débit effectuées lors de chaque visite permet d'estimer le flux d'arsenic pour chaque drain le jour de la mesure. Sur les 12 campagnes de mesures de 2020 sur le réseau de drainage de l'Artus (cf. Illustration 15), les penstocks représentent en moyenne plus de 70% du flux de d'arsenic total tandis que le drain central représente plutôt de l'ordre 1% du flux. Le reste du flux est réparti entre le drain supérieur Nord et le drain supérieur Sud, chacun représentant en moyenne entre 9 et 17% du flux chaque jour.

- **Cyanures**

Plus de la moitié des résultats d'analyses de cyanures libres de 2020 est inférieure à la limite de quantification (cf. Tableau 7 et Tableau 8). Les penstocks présentent les concentrations en cyanure les plus élevées.

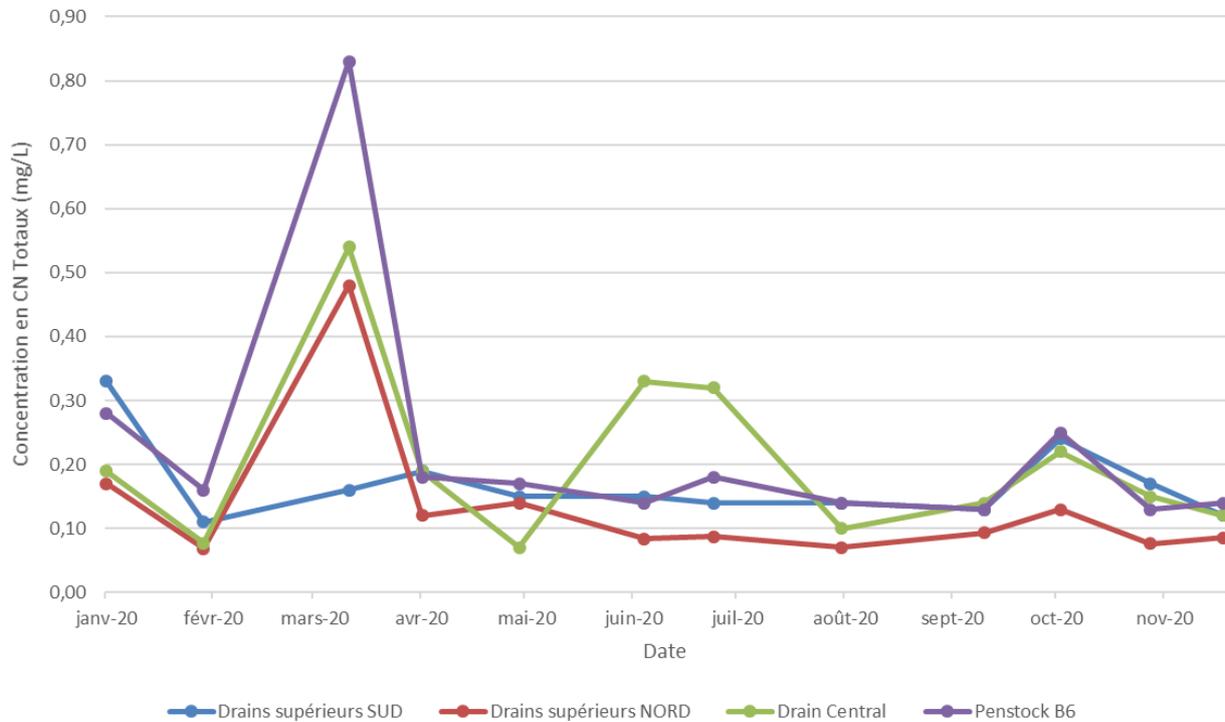


Illustration 15 : Concentrations 2020 en CN totaux du réseau de drainage de l'Artus et pluviométrie.

En 2020, les concentrations en cyanures totaux des différents drains varient entre des concentrations inférieures de 0,07 mg/L un maximum de 0,83 mg/L obtenu au niveau des penstocks en mars 2020.

Comme pour 2019, le pic à plus de 0,80 mg/L en mars 2020 a été relevé. Les concentrations maximales en cyanure total généralement mesurées sont comprises entre 0,10 et 0,20 mg/L.

La combinaison des données de concentrations et de débit effectuées lors de chaque visite permet d'estimer le flux de cyanure pour chaque drain le jour de la mesure. Sur les 12 campagnes de mesures de 2020 sur le réseau de drainage de l'Artus, les penstocks représentent entre 90 et 99% du flux de cyanures totaux tandis que le drain central représente plutôt de l'ordre 0,02% du flux. Le reste du flux est réparti entre le drain supérieur Nord et le drain supérieur Sud, chacun représentant entre 1 et 6% du flux chaque jour.

### c) **Eaux de drainage - bassins**

Six bassins d'évaporation (cf. Illustration 12) ont été aménagés et dimensionnés afin de recueillir les eaux issues du réseau de drainage décrit ci-avant. Ainsi, le bassin 1 recueille les eaux des drains supérieurs Nord, Central et Sud. Le bassin 6 récupère directement les eaux des penstocks (cf. Illustration 12). 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 permet de renvoyer les eaux résiduelles depuis le bassin n° 6 vers la station de dépollution de la Combe-du-Saut. En effet, le phénomène d'évaporation est insuffisant pour éliminer tout le volume des eaux recueillies.

Depuis 2017, la qualité et la quantité de ces eaux issues des bassins de l'Artus sont mesurées mensuellement.

Le graphique ci-dessous (cf. Illustration 16) présente les concentrations moyennes dans chaque bassin pour l'année 2020 en thiocyanates, arsenic total et cyanures totaux.

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 d'importantes surfaces de contacts entre les eaux cyanurées du stockage et l'air.

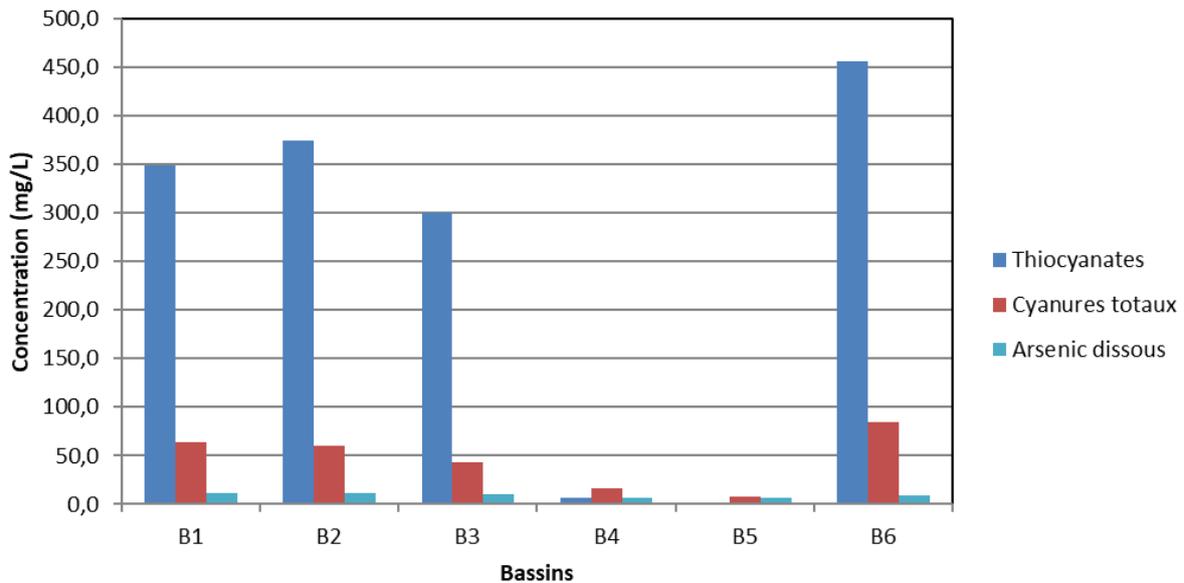


Illustration 16 : Moyennes annuelles 2020 des principaux éléments suivis dans les bassins de l'Artus.

Comme pour les années précédentes, il apparaît un abattement global des concentrations entre B1 et B5 dans lesquels l'eau des drains supérieurs s'écoule de manière gravitaire. La concentration en thiocyanates et cyanures totaux connaît notamment une importante baisse 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), sachant qu'il reçoit directement les eaux du réseau de drainage inférieur (« penstocks »).

En 2020, la moyenne des concentrations mesurées dans le bassin B6 sont similaires à celles observées en 2019.

### 2.2.5 Eaux souterraines

Concernant le suivi des eaux souterraines, un réseau de 5 piézomètres est présent autour du stockage de l'Artus (cf. Illustration 17) :

- 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 et la filtration de l'arsenic dissous dans les échantillons est réalisée sur place depuis 2014.

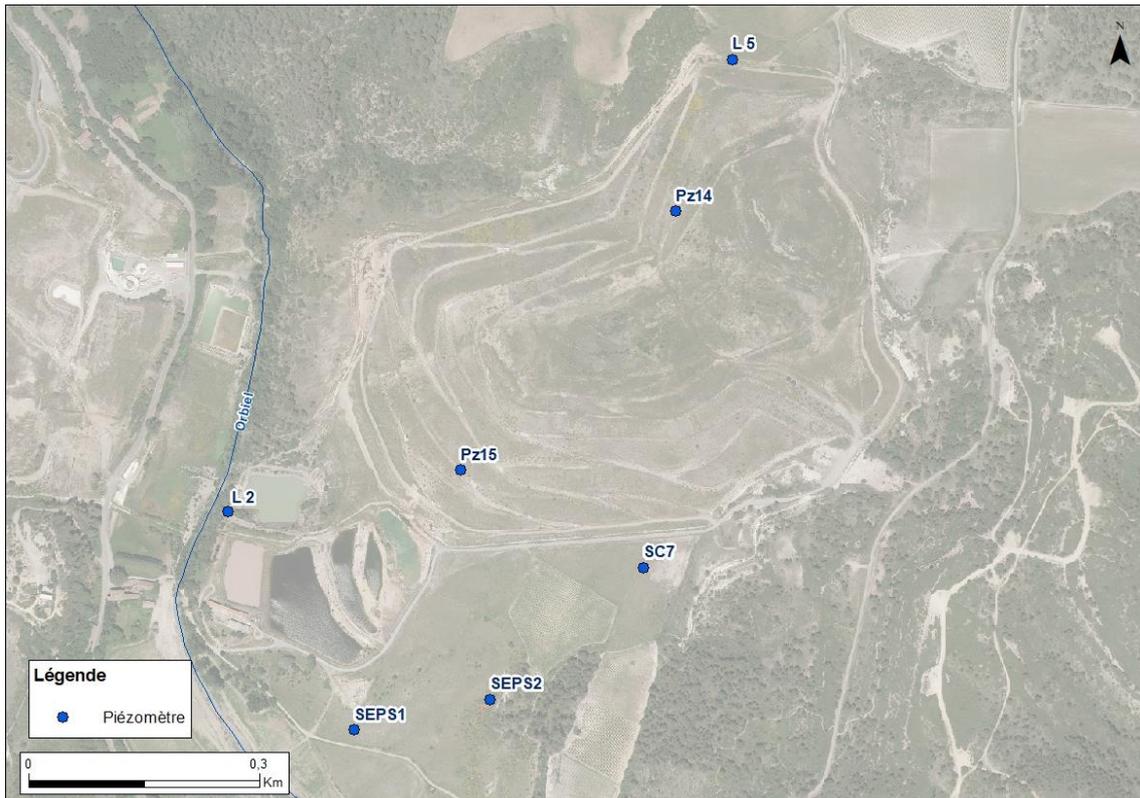


Illustration 17 : Localisation des piézomètres de l'Artus.

### a) Piézométrie

Les ouvrages Pz14 et Pz15 (cf. Illustration 5) ciblant les eaux internes au stockage ont été intégrés à l'analyse 2006-2020 des niveaux d'eau (cf. Illustration 18) à des fins de comparaison. À noter que la fréquence des campagnes piézométriques a doublé en 2013, expliquant que plus de variabilité soit détectée dans les niveaux d'eau.

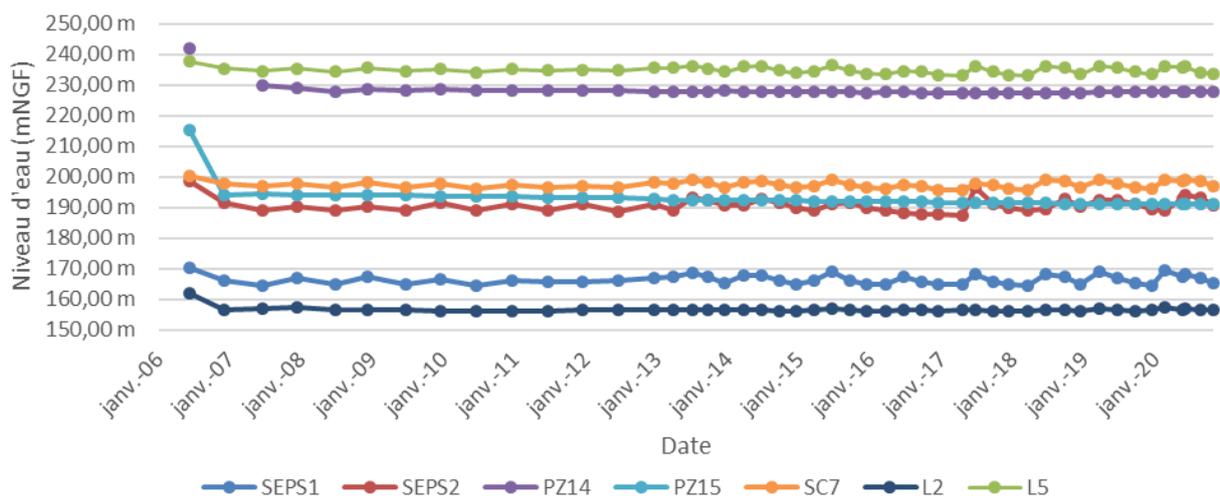


Illustration 18 : Évolution des niveaux d'eau des piézomètres dans le secteur de l'Artus (2006-2020).

En 2020, on observe peu d'évolution des niveaux d'eau par rapport au suivi réalisé en 2019.

Plusieurs plages de cotes piézométriques sont observables dans les ouvrages. Au nord (L5), la cote des écoulements est de l'ordre de + 235 m NGF. En aval du stockage, deux gammes sont observables :

- celles de SC7 et SEPS2 (de l'ordre de + 190 à + 200 m NGF), avec des battements dans les ouvrages du même ordre de grandeur. Ces ouvrages captent les niveaux d'eau présents dans les formations géologiques du Tertiaire ;
- celles de SEPS1 et L2 (de l'ordre de + 155 à + 170 m NGF), avec un battement important pour SEPS1 et inférieur à 1 m au droit de L2. Ces ouvrages sont plus proches de l'Orbiel et sont implantés dans le substratum géologique ancien datant du Paléozoïque.

## b) Suivi qualitatif des eaux

Les résultats des campagnes de suivi sont regroupés dans le Tableau 9 ci-dessous.

L5		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,02	7,16	-	7,79	7,38	7,34
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	4730	4741	-	4760	4417	4662
Eh	(mV)	180	130	-	174	288	193
Température	(°C)	10,9	14,5	-	16,50	16,1	14,5
Oxygène dissous	(mg/L)	5,2	5,8	-	6,9	7,9	6,5
As total	(mg/L)	0,025	0,033	-	0,250	0,650	0,240
As dissous	(mg/L)	0,025	0,030	-	0,250	0,250	0,139
Cyanures totaux	(mg/L)	0,110	0,100	-	0,075	0,120	0,101
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	-	<0,010	<0,010	<0,010
SC7		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,17	7,25	7,46	7,84	7,65	7,47
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	5581	5057	5002	4705	4768	5023
Eh	(mV)	350	178	330	176	209	248
Température	(°C)	12,2	15,9	15,7	18	17,2	15,8
Oxygène dissous	(mg/L)	7,4	6,4	7,0	6,8	7,7	7,0
As total	(mg/L)	0,066	0,048	0,042	0,056	0,106	0,064
As dissous	(mg/L)	0,010	0,046	<0,005	<0,005	0,047	0,022
Cyanures totaux	(mg/L)	0,160	0,150	0,150	0,140	0,140	0,148
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,061	0,016
L2		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,46	7,26	7,53	7,76	7,83	7,57
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	2798	3138	3140	3154	2968	3040
Eh	(mV)	178	232	214	163	233	204
Température	(°C)	14,9	15,5	14,8	16,2	15,5	15,4
Oxygène dissous	(mg/L)	5,9	4,8	7,2	6,5	8,3	6,5
As total	(mg/L)	0,042	0,203	0,052	0,039	0,043	0,076
As dissous	(mg/L)	0,028	0,027	0,006	<0,005	0,010	0,015
Cyanures totaux	(mg/L)	0,093	0,095	0,110	0,086	0,073	0,091
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
SEPS1		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,87	7,90	7,79	7,99	7,97	7,90
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	1246	1399	1497	1532	1759	1487
Eh	(mV)	317	242	311	252	240	272
Température	(°C)	12,1	15,2	16,7	19,1	16,6	15,9
Oxygène dissous	(mg/L)	6,9	9,1	7,5	6,1	8,2	7,6
As total	(mg/L)	0,206	0,120	0,264	0,170	0,183	0,189
As dissous	(mg/L)	0,102	0,093	0,111	0,11	0,101	0,103
Cyanures totaux	(mg/L)	0,023	0,033	0,038	0,046	0,043	0,037
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

SEPS2		févr.-20	mai-20	juin-20	août-20	oct.-20	Moyenne
pH	u	7,73	7,91	7,88	8,20	8,08	7,96
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	1728	1756	1799	1817	1878	1796
Eh	(mV)	328	270	315	251	212	275
Température	(°C)	12,8	14,3	15,6	16,6	15	14,9
Oxygène dissous	(mg/L)	8,9	8,1	7,2	6,0	8,2	7,7
As total	(mg/L)	0,077	0,075	0,111	0,030	0,360	0,131
As dissous	(mg/L)	0,026	0,040	0,035	0,006	0,038	0,029
Cyanures totaux	(mg/L)	0,110	0,120	0,120	0,140	0,150	0,128
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Tableau 9 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres de l'Artus, (MINELIS, 2020).

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

- **Arsenic**

L'analyse de l'As total sur les piézomètres autour de l'Artus ayant débuté en 2013, la chronique de ce paramètre représentée sur le graphique de l'illustration 19 commence à cette date. La chronique des concentration en As dissous, paramètre faisant l'objet de mesures depuis plus longtemps, est représenté sur l'illustration 20.

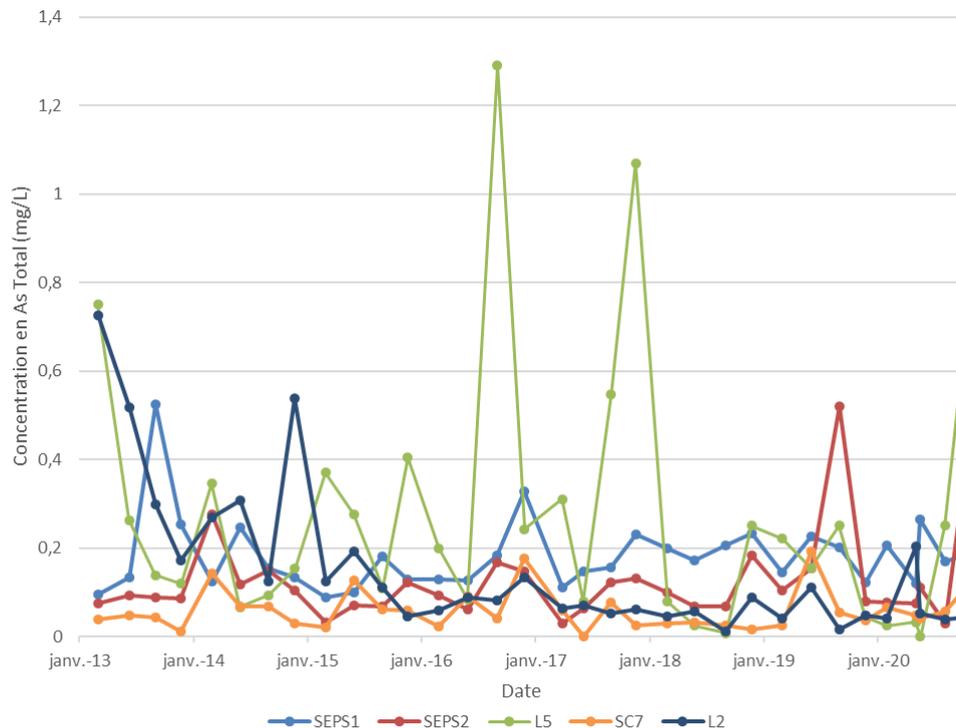


Illustration 19 : Concentrations en As total dans les eaux souterraines autour de l'Artus.

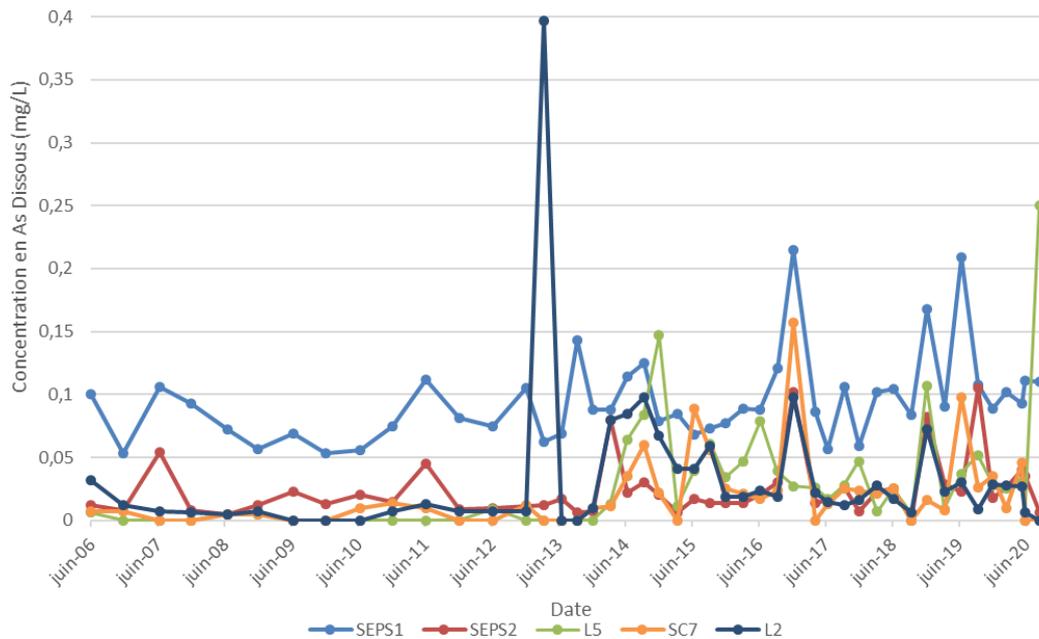


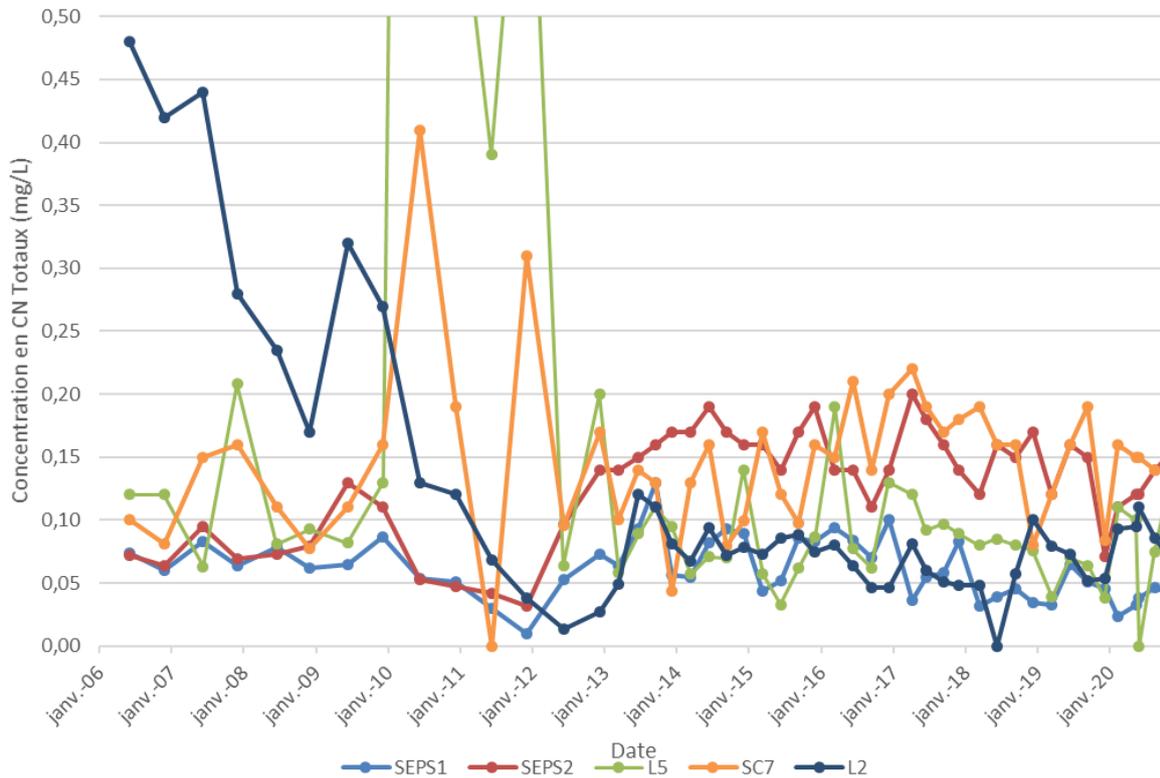
Illustration 20 : Concentration en As dissous dans les eaux souterraines autour de l'Artus.

En juin 2020, les eaux prélevées dans l'ouvrage L5, en aval du stockage, ont présenté un pic inhabituel à 0,65 mg/L d'As total et 0,25 mg/L d'As dissous, tandis que les autres piézomètres restent dans leur gamme de variation observée de ces dernières années.

En 2020, l'ouvrage SEPS1 présente la concentration moyenne d'As total la plus élevée avec 0,189 mg/L contre 0,131 mg/L d'As total dans SEPS2. Ces piézomètres présentent des concentrations nettement inférieures à celles des eaux internes du stockage (Pz14 et Pz15, cf § 2.2.4).

- **Cyanures**

Les concentrations 2020 en CN totaux sur tous les piézomètres autour de l'Artus sont cohérentes avec celles obtenues les années précédentes (cf. Illustration 21). Depuis 2010, SEPS2 et SC7 présentent les plus fortes concentrations en CN totaux, autour de 0,13 mg/L en moyenne. SEPS1, L5 et L2 présentent une moyenne 2020 de l'ordre de de 0,1 mg/L de CN totaux.



*Illustration 21 : Concentrations en CN totaux dans les eaux souterraines autour de l'Artus. 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.*

Concernant les analyses 2020 sur les cyanures libres, seuls les piézomètres L5 et SC7 présentent des traces, tout en restant dans des concentrations très faibles (<0,1 mg/L). Les autres points suivis ne dépassent pas la limite de quantification des CN libres (0,010 mg/L).

## 2.3 STOCKAGE DE MONTREDON

### 2.3.1 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 22).



*Illustration 22 : Panorama du flanc est du bassin de Montredon depuis la D111, (Minélias, novembre 2020).*

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. Ce stockage a été conçu au moyen d'une digue périphérique en matériaux marno-calcaires recouverte d'une couche d'étanchéité d'argile compactée de 5 mètres d'épaisseur du côté intérieur du « bassin » ainsi formé où furent déposés les déchets par voie humide.

Le stockage de Montredon, d'un volume supérieur au million de m<sup>3</sup>, a été fermé fin 2005 par la pose d'une couverture composée d'un géosynthétique bentonitique associé à une couche drainante de scories noires et 50 cm de marno-calcaire en surface.

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 qui acheminent les eaux gravitairement vers la station de dépollution.

Suite à l'apparition d'instabilités superficielles en tête de digue (en lien avec la hauteur dépassant le dimensionnement initial du stockage), 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, en la reprise du sommet de la digue pour stabiliser les mouvements superficiels, et en un drainage du massif par l'implantation de drains subhorizontaux en pied de butée.

À 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), une étude a été réalisée en 2019 afin de rétablir le confinement étanche du stockage de Montredon. Les travaux ont débuté en août 2020. Ils consistent à remplacer la membrane bentonitique défaillante (GSB) en la remplaçant par une géomembrane PEHD, de mettre en place des puits de pompage afin d'éliminer la nappe perchée présente au sein du stockage ainsi que neutraliser le défaut d'étanchéité du flanc Est. Les travaux permettront également d'évacuer des dépôts miniers anciens en pied de digue Est avant la mise en place de la nouvelle couverture étanche. L'ensemble de la gestion des eaux du site sera également repris sur la partie sommitale et sur les flancs avec la mise en place de descentes d'eau. Le remplacement de la géomembrane et la mise en place du système de pompage devraient se terminer d'ici l'automne 2021. La dernière phase consistant en une revégétalisation du site sera ensuite menée jusqu'au printemps 2022. Le détail des travaux fera l'objet d'un mémoire spécifique.

La surveillance du stockage de Montredon s'appuie sur les items suivants :

- un contrôle visuel de l'ouvrage ;
- un réseau de 11 plots topographiques, 3 inclinomètres et de 6 cellules de pression interstitielle pour contrôler la stabilité de l'ouvrage ;
- un piézomètre situé sur la plateforme sommitale ;
- six piézomètres répartis autour du stockage ;
- deux points de contrôle des eaux de ruissellement.

De nouveaux ouvrages de surveillance (inclinomètre, piézomètre...) ont 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 au sommet du stockage ;
- 6 piézomètres au sommet du stockage (ouvrages réalisés en 2018 durant la phase d'avant-projet des travaux d'étanchéité du stockage de Montredon) ;
- 2 piézomètres sur le flanc Sud (ouvrages réalisés en 2020 au début des travaux sur le stockage) ;
- 2 piézomètres 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 fait l'objet d'une visite bimensuelle par le prestataire Minelis, en charge du suivi environnemental. Un état synthétique de celui-ci accompagné de photographies est transmis à la même fréquence à la DREAL.

L'illustration 23, ci-dessous, présente l'ensemble des points de surveillance sur le site à l'été 2020.

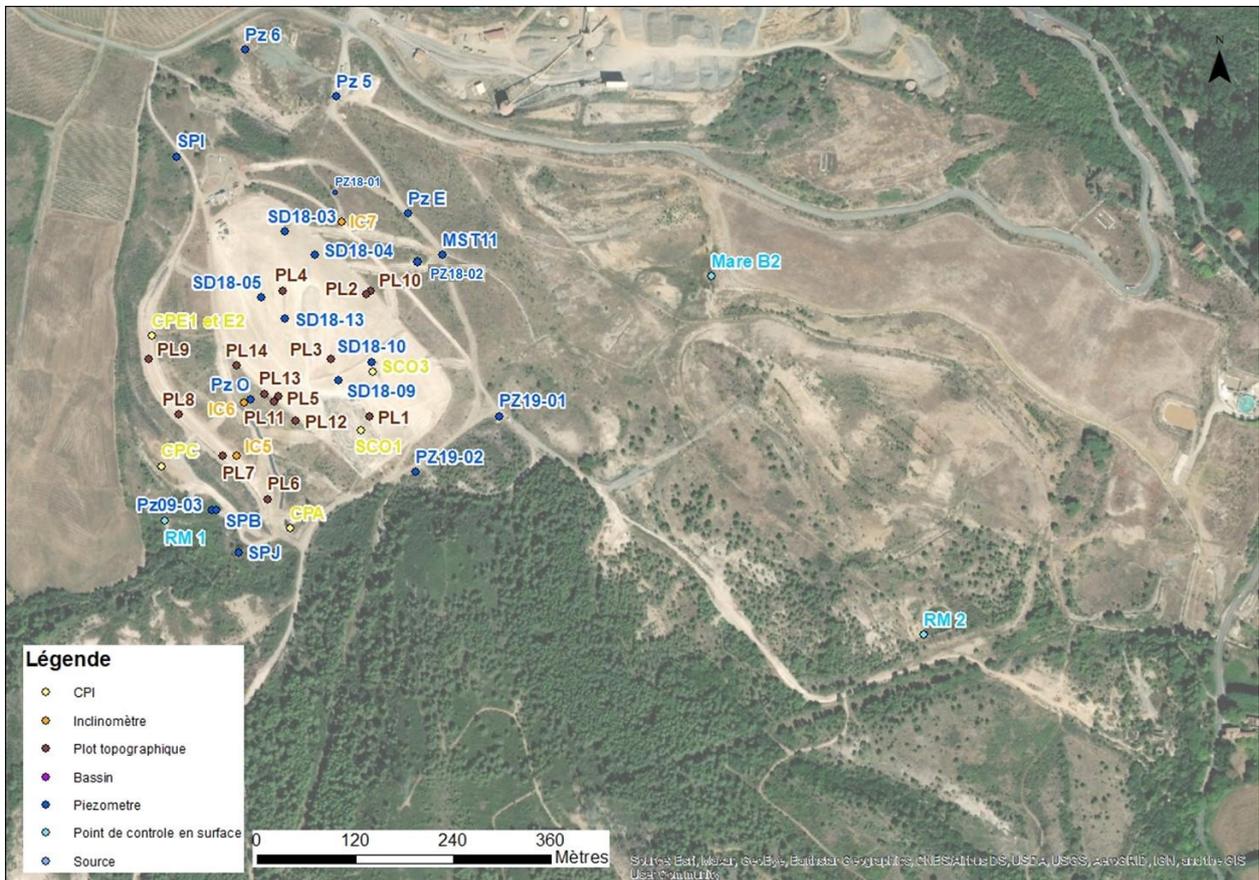


Illustration 23 : Localisation des ouvrages de surveillance à proximité du stockage de Montredon.

### 2.3.2 Aspect général

#### a) Végétation

La végétation sur le stockage de Montredon est plus ou moins développée en fonction des zones. Les flancs Est et Sud sont relativement les mieux couverts par la végétation. Concernant le flanc Ouest et la partie sommitale, les travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage débutés en août 2020 ont modifié l'état de la végétation. Le suivi de la végétation sera repris une fois la dernière phase (revégétalisation) des travaux en cours terminée.

#### b) Accès et clôture

L'accès au site de Montredon s'effectue par une piste carrossable au Nord du site, depuis la RD111 en face de la carrière de « Aude Agrégats ». La restriction d'accès est signalée au moyen de panneaux.

La piste bordant le flanc Ouest, l'accès Nord-Ouest et l'accès au sommet sont équipés de barrières, toutefois des traces de passages de véhicules tout terrain indiquent que le site est fréquenté.

A noter qu'un grillage périphérique a été mis en place et sera finalisé en fin de travaux afin de clôturer entièrement le site de Montredon.

#### c) Réseau hydraulique de surface

A partir du mois d'août 2020, les travaux de rétablissement de l'étanchéité du bassin de Montredon ont débuté. Ils ont tout d'abord consisté à reprendre la gestion des eaux pluviales sur le flanc ouest, conforté en 2017 par la mise en place de pieux verticaux. Des descentes d'eaux enrochées et de fossés protégés par membrane bitumineuses ont été mis en place (cf. Illustration 24).



*Illustration 24 : A gauche : flanc ouest de Montredon avant le début des travaux (08/07/2020). A droite : flanc ouest de Montredon durant les travaux (09/12/2020), (Minéllis, 2021).*

Le caniveau longitudinal à la plateforme +248 m NGF a été reprofilé et recalibré lors des travaux de 2020. Un exutoire en enrochements bétonnés a été créé en milieu de plateforme afin de permettre l'évacuation des eaux de cette plateforme (cf. Illustration 25).



*Illustration 25 : Exutoire avec enrochements bétonnés (milieu plateforme +248).*

Concernant les deux drains du stockage de Montredon (D1 et D2) qui récupèrent les eaux du flanc Ouest pour les acheminer de manière gravitaire à la station de dépollution de la Combe du Saut, plusieurs incidents sur les raccords des tuyauteries ont été signalés en 2020 (24 février, 25 mars sur le D1, 27 mai sur le D2). Afin d'éviter la survenue de ces incidents, et de raccorder le système de pompage qui sera mis en place sur le stockage dans le cadre des travaux de reprise de l'étanchéité du stockage en cours, il est programmé en 2021 de reprendre entièrement les drains D1 et D2.

### **2.3.3 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. En raison des travaux sur la couverture de Montredon, la surveillance a été renforcée par l'ajout d'un inclinomètre (IC7) et l'augmentation de la fréquence des relevés (mensuelle depuis août 2020). Ce suivi est assuré par la société FONDASOL. Les données sont présentées dans leur intégralité en annexe 7. La synthèse des résultats du suivi fait l'objet des paragraphes suivants.

## a) *Inclinomètres*

La localisation des inclinomètres sur le stockage de Montredon est présentée par l'illustration suivante (cf. Illustration 26) :



*Illustration 26 : Localisation des inclinomètres IC5, IC6 et IC7 sur le stockage de Montredon.*

À noter qu'en novembre 2019, le prestataire Fondasol 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. Ces variations seraient en partie dues 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 :

- comparé à 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 à 1 mm vers l'amont sur la dernière comparaison de novembre 2020 à 12m, 12,5 m et 20,5 m.

Au droit de IC6 (rehaussé d'environ 2,2 m suite aux travaux de confortement du flanc ouest en 2017), localisé sur la banquette à + 263 m NGF :

- l'évolution des déplacements ponctuels montreraient de très faibles variations autour de 25 / 26 m de profondeur (proches de 2 mm vers l'aval).

Au droit de IC7 localisé sur la banquette à + 268,75 m NGF :

- les mesures de la série d'étalonnage sont de bonne qualité (pas d'évolution des demi-sommes).

- la comparaison avec la série de mesures prises en octobre (référence 0) ne montre pas d'évolution des variations angulaires relatives.

En synthèse, il s'avère qu'aucun mouvement significatif n'a été observé en 2020 sur les trois ouvrages de contrôle.

### b) Cellules de pression interstitielle

Les six cellules de pression interstitielle de Montredon (cf. Illustration 27) sont :

- CPA, CE1, CE2 et CPC côté Ouest ;
- SCO1 et SCO3 au sommet.



Illustration 27 : Localisation des cellules de pression interstitielle du stockage de Montredon.

Les six relevés de pression interstitielle réalisés en 2020 sont rassemblés dans le Tableau 10.

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
<b>Mesures du 25/02/20</b>							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	989,4	38,19	+235,86
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,9	107,03	+228,03
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	992,9	13,95	+264,39
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,3	12,90	+253,99
<b>Mesures du 28/04/20</b>							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	989,5	38,01	+235,84
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+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	995,8	8,18	+263,82
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	896,0	6,28	+253,33
<b>Mesures du 24/06/20</b>							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	988,1	40,59	+236,10
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,6	107,57	+228,09
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	996,5	6,79	+263,68
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	896,7	5,03	+253,20
<b>Mesures du 26/08/20</b>							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	988,6	39,67	+236,01
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,0	107,57	+228,09
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	992,6	14,55	+264,45
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,2	13,08	+254,01
<b>Mesures du 29/09/20</b>							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	992,6	32,28	+235,27
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,5	107,76	+228,11
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	992,6	14,55	+264,45
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,4	12,72	+253,97
<b>Mesures du 04/11/20</b>							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	994,0	29,69	+235,01
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	960,7	107,39	+228,07
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	-	-	-
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	893,0	11,65	+253,87

Mesures du 24/11/20							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	992,0	33,39	+235,38
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	961,4	106,11	+227,94
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	994,5	10,77	+264,08
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,1	13,26	+254,03
Mesures du 22/12/20							
CPE1 (+249,16)	18,00 m	+232	-9,319	1009,9	988,7	39,48	+235,99
CPE2 (+249,17)	10,00 m	+239	-9,670	1000,3	-	-	-
CPA (+252,63)	35,25 m	+217	-9,506	1017,8	962,0	105,02	+227,83
SCO1 (+278,00)	15,00 m	+263	-10,000	999,9	995,0	9,78	+263,98
SCO3 (+278,00)	25,30 m	+253	-10,000	899,5	892,0	13,44	+254,04

Tableau 10 : Relevés des cellules de pression interstitielle à Montredon en 2020, (Minélias, 2020).

Ces résultats indiquent des pressions interstitielles, hors cellule CPA, comprises entre 0 et +40,59 kPa suivant les points. Concernant la cellule CPA, celle-ci présente toujours une pression élevée aux alentours de 107 kPa en moyenne pour 2020, mais cette valeur est proche de la valeur initiale de 1993. Cette cellule contrôle la pression à une plus grande profondeur (35,25 m) par rapport aux autres cellules de Montredon (cf. Illustration 28).

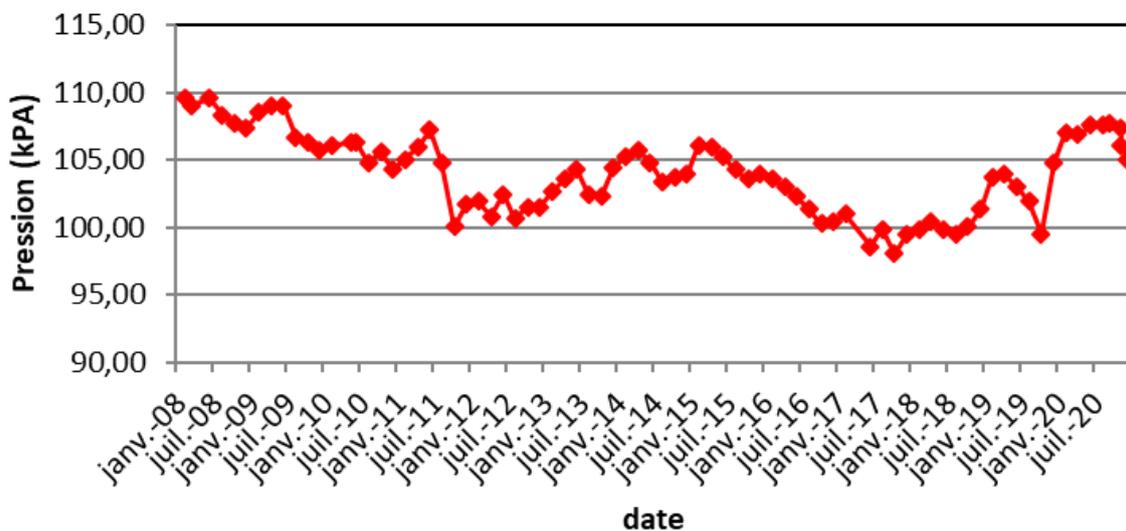


Illustration 28 : Relevé de pression interstitielle de la cellule A, (Minélias, 2021).

Les cellules SC01 et SC03 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 conduisait 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 29). Cette augmentation traduit probablement un

phénomène de remplissage du stockage par les pluies et donc un accroissement du poids total de l'ouvrage sur les terrains de fondation. Les niveaux sont remontés encore légèrement durant l'hiver 2020. Ceci indique que le stock se sature légèrement et progressivement, ce qui est préjudiciable à la stabilité générale.

Les cotes de pression mesurées en SC01 et SC03 et le niveau piézométrique observé sur le « drain central » de Montredon (cf. §2.3.4.a) sont différents et indiquent que le stock présente des contrastes de perméabilité sur sa hauteur entraînant la création de niveaux de saturation discontinus.

Une attention particulière devra être faite sur l'évolution des cellules pressions SC01 et SC03 post travaux afin de savoir si le stockage continu à se saturer.

À noter que le câble de la cellule SC01 a été sectionné en octobre 2020 durant les travaux et a été remplacé en novembre de cette même année.

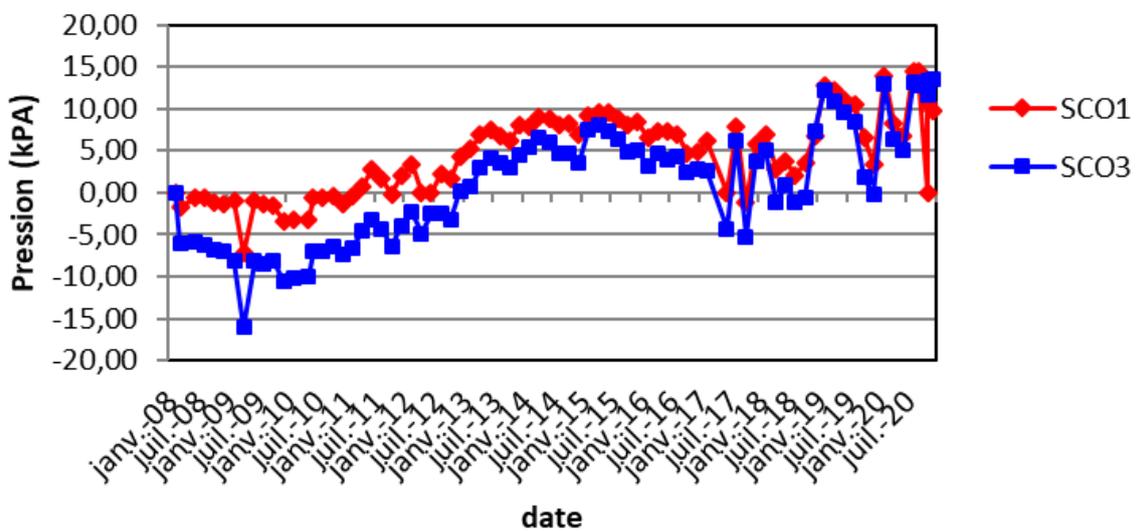


Illustration 29 : Relevé de pression interstitielle des cellules SC01 et SC03 en fonction du temps, (Minélias, 2021).

À l'extérieur du stock, E1 enregistre un niveau piézométrique naturel (ou pseudo naturel) avec une fluctuation saisonnière et des niveaux bas en 2015 et 2016 liés à la faible pluviométrie et en accord avec les suivis piézométriques. En octobre 2016 et octobre 2017, les pressions mesurées en E1 sont les plus basses jamais enregistrées en relation avec le déficit pluviométrique enregistré sur la période. Les mesures de l'automne 2018 sont, au contraire, parmi les plus hautes enregistrées pour la saison, puis elles diminuent lentement en 2019. Les fluctuations sont normales en E1 en 2020 (cf. Illustration 30).

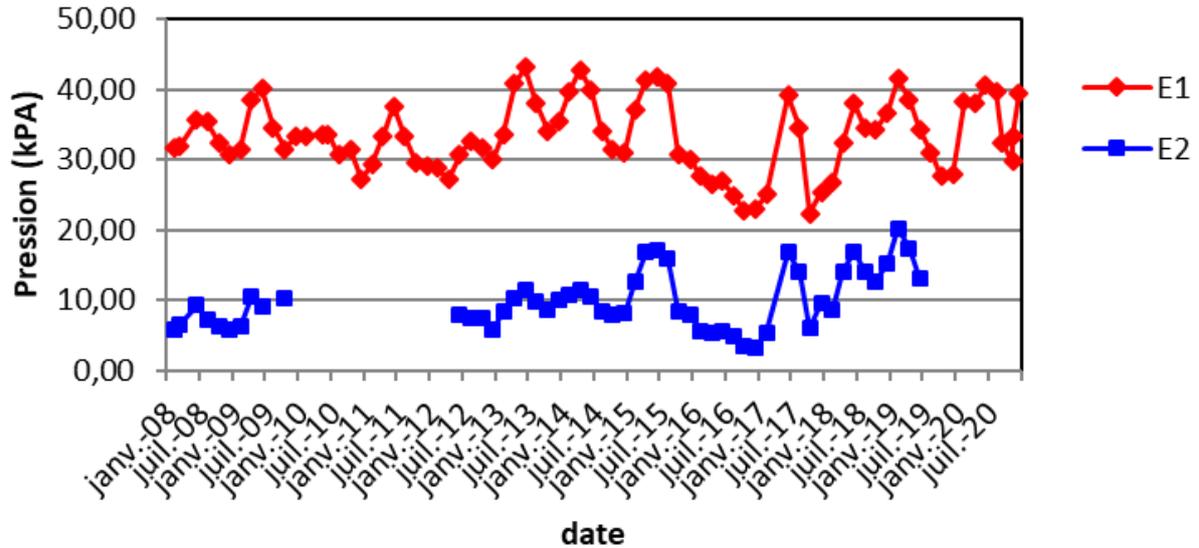


Illustration 30 : Relevé de pression interstitielle des cellules E1 et E2, (Minéllis, 2021).

### 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 s'effectue par 11 plots installés en 2005 complétés en 2017 par trois plots topographiques sur le flanc Ouest (cf. Illustration 31) :

- 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.

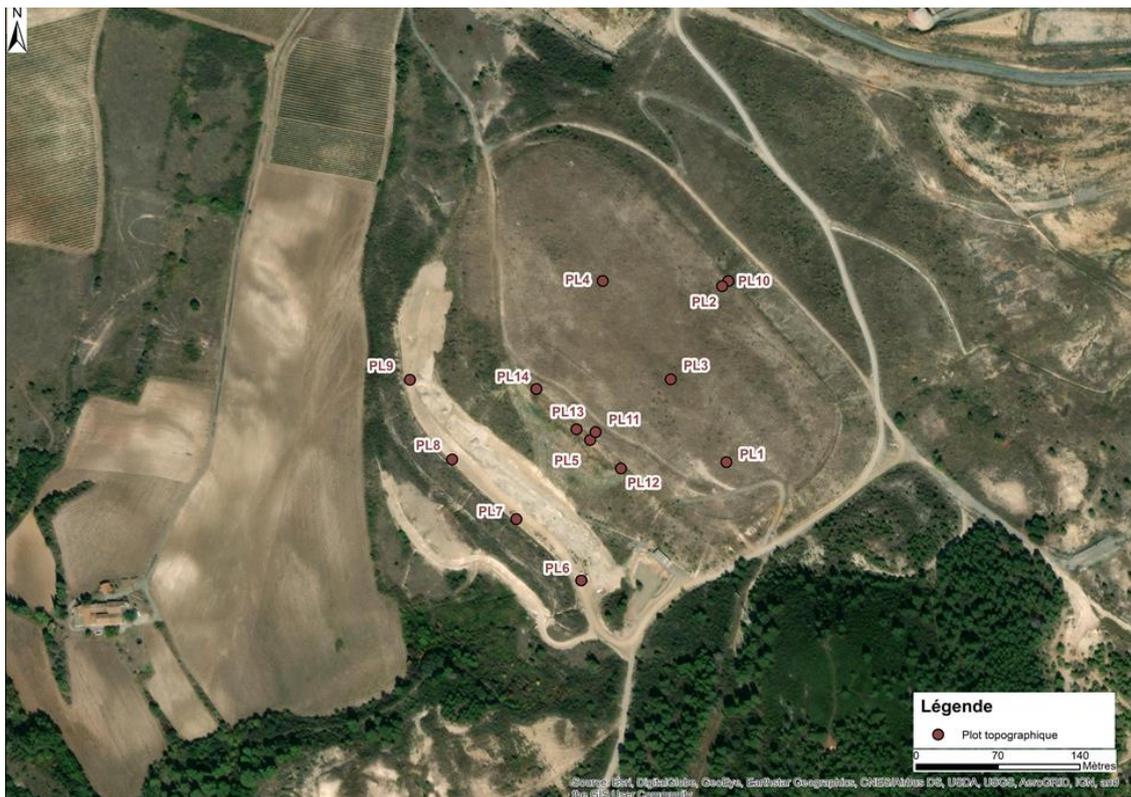


Illustration 31 : Localisation des plots topographiques suivis sur le stockage de Montredon.

Les relevés ont été réalisés tous les deux mois en 2020 jusqu'au début des travaux de Montredon en août. A partir du mois d'août, 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, et ont donc été suivis seulement jusqu'en juillet.

Les plots 6, 7, 8, 9 et 10 ont continué à être suivis jusqu'en décembre mensuellement, sauf le plot 10 qui a été détruit en novembre en raison de la création des descentes d'eau.

Le Tableau 11 ci-dessous fournit les déplacements cumulés de ces plots depuis leur mise en place.

N°	Position	Date T <sub>0</sub>	Date T	$\Delta X$ (m) entre le 19/09/05 et dernier relevé	$\Delta Y$ (m) entre le 19/09/05 et dernier relevé	$\Delta Z$ (m) entre le 19/09/05 et dernier relevé	$\Delta Z$ (m) Sur les 6 derniers mois
				<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>	<i>cumulé</i>	<i>6 derniers mois</i>
1	Sud	19/09/05	30/07/20	-0,016	+0,089	-0,479	+0,001
2	Centre/Est	19/09/05	30/07/20	+0,102	+0,025	-0,087	+0,001
3	Centre	19/09/05	30/07/20	+0,078	+0,065	-0,425	+0,005
4	Nord	19/09/05	30/07/20	+0,091	-0,016	-0,437	-0,001
5	Centre/Ouest	19/09/05	30/07/20	-0,033	-0,012	-0,269	+0,015
6	Plateforme +247 Sud	25/10/05	02/12/20	+0,081	+0,139	+0,023	+0,028
7	Plateforme +247 Centre1	25/10/05	02/12/20	+0,022	+0,004	+0,024	+0,001
8	Plateforme +247 Centre2	25/10/05	02/12/20	-0,245	-0,034	+0,035	+0,008
9	Plateforme +247 nord	25/10/05	02/12/20	-0,002	-0,025	-0,016	+0,013
10	Sommet digue Est	25/10/05	13/11/20	+0,101	+0,059	-0,037	-0,012
11	Sommet digue Ouest	25/10/05	30/07/20	-0,135	-0,299	-0,294	-0,010
12	Sommet digue Ouest	12/04/18	30/07/20	+0,004	-0,020	-0,011	-0,002
13	Sommet digue Ouest	12/04/18	30/07/20	+0,009	-0,027	-0,030	-0,013
14	Sommet digue Ouest	12/04/18	30/07/20	+0,004	-0,021	-0,006	+0,001

Tableau 11 : Relevés des plots topographiques sur le stockage de Montredon, (Minélias, 2021).

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 32), ce qui témoigne d'un comportement normal.

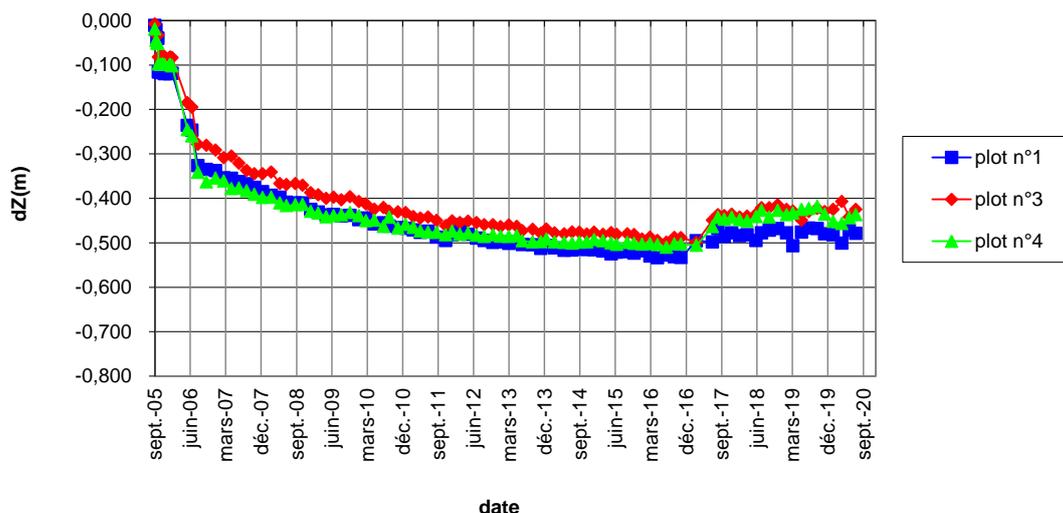


Illustration 32 : Tassement en partie sommitale de Montredon (Minélias, 2021).

En partie Ouest du stockage, les mesures depuis juillet 2017 indiquent des variations centimétriques non cohérentes avec la dynamique observée avant, certainement liée à la nouvelle méthodologie de mesure appliquée par le nouveau prestataire topographique. Néanmoins depuis 2017, aucun mouvement significatif n'est observé.

On note que le plot 6 subit depuis juillet 2020 un déplacement en X et Y de quelques centimètres avec une cinétique franche, certainement lié aux travaux à proximité. Ce déplacement sera suivi spécifiquement au cours des prochaines mesures.

### 2.3.4 Eaux internes au stockage

#### a) Piézomètre du stockage

Initialement, un piézomètre (PZO, cf. Illustration 33) situé dans la partie Sud-Ouest de la plateforme sommitale permettait de suivre le niveau d'eau à l'intérieur du stockage de Montredon. Dans le cadre de la phase AVP des travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage de Montredon, 8 piézomètres ont été installés en partie sommitale du stockage (eaux internes : SD18-03, SD18-04, SD18-05, SD18-09, SD18-10, SD18-13 (cf. Illustration 33), eaux externes : PZ18-01 et PZ18-02 (cf. §2.3.6)). Les prélèvements ont été réalisés semestriellement dans le cadre du programme de base (prélèvement de juin), puis mensuellement durant les travaux de Montredon d'août à décembre 2020. Les premiers constats de ce suivi sont présentés de manière synthétiques dans ce rapport et de manière détaillée en annexe 4. Un compte-rendu complet sera fait à la restitution des travaux dans un mémoire de fin de travaux.

Compte tenu de la plage de données restreinte pour les 6 nouveaux piézomètres (dénommés SD-XX, pour le suivi des eaux internes), l'analyse a porté principalement sur les données du piézomètre historique installé (PZO). Les données de celui-ci ne peuvent être considérées comme représentatives de l'ensemble du stockage compte tenu de l'hétérogénéité des résidus de traitement et de la localisation non centrale de l'ouvrage (positionné sur le flanc Ouest). L'analyse détaillée sera complétée à partir de 2021 avec les données des autres piézomètres.

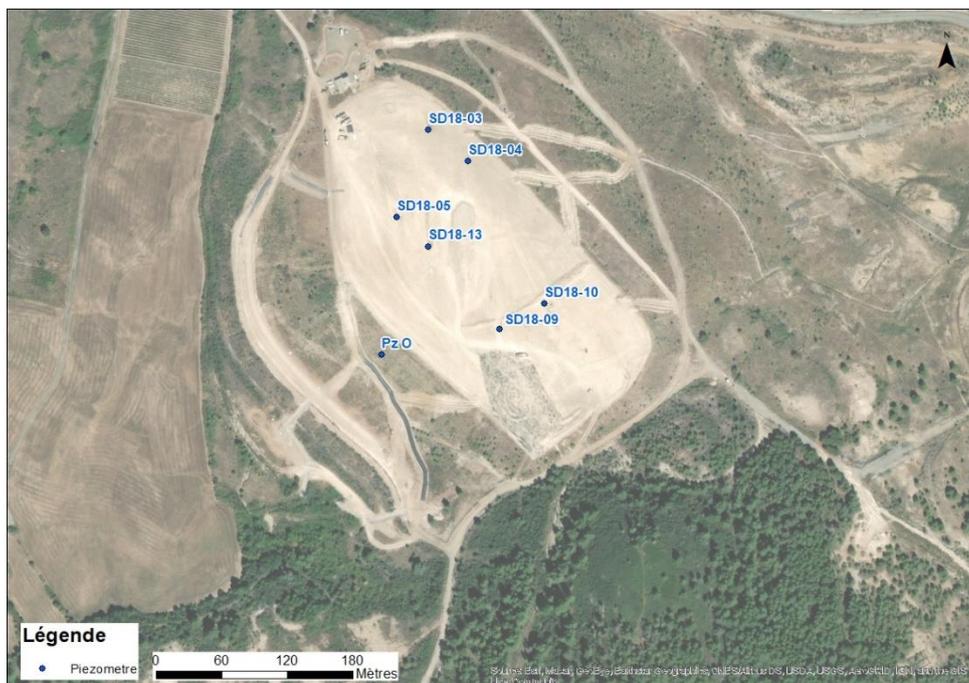


Illustration 33 : Localisation du piézomètre de surveillance PZO et des 6 nouveaux piézomètres de suivi des eaux internes au stockage de Montredon.

- **Piézométrie**

L'illustration 34 ci-dessous retrace les évolutions du niveau d'eau relevées semestriellement, puis mensuellement à partir du second semestre 2020.

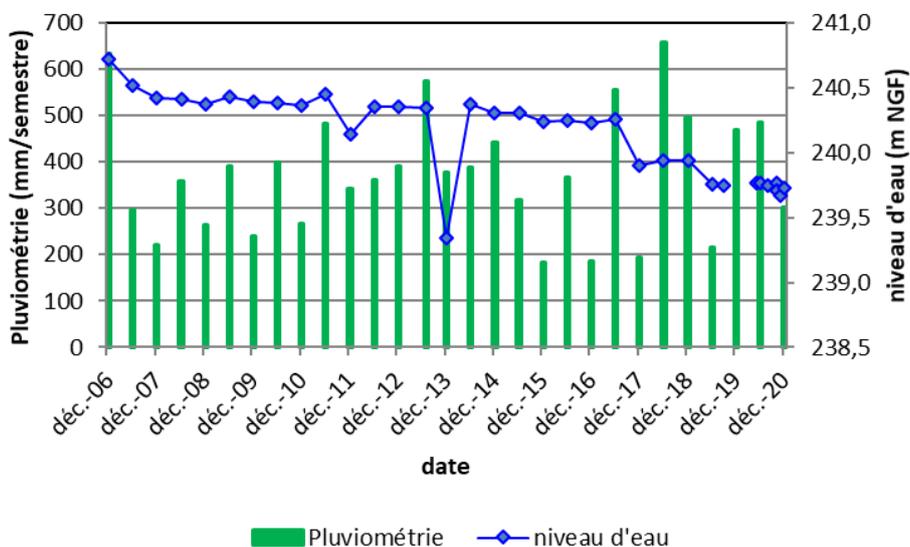


Illustration 34 : Cote piézométrique moyenne annuelle mesurée dans le piézomètre central de Montredon PZO et pluviométrie, (Minéllis, 2021).

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. On observe une tendance à la baisse depuis, avec environ 2 mètres de moins.

En 2017, l'ouvrage a été rehaussé suite aux travaux de confortement du flanc Ouest, le changement de repère de mesure perturbant les mesures piézométriques suivantes. En 2020, on observe une variation de niveau qui pourrait s'expliquer par la saisonnalité des pluies.

À noter cependant que l'ouvrage PZO semble obstrué, la sonde ne pouvant descendre au-delà de 6 m.

Concernant les piézomètres installés pour le suivi renforcé de Montredon pendant la période des travaux, les tubes des piézomètres ont été en partie rehaussés provisoirement en cours de travaux, et les niveaux d'eau mesurés ont donc des cotes approximatives. Néanmoins ces niveaux d'eau ne semblent pas avoir beaucoup évolués au cours des travaux malgré la découverte de la partie sommitale.

- **Suivi qualitatif des eaux**

En préalable, il convient de préciser que lors des travaux du flanc Ouest de Montredon en 2017, le PZO a été rehaussé de 2,7 m. D'autre part, comme mentionné dans le paragraphe précédent, l'ouvrage est en mauvais état, et la représentativité de celui-ci est remise en question. Cela est à intégrer à l'analyse des résultats analytiques sur ce dernier.

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 2020, la concentration en As total est de l'ordre de 0,126 mg/L sur cet ouvrage, ce qui est plutôt dans la gamme haute des valeurs habituellement observées. Une augmentation marquée des moyennes annuelles est observée entre 2019 et 2020 (0,007 mg/L en 2019

contre 0,126 mg/L en 2020) (cf. Tableau 12 et Illustration 35). Cette hausse peut s'expliquer par l'enlèvement de l'ancienne membrane et le remodelage des sols du stockage.

La concentration en cyanures libres et totaux est restée inférieure à la limite de quantification en 2020, ce qui est fréquemment observé. Le stockage de Montredon n'étant pas le lieu historique de traitement du minerai par cyanuration, leur concentration dans les eaux du stockage ne sont généralement pas importantes.

PZO		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,58	7,77	7,54	7,43	7,60	7,69	7,60
Conductivité	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1307	1347	1228	1237	1142	1246	1251
Eh	(mV)	339	301	282	228	332	220	284
Température	( $^{\circ}\text{C}$ )	15,7	16,8	15,15	15	13,7	14,5	15,1
Oxygène dissous	(mg/L)	7,1	6,4	7,0	7,6	8,5	7,8	7,4
As total	(mg/L)	0,082	0,064	0,039	0,281	0,032	0,256	0,126
As dissous	(mg/L)	0,023	0,024	0,018	0,037	0,024	0,067	0,032
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71	265,71
Niveau/Tête piézo	(m)	25,95	25,97	25,95	26,01	26,05	25,99	25,99
Cote nappe	(mNGF)	239,76	239,74	239,76	239,7	239,66	239,72	239,72

\*Le PZO a été rehaussé de 2,7 m suite aux travaux du flanc Ouest de Montredon

Tableau 12 : Analyses de juin à décembre 2020 du piézomètre de surveillance des eaux internes de Montredon PZO, (Minéllis, 2021).

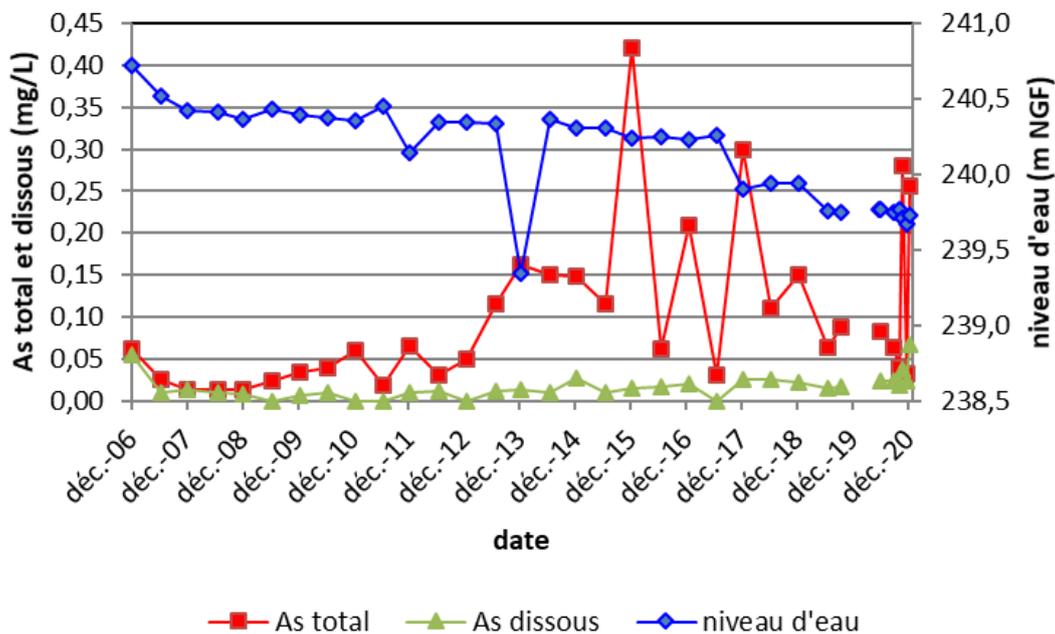


Illustration 35 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZO, (Minéllis, 2020).

Le suivi des 6 piézomètres installés en 2018 sur la partie sommitale de Montredon a permis de montrer une hausse des concentrations en arsenic total courant octobre, pendant l'enlèvement de l'ancienne membrane et le remodelage des sols. Le graphique suivant (cf. Illustration 36) montre l'évolution des concentrations en arsenic (total et dissous) et cyanures (totaux et libres) dans l'ouvrage SD18-10. La hausse des concentrations en arsenic est bien marquée. L'ensemble des données acquises durant le suivi renforcé du stockage de Montredon pendant la phase travaux est détaillé pour chaque ouvrage dans l'annexe 3.

Les gammes de valeurs en arsenic total et dissous dans l'ouvrage SD18-10 sont nettement supérieures à celles relevées dans le PZO.

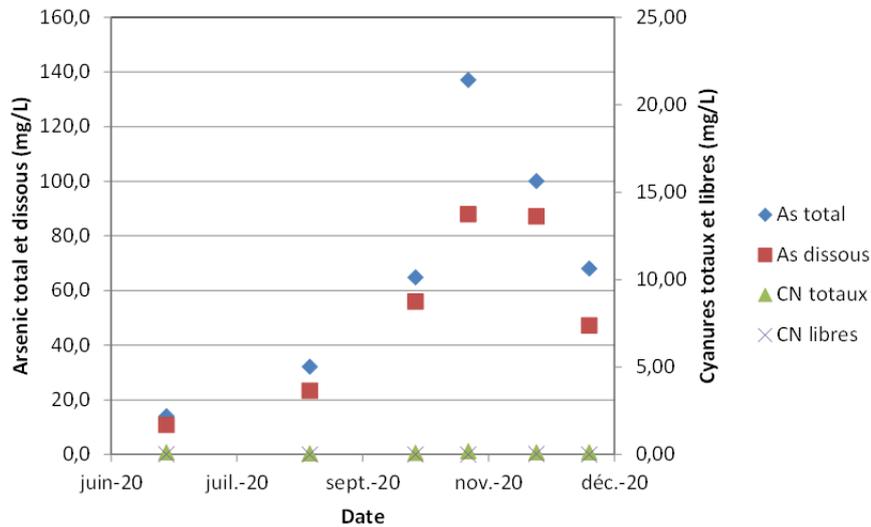


Illustration 36 : Évolution des concentrations en arsenic et cyanure dans l'ouvrage SD18-10 depuis juin 2020, (Minéllis, 2020).

En revanche la présence de cyanures totaux de 0 à 2 mg/L n'a pas beaucoup évolué durant les travaux. Ce constat est fait sur l'ensemble des piézomètres situés sur la partie sommitale du stockage.

### b) Système de drainage

Actuellement, le système de drainage du stockage de Montredon est constitué :

- d'un drain en pied du flanc Sud-Ouest, qui canalise une source qui était déjà présente dans un talweg qui rejoint le Gourg Peyris avant la construction du stockage de Montredon. Ces effluents mélangés à une source existante font l'objet d'un prélèvement considéré comme des eaux superficielles, ce point fait l'objet d'un paragraphe dédié en partie 2.3.5 ;
- de drains périphériques (D1 et D2), mis en place à l'occasion des travaux de 2007 sur le flanc Nord-Ouest. Ce système de drainage pénétrant dans les résidus de traitement à quelques mètres de profondeur sous la crête des digues a été conçu à l'origine pour permettre le maintien d'un niveau d'eau relativement bas à l'intérieur du stockage. Celui-ci devant contribuer à diminuer les pressions interstitielles latéralement et sous le complexe argileux d'étanchéité. Ces eaux s'écoulent gravitairement à travers les drains en direction de la station de dépollution. Les prélèvements sont réalisés au niveau de l'arrivée des drains avant rejet dans la station.

Le Tableau 13 présente les résultats des mesures de débits et suivi analytique réalisés sur les deux drains de Montredon D1 et D2 pour l'année 2020.

		Janv.-20	Fév.-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20	Moyenne
<b>Drain D1</b>	Débit (m3/h)	0,638	0,144	0,476	0,570	0,984	0,679	0,582
	pH	6,90	7,30	7,22	7,04	7,03	7,18	7,11
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	16350	18320	17100	12260	13140	15650	15 470
	E <sub>h</sub> (mV)	186,4	136,7	119,3	185,6	121,6	191,5	156,8
	Température (°C)	7,6	16,2	24,3	17,2	33,3	20,0	19,8
	Oxygène dissous (mg/L)	7,2	5,0	4,4	4,0	2,7	6,3	4,9
	As total (mg/L)	27,50	37,70	37,00	30,60	38,90	62,30	39,00
	As dissous (mg/L)	27,00	32,50	32,00	30,20	36,70	46,40	34,13
	Cyanures libres (mg/L)	0,210	<0,010	0,078	<0,010	<0,010	0,051	0,059
Cyanures totaux (mg/L)	0,320	0,190	0,300	0,210	0,130	0,190	0,223	
<b>Drain D2</b>	Débit (m3/h)	0,189	0,192	0,120	0,132	0,009	0,096	0,123
	pH	6,83	6,33	6,30	6,39	6,35	6,77	6,50
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	11220	11400	11490	11090	10580	11980	11293
	E <sub>h</sub>	128,5	142,6	142,6	150,7	128,8	119,1	135,4
	Température	7,5	24,1	24,0	19,3	36,8	25,3	22,8
	Oxygène dissous	7,3	4,5	4,7	5,1	4,6	5,7	5,3
	As total (mg/L)	66,90	35,20	48,00	43,90	28,50	70,20	48,78
	As dissous (mg/L)	66,90	34,60	45,00	43,80	27,40	51,30	44,83
	Cyanures libres (mg/L)	0,130	0,022	0,270	<0,010	0,015	0,039	0,080
Cyanures totaux (mg/L)	0,380	0,340	0,720	0,370	0,200	0,230	0,373	
		Juil.-20	Août-20	Sept.-20	Oct.-20	Nov.-20	Déc.-20	Moyenne
<b>Drain D1</b>	Débit (m3/h)	0,221	0,162	0,266	0,288	0,338	0,504	0,297
	pH	7,33	7,17	7,30	7,05	7,25	7,51	7,27
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	22330	23290	22380	22570	23760	22550	22813
	E <sub>h</sub> (mV)	139,7	179,6	189,6	269,3	282,2	296,6	226,1
	Température (°C)	18,1	27,6	17,5	12,8	11,6	10,9	16,4
	Oxygène dissous (mg/L)	6,5	6,4	6,1	8,1	8,3	8,8	7,4
	As total (mg/L)	32,70	34,10	37,70	37,70	33,60	28,40	34,03
	As dissous (mg/L)	31,50	33,70	36,20	37,20	32,40	28,20	33,20
	Cyanures libres (mg/L)	<0,010	<0,010	0,018	0,050	0,130	<0,010	0,036
Cyanures totaux (mg/L)	0,260	0,230	0,320	0,290	0,250	0,210	0,260	
<b>Drain D2</b>	Débit (m3/h)	0,486	0,270	0,155	0,072	0,058	0,036	0,179
	pH	7,40	7,25	7,18	7,38	7,42	7,35	7,33
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	15540	17840	15950	16380	16140	16060	16318
	E <sub>h</sub>	80,7	93,2	154,5	189,1	196,2	271,0	164,1
	Température	18,4	29,4	17,8	17,4	10,1	10,9	17,3
	Oxygène dissous	7,2	5,8	6,9	7,6	6,4	8,8	7,1
	As total (mg/L)	58,40	55,10	56,60	53,80	52,00	53,30	54,87
	As dissous (mg/L)	57,40	49,90	54,50	44,70	50,90	52,30	51,62
	Cyanures libres (mg/L)	<0,010	<0,010	0,016	0,050	0,096	<0,010	0,030
Cyanures totaux (mg/L)	0,290	0,230	0,220	0,340	0,340	0,280	0,283	

Tableau 13 : Débit et suivi analytique des drains de Montredon (2020), (Minélias, 2021).

- **Débit**

Les débits mesurés sur D1 apparaissent globalement liés à la pluviométrie, illustrant les défauts d'étanchéité de la couverture du stockage (cf. Illustration 37), objet de traitement par les travaux démarrés en 2020. Le drain D2, présente des concentrations en As plus élevées, et son débit ne montre pas de corrélation évidente avec la pluviométrie.

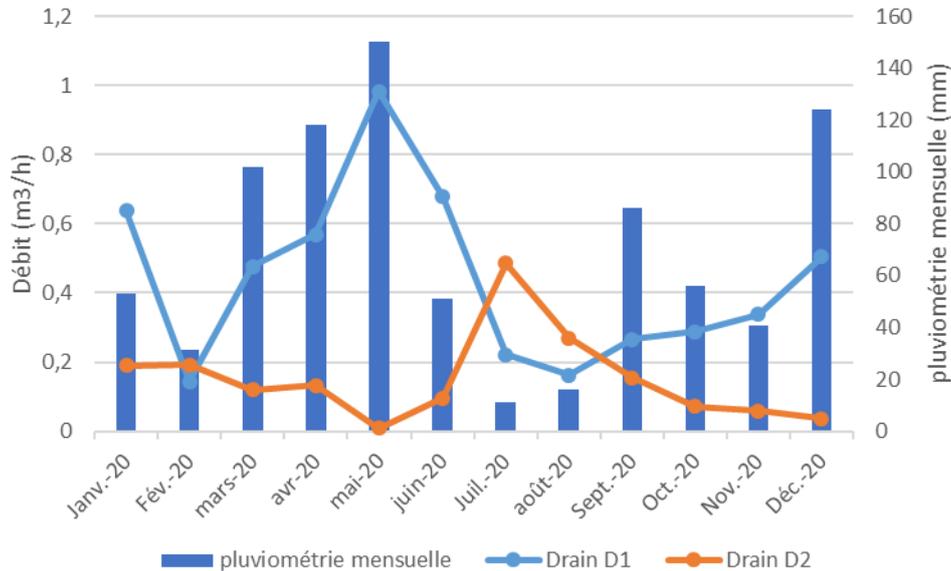


Illustration 37 : Débits 2020 des drains périphériques de Montredon et pluviométrie.

- **Arsenic**

En 2020, les eaux issues du bassin de Montredon présentent des concentrations en arsenic total en moyenne de 34,03 mg/L sur le drain D1 et 54,87 mg/L sur le drain D2. Sur le drain D2, les concentrations mesurées semblent corrélées avec les débits. L'arsenic est essentiellement sous sa forme dissoute dans les deux drains. A noter que ces concentrations sont beaucoup plus élevées que celles rencontrées dans le PZO, et plus proches de celles relevées dans les nouveaux piézomètres construits dans la partie sommitale de Montredon.

Les illustrations suivantes (cf. Illustration 38 et Illustration 39) représentent l'évolution des concentrations en arsenic des drains D1 et D2 depuis 2013.

On constate qu'après une augmentation des concentrations en arsenic sur le drain D1 en 2015 et 2016, celles-ci ont tendance à se stabiliser.

On observe globalement que les concentrations mesurées sur le drain D1 sont plus élevées lorsque le débit est faible. Cette observation rejoint la tendance des valeurs de conductivité qui fluctuent de manière importante (diminution lors de périodes pluvieuses).

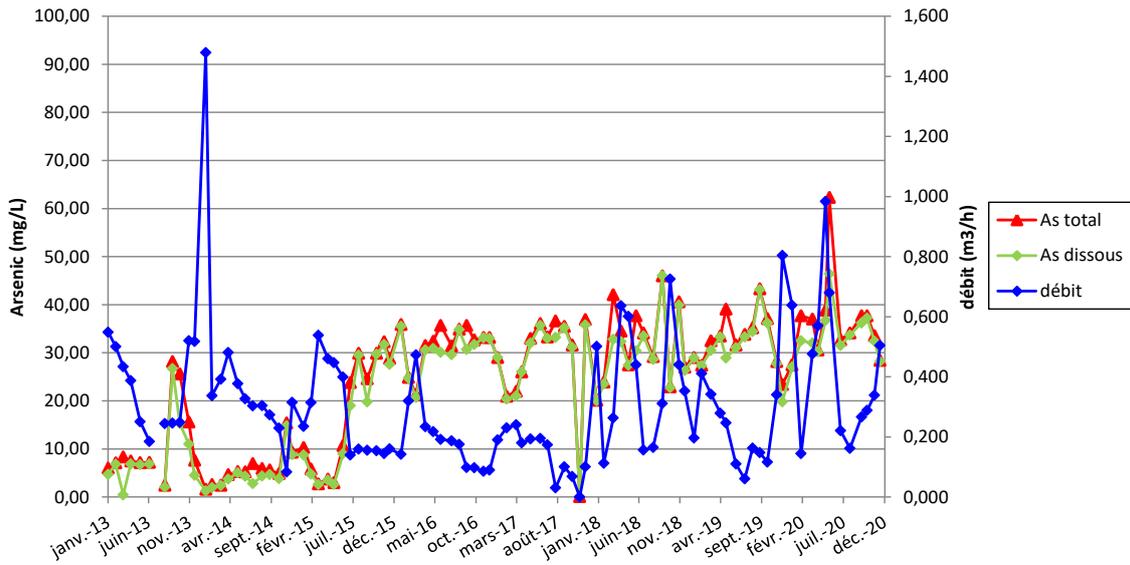


Illustration 38 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D1, (Minélias, 2021).

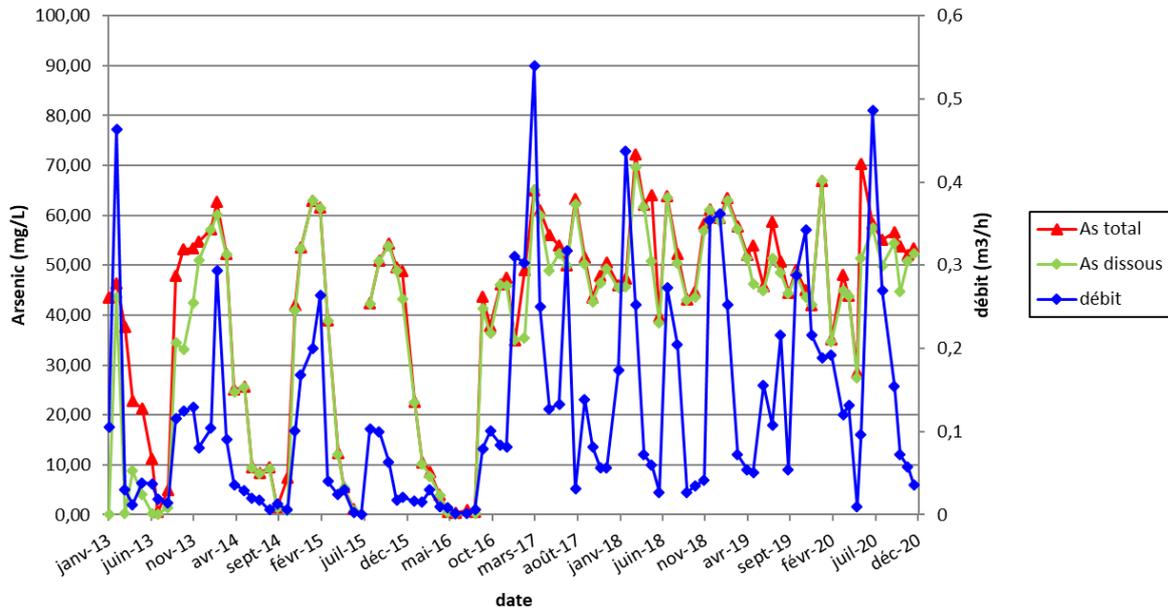


Illustration 39 : Concentrations en arsenic total et dissous et débit du drain D2, (Minélias, 2021).

• **Cyanures**

Les illustrations suivantes (cf. Illustration 40 et Illustration 41) représentent l'évolution des concentrations en cyanures des drains D1 et D2 depuis 2013.

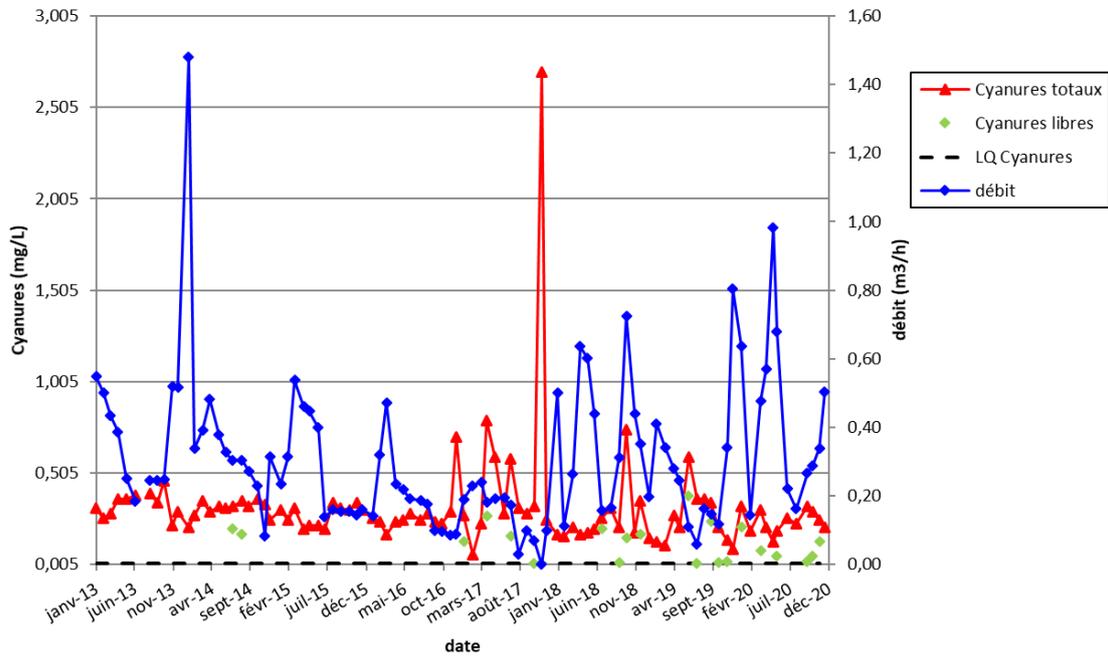


Illustration 40 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D1, (Minélias, 2021).

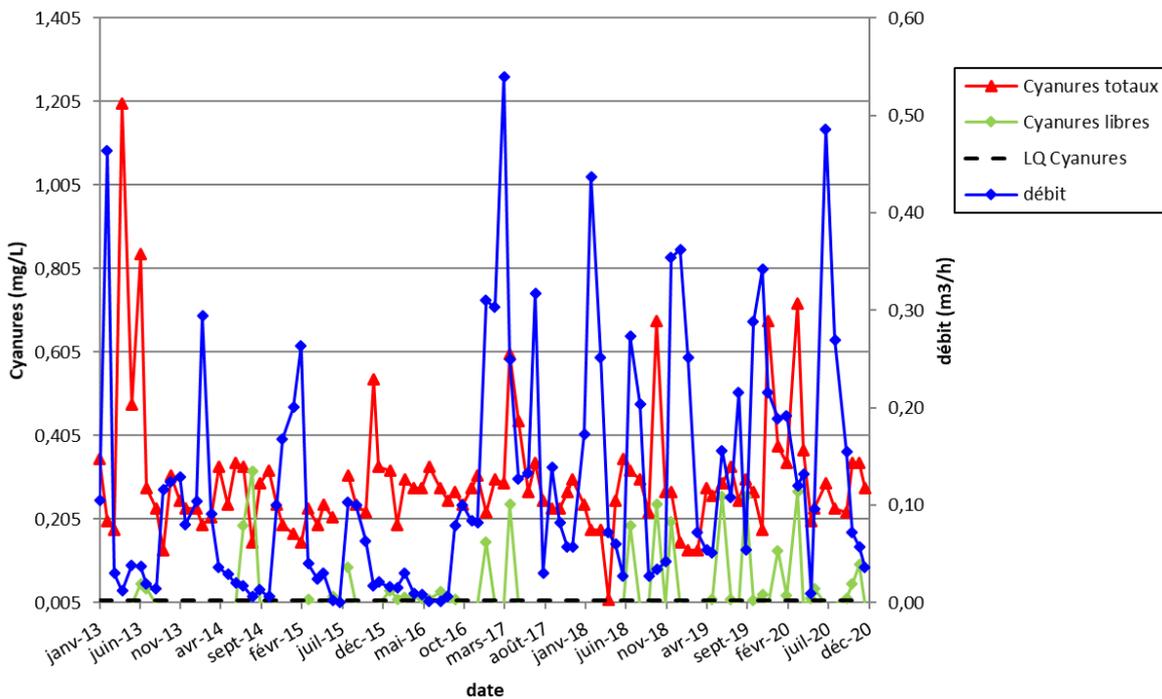


Illustration 41 : Concentrations en cyanures totaux et libres et débit du drain D2, (Minélias, 2021).

Les concentrations de cyanures totaux et libres relevées en 2020 restent dans les gammes de variation habituelles :

- CN totaux : moyenne de 0,26 mg/L pour le drain D1 et 0,28 mg/L pour le drain D2 ;
- CN libres : moyenne de 0,04 mg/L pour le drain D1 et 0,03 mg/L pour le drain D2, mais souvent sous la limite de quantification (0,010 mg/L).

À noter que le dosage des cyanures est perturbé par des phénomènes de complexation/décomplexation. De ce fait et de par les incertitudes analytiques, il est parfois indiqué une concentration en cyanures libres supérieure à celle des cyanures totaux (pas d'occurrence en 2020). Lorsque c'est le cas, la concentration maximale est considérée comme étant des cyanures totaux.

### 2.3.5 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 42).

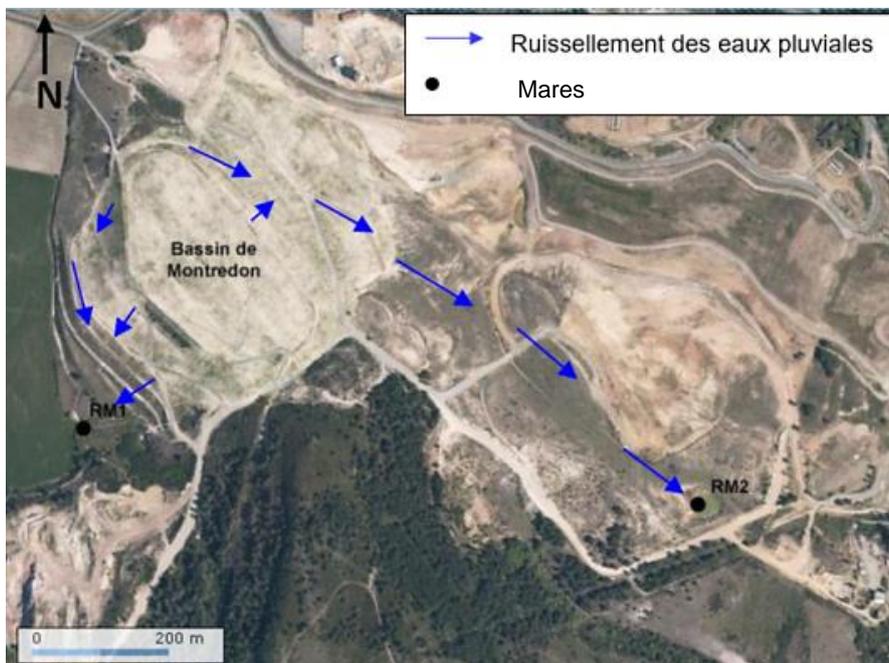


Illustration 42 : Localisation des points de suivi des eaux de ruissellement de Montredon.

Les points de prélèvement se situent :

- côté Sud-Ouest, au droit de l'exutoire noté RM1 alimentant le Gourg Peyris puis le Ru Sec. A noter que ces eaux sont un mélange d'une source canalisée lors de l'édification du stockage de Montredon, des eaux de ruissellement et du drain de pied du flanc Ouest ;
- côté Nord-Est, au droit de la mare notée RM2.

Les analyses réalisées sur les eaux de ruissellement des flancs Ouest et Est de Montredon sont données dans le Tableau 14 ci-après. Les prélèvements sont réalisés trimestriellement dans le cadre du programme de base, puis mensuellement lors du suivi renforcé de Montredon durant les travaux, à partir d'août 2020.

		1 <sup>er</sup> trimestre 2020	2 <sup>ème</sup> trimestre 2020	26/08	07/10	28/10	24/11	15/12	Moyenne
Pluviométrie	mm	196,0	290,5	33,0	68,5	51,0	37,5	113,0	
<b>RM1 ruissellement côté ouest (Ru Sec)</b>									
pH	Unité	7,62	Non réalisé, en raison d'un problème d'accès avec un riverain (accès rétabli début 2021)						-
Conductivité à 25°C	µS/cm	2 610							-
E <sub>h</sub>	mV	+324							-
Température	°C	14,8							-
Oxygène dissous	mg/L	8,5							-
As total	mg/L	0,043							-
As dissous	mg/L	0,031							-
Cyanures totaux	mg/L	0,022							-
Cyanures libres	mg/L	<0,005							-
<b>RM2 ruissellement côté est (La Caunette)</b>									
pH	Unité	8,36	8,33	7,84	7,94	7,86	8,32	7,94	8,08
Conductivité à 25°C	µS/cm	1 082	873	1 244	1 231	1 275	1 257	1 134	1 157
E <sub>h</sub>	mV	+299	+274	+194	+258	+271	+283	+325	+272
Température	°C	14,9	23,5	21,6	17,2	12,9	9,9	10,6	15,8
Oxygène dissous	mg/L	9,2	7,8	6,8	8,1	8,5	9,4	8,6	8,3
As total	mg/L	0,330	0,517	0,950	0,538	0,422	0,346	0,230	0,476
As dissous	mg/L	0,320	0,514	0,941	0,522	0,409	0,335	0,202	0,463
Cyanures totaux	mg/L	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	mg/L	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Tableau 14 : Suivi des points RM1 et RM2 en 2020, (Minélias, 2021).

Le prélèvement pour l'eau de ruissellement côté ouest (RM1) n'a pu être réalisé qu'une seule fois en 2020 en raison d'un problème d'accès au prélèvement avec un riverain. Le seul prélèvement réalisé a donné une concentration en arsenic total de 0,043 mg/L et en dissous de 0,031 mg/L. Une faible concentration en cyanures totaux a été relevée à ce point (0,022 mg/L), et aucun cyanure libre. Il est à noter que ce prélèvement est réalisé après la résurgence du drain de pied de Montredon, ce qui permet également de contrôler l'étanchéité du fond du bassin de Montredon. Il est difficile à ce stade de déterminer s'il s'agit de réels relargages ponctuels en cyanures totaux suite aux travaux. Cela sera à suivre lors des prochains prélèvements.

Côté Est (RM2), les concentrations en arsenic total sont plus élevées variant de 0,950 mg/L en août à 0,023 mg/L en décembre 2020. Les cyanures totaux et libres sont par contre en dessous des limites de détection analytiques. Le flanc est du bassin de Montredon a été renforcé 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. Ainsi les eaux de RM2 ne proviennent pas uniquement du stockage de Montredon. Cela peut expliquer des valeurs d'As total (et dissous) plus élevées sur les échantillons prélevés au point RM2 par rapport à ceux prélevés au point RM1.

Les Illustration 43 et Illustration 44 ci-dessous montrent l'évolution des concentrations en arsenic total et cyanures totaux dans RM1 et RM2 depuis le début du suivi.

Les concentrations relevées en 2020 sur RM1 au premier trimestre sont cohérentes avec celles obtenues les années précédentes.

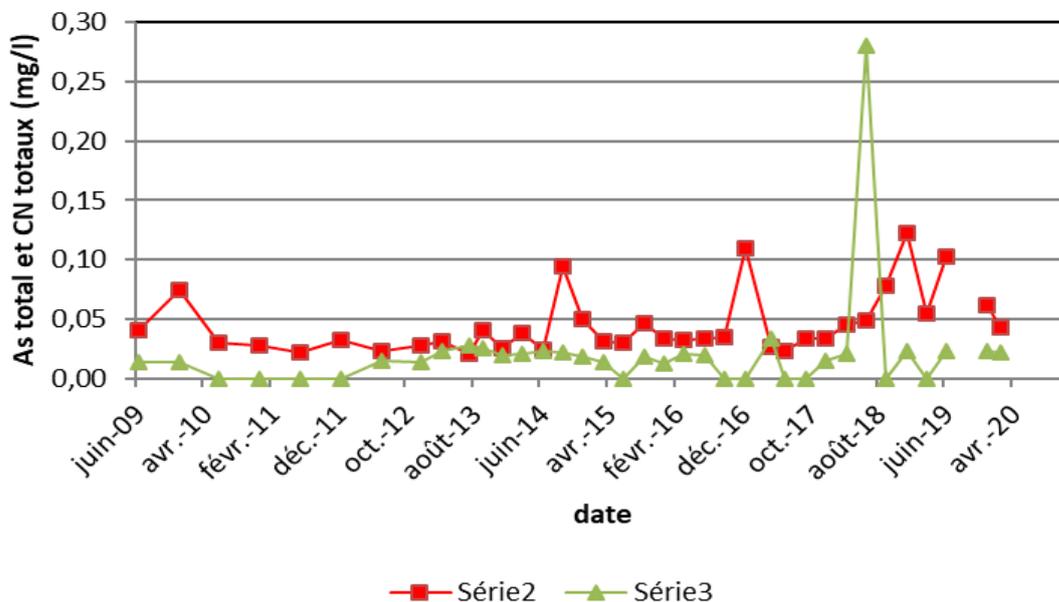


Illustration 43 : Évolution des concentrations en As total et CN totaux dans les eaux de RM1 depuis 2009, (Minélys, 2021).

Les concentrations relevées en 2020 sur RM2 sont cohérentes avec celles obtenues les années précédentes. Aucun dépassement des valeurs habituelles n'est relevé.

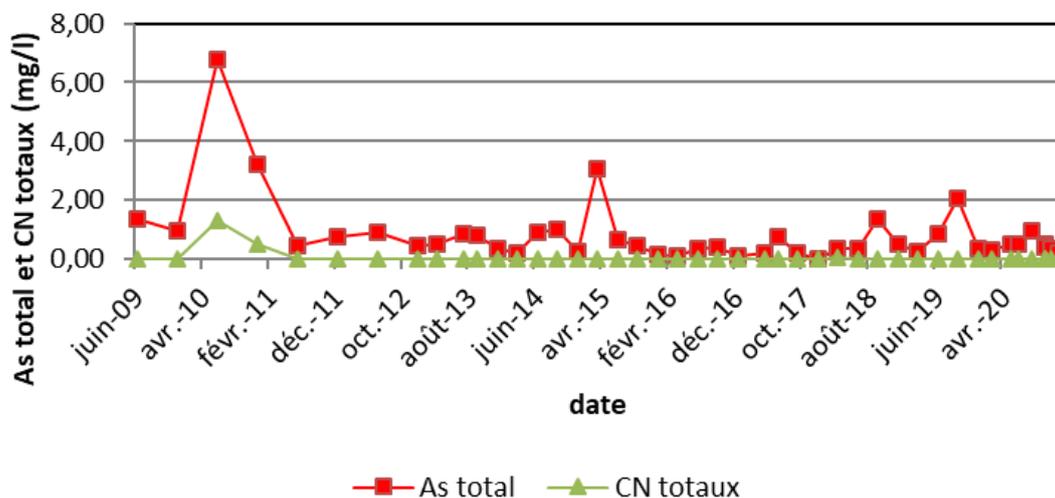


Illustration 44 : Évolution des concentrations en As total et CN totaux dans les eaux de RM2 depuis 2009, (Minélys, 2021).

### 2.3.6 Eaux souterraines

Au niveau de Montredon, les eaux souterraines faisaient jusqu'à maintenant l'objet d'une surveillance semestrielle au moyen de 6 piézomètres périphériques (Pz6, SPI, Pz5, MST11, Pz09-03, SPJ, cf. Illustration 45). Dans le cadre des travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage de Montredon, 4 nouveaux ouvrages ont été mis en place sur les flancs Sud et Est du stockage (PZ18-01, PZ18-02 réalisés en 2018 lors de l'AVP préalable aux travaux,

PZ19-01 et PZ19-02, réalisés en 2020 au début des travaux, cf. Illustration 45). Les premiers constats de ce suivi sont présentés de manière synthétique dans ce rapport et de manière détaillé en annexe 4. Un compte-rendu complet sera fait à la restitution des travaux dans un mémoire de fin de travaux.



Illustration 45 : Localisation des piézomètres de surveillance sur le secteur de Montredon.

Les Tableaux 15 et 16 ci-après reprennent les résultats des prélèvements effectués de juin à décembre 2020 sur les piézomètres en partie Nord et Est (cf. Tableau 15) et Ouest et Sud (cf. Tableau 16).

PZ5		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,33	7,30	7,42	7,30	7,50	7,47	7,39
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	3475	3403	3154	3152	3032	2977	3199
Eh	(mV)	321	193	304	200	353	331	284
Température	(°C)	15,9	16,9	17,19	16,6	15,6	15,8	16,3
Oxygène dissous	(mg/L)	6,8	7,1	7,2	8,0	8,1	8,1	7,5
As total	(mg/L)	0,899	0,844	0,867	0,893	0,853	0,841	0,866
As dissous	(mg/L)	0,884	0,776	0,813	0,823	0,829	0,825	0,825
Cyanures totaux	(mg/L)	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24	249,24
Niveau/Tête piézo	(m)	2,73	4,79	5,32	5,40	5,61	4,00	4,64
Cote nappe	(mNGF)	246,51	244,45	243,92	243,84	243,63	245,24	244,60
PZ6		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,58	7,82	7,42	7,53	7,52	7,51	7,56
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	2459	2564	1979	2213	1726	1865	2134
Eh	(mV)	318	170	288	176	306	327	264
Température	(°C)	15,6	17,2	17,26	16,8	15,6	15,7	16,4
Oxygène dissous	(mg/L)	6,8	6,9	6,9	7,8	8,0	8,0	7,4
As total	(mg/L)	0,788	0,845	1,03	0,845	0,689	0,394	0,765
As dissous	(mg/L)	0,343	0,618	1,01	0,71	0,661	0,334	0,613
Cyanures totaux	(mg/L)	0,015	0,011	<0,010	0,011	<0,010	0,013	0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91	250,91
Niveau/Tête piézo	(m)	2,30	4,41	4,58	4,56	4,75	3,31	3,99
Cote nappe	(mNGF)	248,61	246,5	246,33	246,35	246,16	247,6	246,93

SPI		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,65	Impossible de faire un prélèvement : piézomètre rempli de cailloux					7,65
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	1225						1225
Eh	(mV)	336						336
Température	(°C)	15,0						15,0
Oxygène dissous	(mg/L)	6,5						6,5
As total	(mg/L)	0,844						0,844
As dissous	(mg/L)	0,387						0,387
Cyanures totaux	(mg/L)	0,071						0,071
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010						<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35	269,35
Niveau/Tête piézo	(m)	6,72	6,86	7,80	6,52	6,50	6,50	6,82
Cote nappe	(mNGF)	262,63	262,49	261,55	262,83	262,85	262,85	262,53

MST11		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,79	7,76	Impossible de faire un prélèvement : Tête de piézomètre tordu lors des travaux de Montredon		7,72	7,93	7,80
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	3330	3492			2324	750	2474
Eh	(mV)	297	195			347	307	287
Température	(°C)	16,2	16,7			13,9	14,7	15,4
Oxygène dissous	(mg/L)	6,5	6,6			8,2	8,2	7,4
As total	(mg/L)	0,709	0,849			2,520	0,820	1,225
As dissous	(mg/L)	0,664	0,796			0,488	0,419	0,592
Cyanures totaux	(mg/L)	0,250	0,180			0,016	0,031	0,119
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		
Cote tête de piézo.	(mNGF)	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23	253,23
Niveau/Tête piézo	(m)	10,86	12,10	12,52	12,57	12,75	12,13	12,16
Cote nappe	(mNGF)	242,37	241,13	240,71	240,66	240,48	241,1	241,08

Tableau 15 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres au Nord et à l'Est de Montredon, (Minélias, 2021).

PZ09-03		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,65	7,87	7,64	7,63	7,84	7,67	7,72
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	853	757	643	611	576	621	677
Eh	(mV)	330	254	279	240	295	242	273
Température	(°C)	15,2	16,1	14,94	14,9	14,1	14,5	15,0
Oxygène dissous	(mg/L)	6,9	6,3	6,9	7,9	9,1	7,7	7,5
As total	(mg/L)	0,018	0,026	0,019	0,195	0,01	0,032	0,050
As dissous	(mg/L)	0,009	0,018	0,007	0,009	<0,005	0,012	0,011
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93	232,93
Niveau/Tête piézo	(m)	10,04	11,33	11,29	11,48	11,59	11,17	11,15
Cote nappe	(mNGF)	222,89	221,60	221,64	221,45	221,34	221,76	221,78

SPJ		juin-20	août-20	oct.-20	oct.-20	nov.-20	déc.-20	Moyenne
pH	u	7,52	7,48	7,37	7,49	7,67	7,36	7,48
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	1063	2420	2220	2199	2027	2007	1989
Eh	(mV)	335	289	283	256	325	266	292
Température	(°C)	14,8	15,6	14,26	14,2	13,3	14	14,4
Oxygène dissous	(mg/L)	6,6	5,3	6,7	7,9	8,6	7,6	7,1
As total	(mg/L)	0,104	0,02	0,021	0,114	0,036	0,024	0,053
As dissous	(mg/L)	0,049	0,011	0,012	0,018	0,01	0,014	0,019
Cyanures totaux	(mg/L)	<0,010	0,018	0,013	0,019	<0,010	0,014	0,01
Cyanures libres	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cote tête de piézo.	(mNGF)	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40	232,40
Niveau/Tête piézo	(m)	7,83	6,98	7,89	7,98	8,09	7,82	7,77
Cote nappe	(mNGF)	224,57	225,42	224,51	224,42	224,31	224,58	224,64

Tableau 16 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres au Sud et à l'Ouest de Montredon, (Minéllis, 2021).

### a) Niveau d'eau

Le niveau d'eau mesuré dans chaque ouvrage depuis le début du suivi et rapporté en m NGF est présenté en Illustration 46.

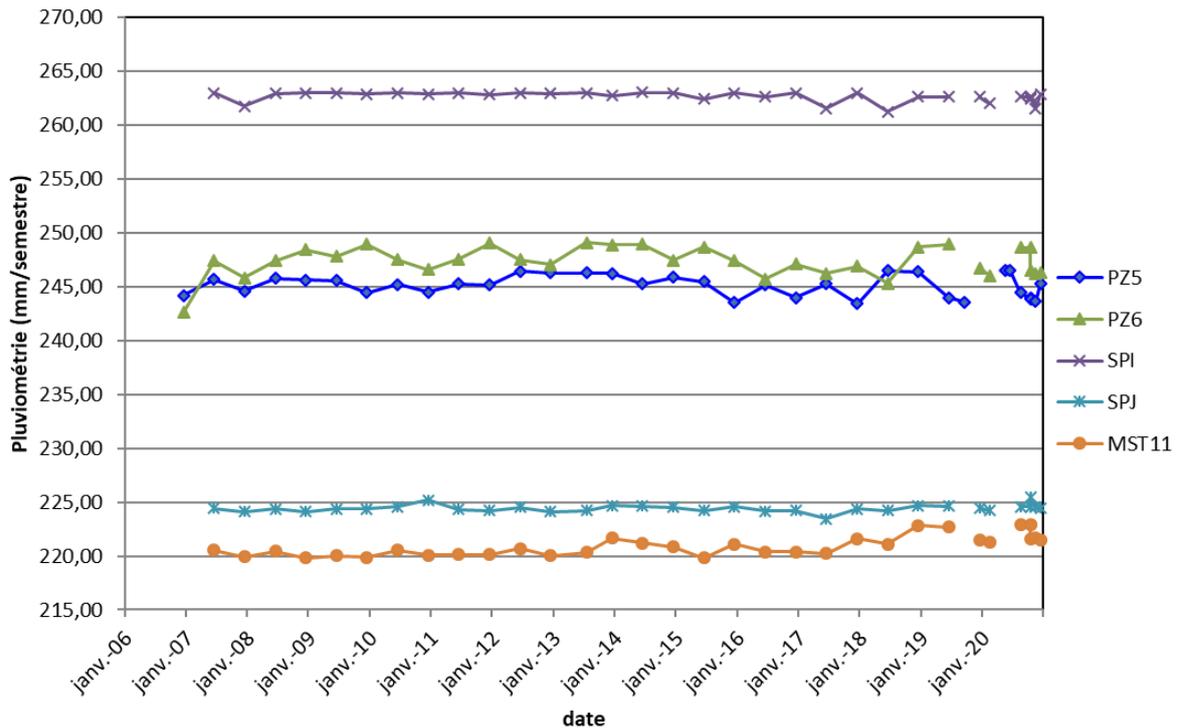


Illustration 46 : Évolution des cotes NGF des niveaux d'eau dans les piézomètres de surveillance du stockage de Montredon.

La cote piézométrique la plus élevée est localisée au droit de l'ouvrage SPI (en moyenne à 262 mNGF). A noter que le site est localisé au droit d'un secteur à la géologie complexe et faillée pouvant générer des cheminements préférentiels des eaux souterraines.

Jusqu'en novembre 2020, le niveau a baissé pour tous les piézomètres suivis pour retrouver un niveau proche de celui de décembre 2017.

Les niveaux d'eau mesurés n'ont pas montré d'évolutions significatives durant la période de travaux.

## b) Au Nord du stockage

Pour rappel, 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. En outre, 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 2020 sur les piézomètres Pz5, Pz6 et SPI, sont présentés ci-dessous.

On notera que pour le piézomètre SPI, un seul prélèvement a pu être réalisé en 2020, car suite aux travaux de Montredon ce piézomètre situé en bordure de piste d'accès à la base vie a été partiellement rempli de cailloux, et a alors été inutilisable. Cet ouvrage n'a pas fait l'objet de travaux de remise en état à ce jour.

• **Arsenic**

Au droit de Pz5 et Pz6, les concentrations en arsenic dissous et total sont restées stables autour de 0,8 mg/L entre juin et décembre 2020 (cf. Illustration 47 et Illustration 48). Ces valeurs sont dans la même gamme qu'en 2019.

L'arsenic analysé sur ces deux piézomètres est majoritairement sous forme dissoute.

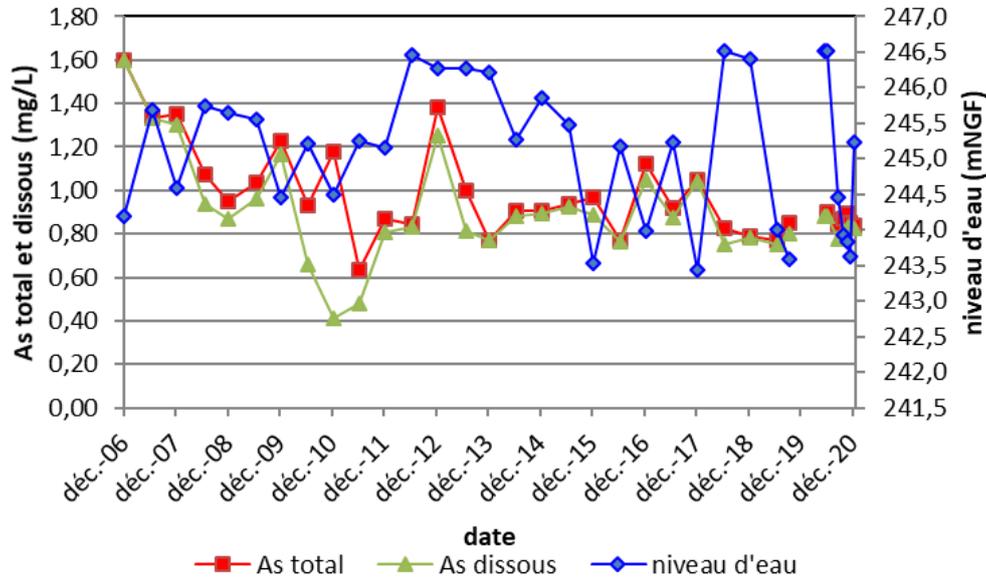


Illustration 47 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ5, (Minéllis, 2021).

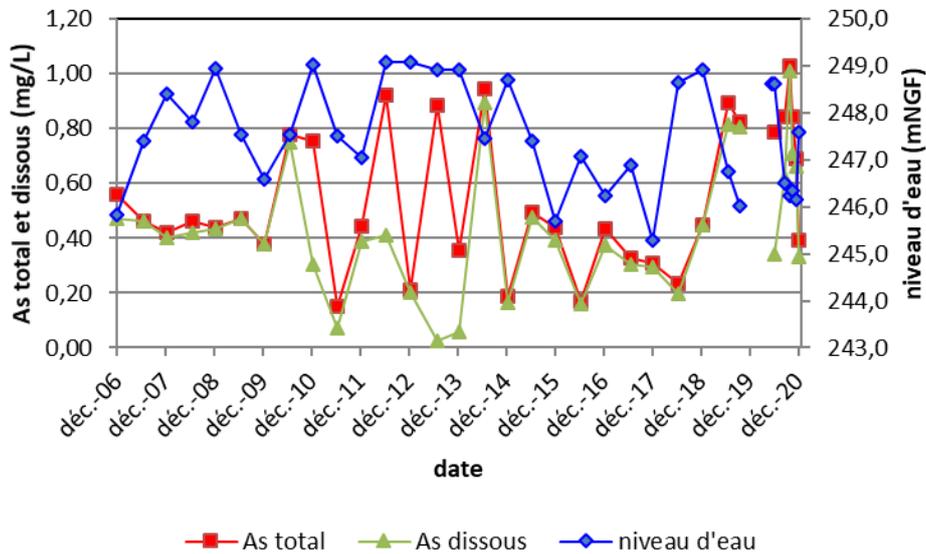


Illustration 48 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ6, (Minéllis, 2021).

Au droit de SPI, la concentration en arsenic total reste de l'ordre de 0,7 mg/L en moyenne depuis 2018 (cf. Illustration 49).

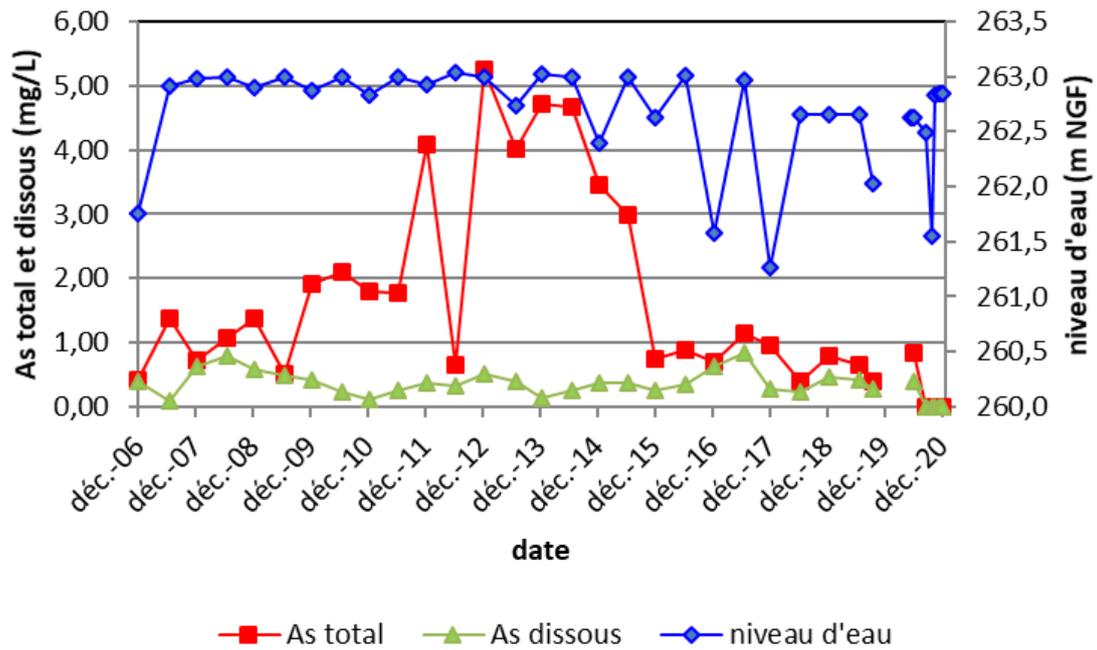


Illustration 49 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPI, (Minélias, 2021).

- **Cyanures**

Au droit de Pz5 et Pz6, les concentrations en cyanures totaux restent faibles (la moyenne des concentrations en cyanure totaux étant  $\leq 0,01$  mg/L) et les cyanures libres sont inférieurs à la limite de quantification (cf. Illustration 50 et Illustration 51).

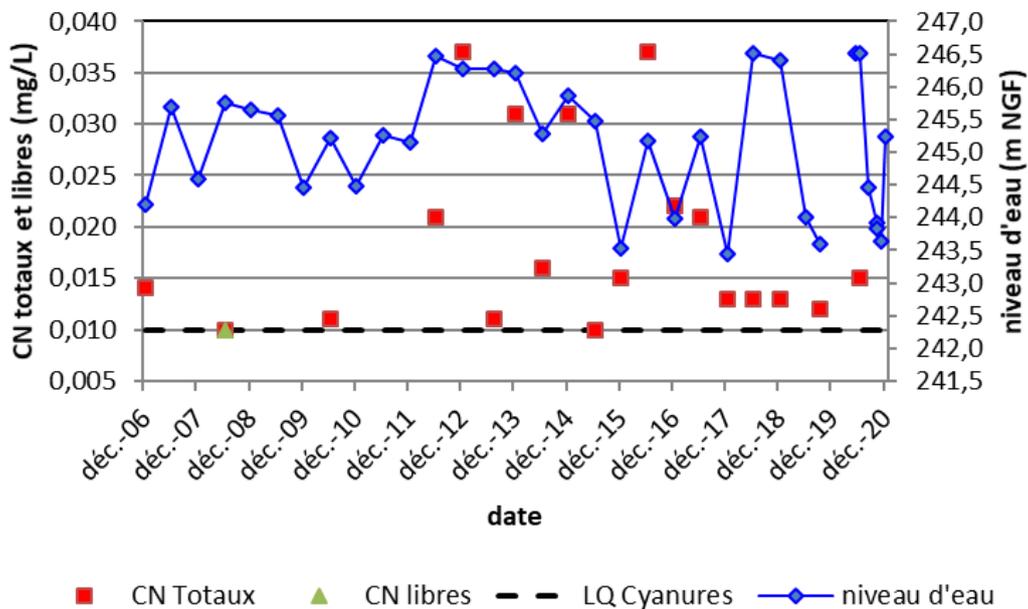


Illustration 50 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz5, (Minélias, 2021).

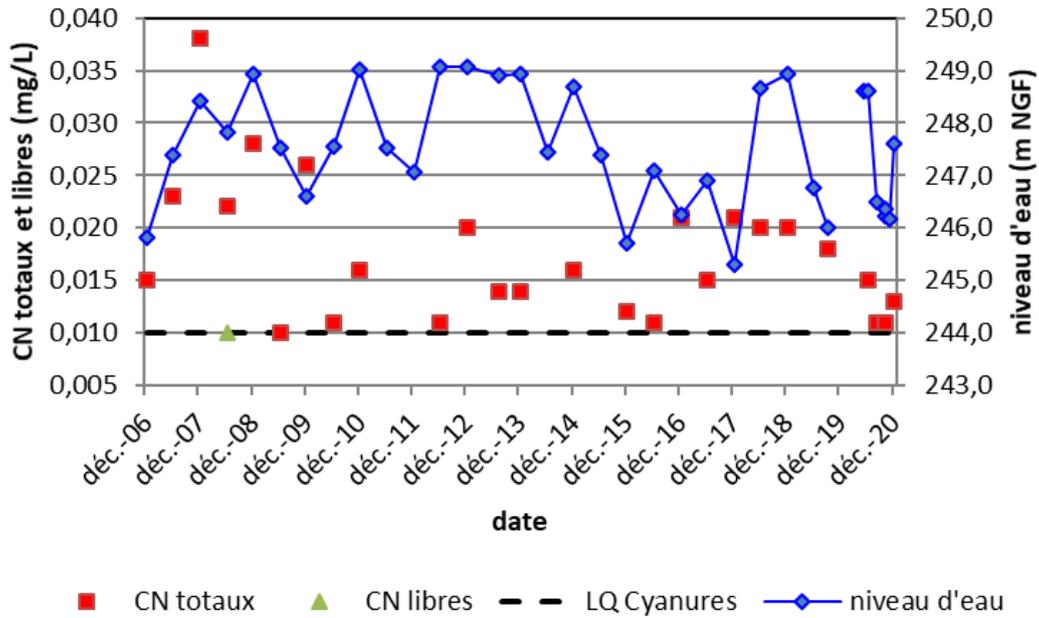


Illustration 51 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre Pz6, (Minélias, 2021).

Concernant le SPI, la concentration en cyanures totaux est de l'ordre de 0,07 mg/l en 2020 (Illustration 52). Les cyanures libres ne sont pas quantifiés par le laboratoire.

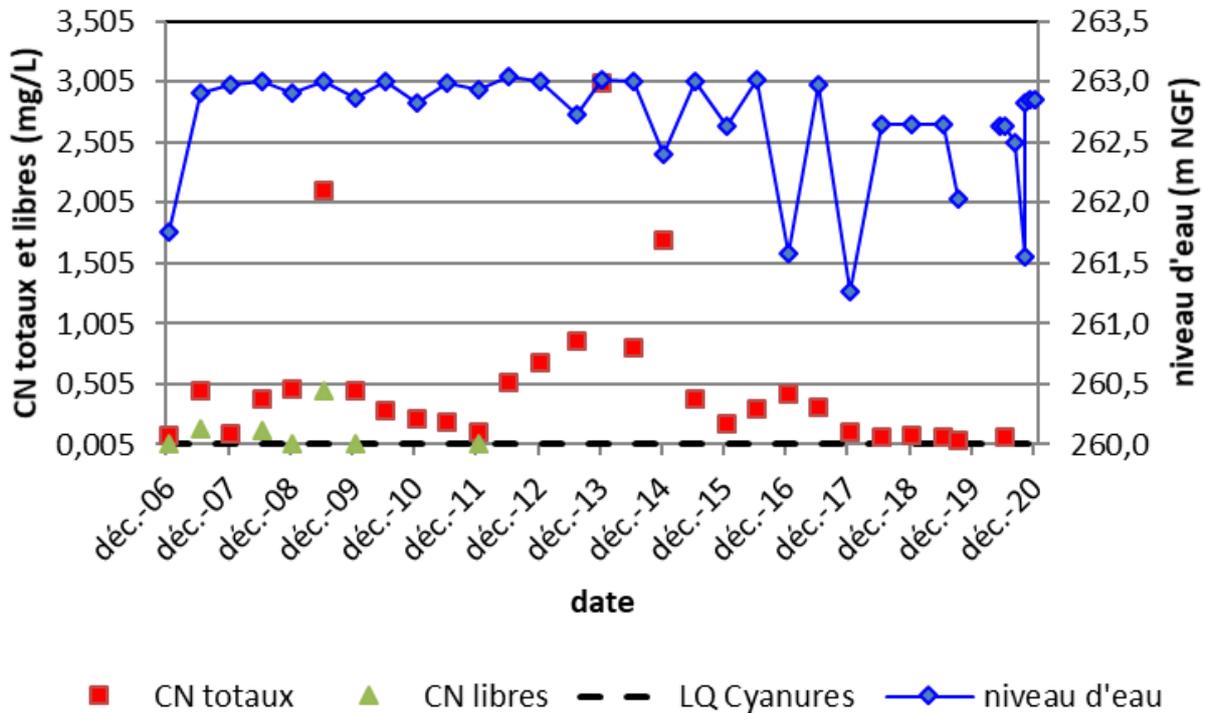


Illustration 52 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre SPI, (Minélias, 2020).

### c) À l'Est du stockage

Le MST11 côté Est du stockage a remplacé le PzE régulièrement sec. Ce piézomètre est localisé au niveau de l'ancienne zone de stockage d'arséniates de chaux qui avaient été déplacés 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.

Afin d'assurer le suivi du stockage durant la période des travaux de reprise de l'étanchéité du stockage, deux ouvrages ont été mis en place sur la digue est de Montredon (PZ18-01 et PZ18-02). Les premiers constats de ce suivi sont présentés de manière synthétiques dans ce rapport et de manière détaillée en annexe 3. Un compte-rendu complet sera fait à la restitution des travaux dans un mémoire de fin de travaux.

- **Arsenic**

L'illustration 53 ci-dessous représente les concentrations en arsenic total et dissous depuis le début du suivi de MST11 en 2015.

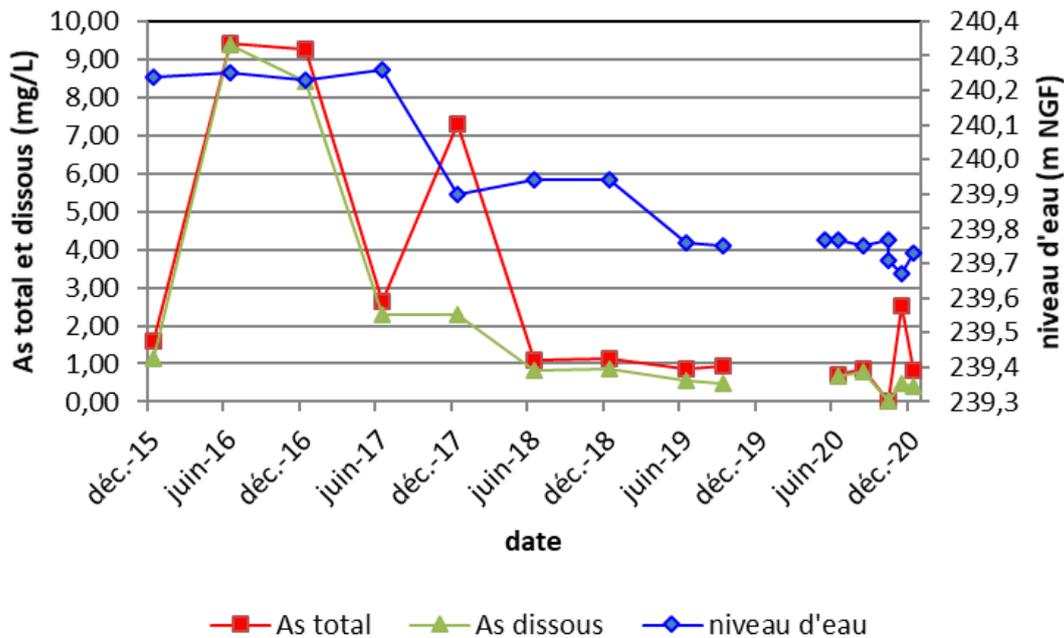


Illustration 53 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre MST11, (Minélias, 2021).

En 2020, les analyses réalisées mettent en évidence une concentration en arsenic total de l'ordre de 1,225 mg/l (cf. Illustration 53). Ces valeurs sont du même ordre de grandeur qu'en 2019.

Pour les piézomètres PZ18-01 et PZ18-02 installés durant les travaux de 2020, les concentrations en arsenic sont restées du même ordre de grandeur durant les travaux. Le PZ18-02 présente des teneurs en arsenic total plus élevées que sur le PZ18-01 (respectivement 2 mg/l et 0,2 mg/l). Pour le PZ18-01 l'arsenic est principalement sous sa forme dissoute, alors que sur le PZ18-02 on constate ponctuellement de l'arsenic particulaire comme en juin et en novembre. Les résultats sont détaillés dans l'annexe 4 de ce rapport.

- **Cyanures**

En 2020, la concentration moyenne des cyanures totaux sur les eaux de MST11 est de l'ordre de 0,12 mg/l (cf. Illustration 54). Les cyanures libres ne sont pas quantifiés (< 0,010 mg/L).

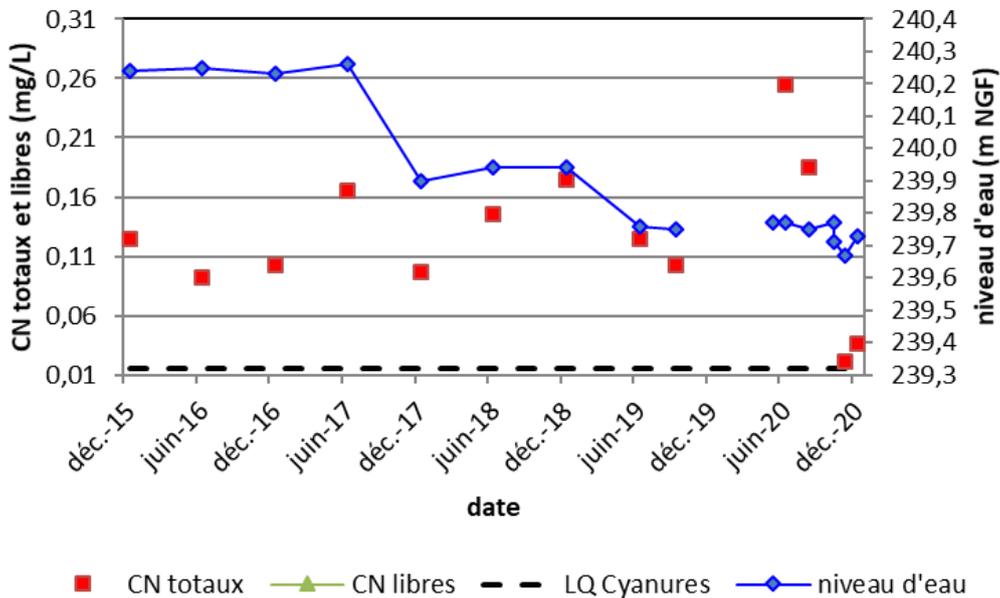


Illustration 54 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre MST11, (Minélias, 2021).

Enfin, les cyanures libres n'ont pas été quantifiés sur les piézomètres PZ18-01 et PZ18-02. Les concentrations en cyanures totaux sont faibles sur le PZ18-01 (< 0,1 mg/l), et proches de la limite de détection sur le PZ18-02 (<0,01 mg/l).

#### d) Au Sud et à l'Ouest du stockage

Le 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 2019 sur les piézomètres PZ09-03 (ex SPB) et SPJ sont représentées ci-après (cf. Illustration 45).

Afin d'assurer le suivi du stockage durant la période des travaux de reprise de l'étanchéité du stockage, deux ouvrages ont été mis en place sur la digue sud de Montredon (PZ19-01 et PZ19-02). Les premiers constats de ce suivi sont présentés de manière synthétique dans ce rapport et de manière détaillée en annexe 3. Un compte-rendu complet sera fait à la restitution des travaux dans un mémoire de fin de travaux.

- **Arsenic**

On observe peu d'évolution en 2020 des concentrations en arsenic dissous pour le PZ09-03 qui restent faible, même pendant les travaux de Montredon, et les cyanures ne sont pas détectés. La plupart des paramètres physico-chimiques contrôlés sont cohérents avec ceux mesurés précédemment sur le SPB (cf. Illustration 55).

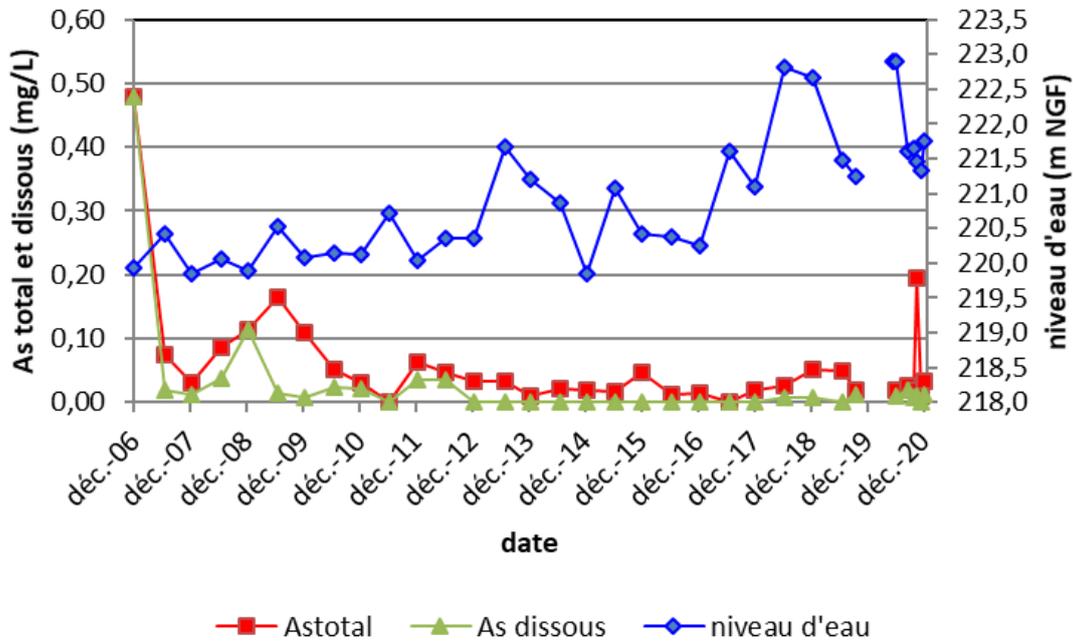


Illustration 55 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPB et PZ 09-03 (depuis juin 2017), (Minélias, 2021).

Pour le piézomètre SPJ, les concentrations en arsenic total et dissous sont assez variables en 2020 et sont en moyenne respectivement de 0,053 mg/L et 0,019 mg/L. (cf. Illustration 56).

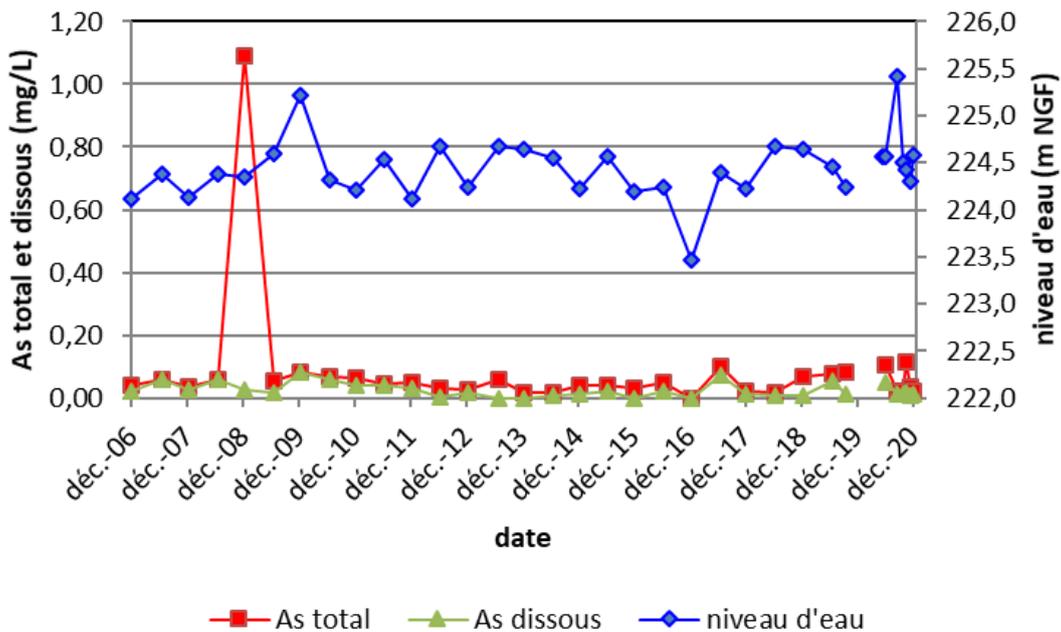


Illustration 56 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre SPJ, (Minélias, 2021).

- **Cyanures**

Depuis 2013, il n'y a eu aucune concentration en cyanures libres ou totaux qui soit supérieure à la limite de quantification sur PZ09-03 (ex SPB), d'où l'absence de graphiques dans cette section.

Concernant SPJ, en 2020, des concentrations en cyanure totaux ponctuellement au-dessus de la limite de quantification ont été relevées (au mois d'août, octobre et décembre 2020). Ces concentrations sont de l'ordre de 0.01 mg/L.

Pour les ouvrages PZ19-01 et PZ19-02 nouvellement installés, les concentrations en cyanures totaux et libres sont inférieures ou proches de la limite de détection de 0,01 mg/l, aussi bien sur le PZ19-01 que le PZ19-02.

## 2.4 ZONE DE CONFINEMENT ADEME

### 2.4.1 Présentation du site

Les travaux de l'ADEME, terminés en 2005, ont consisté à remplir et confiner 475 000 m<sup>3</sup> de matériaux pollués à l'emplacement des anciens bassins B1 et B2 (cf. Illustration 57).



Illustration 57 : Zone de confinement de l'ADEME et réseau de drainage (ADEME, 2006).

Le socle schisteux peu perméable ( $1.10^{-8}$  m/s de coefficient) a permis d'adapter le confinement constitué de (du plus profond vers la surface) :

- une géomembrane en bitume élastomère de 96 000 m<sup>2</sup> ;
- un géocomposite de drainage ;
- une couche de 1 m de terre provenant de la carrière du Ru Sec.

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 d'isoler les déchets des circulations peu profondes des eaux souterraines.

Les déchets les plus pollués ont été confinés dans une alvéole localisée dans la partie Nord-Est de la zone de confinement et dont le fond a été étanché au moyen de 1 m d'argile surmonté d'une géomembrane en PEHD. Deux drains permettent de contrôler l'étanchéité de surface de cette alvéole (drains Nord et Sud), tandis que les drains B1 et B2 assurent le drainage d'ensemble des eaux interne de l'alvéole. Le drain Sud apparaît sec depuis 2013.

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

### **a) Végétation**

L'aspect général du stockage est correct. Le couvert végétal ne s'est que peu développé durant l'année 2020. Aucun débroussaillage n'a été réalisé.

### **b) Accès et clôtures**

Un panneau de restriction d'accès a été identifié comme usé a été remplacé au premier semestre 2020. Son remplacement a été fait au second semestre. La piste d'accès depuis la station de traitement a subi des dégâts lors l'épisode pluvieux marqué du 11 mai, et des ravines ont commencé à se former sur celle-ci (cf. Illustration 58). Ces désordres ont été repris dans le cadre des travaux de Montredon.



*Illustration 58 : Gauche : Piste ravinée suite aux intempéries de mai 2020 – Droite : Piste reprise au second semestre 2020.*

### **c) Réseau hydraulique de surface**

Bien qu'une bonne partie des ouvrages repris après les intempéries d'octobre 2018 n'ait pas subi de désordre, certains se montrent plus fragiles.

Pour la plateforme Nord, on notera que dans le caniveau qui amène les eaux de ruissellement à la mare B2 (cf. Illustration 59) une accumulation d'éléments fin s'est produit. De même, pour le caniveau longeant la RD111, qui présente en plus plusieurs points de dégradation. On observe également sur le caniveau longeant la piste d'accès à la zone ADEME un début de sous cavages sous les aménagements bétonnés (cf. Illustration 60). Le curage et la reprise de ces caniveaux sera effectué après la fin des travaux du stockage de Montredon.



Illustration 59 : Caniveau d'aménage des eaux à la mare B2, dégradé (28/10/2020).



Illustration 60 : Début de sous-cavage sous le caniveau longeant la piste d'accès (28/10/2020).

## 2.4.2 Eaux de drainage

Les exutoires du réseau de drainage de la zone de confinement ADEME (drains Nord et Sud de l'alvéole étanche et drains B1 et B2) sont cartographiés en Illustration 61.

### a) Drains B1 et B2

Deux drains, B1 et B2, ont été posés au fond du confinement afin d'évacuer les eaux vers la station de dépollution.

En partie terminale, ces deux drains ont été installés dans une petite galerie (dite le "tunnel") pour rejoindre la station de dépollution (cf. Illustration 62).



Illustration 61 : Localisation du débouché des drains provenant de la zone de confinement ADEME et du stockage de Montredon.

Note : les drains D1 et D2 représentés sur l'illustration 61 ci-dessus sont ceux décrits au paragraphe traitant des eaux internes au stockage de Montredon (cf. §2.3.4.b). Les eaux du drain D1 sont acheminées vers la station.



Illustration 62 : Arrivée des drains B1 et B2 à la station de dépollution, (Minéllis, 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. Depuis 2014, la filtration de l'échantillon pour analyse de l'arsenic dissous est faite sur site (cf. Tableau 17).

Depuis septembre 2014, le drain B1 ne coule plus et est probablement colmaté malgré des tentatives de rétablissement de l'écoulement par hydrocurage en 2016, 2017 et 2018.

		Avr.-20	Juin-20	Oct.-20	Déc.-20	Moyenne
Date		06/04/20	30/06/20	06/10/20	14/12/20	
Drain B2	Débit (m <sup>3</sup> /h)	1,11	0,80	0,30	1,37	0,89
	pH	8,14	8,02	8,07	8,18	8,10
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	3 330	3 293	3 179	3 037	3 210
	E <sub>h</sub> (mV)	+315	+264	+307	+276	+291
	Température (°C)	17,7	17,8	17,8	17,0	17,6
	Oxygène dissous (mg/L)	8,1	8,7	8,0	9,1	8,5
	As total (mg/L)	1,40	1,10	0,98	0,95	1,11
	As dissous (mg/L)	1,30	1,07	0,95	0,95	1,07

Tableau 17 : Contrôle trimestriel du débit et de la qualité des eaux sortant du drain B2, (Minéllis, 2021).

L'arsenic est essentiellement sous sa forme dissoute dans le drain B2. La concentration en arsenic total est relativement stable au cours de l'année 2020 avec une moyenne à 1,07 mg/L, ce qui est du même ordre de grandeur par rapport aux prélèvements précédents (concentration moyenne de 1,25 mg/L en 2019).

Les débits mesurés au drain B2 semblent fluctuer selon la pluviométrie qui active le réseau de drainage gravitaire du confinement. Le débit le plus important est observé en décembre 2020 (1,37 m<sup>3</sup>/h). En 2019 il avait atteint à la même date 2,87 m<sup>3</sup>/h. Ces valeurs semblent en lien avec la pluviométrie. Décembre 2019 été particulièrement pluvieux par rapport à décembre 2020 (respectivement >300 mm et 113 mm). Cette tendance sera à vérifier lors des prochains suivis.

La chronique de suivi des drains B1 et B2 est fournie en Illustration 63.

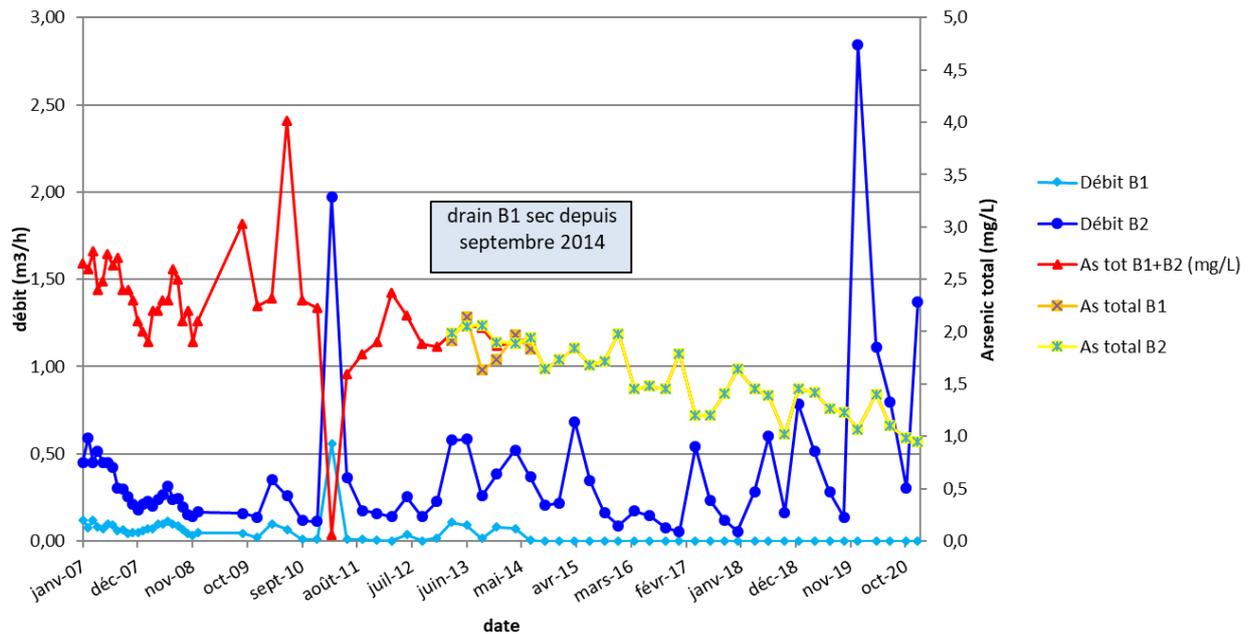


Illustration 63 : Débit, concentration en arsenic total des drains B1 et B2, (Minélias, 2021).

Il est observé depuis 2011, une tendance interannuelle à la diminution de la concentration en arsenic total sur les eaux du drain B2.

### b) Drains de l'alvéole étanche

Deux drains (cf. Illustration 64) contrôlent l'étanchéité du système de stockage : le drain Nord et le drain Sud (ou central). Depuis 2013, ils sont suivis trimestriellement et l'arsenic est analysé lorsqu'un prélèvement est possible.



Illustration 64 : Drain Sud (photo de gauche) et drain Nord (photo de droite) (Minélias, 2020).

Le Tableau 18 présente les données obtenues en 2020 sur le drain Nord. Les chroniques de mesures depuis 2013 sont présentées sur le graphique de l'illustration 65.

		Avr.-20	Juin.-20	Oct.-20	Déc.-20	Moyenne
Date		06/04/20	30/06/20	06/10/20	14/12/20	
Drain alvéole Nord	As total (mg/L)	110,0	89,40	75,80	77,40	88,15
	As dissous (mg/L)	97,0	87,90	72,30	76,20	83,35
	Débit (L/h)	4,9	5,6	4,1	10,8	6,3
	pH	7,01	7,90	7,69	7,72	7,58
	Conductivité à 25°C ( $\mu$ S/cm)	8 057	9 075	8 998	6 865	8 249
	E <sub>h</sub> (mV)	+122	+327	+162	+214	+206
	Température (°C)	16,3	18,6	17,7	13,9	16,6
	Oxygène dissous (mg/L)	7,1	8,0	7,5	8,9	7,9

Tableau 18 : Contrôle trimestriel 2020 du débit des eaux du drain Nord de l'alvéole étanche (Minéllis, 2021).

Le drain Nord de l'alvéole a présenté un débit variant entre 4,9 et 10,8 L/h tout au long de l'année 2020. Les concentrations en arsenic sont élevées mais restent dans la gamme de valeur depuis le début du suivi avec une moyenne de 88,2 mg/L en total et 83,4 mg/L en dissous. Une baisse de ces concentrations est visible durant le second semestre 2020, et ce malgré des augmentations de débit mesurées au cours de l'année. L'arsenic est essentiellement sous sa forme dissoute à 95% (moyenne annuelle des prélèvements trimestriels) dans le drain Nord alvéole.

Il est important de rappeler qu'entre mars 2018 et novembre 2019, le drain Nord était sec.

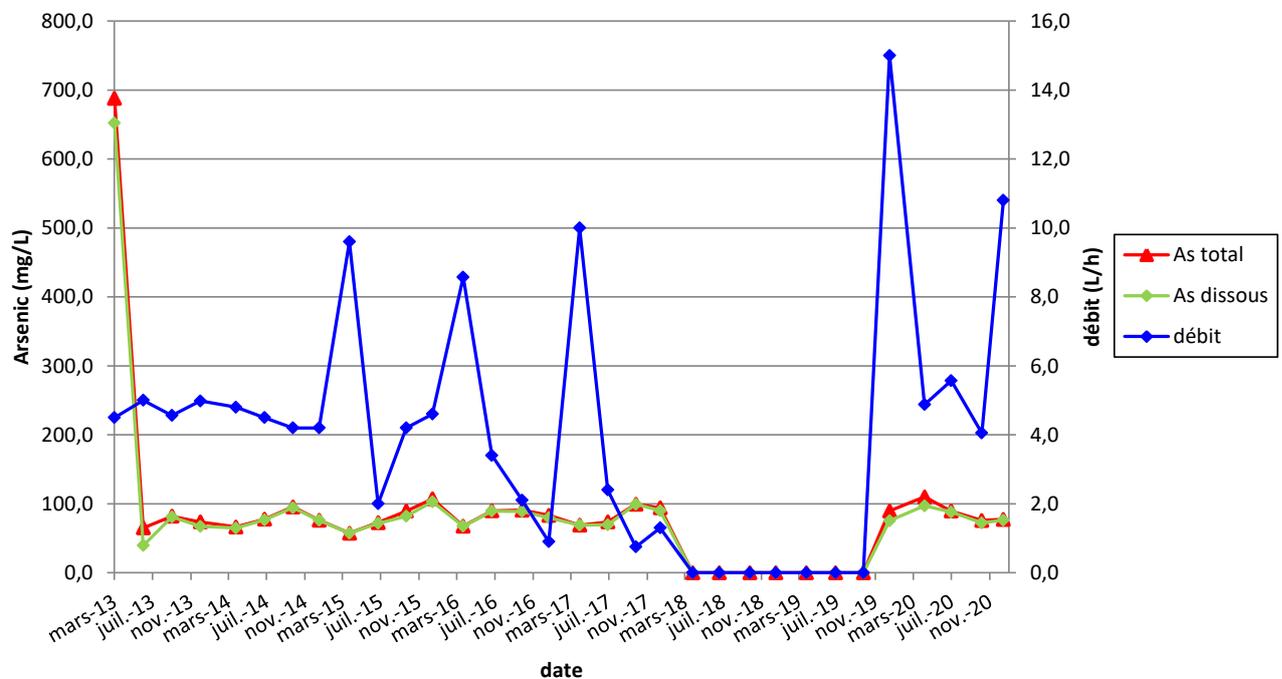


Illustration 65 : Concentration en arsenic total et dissous et débit du drain Nord alvéole, (Minéllis, 2021).



## **b) Érosion**

Aucune évolution n'est notée en 2020. Une vigilance particulière sera appliquée lors de la surveillance du premier semestre 2021, qui se tiendra après les travaux de canalisation du point V, il conviendra de s'assurer que les surfaces ont été correctement remises en état après travaux.

## **c) Réseau hydraulique de surface**

Les aménagements entrepris durant l'été 2019 sont toujours pérennes et fonctionnent correctement, aucun signe de dégradation n'est identifié. Le dégrilleur est toujours en bon état, néanmoins une accumulation de sédiments dans le bassin aval est observable (cf. Illustration 67). Son curage pourra être mentionnée dans un programme prévisionnel regroupant l'ensemble des travaux d'entretien à réaliser sur sites suivis par le BRGM/DPSM. Ce programme sera proposé en 2021.



*Illustration 67 : Accumulation de sédiments dans le bassin aval du dégrilleur.*

### **2.5.2 Eaux souterraines**

Deux piézomètres sont présents sur cette zone : PZ8 (partie haute du site de l'usine Artus) et BP11 (partie basse du Champ Magné), (cf. Illustration 68). Ils sont représentés en Illustration 57 sur une photographie historique, ce qui permet de les situer par rapport aux anciennes installations industrielles.



Illustration 68 : Piézomètres PZ8 et BP11 sur photographie aérienne de 1999 de l'usine Artus du champ Magné (Minéllis, 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 69 et Illustration 70 ci-dessous présentent les cotes piézométriques relevées sur les ouvrages PZ8 et BP11 (moyennes semestrielles ?).

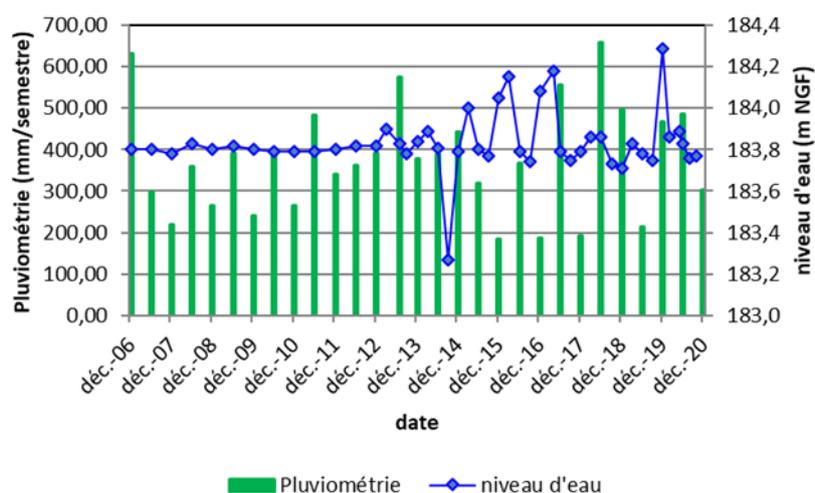


Illustration 69 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur PZ8 (Minéllis, 2021).

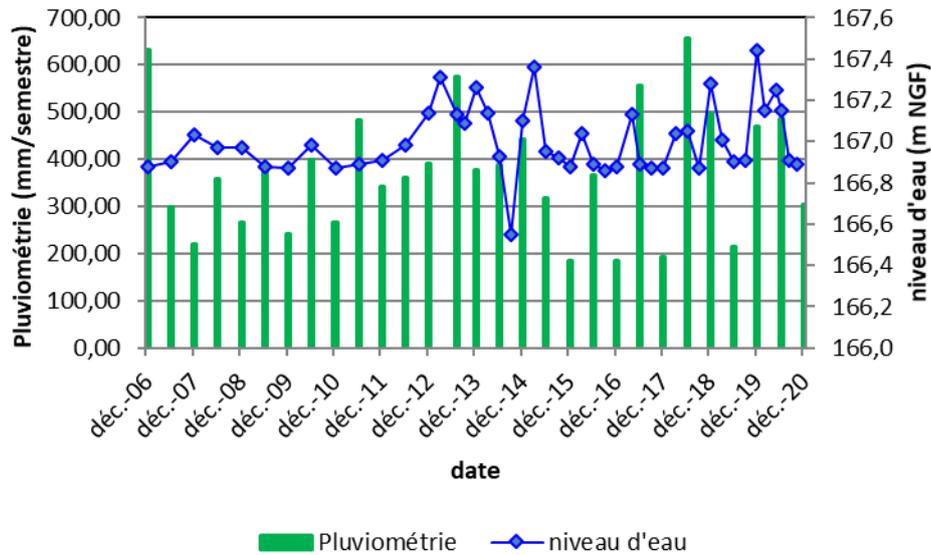


Illustration 70 : Niveau piézométrique semestriel moyen mesuré sur BP11, (Minélias, 2021).

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 les ouvrages PZ8 et BP11 est resté stable tout au long de l'année 2020. Il était en moyenne de 185,50 m NGF pour PZ8 et de 171,85 m NGF pour BP11.

**b) Suivi qualitatif des eaux souterraines**

Les résultats des campagnes de suivi sont regroupés dans le Tableau 19 ci-dessous.

<b>PZ8</b>		<b>févr.-20</b>	<b>Mai-20</b>	<b>Juin-20</b>	<b>Août-20</b>	<b>oct.-20</b>	<b>Moyenne</b>
pH	(u)	7,53	7,66	7,52	7,46	7,31	7,50
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	3425	3161	3336	3361	3225	3302
Eh	(mV)	261	237	270	200	271	248
Température	(°C)	15,2	16,3	16,4	19,1	18,1	17,0
As Total	(mg/L)	0,108	0,048	0,040	0,051	0,043	0,058
As Dissous	(mg/L)	0,043	0,031	0,019	0,025	0,024	0,028
CN Total	(mg/L)	0,042	0,036	0,051	0,041	0,032	0,040
CN Libre	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
<b>BP11</b>		<b>févr.-20</b>	<b>Mai-20</b>	<b>Juin-20</b>	<b>Août-20</b>	<b>oct.-20</b>	<b>Moyenne</b>
pH	(u)	7,54	7,82	7,66	7,38	7,40	7,56
Conductivité	( $\mu$ S/cm)	2417	1726	2414	2527	2318	2280
Eh	(mV)	263	230	221	178	249	228
Température	(°C)	16	15,6	15,1	17,5	18,2	16,5
As Total	(mg/L)	6,540	8,340	8,890	6,410	6,250	7,286
As Dissous	(mg/L)	6,000	7,800	6,480	5,750	5,81	6,368
CN Total	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CN Libre	(mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Tableau 19 : Résultats des mesures et analyses 2020 des piézomètres PZ8 et BP11 sur les sites de l'ancienne usine Artus et Champ Magné, (Minéllis, 2019).

- **Arsenic**

Les Illustration 71 et Illustration 72 ci-dessous reprennent les concentrations en As total et dissous depuis le début du suivi sur PZ8 et BP11, respectivement.

Comme pour les années précédentes, la concentration d'arsenic dissous présente des fluctuations marquées au droit du PZ8 tandis qu'elle plus stable au niveau de BP11 en aval (représente plus de 90% de l'arsenic total mesuré).

La concentration en arsenic total en aval dans l'ouvrage BP11 est beaucoup plus élevée que dans le piézomètres PZ8. Il est en moyenne de 0,058 mg/L pour PZ8 contre 7,286 mg/L au droit de BP11.

La concentration en arsenic au droit de BP11 apparait liée au niveau d'eau (mobilisation plus forte de l'arsenic en périodes de hautes eaux).

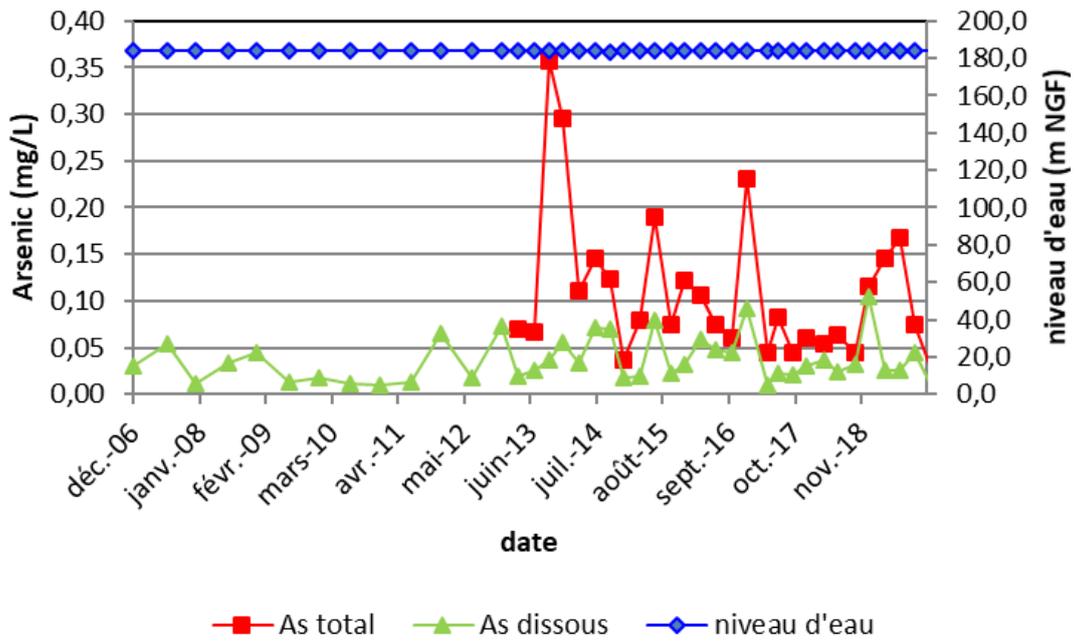


Illustration 71 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PZ8, (Minéllis, 2021).

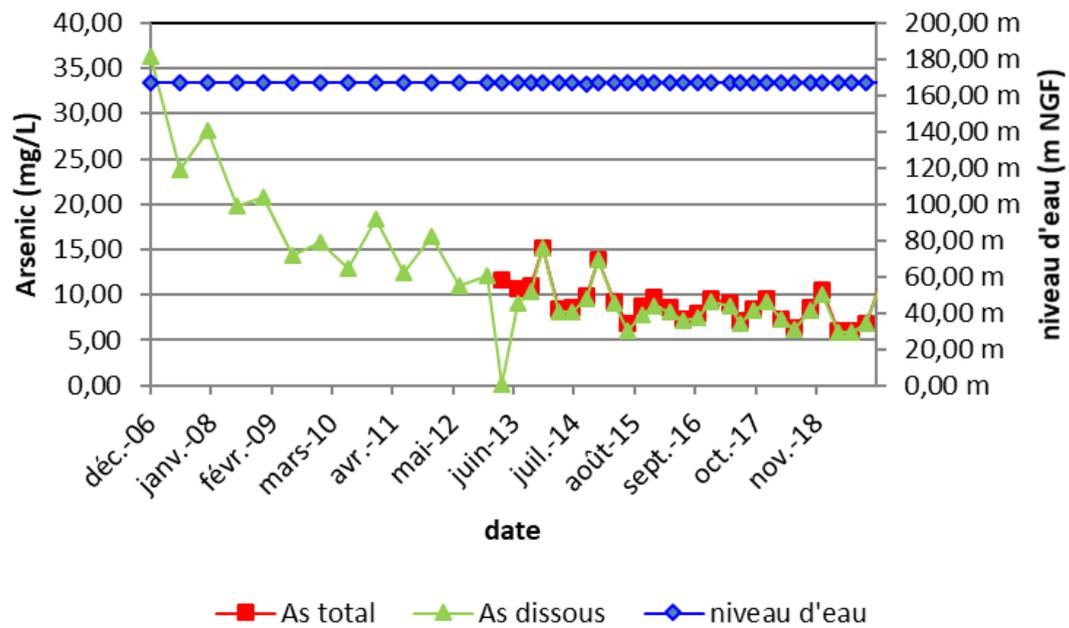


Illustration 72 : Évolution de l'arsenic et du niveau d'eau du piézomètre BP11, (Minéllis, 2021).

Sur l'ouvrage aval (BP11), il est toujours constaté une tendance à la stabilisation, voire à la baisse des concentrations en arsenic depuis 2015.

• **Cyanures**

En 2020, l'ouvrage PZ8 présente des traces de cyanures totaux (0,040 mg/L en moyenne) tandis que la concentration sur BP11 reste de l'ordre 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 73 et l'illustration 74 ci-dessous reprennent les concentrations en CN totaux et libres depuis le début du suivi sur PZ8 et BP11, respectivement.

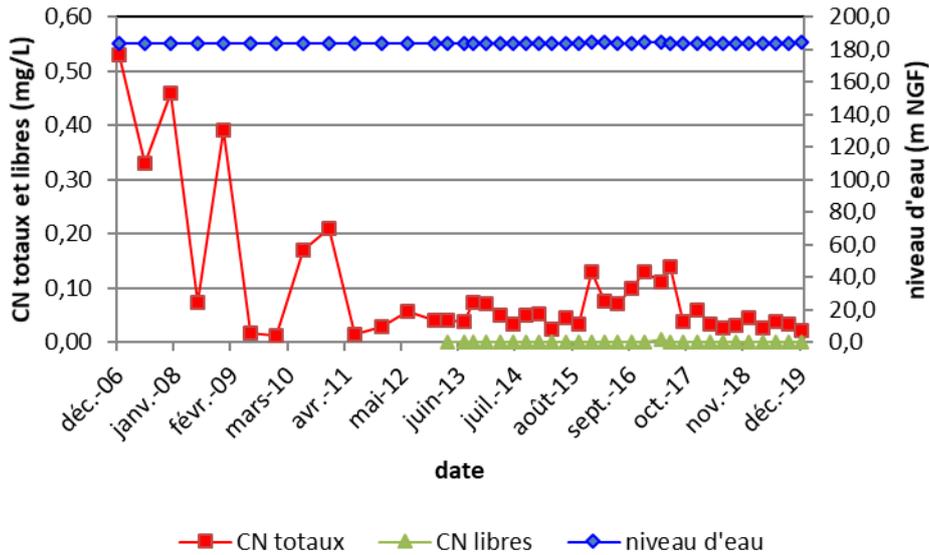


Illustration 73 : Évolution des concentrations en cyanures et du niveau d'eau du piézomètre PZ8 (Minélias, 2021).

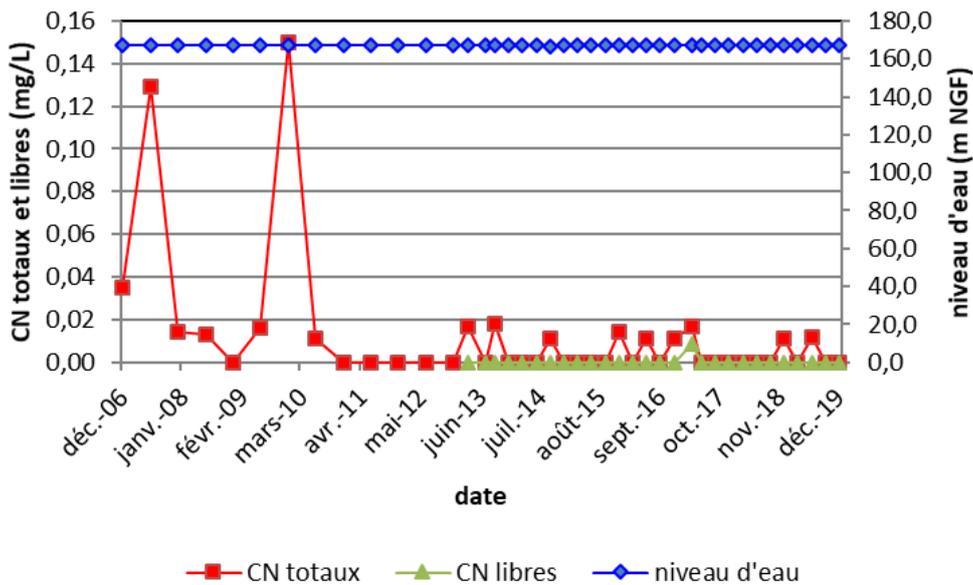


Illustration 74 : Évolution des cyanures et du niveau d'eau du piézomètre BP11 (Minélias, 2021).

## 2.6 SURVEILLANCE DES EAUX DU SITE DE LA COMBE DU SAUT

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 BRGM/DPSM est en charge de la surveillance de ce site au travers de plusieurs points de contrôle de qualité des eaux en surface (cf. Illustration 75).

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 est réalisée par des prélèvements dans les eaux superficielles (prélèvements dans une mare et dans une source) et dans les eaux souterraines. Cette surveillance est décrite dans les parties ci-après.

### 2.6.1 Eaux superficielles

Concernant l'influence éventuelle de la Combe du Saut sur les eaux superficielles, les données de suivi de l'Orbiel en amont (au pont de Limousis) et en aval (au niveau du Gué Lassac) figurent en partie 6.2. A noter que ces points de contrôle englobent également les impacts liés au site de l'Artus situé en rive gauche de l'Orbiel (cf. 2.2), lesquels ne peuvent pas être discriminés de la contribution des installations situées en rive droite. La localisation des points de suivi des eaux superficielles de la Combe du Saut est présentée ci-dessous (cf. Illustration 75).



Illustration 75 : Localisation des zones de prélèvements des eaux superficielles au droit du secteur de la Combe du Saut.

#### a) Mare B2

Pour déterminer la qualité des eaux superficielles en partie haute de la Combe du Saut, des analyses trimestrielles sont réalisées au niveau de la mare B2 (cf. Illustration 76).

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 arsénates de chaux et de la partie basse du flanc Est du bassin de Montredon (cf. 2.3.5).



Illustration 76 : Mare B2 en amont de la Combe du Saut (Minéllis, 2020).

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 2020 sont regroupées dans le Tableau 20 ci-dessous.

	Date	Avr.-20	Juin-20	Oct.-20	Déc.-20	Moyenne
		06/04/20	30/06/20	06/10/20	14/12/20	
Mare B2	<b>As total (mg/L)</b>	0,610	0,543	0,637	0,445	0,559
	As dissous (mg/L)	0,560	0,516	0,631	0,408	0,529
	Niveau* (cm)	10	1	0,5	37	12
	pH	8,05	7,78	7,71	7,74	7,82
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	3 184	3 671	4 115	1 602	3 143
	E <sub>h</sub> (mV)	+319	+290	+363	+292	+316
	Température	12,5	18,9	15,0	10,8	14,3
	Oxygène dissous (mg/L)	8,5	7,1	7,6	8,2	7,9

Tableau 20 : Données 2019 de suivi des eaux de la mare B2, (Minéllis, 2021).

Le niveau de cette mare est dépendant des précipitations. Le niveau d'eau dans la mare était à son minimum en octobre 2020 (0,5 cm contre 37 cm en en décembre 2020). Les concentrations en arsenic (essentiellement sous forme dissoute) sont d'autant plus faibles que le niveau de la mare est élevé (dilution probable par apport d'eaux météoriques). En 2020, les analyses d'arsenic total présentent une concentration minimale de 0,445 mg/L en décembre et une concentration maximale de 0,637 mg/L en juin. Ces concentrations sont en cohérence avec les gammes habituellement observées, comme représenté sur l'illustration 77 ci-dessous.

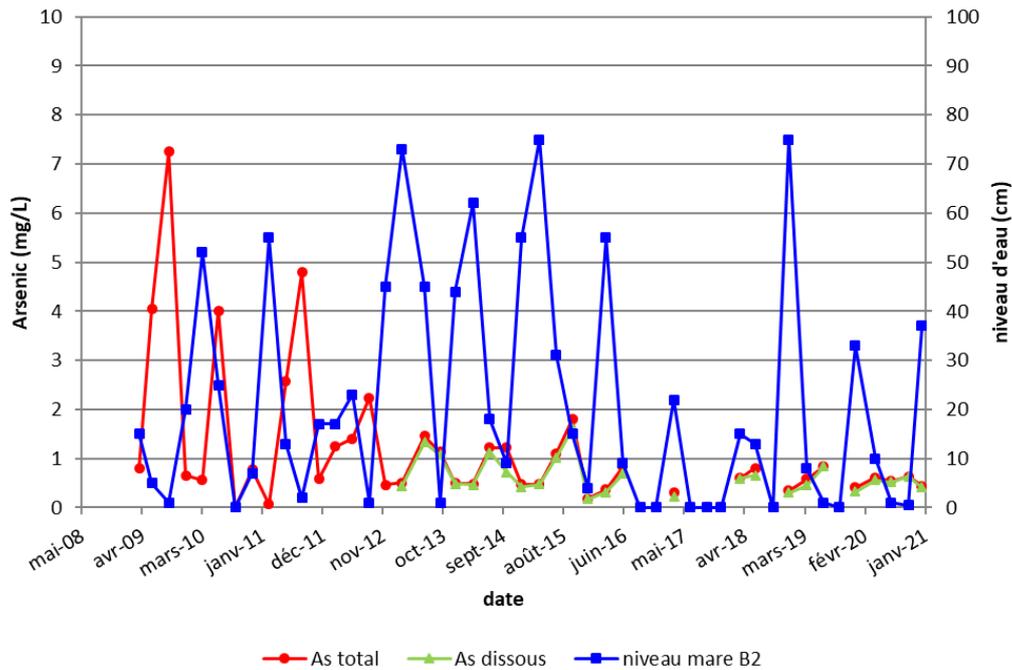


Illustration 77 : Évolution des concentrations en arsenic total et dissous de la mare B2, (Minélis, 2020).

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

### b) Source Arsine

En 1987, un atelier de fabrication d'arsine ( $AsH_3$ , gaz particulièrement toxique, destiné au dopage des microprocesseurs) et de stockage est installé sur une partie de La Combe du Saut (cf. Illustration 78). La capacité de production était de 500 kg d'arsine par an.



Illustration 78 : Usine d'arsine en 2002 (ADEME, 2006).

L'ADEME, au cours de ses actions sur le site entre 1999 et 2010, a démolì l'usine d'arsine et excavé la zone. La source Arsine, quant à elle, est une source localisée au droit de l'ancienne usine dont l'origine serait mélangée :

En 2020, des travaux de canalisation de la source Arsine ont été réalisés (cf. Illustration 79). Ils permettent que les eaux de la source arsine puissent être collectées et traitées à la station de dépollution.



Illustration 79 : Reprise de l'exutoire de la source Arsine à l'occasion des travaux de canalisation des eaux du point V (octobre 2020).

Les mesures mensuelles de 2020 figurent dans le Tableau 21.

		Jan.20	Fév.20	Mars.20	Avr.20	Mai.20	Juin.20
Source Arsine	Date	27/01/20	24/02/20	06/04/20	27/04/20	25/05/20	30/06/20
	Débit (m <sup>3</sup> /h)	1,200	0,647	0,215	0,879	0,644	0,231
	pH	7,36	8,12	8,01	7,69	8,26	7,68
	Conductivité à 25°C (μS/cm)	1 726	1 505	1 623	1 718	1 774	1 679
	E <sub>h</sub> (mV)	+214	+225	+147	+180	+167	+174
	Température (°C)	10,2	16,0	18,3	15,9	24,8	18,3
	Oxygène dissous (mg/L)	8,4	9,3	8,0	7,4	7,7	8,0
	As total (mg/L)	10,40	4,64	4,70	7,66	5,47	4,55
	As dissous (mg/L)	9,69	4,63	4,40	7,59	5,30	3,54
		Juil.20	Août.20	Sept.20	Oct.20	Nov.20	Déc.20
Source Arsine	Date	20/07/20	24/08/20	06/10/20	27/10/20	23/11/20	14/12/20
	Débit (m <sup>3</sup> /h)			6.10-6	3.10-6	3.10-7	3.10-5
	pH			8,05	8,08	8,27	8,03
	Conductivité à 25°C (μS/cm)			1 585	1 576	1 402	1 400
	E <sub>h</sub> (mV)			+179	+233	+257	+252
	Température (°C)			17,1	13,7	9,8	11,5
	Oxygène dissous (mg/L)			7,0	8,3	8,8	8,9
	As total (mg/L)			5,89	5,44	5,25	7,23
	As dissous (mg/L)			5,69	5,05	4,74	7,18

Tableau 21 : Résultat du suivi des eaux de la source arsine en 2020 (Minéllis, 2020).

Comme à chaque période estivale, le source Arsine était sèche de juillet à août 2020. Hors période estivale, l'arsenic y est très majoritairement sous forme dissoute. Les concentrations maximums sont relevées au mois de janvier 2020 (10,40 mg/L) et les minimums au mois de février 2020 (4,64 mg/L).

La source est suivie depuis 2008 et les mesures sont effectuées mensuellement depuis 2013 (cf. Illustration 80). A noté que l'arsenic dissous est également quantifié depuis 2013.

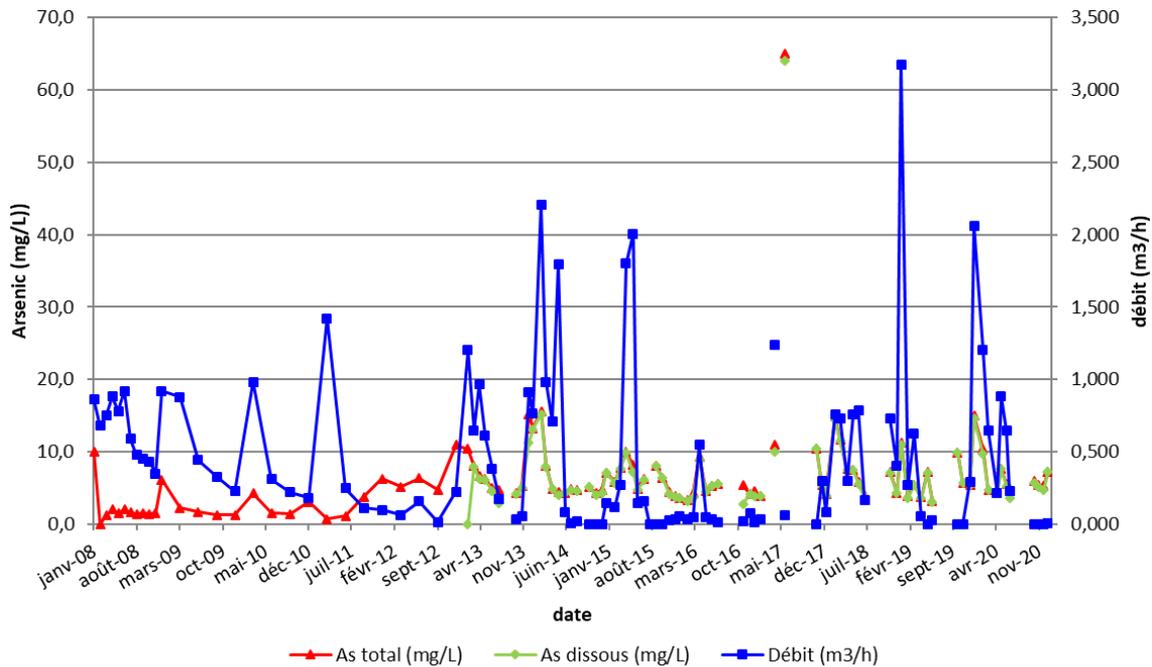


Illustration 80 : Concentration en arsenic et débit de la source Arsine, (Minélias, 2020).

Les variations en concentrations et débit de 2020 sont dans la gamme de mesures relevées depuis le début du suivi.

### c) Point V

Le Champ Magné, à l'Est de l'emplacement de l'ancienne usine de l'Artus, a servi 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. Lors des travaux de réhabilitation du site de la Combe du Saut, l'ADEME a mis en œuvre un dispositif de captage d'une venue d'eau contaminée nouvellement apparue lors des travaux de décapage de la zone, dite source « point V ».

Le Point V se situe à proximité du vaste fossé bordant la Combe du Saut côté Sud. En 2020 des travaux sur la canalisation des eaux du Point V et de la source Arsine ont été réalisés (cf. Illustration 81).



Illustration 81 : Connexion de la canalisation au Point V (juin 2020).

Les eaux du Point V sont traitées au sein de la station de dépollution depuis 2007. Un prélèvement pour analyse est effectué sur une base hebdomadaire par l'exploitant de la station, toutefois le rythme de ces prélèvements peut varier en fonction des relèves réalisées par l'exploitant de la station (cf. Tableau 22).

Un compteur de débit permet de relever le volume des eaux provenant du Point V, sauf débordement en cas d'intempéries intenses.

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 22 et l'illustration 82 s'attachent avant tout à représenter les résultats de concentration en arsenic.

Date	As total (mg/l)	As dissous (mg/l)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Eh (mV)
07/01/2020	18,435	14,715	11,3	1547	7,2	
14/01/2020	19,953	18,071	10	1733	7,2	189,08
21/01/2020	16,852	14,721	8,8	1879	7,5	14,5
28/01/2020	15,705	14,36	9,8	1552	7,1	instable
04/02/2020	17,095	16,633	12,1	1568	7,3	instable
11/02/2020	18,761	18,252	13,2	1767	7,2	134,2
18/02/2020	17,644	15,246	11,9	1840	7,2	50,7
25/02/2020	19,29	18,24	12,1	1925	7,1	181,6
03/03/2020	20,039	17,368	12,3	1918	7,2	instable
10/03/2020	16,953	16,746	13	2169	7,1	170,03
17/03/2020	17,605	17,099	12,8	2432	7,4	79,7
24/03/2020	17,503	15,108	13,02	2517	7,1	12,5
31/03/2020	19,068	16,2	11,9	2450	7,4	instable
07/04/2020	19,818	18,721	13,7	2052	7,2	62
14/04/2020	22,459	21,322	14,6	2130	7,5	81,5
21/04/2020	26,887	24,312	16,1	2 068	7,2	129,6
28/04/2020	19,134	18,363	16,1	1771	7,3	instable
05/05/2020	23,603	18,822	17,7	1801	7,2	183,6
12/05/2020	21,485	20,583	15,8	1753	7,2	174,4
19/05/2020	19,273	15,082	16,5	1749	7,1	152,1
26/05/2020	20,882	17,258	17,9	1709	7,3	112,6
02/06/2020	22,487	22,393	18,5	1833	7,1	170
09/06/2020	26,175	25,584	16,7	1863	7,1	140
16/06/2020	26,384	25,116	17,4	1989	7,1	95
23/06/2020	25,575	25,207	19,2	19880	7,3	155
07/07/2020	24,498	19,008	19,1	1777	7,1	189
16/07/2020	26,848	26,419	18,7	1845	7,2	126,3
21/07/2020	28,173	28,005	20,4	1723	6,9	194,1
27/07/2020	35,389	35,185	20,8	1678	7,7	188,4
04/08/2020	24,31	21,26	20,1	1774	7,7	139,7
11/08/2020	23,1	20,1	22,2	1667	7,1	197
18/08/2020	25,4	21,28	21,2	17000	7,2	228,7
07/01/2020	18,435	14,715	11,3	1547	7,2	84,3
14/01/2020	19,953	18,071	10	1733	7,2	
21/01/2020	16,852	14,721	8,8	1879	7,5	189,08
28/01/2020	15,705	14,36	9,8	1552	7,1	14,5
04/02/2020	17,095	16,633	12,1	1568	7,3	instable
11/02/2020	18,761	18,252	13,2	1767	7,2	instable
18/02/2020	17,644	15,246	11,9	1840	7,2	134,2
25/02/2020	19,29	18,24	12,1	1925	7,1	50,7
03/03/2020	20,039	17,368	12,3	1918	7,2	181,6
10/03/2020	16,953	16,746	13	2169	7,1	instable
17/03/2020	17,605	17,099	12,8	2432	7,4	170,03

Tableau 22 : Résultats d'analyses et mesures réalisées en 2020 sur les eaux de la source Point V.

S'agissant d'une source, il n'est pas étonnant que l'essentiel de l'arsenic se trouve sous forme dissoute.

En 2020, les concentrations en arsenic total et dissous dans les eaux du Point V fluctuent entre 14,36 et 35,4 mg/L. Ces concentrations sont du même ordre de grandeur que les années antérieures. On observe une tendance générale à la baisse et une certaine saisonnalité des concentrations en Arsenic dans les eaux de la source Point V (cf. Illustration 82).

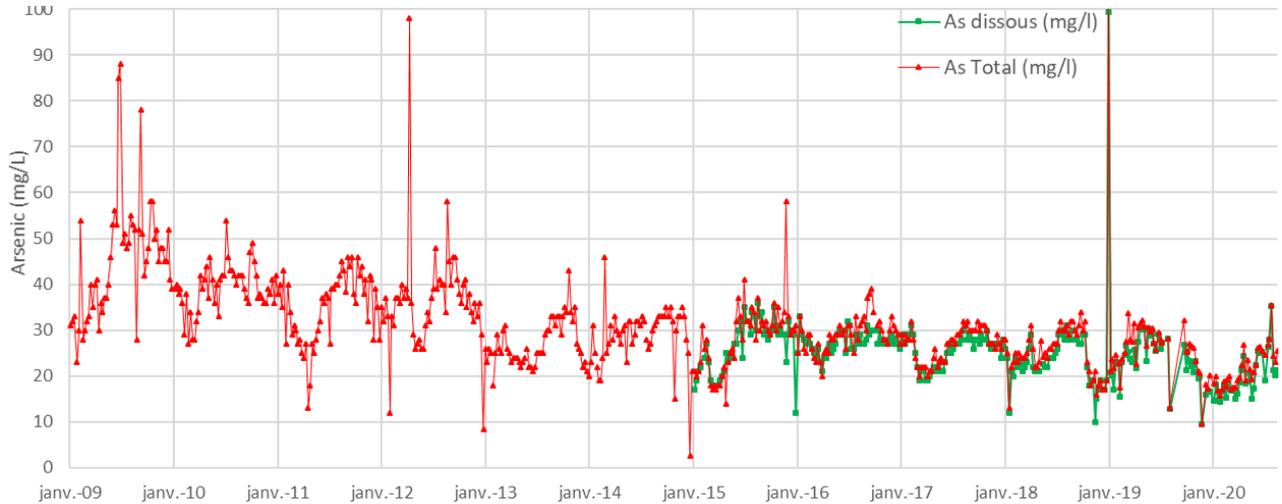


Illustration 82 : Concentrations en arsenic au point V (2009-2020), (Minélias, 2021).

## 2.6.2 Surveillance des eaux souterraines

La qualité des eaux souterraines est surveillée par 8 points de contrôle présentés dans le Tableau 23 et localisés sur l'illustration 83.

Piézomètre	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	Trimestrielle
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 23 : Piézomètres de suivi des eaux souterraines autour de la Combe du Saut.

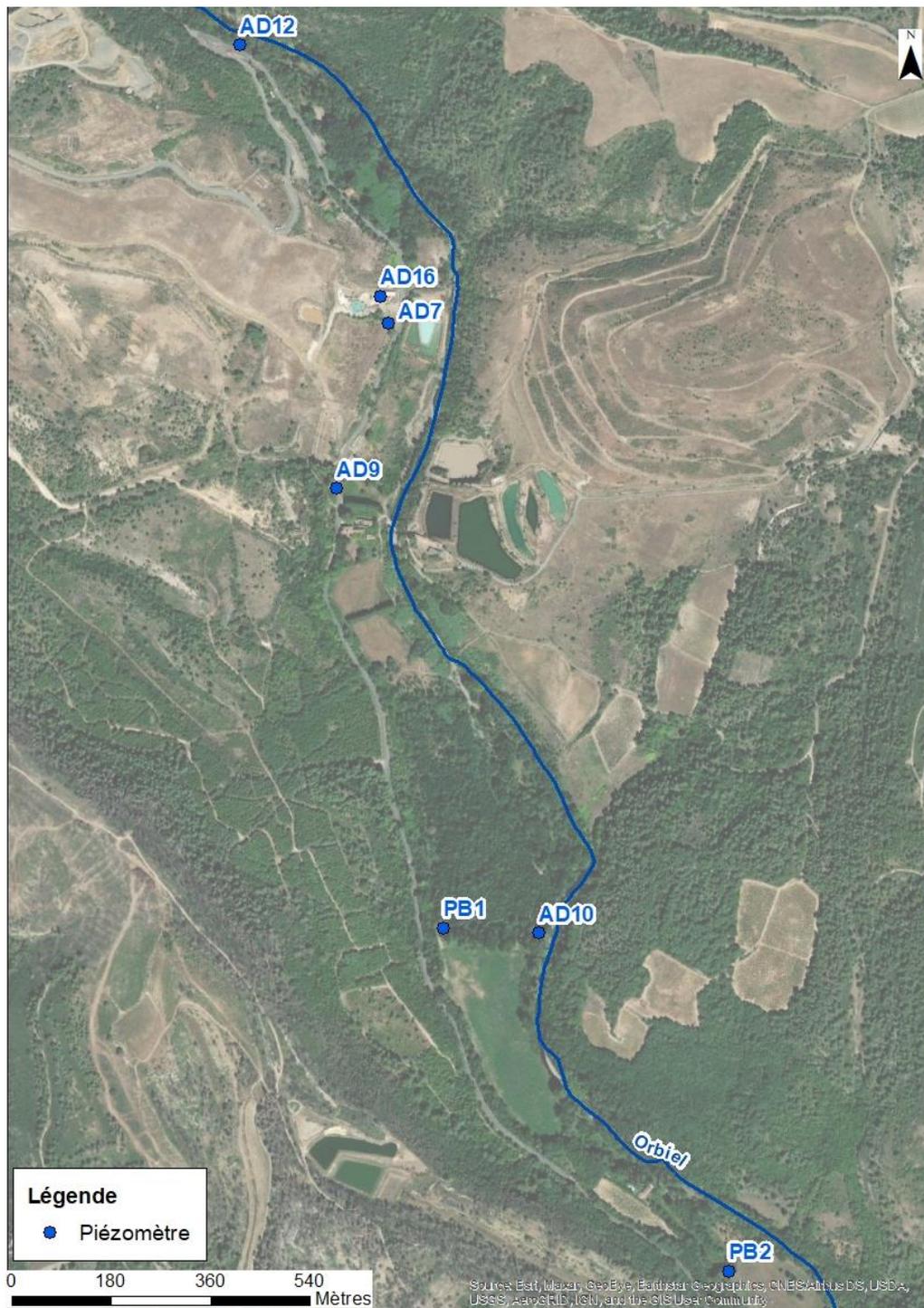


Illustration 83 : Localisation des piézomètres dans la nappe alluviale en amont et en aval du site de la Combe du Saut.

**a) Amont du site**• **AD12**

Le piézomètre AD12 est localisé à proximité de l'Orbiel. Ce piézomètre est situé en bordure d'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 observés autour de l'ouvrage, indiquant une possible intrusion de matériaux dans le tubage. Un nettoyage de cet ouvrage pourra être mentionnée dans un programme prévisionnel regroupant l'ensemble des travaux d'entretien à réaliser sur sites suivis par le BRGM/DPSM. Ce programme sera proposé en 2021.

À noter également que la dégradation de la piste d'accès n'a pas permis au prestataire de suivi de procéder à une vraie purge du piézomètre AD12, ne garantissant pas la qualité des données présentées ci-dessous.

Les résultats des mesures réalisées sur le piézomètre en 2020 sont récapitulés dans le Tableau 24.

	Date	Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct.-20	Déc-20	Moyenne
AD12 (Cote piezo 165,80 mNGF)	As TOT (mg/L)	0,033	0,022	0,078	0,039	0,066	0,062	0,050
	As dissous (mg/L)	0,010	0,010	0,014	0,011	0,011	0,011	0,011
	Prof eau (m)	2,20	2,10	2,32	2,51	2,47	2,34	2,32
	Cote nappe (m NGF)	163,60	163,70	163,48	163,29	163,33	163,46	163,48
	pH	7,98	7,75	7,77	7,82	7,84	7,61	7,80
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	310	339	361	472	374	299	359
	E <sub>h</sub> (mV)	+314	+277	+282	+236	+340	+324	+295
	Température (°C)	10,4	13,1	14,3	18,9	13,9	10,5	13,5
	Oxygène dissous (mg/L)	7,13	5,83	6,80	7,58	8,26	8,24	7,31

Tableau 24 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD12 en amont de la Combe du Saut, (Minélias, 2021).

Les concentrations en arsenic sont relativement stables au cours de l'année 2020, la moyenne en arsenic total est de 0,050 mg/L et en arsenic dissous 0,011 mg/L, soit 22% seulement sous sa forme dissoute. L'arsenic est donc principalement présent sous sa forme particulaire (cf. Illustration 84).

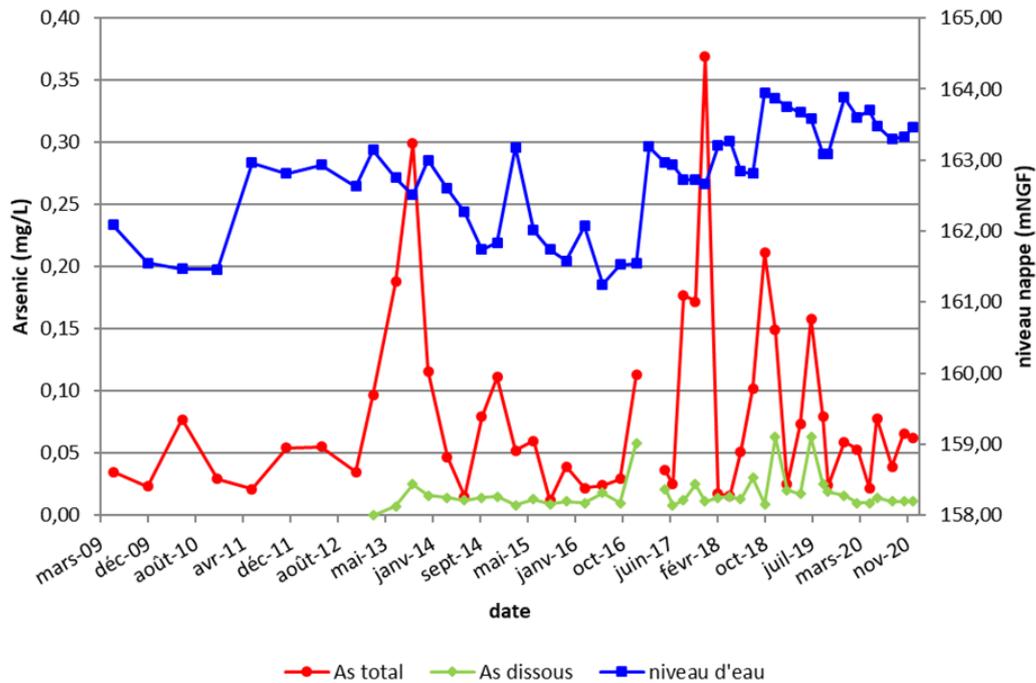


Illustration 84 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD12, (Minélias, 2021).

## b) Au droit du site

- **AD16**

AD16 est le seul ouvrage suivi au droit du site de la Combe du Saut. Il est implanté 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. Ce piézomètre étant au ras du sol sans fermeture étanche, il peut être perturbé par des eaux de ruissellement du site. Une remise en état de cet ouvrage sera incluse dans un programme prévisionnel regroupant l'ensemble des travaux d'entretien à réaliser sur sites suivis par le BRGM/DPSM. Ce programme sera proposé en 2021.

Les résultats des mesures réalisées sur le piézomètre AD16 en 2020 sont présentés dans le Tableau 25.

	Date	Fév.20	Avr.20	Juin.20	Août.20	Oct.20	Déc.20	Moyenne
Pz AD16 Aire de vie nord (Cote piézo 166,43 mNGF)	As TOT (mg/L)	13,70	10,90	20,80	7,69	11,10	15,30	13,25
	As Dis (mg/L)	12,70	10,90	18,00	6,67	8,19	15,30	11,96
	Prof eau (m)	3,98	2,24	3,56	4,42	4,40	1,85	3,41
	Cote nappe (m NGF)	162,45	164,19	162,87	162,01	162,03	164,58	163,02
	pH	6,98	7,29	7,33	7,44	7,24	7,02	7,22
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	2 186	1 377	2 482	2 661	2 535	999	2 040
	E <sub>h</sub> (mV)	+181	+304	+285	+150	+335	+245	+250
	Température (°C)	15,6	14,7	16,8	18,5	18,2	12,9	16,1
	Oxygène dissous (mg/L)	3,9	5,3	6,7	7,3	8,1	8,5	6,6

Tableau 25 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD16 sur le site de la Combe du Saut (station de dépollution des eaux), (Minélias, 2021).

Le battement moyen de la nappe de l'AD16 en 2020 est de l'ordre de 2,6 mètres entre les périodes de hautes eaux et de basses eaux.

En 2020, l'arsenic total a varié entre 10,90 en avril et 20,80 mg/L en juin. Concernant l'arsenic dissous, les concentrations ont varié entre 6,67 mg/L en août et 15,30 mg/L en décembre 2020. Les concentrations en arsenic restent, comme en 2019, haute par rapport aux années antérieures (cf. Illustration 85).

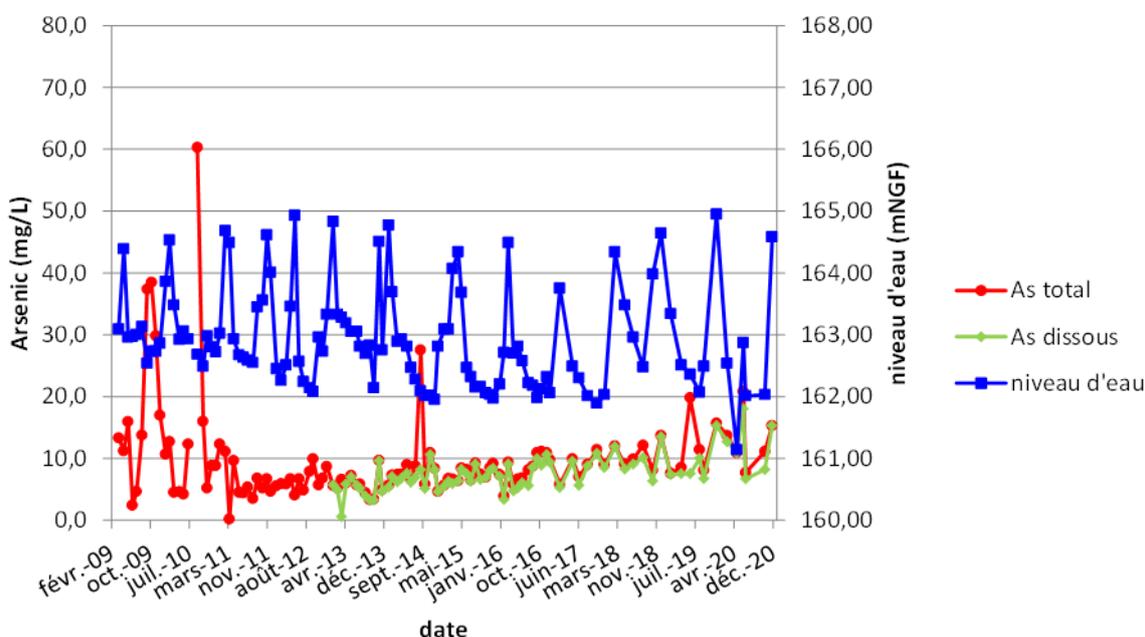


Illustration 85 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD16 (Minélias2021).

### c) Aval immédiat et proche du site

- AD7

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.

Au droit d'AD7, la différence entre le niveau bas (août 2020) et haut (décembre 2020) fut de 1,57m (cf. Tableau 26). On notera que de fortes amplitudes de niveau d'eau sur ce piézomètre sont récurrentes entre les périodes de basses eaux et hautes eaux (cf. Illustration 86).

		Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct-20	Déc-20	Moyenne
Date		24/02/20	27/04/20	08/06/20	24/08/20	27/10/20	14/12/20	
Pz AD7 (thalweg SEPS) Cote piezo 165,38 mNGF	As TOT (mg/L)	0,902	4,310	0,942	1,400	2,250	1,640	1,907
	As dissous (mg/L)	0,864	2,940	0,389	0,035	0,032	1,150	0,902
	Prof eau (m)	3,62	2,27	3,21	4,35	4,28	2,78	3,42
	Cote nappe (m NGF)	161,76	163,11	162,17	161,03	161,10	162,60	161,92
	pH	7,14	7,29	7,48	7,31	7,27	7,27	7,29
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	870	690	994	1 349	1 490	663	1 009
	E <sub>h</sub> (mV)	+131	+179	+160	+140	+285	+285	+197
	Température (°C)	15,7	15,0	15,3	16,5	16,0	15,3	15,6
Oxygène dissous (mg/L)	3,9	4,3	6,4	6,7	7,9	8,5	6,3	

Tableau 26 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD7 en aval immédiat de la Combe du Saut (terrains SEPS), (Minélias, 2020).

Les concentrations en arsenic total semblent suivre le niveau d'eau : plus le niveau est haut plus la concentration est élevée, sauf cas particulier. Cela signifie qu'il existe peut-être des apports d'arsenic particulaire dans cette zone, d'autant que le ratio arsenic dissous/arsenic total varie énormément 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 2020, après une forte augmentation de la concentration en arsenic dissous en avril, celle-ci a diminué au cours de l'année pour se stabiliser vers 1,5 mg/L. Ces concentrations sont restées dans les gammes habituelles (cf. Illustration 86).

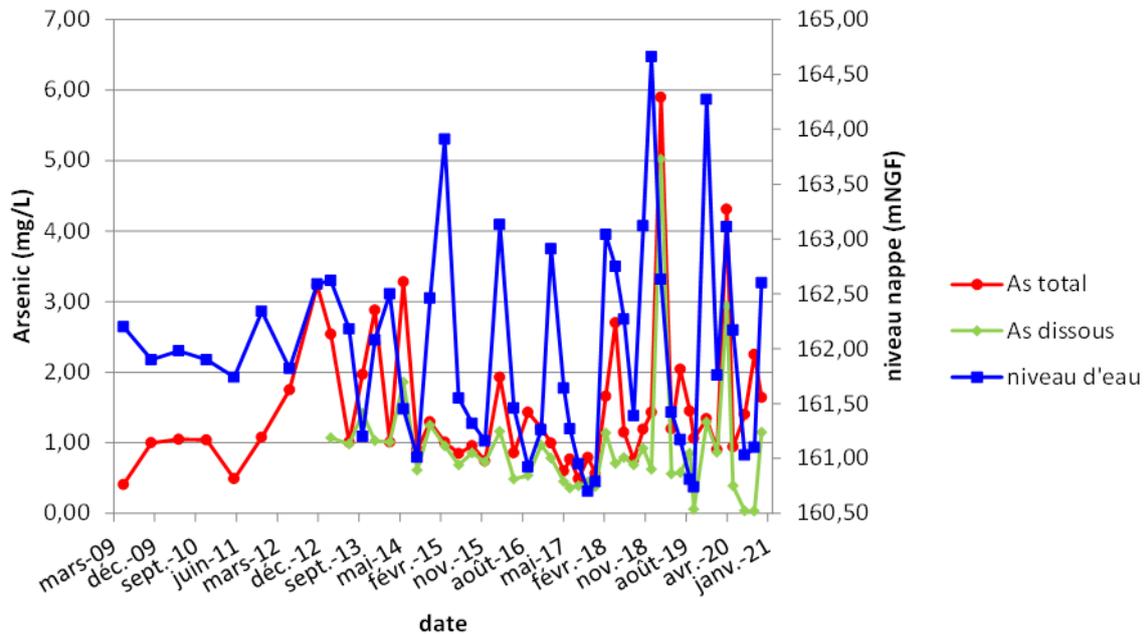


Illustration 86 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD7 (Minéllis, 2021).

- **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 du Champ Magné, dans les remblais au-dessus des schistes paléozoïques.

Le niveau d'eau dans le piézomètre AD9 est resté dans des gammes de variations habituelles (cf. Tableau 27), entre 154,83 m NGF (août 2020) et 155,06 m NGF (décembre 2020).

	Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct-20	Déc-20	Moyenne
Date	24/02/20	27/04/20	08/06/20	24/08/20	27/10/20	14/12/20	
As TOT (mg/L)	0,027	0,031	0,045	0,036	0,037	0,030	0,034
As dissous (mg/L)	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	0,005
Cote piézo (m NGF)	160,02	160,02	160,02	160,02	160,02	160,02	160,02
Prof eau (m)	5,02	4,80	4,48	5,19	5,17	4,96	4,94
Cote nappe (m NGF)	155,00	155,22	155,54	154,83	154,85	155,06	155,08
pH	7,03	6,95	7,02	6,93	7,27	6,92	7,02
Conductivité à 25°C (µS/cm)	2 637	2 740	3 383	2 475	2 228	2 020	2 581
E <sub>h</sub> (mV)	+334	+277	+267	+242	+365	+342	+305
Température (°C)	15,2	14,9	15,2	15,9	15,9	15,7	15,5
Oxygène dissous (mg/L)	5,4	4,8	7,5	7,6	8,4	7,9	6,9

Tableau 27 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD9 en aval immédiat de la Combe du Saut (Champ Magné), (Minélias, 2021).

En 2020, les concentrations en arsenic total et dissous restent relativement stables avec en moyenne une concentration de 0,034 mg/L en total et 0,005 mg/L en dissous. L'arsenic est principalement sous sa forme particulière dans ce piézomètre (max 15% d'arsenic sous forme dissoute), (cf. Illustration 87).

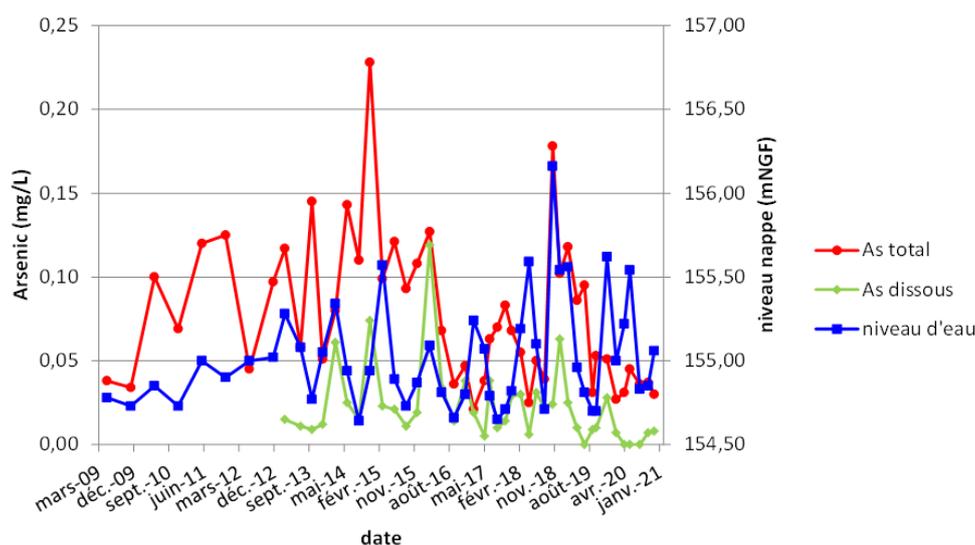


Illustration 87 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD9 (Minélias, 2021).

**d) Aval éloigné**

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

- **AD10**

L'ouvrage AD10 et AD12 sont localisés en rive droite de l'Orbiel, à proximité immédiate de la rivière. Les ouvrages AD7 et AD9, sont quant à eux situés dans des talwegs, captant des apports latéraux, ce qui impacte leur niveau d'eau.

Les résultats des mesures réalisées en 2020 sur le piézomètre AD10 sont présentés dans le Tableau 28.

		Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct-20	Déc-20	Moyenne
Date		24/02/20	27/04/20	08/06/20	24/08/20	27/10/20	14/12/20	
Pz AD10 (Sindilla)	As TOT (mg/L)	0,055	0,075	0,084	0,093	0,052	0,032	0,065
	As dissous (mg/L)	0,053	0,054	0,063	0,044	0,045	0,032	0,049
	Cote piézo (m NGF)	151,31	151,31	151,31	151,31	151,31	151,31	151,31
	Prof eau (m)	2,60	2,46	2,34	2,63	2,71	2,41	2,53
	Cote nappe (m NGF)	148,71	148,85	148,97	148,68	148,60	148,90	148,79
	pH	7,35	7,36	7,45	7,48	7,34	7,56	7,42
	Conductivité à 25°C ( $\mu$ S/cm)	506	470	715	468	474	435	511
	E <sub>h</sub> (mV)	+321	+240	+160	+189	+343	+297	+258
	Température (°C)	13,9	12,2	15,6	14,6	15,9	15,4	14,6
	Oxygène dissous (mg/L)	5,9	5,7	6,7	7,4	8,6	8,3	7,1

Tableau 28 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre AD10 en aval éloigné de la Combe du Saut (Minélias, 2021).

En 2020, les concentrations en arsenic total et dissous restent relativement stables tout au long de l'année (0,065 mg/L d'arsenic total en moyenne). L'arsenic est en moyenne à 75 % sous sa forme dissoute en 2020 (cf. Illustration 88).

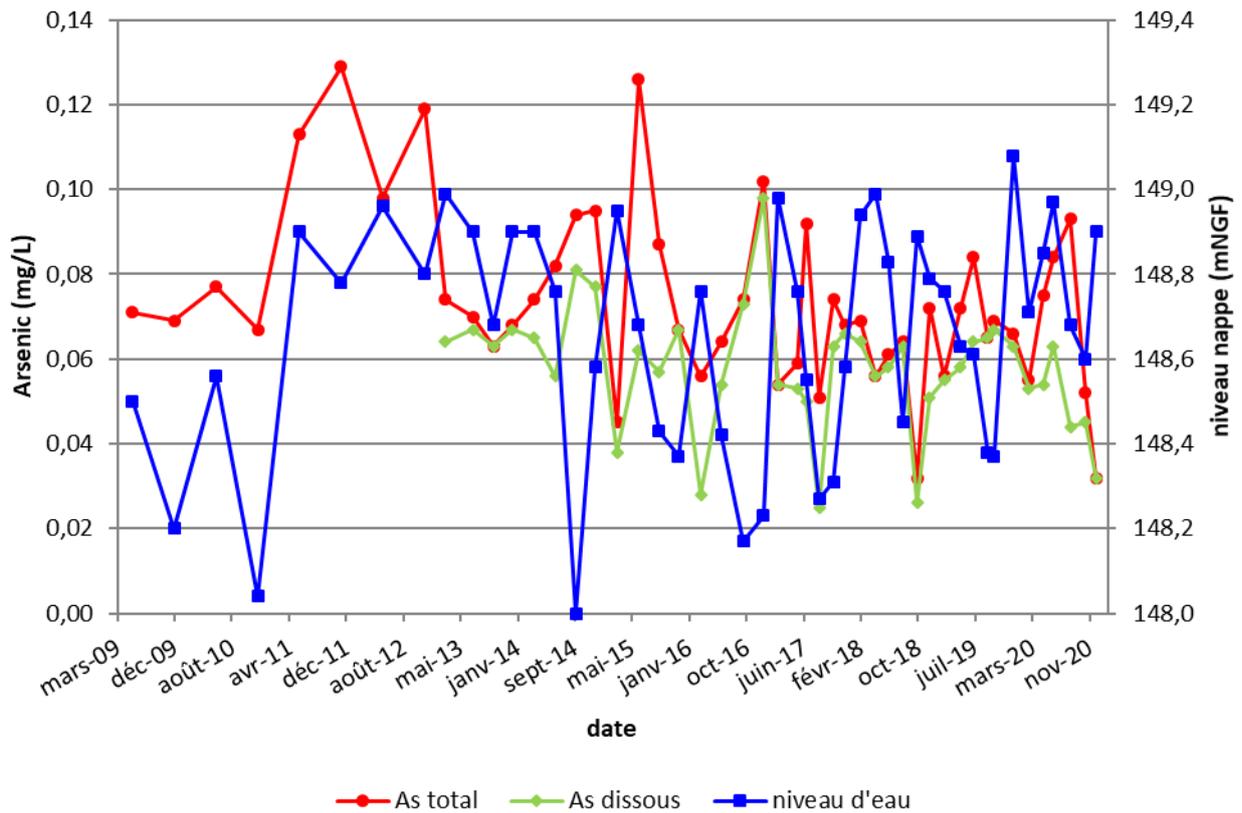


Illustration 88 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre AD10 (Minélias, 2021).

En 2020, les concentrations moyennes en arsenic total et dissous restent cohérentes avec celles observées précédemment.

- **PB1**

PB1 est à peu près aussi éloigné de la Combe du Saut que AD10, mais il est plus distant de l'Orbiel car localisé à proximité de la RD101. Les résultats des mesures réalisées sur le piézomètre PB1 en 2020 sont présentés dans le Tableau 29.

Date	Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct-20	Déc-20	Moyenne
	24/02/20	27/04/20	08/06/20	24/08/20	27/10/20	14/12/20	
As TOT (mg/L)	1,370	1,201	1,520	1,470	0,713	0,427	1,117
As dissous (mg/L)	1,100	1,110	0,009	0,154	0,148	0,141	0,444
Cote piézo (m NGF)	151,02	151,02	151,02	151,02	151,02	151,02	151,02
Prof eau (m)	2,14	1,94	1,84	2,21	2,45	2,03	2,10
Cote nappe (m NGF)	148,88	149,08	149,18	148,81	148,57	148,99	148,92
pH	7,43	7,49	7,51	7,50	7,61	7,47	7,50
Conductivité à 25°C (µS/cm)	1 144	1 110	1 393	849	769	788	1 009
E <sub>h</sub> (mV)	+123	+114	+187	+230	+345	+321	+220
Température (°C)	14,5	12,8	13,4	15,9	15,8	15,3	14,6
Oxygène dissous (mg/L)	4,6	5,2	6,8	8,2	8,7	8,2	7,0

Tableau 29 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre PB1 en aval éloigné de la Combe du Saut, (Minélias, 2021).

La concentration en arsenic total est restée relativement stable en 2020 jusqu'en août, puis on constate une baisse jusqu'à la fin de l'année. Sur ce piézomètre, l'arsenic est principalement sous sa forme dissoute jusqu'en avril (92 % en dissous), puis particulaire jusqu'en décembre (seulement 0,5% en dissous en juin 2020). Les fortes pluies survenue début mai 2020 ont peut-être modifié les circulations d'eau sur ce piézomètre (cf. Illustration 89).

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 relativement similaires.

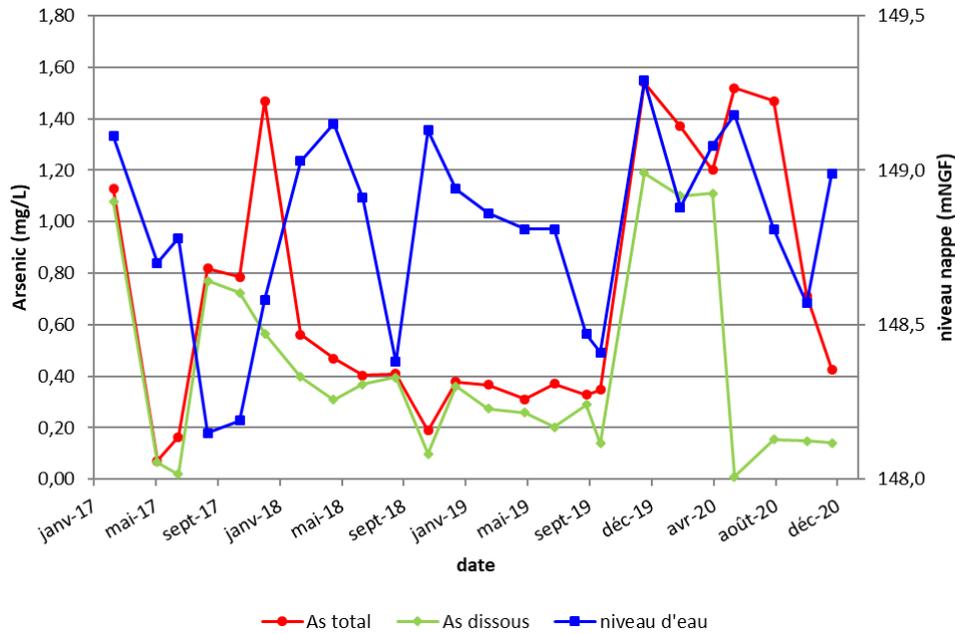


Illustration 89 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB1 (Minélias, 2020).

- **PB2**

PB2 est environ deux fois plus éloigné de la Combe du Saut que AD10 et PB1. Il se situe dans la plaine alluviale en rive droite de l'Orbiel.

Les résultats des mesures réalisées sur ce piézomètre en 2020 sont récapitulés dans le Tableau 30.

	Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct-20	Déc-20	Moyenne
Date	24/02/20	27/04/20	08/06/20	24/08/20	27/10/20	14/12/20	
As TOT (mg/L)	0,317	0,135	0,268	0,226	0,242	0,161	0,225
As dissous (mg/L)	0,111	0,061	0,046	0,043	0,048	0,078	0,065
Cote piézo (m NGF)	145,98	145,98	145,98	145,98	145,98	145,98	145,98
Prof eau (m)	2,74	2,58	2,65	2,96	2,94	2,71	2,76
Cote nappe (m NGF)	143,24	143,40	143,33	143,02	143,04	143,27	143,22
pH	7,94	8,00	7,73	8,04	7,64	7,76	7,85
Conductivité à 25°C (µS/cm)	1 206	1 342	907	877	884	842	1 010
E <sub>h</sub> (mV)	+261	+277	+325	+236	+347	+342	+298
Température (°C)	13,8	13,1	14,0	15,2	15,1	14,2	14,2
Oxygène dissous (mg/L)	7,9	7,9	8,2	8,0	8,7	9,1	8,3

Tableau 30 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre PB2 en aval éloigné de la Combe du Saut, (Minélias, 2021).

Les concentrations en arsenic total et dissous sont restées du même ordre de grandeur en 2020 avec 0,225 mg/L en arsenic total et 0,065 mg/L en arsenic dissous. L'arsenic est essentiellement sous forme particulaire (71% sous forme particulaire sur la moyenne 2020), (cf. Illustration 90).

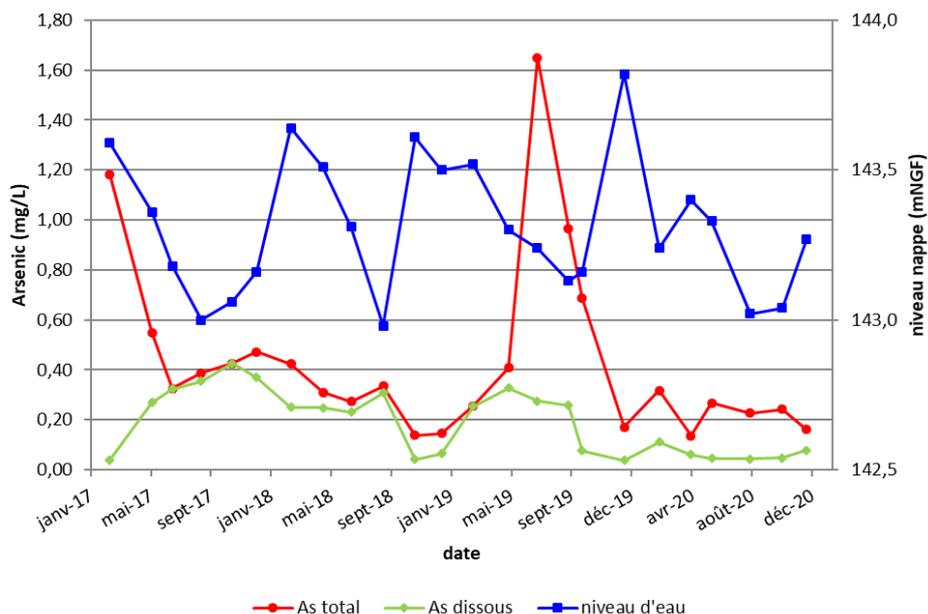


Illustration 90 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB2 (Minélias, 2021).

- **PB3**

PB3 est le point de suivi des eaux souterraines le plus en aval vis-à-vis de la Combe du Saut. Il est localisé à proximité immédiate de l'Orbiel au niveau d'un verrou géologique où les alluvions de l'Orbiel sont très limitées.

Les résultats des mesures réalisées sur le piézomètres PB3 en 2020 sont présentés sur le Tableau 31.

		Fév-20	Avr-20	Juin-20	Août-20	Oct-20	Déc-20	Moyenne
Date		24/02/20	27/04/20	08/06/20	24/08/20	27/10/20	14/12/20	
Pz PB3	As TOT (mg/L)	0,039	0,027	0,029	0,030	0,032	0,048	0,034
	As dissous (mg/L)	0,037	0,026	0,027	0,027	0,026	0,031	0,029
	Cote piézo (m NGF)	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60	143,60
	Prof eau (m)	3,12	3,00	3,06	3,30	3,26	3,06	3,13
	Cote nappe (m NGF)	140,48	140,60	140,54	140,30	140,34	140,54	140,47
	pH	7,54	7,60	7,65	7,64	7,53	7,48	7,57
	Conductivité à 25°C (µS/cm)	1 553	1 469	1 355	1 301	1 183	1 068	1 322
	E <sub>h</sub> (mV)	+296	+320	+338	+272	+351	+353	+321
	Température (°C)	13,6	13,0	13,6	14,8	14,7	14,0	14,0
	Oxygène dissous (mg/L)	6,0	6,2	7,6	8,2	9,2	8,8	7,7

Tableau 31 : Paramètres 2020 relevés sur le piézomètre PB3 en aval éloigné de la Combe du Saut, (Minéllis, 2021).

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 dans la nappe alluviale au niveau des piézomètres AD10 et AD12.

L'arsenic dissous est relativement stable autour de 0,029 mg/L en 2020. L'arsenic se présente essentiellement sous sa forme dissoute à 85% d'après les mesures réalisées en 2020 (cf. Illustration 91).

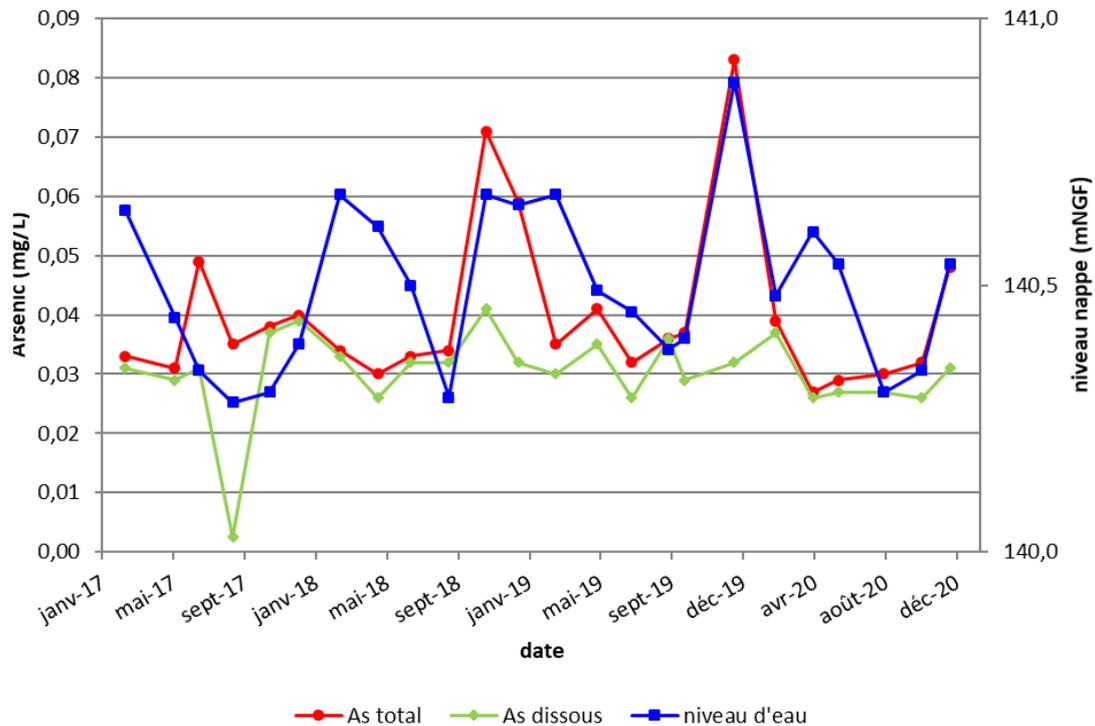


Illustration 91 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau du piézomètre PB3 (Minélias, 2021).

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

Le Tableau 32 reprend les minimum, maximum et moyennes des concentrations en arsenic total et dissous mesurées sur l'année 2020 au niveau des piézomètres en amont et en aval hydraulique de la Combe du Saut.

Arsenic dissous (mg/L)								
	AD12	AD16	AD7	AD9	AD10	PB1	PB2	PB3
min	0,010	6,67	0,032	<0,005	0,032	0,009	0,043	0,026
max	0,011	15,30	2,940	0,007	0,063	1,100	0,111	0,037
moyenne	0,011	11,96	0,902	0,005	0,049	0,444	0,065	0,029
Arsenic total (mg/L)								
	AD12	AD16	AD7	AD9	AD10	PB1	PB2	PB3
min	0,022	7,69	0,902	0,027	0,032	0,427	0,135	0,027
max	0,078	15,30	4,310	0,045	0,093	1,520	0,317	0,048
moyenne	0,050	13,25	1,907	0,034	0,065	1,117	0,225	0,034

Tableau 32 : Minimum, maximum et moyennes en arsenic total et dissous au niveau des piézomètres en amont et en aval de la Combe du Saut mesurées en 2020.

La comparaison des concentrations arsenic total et dissous mesurées dans la nappe de l'Orbiel en amont, au droit et à l'aval de la Combe du Saut mettent en évidence un impact des anciens sites miniers de la Combe du Saut sur les eaux souterraines. En effet, les concentrations en arsenic total en amont (ouvrage AD12) sont de l'ordre de 0,050 mg/L et augmentent jusqu'à 1,907 mg/L au point AD7 (au droit de la Combe du saut). Une diminution est ensuite visible en aval du site, en moyenne les concentrations en arsenic total sont de l'ordre de 0.034 mg/L à l'ouvrage PB3, mais restent tout de même supérieures aux valeurs

mesurées en amont. A noté que l'ouvrage AD16 est peu représentatif de la situation globale (artefact local dû à sa position dans des résidus non traités).

AD9, AD10 et PB3, qui sont les ouvrages aval les plus proches de l'Orbiel, présentent les concentrations en arsenic total faibles. Les concentrations minimales et maximales de 2020 restent globalement du même ordre de grandeur que celles usuellement mesurées.

Parmi les piézomètres localisés dans la nappe alluviale en aval de la Combe du Saut (AD10, PB1, PB2, PB3), les ouvrages PB1 et PB2 présentent un taux moyen d'arsenic dissous faible (respectivement 39 % et 29 % contre minimum 75 % pour les autres).

Les concentrations mesurées dans PB1 et PB2, sont probablement à mettre en relation avec le panache contaminé provenant de la zone du stockage de Montredon et de l'amont de la Combe du Saut, mis en évidence voici quelques années par les campagnes de géophysique (MATHIEU et BARBIER, 2015). Ces tendances devront être suivies attentivement après la fin des travaux de rétablissement de l'étanchéité du stockage de Montredon.

## 3. Station de dépollution des eaux de la Combe du Saut

### 3.1 SUIVI DU FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut durant l'année 2020 est détaillé sur un compte-rendu présent en annexe de ce rapport (cf. Annexe 19). Celui-ci mentionnent les principaux dysfonctionnements, ainsi que les travaux réalisés sur l'année 2020. Les données complètes concernant l'exploitation de la station de dépollution n'ont pas été remises au BRGM par l'exploitant. Le marché pluriannuel concernant l'exploitation et la maintenance a été confié à deux prestataires durant l'année 2020. Du 1<sup>er</sup> janvier au 20 novembre, l'exploitation et la maintenance ont été assurées par l'entreprise SAUR. Mais en raison de nombreuses défaillances, d'une faible qualité de service et d'un désengagement de la SAUR sur ses missions, le marché n'a pas été reconduit à sa date anniversaire du contrat. Afin d'assurer une continuité de service, une mission temporaire a été confiée au prestataire VEOLIA gérant le site avant la SAUR les mois restant.

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

- assurer la maintenance et l'entretien de l'ensemble des organes de la station (process et sécurité) ;
- garantir le bon fonctionnement de l'ensemble des drains et installation 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 bon état de fonctionnement de la station de dépollution afin d'abattre les concentrations en arsenic en sortie de la station et 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.

### 3.2 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 92).

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 étaient conditionnées jusqu'à maintenant en big-bags filtrants, égouttés puis stockés dans une alvéole étanche créée spécifiquement à cet effet sur le périmètre de la station de dépollution.

À partir de novembre 2020 (cf. §3.8.1), le conditionnement de l'arséniate de chaux a évolué avec le remplacement des bigs bags par la mise en place de géotubes. La mise en place de ces géotubes permet de réduire les opérations de manutention des boues et permet aux boues de s'égoutter en étant protégées des événements météorologiques, évitant ainsi la réhumidification des boues et les envols de poussières. La gestion des déchets a également évolué, car les géotubes ne seront pas stockés sur place, mais une fois que le taux de siccité le permet, seront vidés de leur contenu, et celui-ci sera évacué vers un centre de stockage de déchets adapté. L'ancienne alvéole étanche de stockage des bigs bags sera totalement vidée

en 2021, et fera l'objet de travaux de réfection (reprofilage et couverture étanche recouverte de terres propres (cf. §3.8.3)).

Les eaux, décontaminées de la majorité de l'arsenic (objectif attendu entre 90 et 95 %) qu'elles contiennent, sont ensuite dirigées vers une lagune d'infiltration où elles percolent dans le terrain naturel avant de rejoindre la nappe alluviale de l'Orbiel.

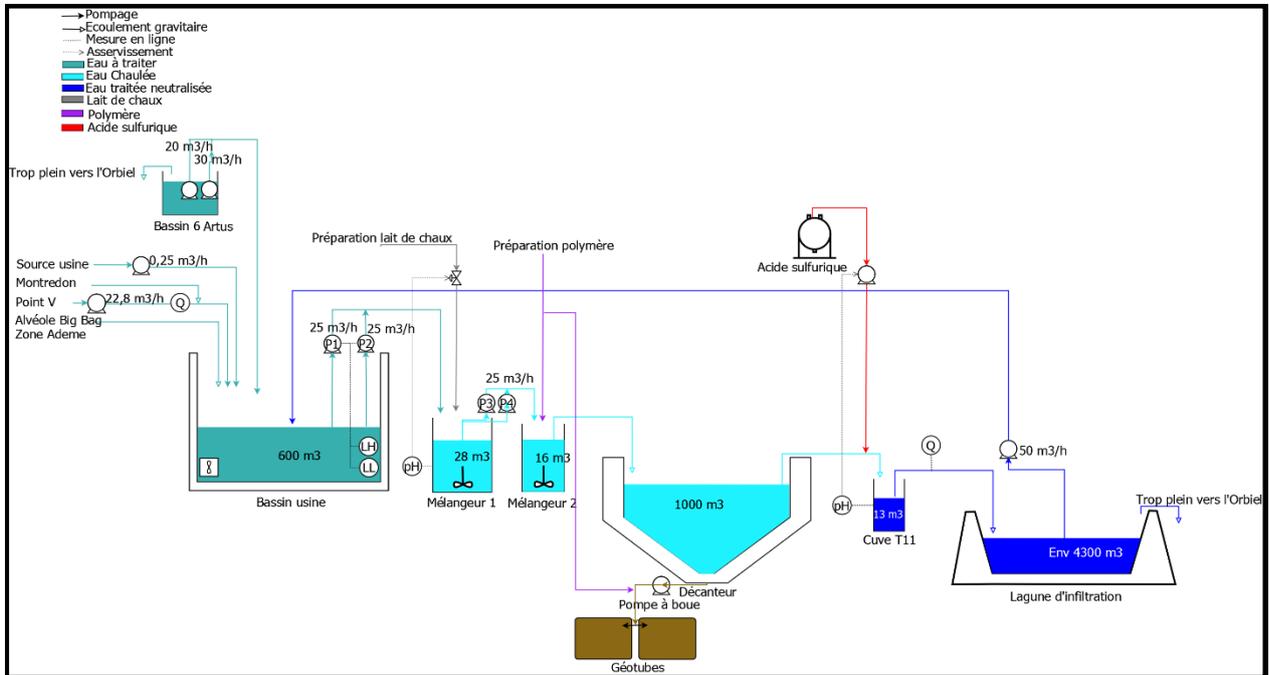


Illustration 92 : Schéma de fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut.

À noter que pendant la période d'activité industrielle, cette station était utilisée afin de traiter les eaux 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 et ce environ 90 % du temps.

### 3.3 ORIGINE DU VOLUME ENTRANT

Les eaux traitées proviennent des bassins de stockage de l'Artus et de Montredon, de la zone de confinement mise en place par l'ADEME, de l'alvéole de stockage des big-bags et de sources captées (source STEP, Arsine et point V).

Les estimations de volumes sont réalisées à partir de mesures ponctuelles de débit ou sur lecture de compteurs volumétriques. L'illustration 93 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 lait de chaux, polymère ainsi que les eaux de nettoyage de la station) et l'eau arrivant à la station par le drain de l'alvéole de stockage des big-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 de mesures ponctuelles pour l'estimation de volumes. A terme, des compteurs de volume seront installés et télétransmis pour une amélioration du suivi et de la gestion des eaux entrantes.

À noter que les eaux issues du stockage de l'Artus représentent, en 2020, environ 55 % des apports en terme de volume pour une moyenne estimée à 71 % depuis 2007 (cf. Illustration 93).

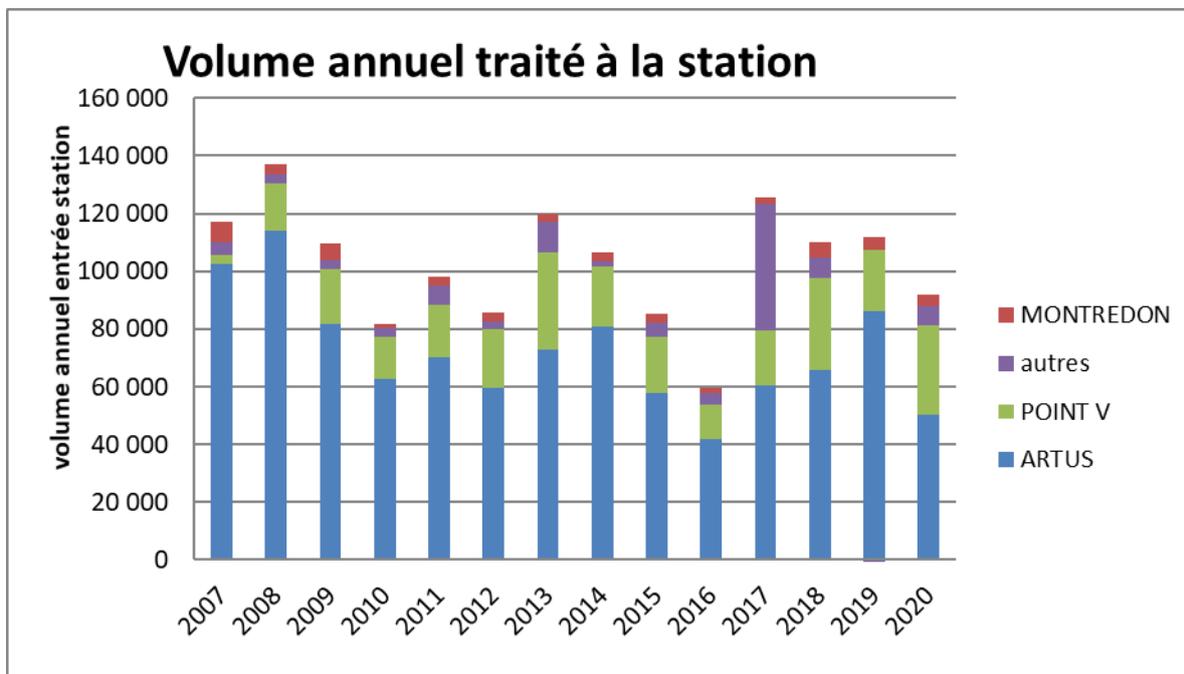


Illustration 93 : Origines du volume annuel traité à la station depuis 2007.

L'illustration 94 permet de suivre plus finement l'évolution du volume traité à la station et met en évidence une diminution de cette valeur ainsi que de la pluviométrie et du principal débit d'entrée de la station (Artus) en 2020 par rapport à 2019.

L'illustration 94 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.

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

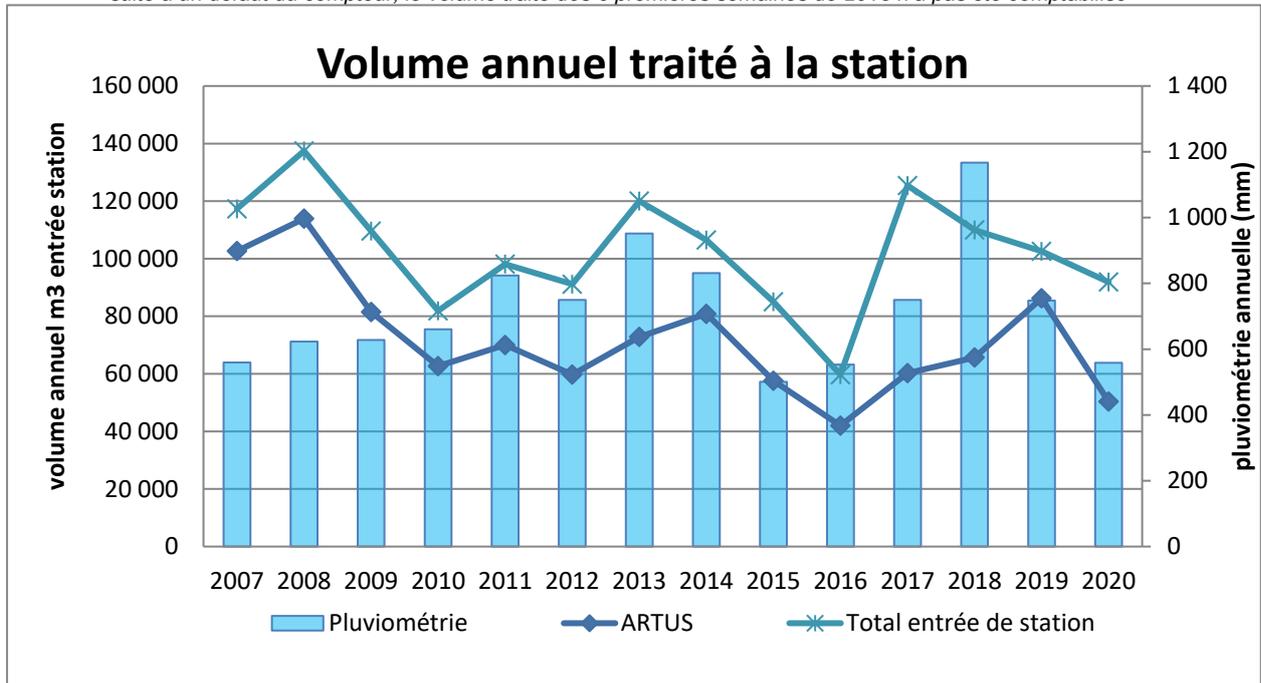


Illustration 94 : Volume traité à la station de dépollution des eaux 2007-2020 et pluviométrie.

### 3.4 ORIGINE DU FLUX D'ARSENIC ENTRANT

Les principaux flux d'arsenic présentés dans ce paragraphe sont déterminés avec des différents types de mesure de débits (relevés de compteur volumétrique, mesures ponctuelles par empotage) 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).

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

L'illustration 95 présente l'estimation du flux annuel d'arsenic traité à la station (en kg) de 2007 à 2020.

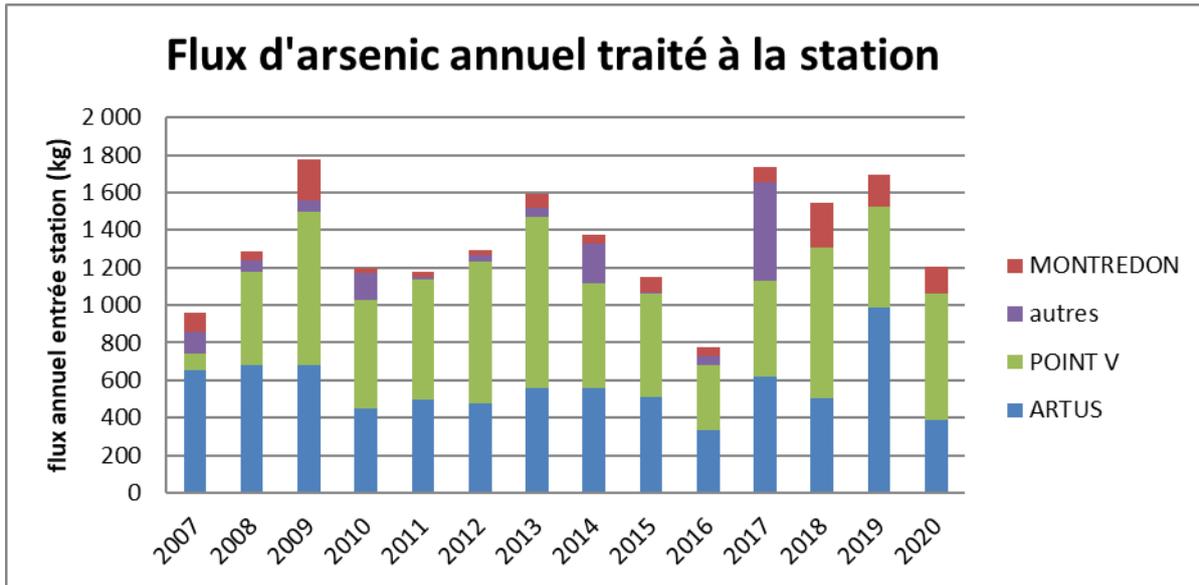


Illustration 95 : Origine du flux annuel d'arsenic traité à la station (en kg) de 2007 à 2020.

À noter que le flux « autre » apparaît négatif depuis 2018, probablement du fait d'une majoration des valeurs de débits entrants. De plus, s'ajoute à cette marge d'incertitude sur les débits, le fait que la valeur de concentration en arsenic prise en compte pour l'estimation des flux concerne différents types de mesures.

La comparaison des flux est fournie à titre indicatif, cependant cette comparaison permet de mettre en évidence une relative stabilité du flux d'arsenic traité dans la station depuis 2007 (cf. Illustration 95). Il apparaît également que pour l'année 2020 la majorité du flux traité provient du point V et non de l'Artus, alors qu'il représente près de 55 % des eaux traitées.

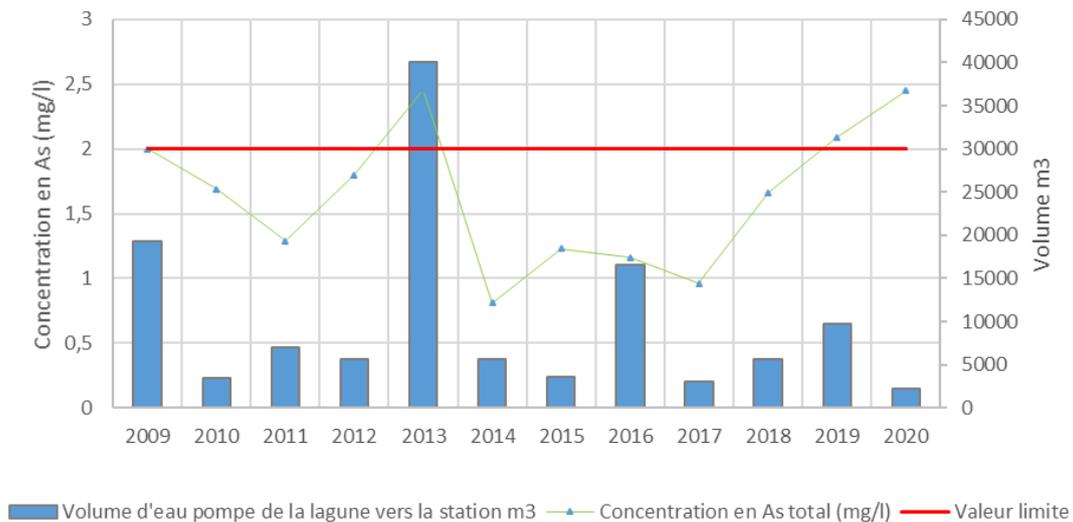
### 3.5 LAGUNE D'INFILTRATION

Les particules fines qui n'ont pas été captées à la station de dépollution se déposent progressivement en fond de lagune (cf. Illustration 96) et diminuent donc les capacités d'infiltration du fond de la lagune. Toutefois, la réalisation d'une opération de curage en 2016, a permis de rétablir la capacité d'infiltration de la lagune qui apparaît satisfaisante. Elle permet en effet une infiltration de l'eau sans que le trop plein renvoyant les eaux de la lagune directement vers l'Orbiel n'ait été sollicité depuis.

Le compartimentage permettant d'avoir deux compartiment d'infiltration et ainsi de pouvoir intervenir dans la lagune sans avoir à totalement l'isoler (opération réalisée en 2019) est toujours opérationnel et permettra de réaliser en 2021 un curage partiel de la lagune) tout en maintenant la station de dépollution en fonctionnement. Une intervention similaire devait être réalisée en 2020, toutefois en raison des problèmes de fonctionnement du décanteur (cf. § 3.6) elle a dû être annulée.



Au vu de la concentration en arsenic moyenne relevé dans la lagune, le volume re-circulé devrait être conséquent, toutefois en raison de dysfonctionnement sur le décanteur (cf. §3.6) et d'un traitement dégradé de la station de dépollution, la recirculation des eaux n'a pas pu être réalisée en 2020 (cf. Tableau 33) .



\*La lagune n'a pas pu être échantillonnée de :

- mi-août à mi-octobre 2016 lors de la vidange puis lors des travaux de curage,
- durant 3 semaines en novembre 2017 à cause du très faible niveau d'eau,
- de mi-septembre à mi-novembre 2019 lors de la vidange puis des travaux de compartimentage

*Illustration 97 : Évolution de la concentration moyenne annuelle en arsenic total dans la lagune et du volume d'eau de la lagune re-circulé en tête de station.*

Année	Concentration en As total (mg/l)			Volume d'eau pompe de la lagune vers la station m3
	minimale	moyenne	maximale	
2009	0,14	2	32	19320
2010	0,35	1,69	8,8	3420
2011	0,35	1,29	8	7020
2012	0,28	1,8	6,4	5580
2013	0,03	2,46	10	40080
2014	0,13	0,81	2,7	5700
2015	0,3	1,23	4	3600
2016	0,28	1,16	11	16560
2017	0,28	0,96	4,8	3060
2018	0,35	1,66	6,6	5600
2019	0,98	2,09	5,4	9750
2020	0,02	2,45	19,31	2250

\*la lagune n'a pas pu être échantillonnée de:

- mi-août à mi octobre 2016 lors de travaux de curage,
- durant 3 semaines en novembre 2017 à cause du très faible niveau d'eau,
- de mi septembre à mi novembre 2019 lors de la vidange puis des travaux de compartimentage.

*Tableau 33 : Évolution de la concentration en arsenic et volume de la lagune redirigé vers la station de dépollution de 2009 à 2020.*

### **3.6 DYSFONCTIONNEMENT DE LA STATION**

Durant l'année 2020, un dysfonctionnement majeur de la station de dépollution a entraîné un fonctionnement dégradé de la station sur tout le second semestre. Ce dysfonctionnement a pour origine un défaut mécanique sur le pont racleur du décanteur qui a engendré l'arrêt total du racleur à compter du 24/04/2020. Les boues présentes dans le décanteur n'ont plus pu être orientées vers l'unité de soutirage et se sont accumulées dans le décanteur jusqu'à générer des départs de particules d'arséniate de chaux en aval de la station dans la lagune d'infiltration.

Ce dysfonctionnement est lié à une panne mécanique du pont racleur du décanteur qui permet en fonctionnement normal d'orienter les boues d'arséniate de chaux vers le fond de l'ouvrage où elles sont ensuite reprises pour être acheminées vers une étape d'égouttage (big bags jusqu'en novembre 2020 puis géotube). Le dispositif de raclage étant inopérant, il n'a pas été possible d'extraire les boues du décanteur, ces dernières se sont donc accumulées dégradant la qualité du traitement avec comme point final le départ de particules d'arséniates de chaux vers la lagune.

Il est précisé que le moteur du racleur est un équipement ancien sur lequel peu d'entreprises ont encore les compétences pour intervenir, toutefois ce dysfonctionnement est avant tout lié à un manque de maintenance préventive de la part du prestataire SAUR, qui a également montré des limites de compétence dans le pilotage de la station de dépollution.

Faute de retour de la SAUR, la vidange du décanteur a dû être confiée à l'entreprise SUEZ Remédiation en charge de la gestion des boues de la station, toutefois cette vidange n'a pu être débutée qu'à partir du moment où un décanteur mobile a été mis en place afin de by-passer complètement le décanteur en place.

L'ensemble de ces désordres ont conduit à mettre un terme à la prestation SAUR avant la fin du marché. A compter du 21/11/2020 la prestation d'exploitation et de maintenance a été confiée à l'entreprise VEOLIA.

Un traitement opérationnel des eaux a pu être rétabli à partir du 7/12/2020 date à laquelle l'unité de décantation mobile a été mise en service.

### **3.7 BILAN DE FONCTIONNEMENT**

Le Tableau 34 présente les paramètres principaux du fonctionnement de la station de 2008 à 2020. La pluviométrie est donnée à titre indicatif. En 2020, elle est relativement faible avec une valeur inférieure à la valeur moyenne (valeur normale pour la période 1981-2010 pour la station de Caunes Minervoises de 745.2 mm).

	Volume d'eau traité dans la station (m3)	Entrée station		Sortie station			Nombre de bigs bags produits	Pluviométrie en mm
		As total	Quantité As entrant (kg)	As total	% de traitement	Quantité As (kg)		
		mg/l		mg/l				
2008	137422	12,2	1677	1,39	89%	191	117	635
2009	128944	13,31	1716	0,94	93%	121	463	628
2010	85330	14,66	1251	1,17	92%	100	273	661
2011	102353	12,78	1308	0,97	92%	99	343	824
2012	91154	13,91	1268	1,2	91%	109	325	750
2013	118524	13,29	1575	0,87	93%	103	392	952
2014	106481	12,13	1292	0,65	95%	69	457	831
2015*	85050	13,53	1151	0,93	93%	79	289	501
2016	59719	13,03	778	0,64	95%	38	216	553
2017	125443	13,86	1739	0,64	95%	80	257	750
2018	109993	11,89	1308	1,27	89%	140	258	1167
2019**	102583	14,15	1452	2,3	84%	236	/	748
2020**	91905	12	1121	2,1	83%	193	/	559

\*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 racleur

*Tableau 34 : Paramètres annuels moyens de l'eau traitée à la station de 2008 à 2020.*

Pour l'année 2020, les performances de la station apparaissent inférieures à celles des années précédentes. Le taux d'abattement est resté comparable à la valeur de 2019 avec un rendement 2020 de 83 % contre 84 % en 2019. Ce faible rendement est principalement lié au dysfonctionnement sur le pont racleur (cf. § 3.6)

En 2020, il est estimé que la quantité d'arsenic extraite des effluents de la Combe du Saut est de 928 kg pour une quantité rejetée vers la lagune d'infiltration de 193 kg. A noter que l'ensemble de cet arsenic ne se retrouve pas directement rejeté vers le milieu naturel et que les opérations de curage du fond de la lagune (cf. § 3.8.1) permettent d'en récupérer.

## 3.8 TRAVAUX DE RÉNOVATION ET D'ENTRETIEN

### 3.8.1 Travaux réalisés en 2020

Les travaux suivants ont été réalisés sur la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut et ses environs :

- Évacuation partielle de l'alvéole bigs bags

Cette opération préalable à l'évacuation complète de l'alvéole qui sera réalisée en 2021 a permis l'évacuation totale de 298,4 t de matériaux pollués vers une installation de stockage de déchets dangereux (ISDD).

- Recouvrement alvéole Bigs bags

Une opération de recouvrement de l'alvéole de stockage des bigs bags a été réalisée les 6 et le 7 juin, en attendant l'évacuation totale des bigs bags en 2021.

- Remplacement des armoires électriques de la station

Le remplacement complet des deux armoires industrielles de la station de dépollution a été confié à la SAUR en charge de l'exploitation de la station. L'intervention a été réalisée entre le 27/04 et le 7/05/2020.

- Mise en service des géotubes en remplacement des bigs bags filtrants

Les géotubes ont été mis en place le 18/11/20, les essais de fonctionnement et la mise en service ont été réalisés courant décembre 2020 avec un résultat satisfaisant.

- Remplacement des pompes immergées du bassin de l'Artus

Afin de faciliter les opérations de manutention et de préserver la pompe des éventuels cailloux présents en fond de bassin, les deux pompes immergées installées le 16/10/20, ont été fixées à l'aide de bouées accrochées sur la plateforme flottante du bassin 6 de l'Artus.

- Travaux de réfection du décanteur

Des diagnostics de la structure du décanteur ont été réalisés en 2013 puis en 2018. Les conclusions des rapports mentionnent que les désordres structurels relevés lors de l'examen visuel sont essentiellement des fissurations et des éclats de béton à l'intérieur du bassin, des dépôts de calcite à l'extérieur de l'ouvrage (traduisant la présence de sels, sulfates ou autres) et que le revêtement d'étanchéité à l'intérieur du bassin est « presque, ou voir totalement lessivé ». Une reprise de ces fissures et de l'étanchéité de l'intérieur du bassin a été entreprise en 2020.

Un maître d'œuvre (ANTEA) a été désigné pour suivre ces travaux et une consultation a été publiée concernant la réhabilitation du génie civil du décanteur mais également pour mettre à disposition une unité de traitement des eaux mobile durant toute la durée d'indisponibilité du décanteur fixe.

Le lot concernant le génie civil (GC) a été attribué à l'entreprise STRAS et le lot concernant la mise à disposition d'une unité de traitement mobile a été attribué à la SAUR.

L'installation de l'unité de traitement mobile a débuté courant novembre suivie d'une mise en service de l'unité au 7/12/2020. Le lot GC pourra débuter son intervention quand le décanteur vidangé lui sera mis à disposition.

### **3.8.2 Surveillance renforcée de la station de dépollution**

Initiées en 2019, en plus du suivi habituel (cf. §6.2), des campagnes de suivi renforcé ont été réalisées durant l'ensemble de l'année 2020 afin d'évaluer l'influence potentielle de défauts de fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut sur les eaux de l'Orbiel. Ces dysfonctionnements peuvent notamment être des dépassements des valeurs de concentration fixées en fin de traitement (en fonctionnement normal, les valeurs ne doivent pas dépasser les 1 mg/L et sont identifiées au moyen du suivi en sortie de station), ou des défauts de fonctionnement du process de la station. Ces campagnes ont été réalisées par le prestataire Minelis dans un premier temps, à chaque période de dysfonctionnement de la station de dépollution, puis à pas de temps bi-mensuel depuis juillet 2020.

Au total, 27 campagnes ont été effectuées. Pour chaque campagne, 9 points de prélèvement concernent les eaux superficielles et 3 points les eaux souterraines. Pour chaque prélèvement les analyses suivantes sont réalisées :

- Fer (total et dissous) ;
- Arsenic (total et dissous) ;
- Cyanures (libres et totaux) ;
- paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, potentiel Red/Ox, et oxygène dissous).

La carte suivante (cf. Illustration 98) présente la localisation des points de prélèvements des eaux souterraines et superficielles échantillonnés lors de ces campagnes.

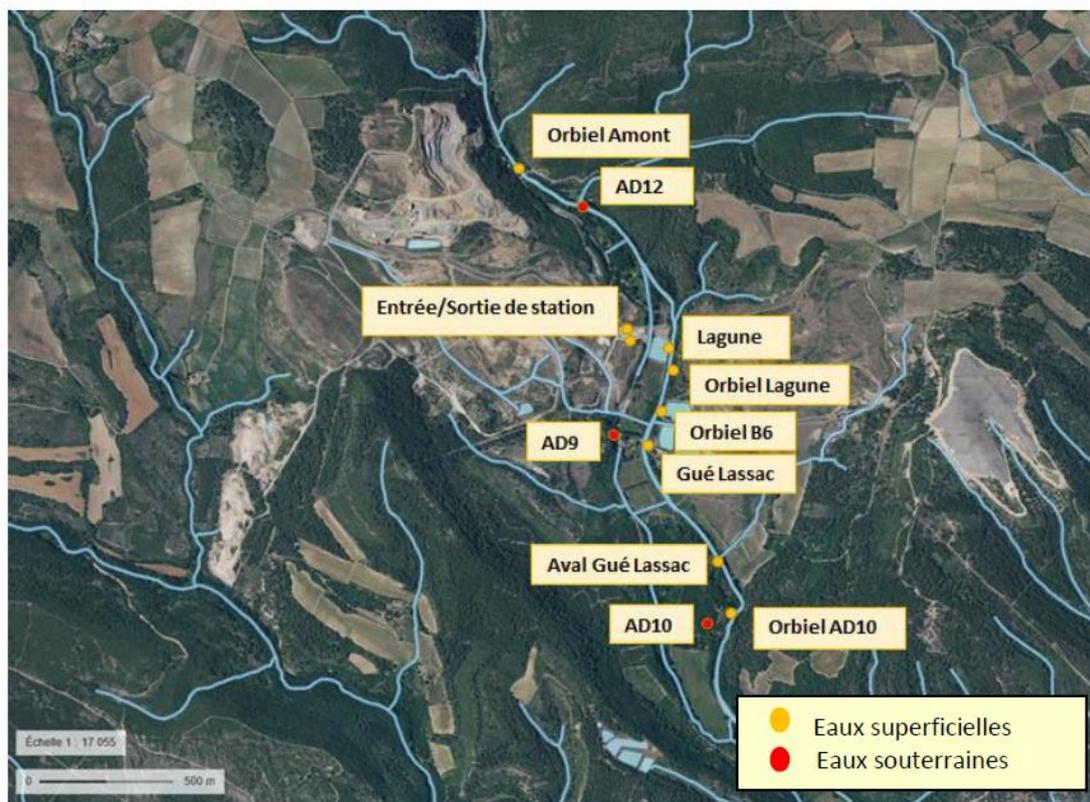


Illustration 98 : Localisation des points de prélèvement des eaux superficielles et souterraines lors des campagnes de suivi renforcé.

L'évolution des concentrations en arsenic total dans les eaux souterraines et superficielles lors des différentes campagnes de suivi renforcé sont présentées dans les graphiques suivants (cf. Illustration 99 et Illustration 100). Les périodes de dysfonctionnement de la station de dépollution ont également été représentées sur les graphiques.

Les concentrations en arsenic total dans l'Orbiel, au niveau de la lagune sont du même ordre de grandeur que les concentrations en amont de la Combe du Saut. Au droit du Gué Lassac les concentrations sont supérieures à celles relevées en amont de la Combe du Saut, toutefois l'augmentation de la concentration mesurée est du même ordre de grandeur à ce qui est observé en période de fonctionnement normal de la station. Une analyse a ponctuellement dépassé les 2 000  $\mu\text{g/L}$  le 13/05/2020. Ces concentrations élevées pourraient provenir d'un lessivage des sols dû aux importantes intempéries du 10 et 11 mai 2020. Cette observation sera investiguée dans la mesure où cette gamme de concentration n'avait pas encore été rencontrée dans le cadre de la surveillance du site dans les eaux de l'Orbiel.

Dans une autre mesure, en période d'étiage les teneurs en arsenic au Gué Lassac sont sensiblement plus élevées comme en août et septembre où la concentration en arsenic total peut dépasser 100  $\mu\text{g/L}$ . Cette observation est également mise en évidence par le suivi de base du secteur de la Combe du Saut.

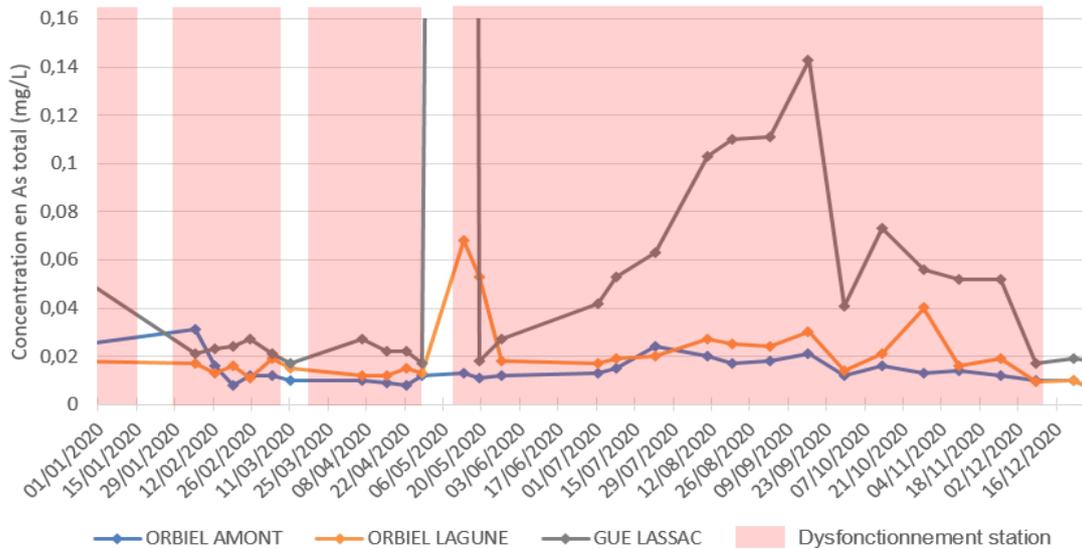


Illustration 99 : Évolution des concentrations en arsenic total durant le suivi renforcé de 2020 sur les eaux superficielles. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L.

Concernant les eaux souterraines, les valeurs observées dans les eaux souterraines ont subi l'influence de l'Orbiel lors des pluies du 10 et 11 mai, surtout pour les piézomètres proches de l'Orbiel comme l'AD10 et l'AD12, et à un degré moindre pour l'AD9. Depuis les concentrations en arsenic total dans les eaux souterraines ont diminué sur les 3 piézomètres contrôlés (AD9, AD10, et AD12).

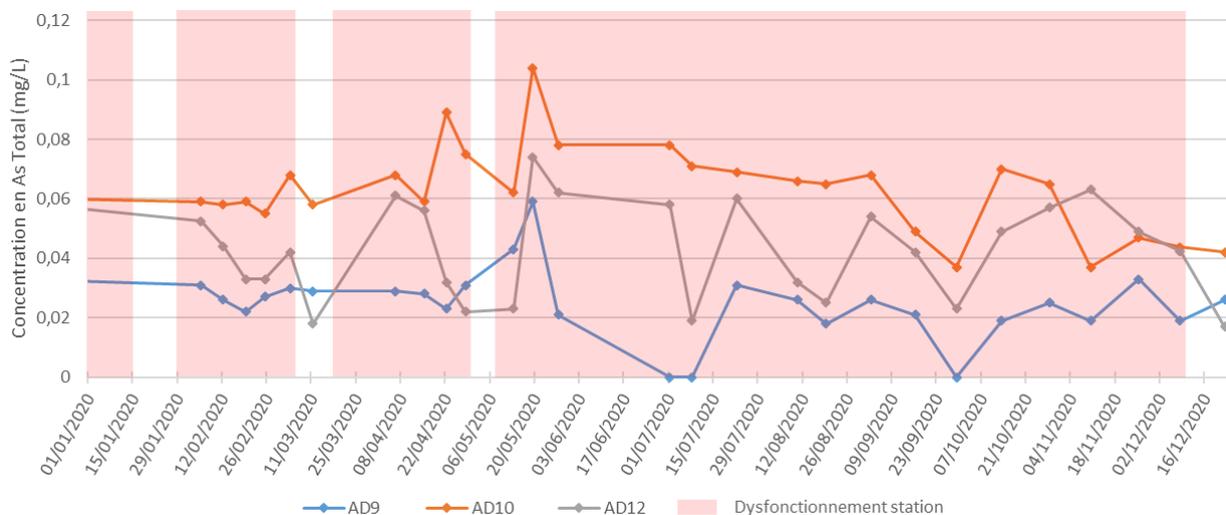


Illustration 100 : Évolution des concentrations en arsenic total durant le suivi renforcé de 2020 sur les eaux souterraines.

Ces données ne permettent pas 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).

Durant le mode dégradé de la station aucun cyanure total et libre n'a été détecté dans l'Orbiel.

Il n'a pas été identifié d'effet sur la qualité des eaux superficielles et souterraines contrôlées durant la période de fonctionnement de la station en mode dégradé.

Les compte-rendu des campagnes de suivi renforcé de 2020 sont présentées en annexe 11 à 14.

Les travaux sur le décanteur de la station de dépollution s'étendent jusqu'en 2021. Un suivi renforcé sera donc également programmé durant la totalité de la période de travaux sur la station. Une note de bilan sur l'ensemble des campagnes de suivi renforcé sera produite au second semestre de 2021. Elle remplacera notamment les valeurs acquises durant la surveillance renforcée avec les valeurs usuellement mesurées dans le cadre de la surveillance de base.

### **3.8.3 Travaux à venir**

En 2021, des travaux et opérations d'entretiens sont prévus, notamment :

- réhabilitation du décanteur ;
- évacuation des matériaux encore présents dans l'alvéole big-bag et reprofilage de celle-ci ;
- rénovation de la base vie.



## 4. Surveillance du secteur de la Caunette

### 4.1 PLAGES ET USINE DE LA CAUNETTE

#### 4.1.1 Présentation du site

La zone 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.c. les matériaux anciens les plus arséniés.

Plus à l'Est, sur cette même zone, le sous-sol rocheux est recoupé par l'ancienne mine souterraine de la Caunette, située sur la commune de Lastours. 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. Le réservoir minier présente une émergence qui se déverse en contrebas, dans l'Orbiel (cf. § 4.2). Des résidus de traitement de minerai riches en arsenic, mais également étrangers au gisement, ont été identifiés dans différents niveaux de cette mine par le BRGM en 2000.

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 101 présente une comparaison des photos aériennes prises au début des années 2000 avant réhabilitation, et état actuel du site.

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.

La surveillance du site consiste en une inspection visuelle trimestrielle des plages de la Caunette 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 périphérie du site.



Illustration 101 : Vue des anciennes plages de la Caunette sur photographie aérienne de 1999 à gauche et vue actuelle à droite.

#### 4.1.2 Aspect général

##### a) Plages de la Caunette

L'accès aux plages de la Caunette est condamné par de gros enrochements et une barrière métallique au niveau de l'ancien portail. Le site est donc inaccessible depuis la D111 (cf. Illustration 102).

La zone des anciennes plages de la Caunette ne présente pas de problème particulier apparent. La végétation reste assez clairsemée dans l'ensemble (cf. Illustration 103).

Les fossés d'évacuation des eaux autour de cette zone sont encombrés par la végétation mais sans conséquences érosives.

La zone, relativement plate, ne présentait pas de désordre en 2020.



Illustration 102 : Accès condamné à l'ancienne plage de la Caunette (Minélis, 2020).



Illustration 103 : Anciennes plages de la Caunette (Minélis, 2020).

### 4.1.3 Eaux souterraines

L'illustration 104 ci-dessous indique l'emplacement du PZ7, au sud de l'ancienne usine de la Caunette.



Illustration 104 : Localisation du piézomètre PZ7.

Cet unique piézomètre ne saurait constituer un réseau de surveillance suffisant vis-à-vis des eaux souterraines au droit des plages de la Caunette. La mise en place de nouveaux ouvrages (en amont et aval) de suivi des eaux souterraines autour de ce site sera menée prochainement, afin de suivre le milieu eau souterraine en cohérence avec les principes de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.

#### a) Piézométrie

Le piézomètre PZ7 est utilisé pour accéder aux eaux souterraines du site de la Caunette. Il est implanté à côté du bassin de récupération des eaux pluviales en aval de l'usine. Le suivi du niveau d'eau depuis 2006 est fourni en Illustration 105.

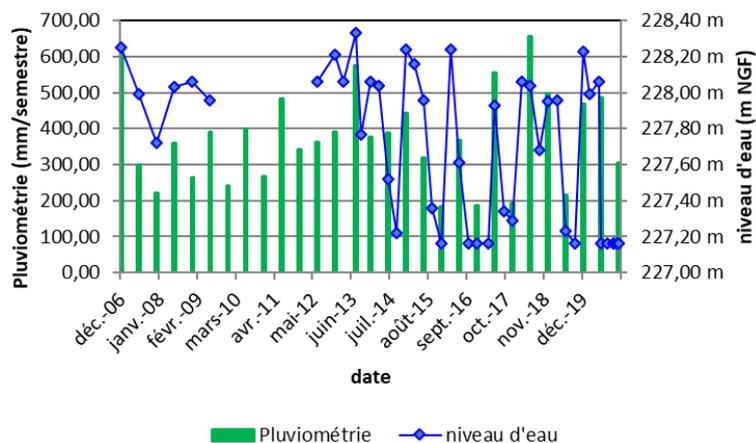


Illustration 105 : Pluviométrie et niveau d'eau dans le PZ7 (Minélias, 2021).

Le niveau d'eau dans le PZ7 semble réagir aux précipitations : en 2020 on constate une baisse de près de mètre du niveau d'eau au premier semestre par rapport au second semestre 2019. Au second semestre 2020, les apports en eau étant en baisse, le niveau d'eau de PZ7 a baissé jusqu'à atteindre son minimum (autour de 227,16 m NGF). Ces 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 2020 sont regroupés dans le Tableau 35 ci-dessous.

Pz7		24/02/20	25/05/20	24/08/20	24/11/20	Moyenne
pH	unité	7,25	7,65	Pas assez d'eau	Pas assez d'eau	7,45
Conductivité à 25°C	µS/cm	3 910	3 969			3 940
E <sub>h</sub>	mV	+263	+267			+265
Température	°C	17,2	18,1			17,7
Oxygène dissous	mg/L	7,4	6,9			7,2
As total	mg/L	0,182	0,260			0,221
As dissous	mg/L	0,111	0,147			0,129
CN totaux	mg/L	<0,010	<0,010			<0,010
CN libres	mg/L	<0,010	<0,010			<0,010
Cote tête piézo	m NGF	237,46	237,46			237,46
Niveau eau /tête piézo	m	9,47	9,40	10,30	10,20	9,84
Cote nappe	m NGF	227,99	228,06	227,16	227,26	227,62

Tableau 35 : Résultats des mesures et analyses 2020 du piézomètre PZ7 sur l'ancienne usine de la Caunette (adapté de Minéllis, 2020).

A noter que cet ouvrage est souvent sec hors des périodes de fortes précipitations (stagnations d'eau au fond du piézomètre), ce qui empêche régulièrement de prélever de l'eau pour le suivi qualitatif. Cela a notamment été le cas aux mois d'août et novembre 2020, où aucune analyse et suivi des paramètres physico-chimiques n'ont pu être réalisés.

- **Arsenic**

L'illustration 106 ci-dessous reprend les concentrations en As total et dissous depuis le début du suivi de PZ7.

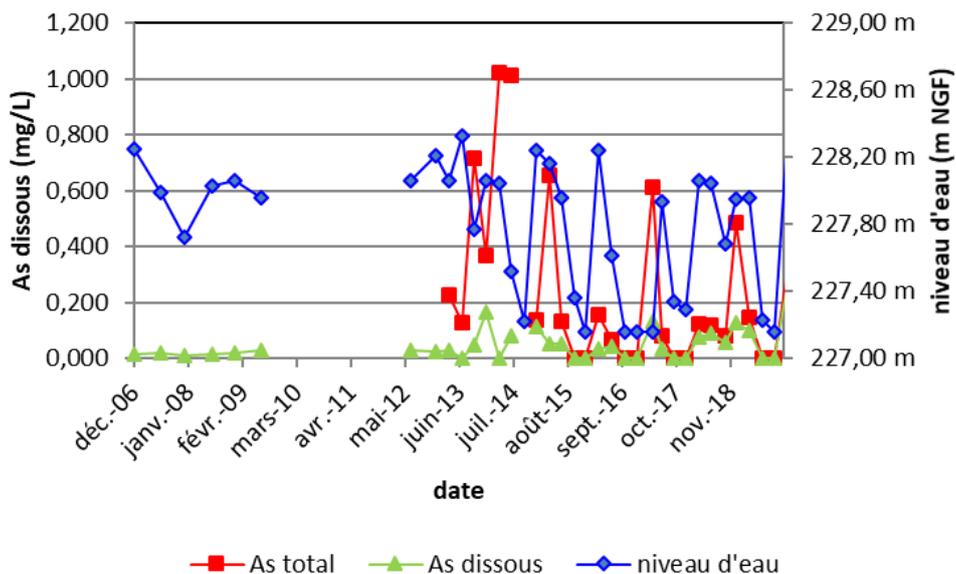


Illustration 106 : Évolution de la concentration en arsenic total et dissous du piézomètre PZ (adapté de Miéllis, 2021).

Les concentrations en arsenic total et dissous restent dans la gamme de fluctuations constatées depuis le début du suivi qualitatif du PZ7. Par rapport à 2019, la proportion d'arsenic dissous a diminué et retrouve un ordre de grandeur similaire aux valeurs mesurées habituellement depuis le début du suivi.

- **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 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 par BURGEAP pour l'ADEME en 2002 (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, 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 directement dans l'Orbiel.

L'émergence de la mine de la Caunette se jette directement dans l'Orbiel en amont du Pont de Limousis (cf. Illustration 107).

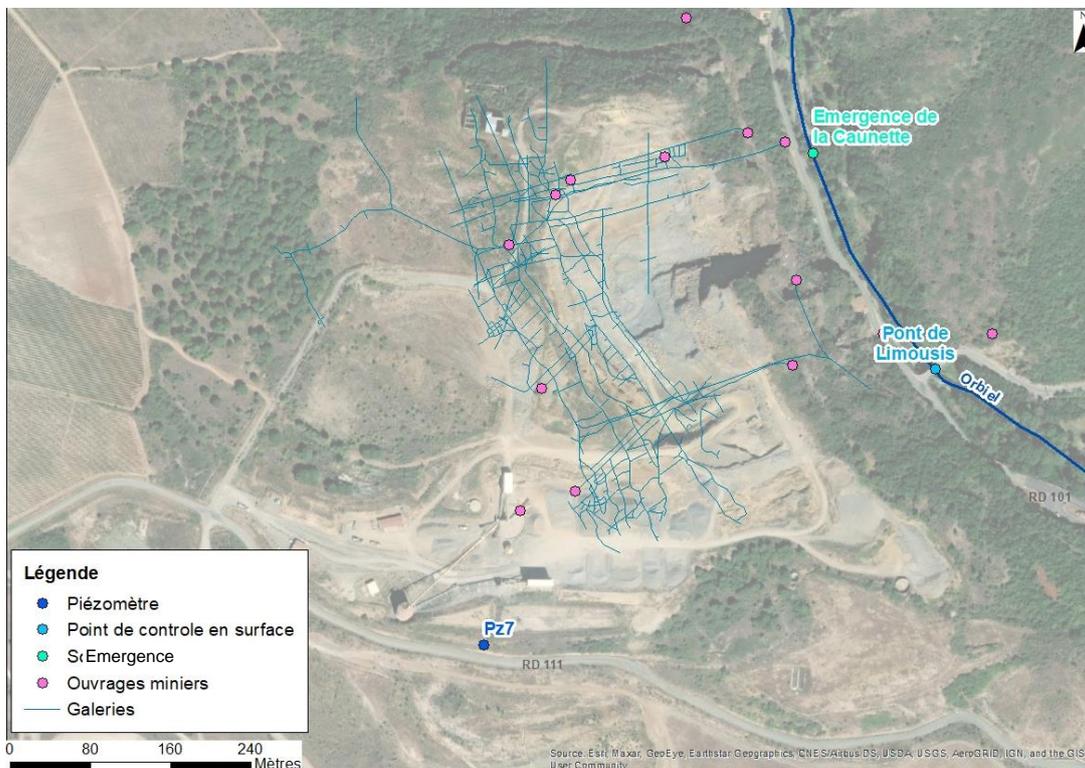


Illustration 107 : Carte de localisation de l'émergence de la Caunette. Les ouvrages miniers peuvent correspondre à des entrées de galeries et/ou des puits).

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 108).



Illustration 108 : Émergence du réservoir minier de la mine de la Caunette (Minélias, décembre 2020).

#### 4.2.2 Contexte de la surveillance

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

Par courrier en date du 19 août 2009, la DREAL Languedoc-Roussillon a fait parvenir une demande d'étude de faisabilité d'une installation de traitement des eaux de résurgence de l'ancienne mine de la Caunette, laquelle 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 BRGM/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.

Cette surveillance trimestrielle, démarrée en juin 2010, 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).

Les conclusions de cette surveillance sont présentées au paragraphe 6.2.2.

## 5. Eaux de la mine souterraine de Salsigne

### 5.1 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 étant 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 109). 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.

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 (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. 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. §6.2, Illustration 114).

À noter que la surveillance des eaux superficielles sera traitée dans la partie 6.

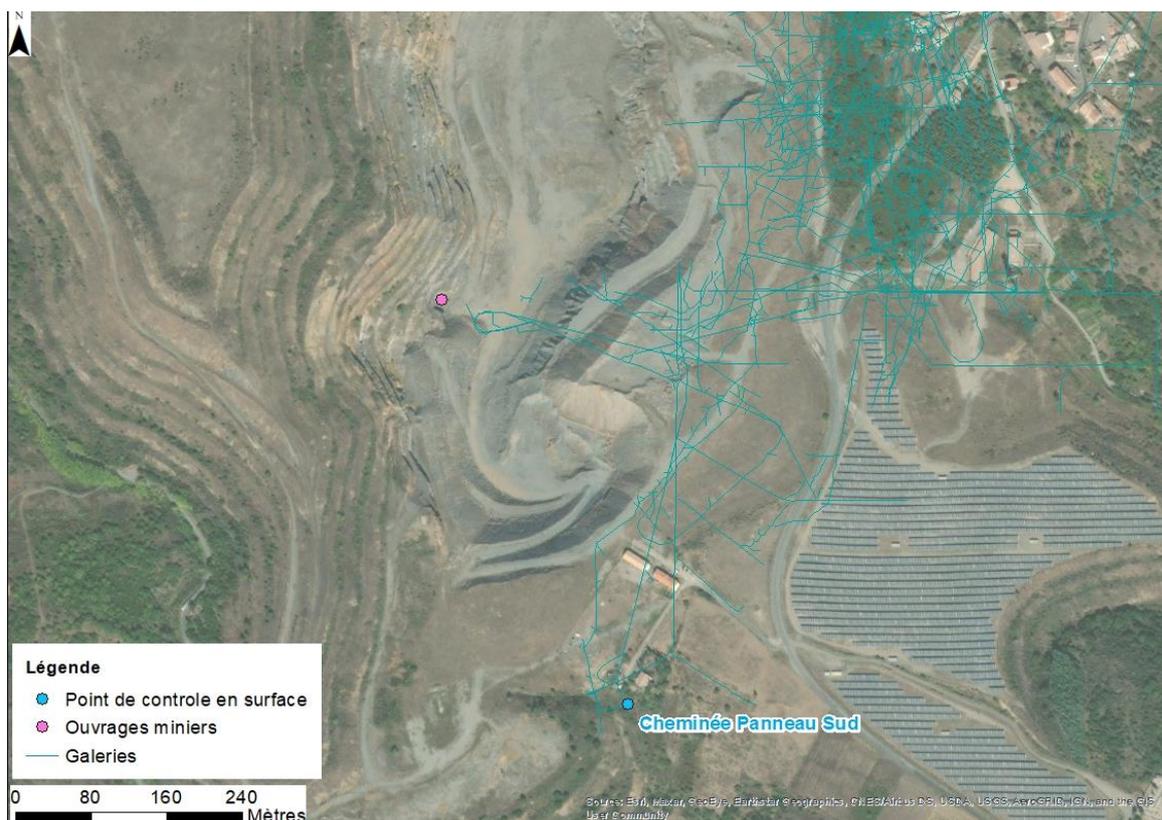


Illustration 109 : Emplacement du point de prélèvement « Cheminée Panneau Sud ».

## 5.2 SURVEILLANCE RÉALISÉE

### 5.2.1 Contexte de la surveillance

Le fond de la mine à ciel ouvert a été remblayé jusqu'à la cote + 310 m NGF. Par ailleurs, 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.

### 5.2.2 Niveaux d'eau du réservoir minier

L'eau au droit de la cheminée du panneau Sud est suivie mensuellement depuis février 2005. Depuis 2012, un suivi en continu du niveau d'eau est réalisé au moyen d'une sonde enregistreuse « Diver ». L'ensemble des éléments relatifs à cette surveillance figure dans le rapport annuel de 2020 de MINELIS « Surveillance et suivi des eaux de mine » en annexe 3 (rapport paru en 2021).

Le niveau d'eau du réservoir minier est mesuré en un seul point, au point cheminée panneau Sud situé au Sud de l'emprise de différents panneaux exploités (Illustration 109). Le prélèvement y est réalisé dans la tranche supérieure, au moyen d'une pompe localisée à la cote + 245 m NGF (cf. Illustration 110). 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.

Le suivi mensuel réalisé depuis 2005 montre qu'un battement saisonnier de la nappe est établi (cf. Illustration 110). Il n'y a pas eu d'évolution notable en 2020. Le battement des écoulements est inférieur à celui observé en 2019.

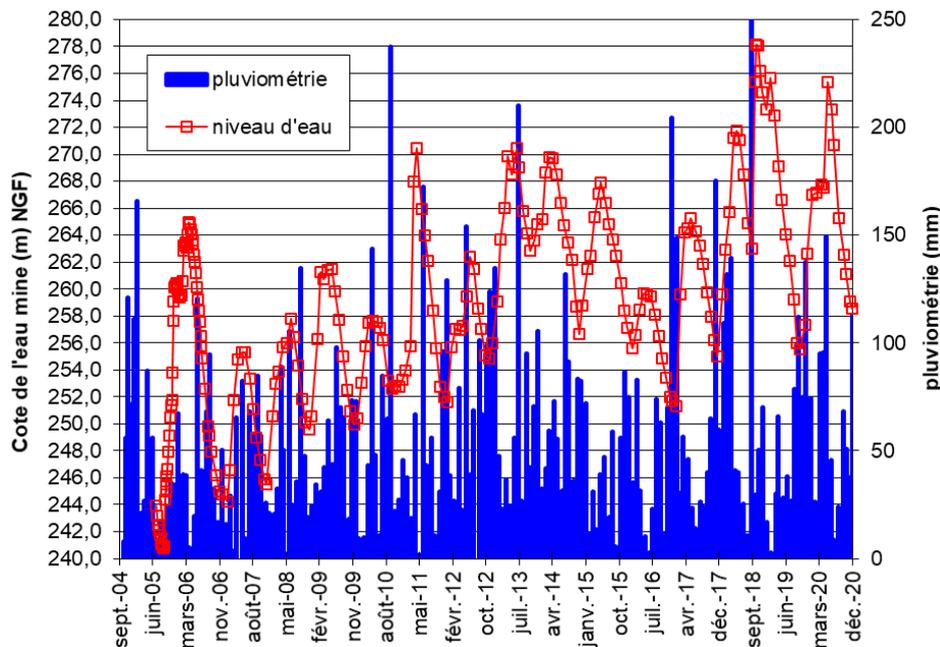


Illustration 110 : Évolution du niveau d'eau du réservoir minier dans l'ouvrage « Panneau Sud » (Minéllis, 2021).

### 5.2.3 Qualité des eaux du réservoir minier

La qualité de l'eau de mine est suivie mensuellement pour les paramètres arsenic, sulfates, fer et matières en suspension, à partir d'échantillons prélevés dans la tranche supérieure de la nappe minière. Le prélèvement est réalisé par une pompe à demeure (à environ 110 m NGF soit 15 à 40 m sous le niveau d'eau) dans un ancien puits de 2,4 m de diamètre (cf. Illustration 111). Le volume du réservoir minier ne pouvant pas être renouvelé avant prélèvement, les données obtenues sur ce point de prélèvement ne sont pas complètement représentatives de l'ensemble du réservoir. Les modalités de prélèvements sont spécifiées dans l'annexe 3.



*Illustration 111 : Cheminée technique panneau sud (Minélias, 2018).*

Le tableau suivant (cf. Tableau 36) présente les résultats des analyses effectuées en 2020 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 dissous (mg/L)	Sulfate (mg/L)	Fer (mg/L)	Niveau m NGF
27/01/20	0,064	0,052	9,0	1384	7,82	259	13,9	8,7	435	0,51	+266,99
25/02/20	0,057	0,053	5,2	1377	7,49	330	12,8	8,8	453	0,05	+267,14
06/04/20	0,061	0,054	<2,0	1363	7,54	319	14,5	8,3	450	0,06	+267,74
28/04/20	0,054	0,047	<2,0	1357	7,54	352	15,4	8,6	458	0,03	+267,49
26/05/20	0,077	0,070	4,0	1403	7,53	304	23,9	7,7	467	0,01	+275,36
08/06/20	0,067	0,046	<2,0	1355	7,43	311	18,7	7,0	438	0,13	+273,32
20/07/20	0,049	0,047	2,2	1332	7,67	331	16,7	7,7	463	0,06	+270,69
25/08/20	0,054	0,054	<2,0	1340	7,85	267	19,0	7,2	443	0,03	+265,26
06/10/20	0,052	0,048	4,0	1215	7,67	362	15,5	7,8	418	0,18	+262,52
26/10/20	0,069	0,047	2,5	1245	7,79	290	15,4	8,2	404	0,12	+261,09
23/11/20	0,062	0,033	2,2	1088	7,98	353	14,4	9,2	374	1,51	+259,05
14/12/20	0,048	0,044	3,8	1032	8,05	346	14,2	9,4	380	0,29	+258,54
Moy. Annuelle	0,060	0,050	4,1	1291	7,70	319	16,2	8,2	432	0,25	
Max.	0,077	0,070	9,0	1403	8,05	362	23,9	9,4	467	1,51	
Min.	0,048	0,033	<2,0	1032	7,43	259	12,8	7,0	374	0,01	

Tableau 36 : Résultats des analyses de l'eau de la mine pour l'année 2020.

À noter que suite au confinement de mars 2020, il n'y a pas eu de prélèvement en mars et deux mesures ont été réalisées au mois d'avril. De plus, au mois de septembre aucun prélèvement n'a été réalisé. Un prélèvement complémentaire a alors été fait au début du mois d'octobre 2020.

Comme durant les années précédentes, des augmentations des concentrations en sulfates et en fer peuvent ponctuellement apparaître lors des phases de remontées du niveau, mais ces deux paramètres restent relativement peu élevés pour des eaux de mine.

En 2020 :

- la concentration en sulfates a varié entre 374 et 432 mg/L ;
- la concentration en fer varie entre la limite de quantification (0,01 mg/L) et 1,51 mg/L.

Ces concentrations sont du même ordre de grandeur qu'en 2019.

D'une manière générale, le niveau de l'eau augmentant, des niveaux non encore noyés (ou ponctuellement noyés) se retrouvent sous eau, entraînant ainsi un lessivage et une libération des sulfates (issus de l'oxydation de la pyrite ou de l'arsénopyrite, en milieu carbonaté).

Toutefois, il ne semble pas que ce phénomène influe sur les concentrations en arsenic et le pH des eaux qui reste légèrement basique, du fait probablement des formations calcaires encaissant les filons de minerais sulfurés.

L'illustration 112 présente les concentrations en As dissous et total depuis le début du suivi en 2006.

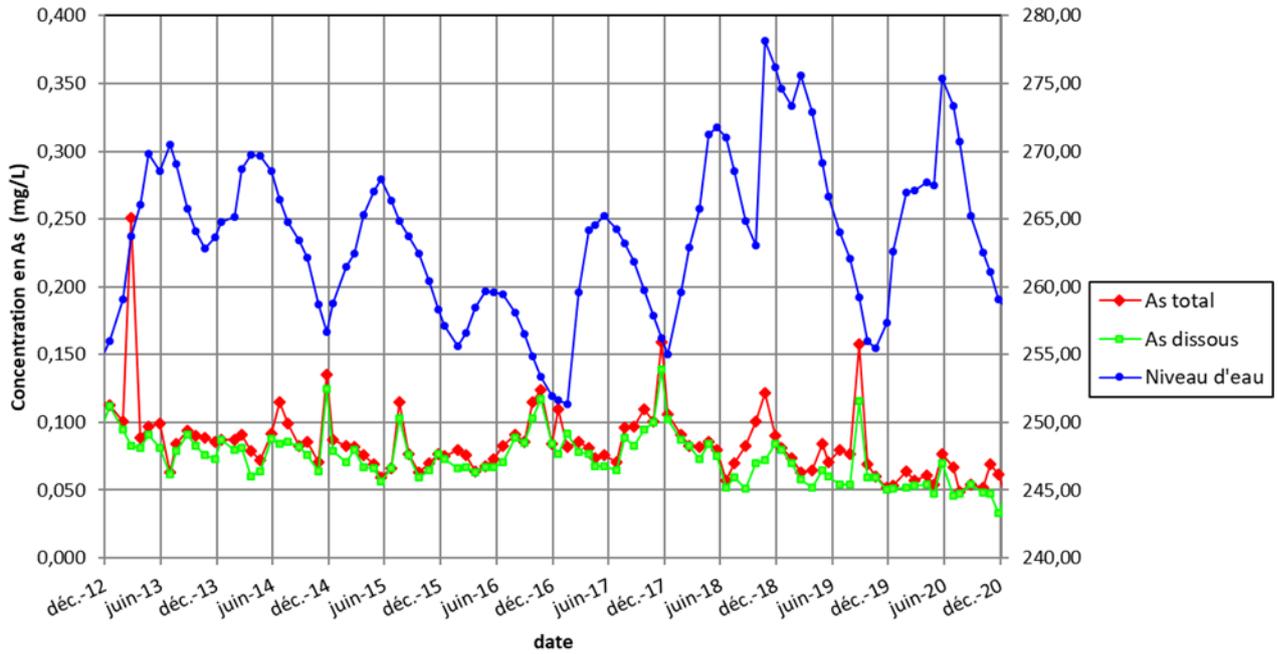


Illustration 112 : Évolution des concentrations en arsenic et du niveau d'eau – cheminée panneau Sud (Minélias, 2021).

La tendance à la diminution des concentrations en arsenic observée depuis le début du suivi semble se poursuivre, après une légère augmentation entre 2015 et 2017 comme figuré sur l'illustration 113.

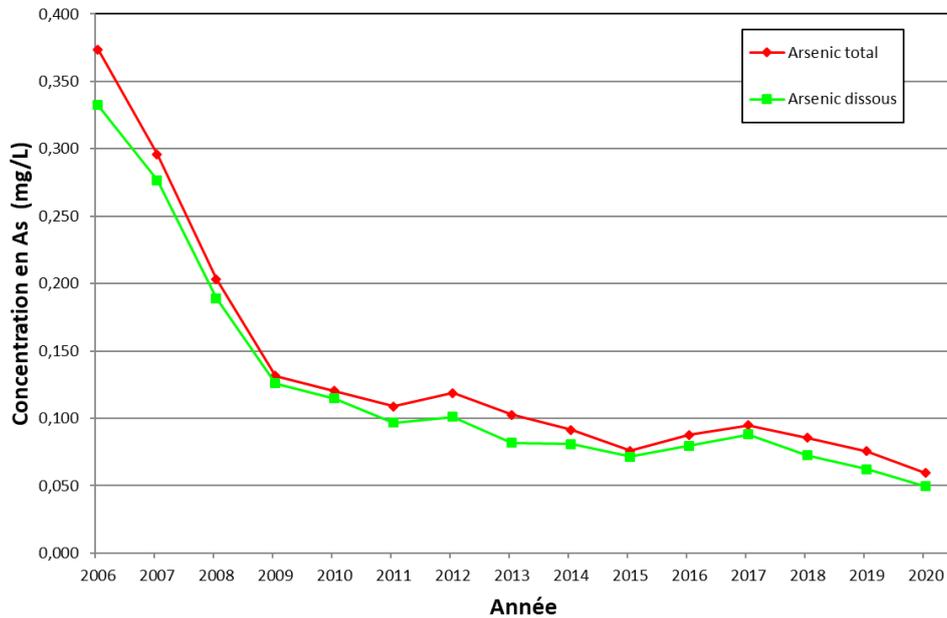


Illustration 113 : Évolution des moyennes annuelles des concentrations en arsenic dissous et total de l'eau du réservoir minier – cheminée panneau Sud (Minélias, 2021).



## **6. Suivi 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 (3 points), le Ru Sec (1 point) et l'Orbiel (9 points).

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

### **6.1 SUIVI 2020 DES EAUX DU GRÉSILLOU**

Le Grésillou est un affluent de l'Orbiel (confluence à Lastours), cours d'eau intermittent qui s'écoule notamment au pied des vers de Nartau et de Ramèle. 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). Les traçages de 1997 et 2002 ont confirmé cela, notamment en aval de la partie bétonnée.

Trois points le long du Grésillou permettent d'évaluer mensuellement la qualité de ses eaux en matière de concentration en arsenic 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 114) et verse de Ramèle (repère B sur l'illustration 114). Un prélèvement est réalisé en amont (Mine 1), un autre en aval de la zone de la verse de Nartau et en amont de la verse de Ramèle (Mine 1,5) et un dernier en aval de Ramèle, en sortie de la partie canalisée (Mine 2).



Illustration 114 : Points de suivi des eaux superficielles sur le Grésillou (DPSM, 2020).

Les résultats des analyses effectuées sur le Grésillou en 2020 sont présentés dans le tableau suivant (cf. Tableau 37).

Anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel (Aude) - Rapport de surveillance 2020

MINE 1	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µs/cm)	pH	E <sub>h</sub> (mV)	T (°C)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit* (m <sup>3</sup> /s)
27/01/20	0,010	0,008	13,0	136	7,72	+273	8,4	9,4	10,3	<0,01	0,62
25/02/20	0,011	<0,005	5,8	155	7,99	+309	8,5	9,6	12,4	<0,01	0,11
06/04/20	0,010	<0,005	<2,0	148	8,03	+293	9,8	9,0	10,0	0,04	0,26
28/04/20	0,010	<0,005	<2,0	150	8,02	+241	13,2	8,2	10,6	0,02	0,44
26/05/20	0,021	0,010	<2,0	157	7,89	+244	16,6	7,7	12,5	0,05	0,30
08/06/20	0,022	0,013	<2,0	206	8,01	+278	20,0	7,3	16,4	<0,01	0,05
20/07/20	0,014	0,010	4,0	240	7,99	+320	18,2	7,6	23,5	0,01	0,006
25/08/20	Grésillou à sec										
06/10/20	0,008	0,007	6,4	244	8,07	+343	14,3	8,1	20,0	0,03	0,002
26/10/20	0,008	<0,005	17,0	226	8,15	+266	12,9	8,7	23,7	<0,01	0,0001
23/11/20	0,007	<0,005	8,0	212	7,96	+337	9,2	9,9	24,1	<0,01	0,0003
14/12/20	0,006	<0,005	20,8	141	8,17	+322	8,9	9,8	11,2	0,01	0,60
Moyenne annuelle	0,011	0,007	7,2	183	8,00	+293	12,7	8,7	15,9	0,02	0,22
Maxi	0,022	0,013	20,8	244	8,17	+343	20,0	9,9	24,1	0,05	0,61
Mini	0,006	<0,005	<2,0	136	7,72	+241	8,4	7,3	10,0	<0,01	0,0001

MINE 1.5	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µs/cm)	pH	E <sub>h</sub> (mV)	T (°C)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m <sup>3</sup> /s)
27/01/20	0,030	0,019	13,0	141	7,74	+278	8,4	9,4	11,6	<0,01	0,62
25/02/20	0,030	0,025	6,0	154	7,88	+313	8,4	9,4	16,4	<0,01	0,11
06/04/20	0,021	0,015	<2,0	153	7,98	+296	10,1	9,1	13,0	<0,04	0,26
28/04/20	0,019	0,015	<2,0	154	8,10	+267	13,5	8,2	12,5	0,03	0,44
26/05/20	0,028	0,027	<2,0	161	7,84	+253	17,9	7,7	14,9	0,02	0,30
08/06/20	0,105	0,085	<2,0	231	7,99	+289	22,0	5,7	25,6	0,14	0,05
20/07/20	0,150	0,139	4,0	284	7,86	+319	18,3	7,6	46,7	0,16	0,006
25/08/20	Grésillou à sec										
06/10/20	0,058	0,058	6,0	293	7,97	+347	14,1	7,7	58,1	0,01	0,002
26/10/20	0,087	0,084	17,0	268	8,02	+273	12,0	8,7	44,9	0,09	0,0001
23/11/20	0,052	0,048	8,6	237	8,01	+340	7,3	9,9	41,5	<0,01	0,0003
14/12/20	0,019	0,018	20,6	148	8,15	+323	8,9	9,8	13,6	0,02	0,60
Moyenne annuelle	0,054	0,048	7,2	202	7,96	+300	12,8	8,5	27,2	0,05	0,22
Maxi	0,150	0,139	20,6	293	8,15	+347	22,0	9,9	58,1	0,16	0,61
Mini	0,019	0,015	<2,0	141	7,74	+253	7,3	5,7	11,6	<0,01	0,0001

MINE 2	As tot. (mg/L)	As dis. (mg/L)	MES (mg/L)	Cond. à 25°C (µs/cm)	pH	E <sub>h</sub> (mV)	T (°C)	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Débit (m <sup>3</sup> /s)
27/01/20	0,152	0,146	11,2	148	7,79	+256	8,4	9,4	12,7	0,02	0,63
25/02/20	0,533	0,531	5,8	175	8,00	+308	8,4	9,6	20,0	<0,01	0,12
06/04/20	0,360	0,330	<2,0	161	8,01	+290	10,7	9,0	15,0	0,36	0,27
28/04/20	0,174	0,163	<2,0	166	8,15	+201	13,7	7,9	13,9	0,01	0,47
26/05/20	0,494	0,484	<2,0	186	7,94	+228	18,8	7,6	18,7	0,01	0,31
08/06/20	1,840	1,790	<2,0	279	8,05	+272	20,7	7,2	37,1	0,02	0,05
20/07/20	2,990	2,870	<2,0	337	8,06	+319	18,4	8,0	54,7	0,05	0,005
25/08/20	Grésillou à sec										
06/10/20	0,299	0,295	6,8	525	7,81	+352	16,2	7,5	131,0	0,03	-
26/10/20	Grésillou à sec										
23/11/20	Grésillou à sec										
14/12/20	0,142	0,132	20,6	154	8,12	+324	8,8	9,9	16,7	0,04	0,55
Moyenne annuelle	0,776	0,749	5,5	237	7,99	+283	13,8	8,5	35,5	0,06	0,30
Maxi	2,990	2,870	20,6	525	8,15	+352	20,7	9,9	131,0	0,36	0,63
Mini	0,142	0,132	<2,0	148	7,79	+201	8,4	7,2	12,7	<0,01	0,005

Tableau 37 : Résultats des analyses effectuées sur les Grésillou en 2020 (Minélys, 2021).

À noter que suite au confinement de mars 2020, il n'y a pas eu de prélèvement en mars et deux mesures ont été réalisées au mois d'avril. De plus, au mois de septembre aucun prélèvement n'a été réalisé. Un prélèvement complémentaire a alors été fait au début du mois d'octobre 2020.

Le Grésillou était à sec en août et les points MINE 1, MINE 1.5 et MINE 2 n'ont pas pu être prélevés. En revanche en octobre et novembre le Grésillou, s'il s'écoulait en amont se perdait dans les schistes par infiltration et ne s'écoulait pas au point MINE 2 (cf. Illustration 115 et Illustration 116).

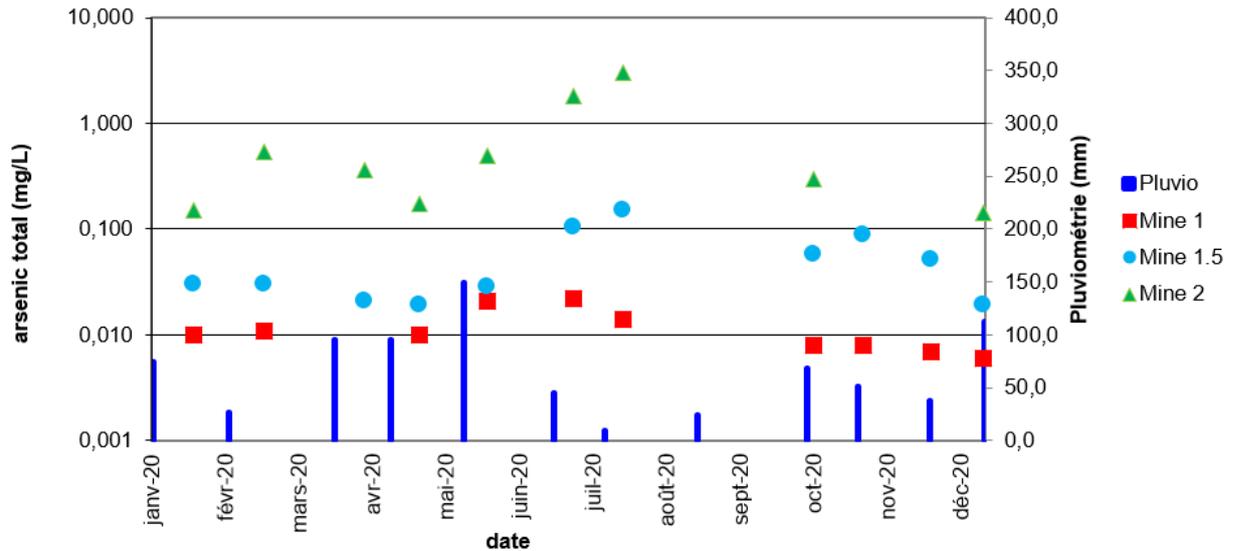


Illustration 115 : Concentrations en arsenic total des eaux du Grésillou et pluviométrie en 2020 (échelle logarithmique) (Minélias, 2021).

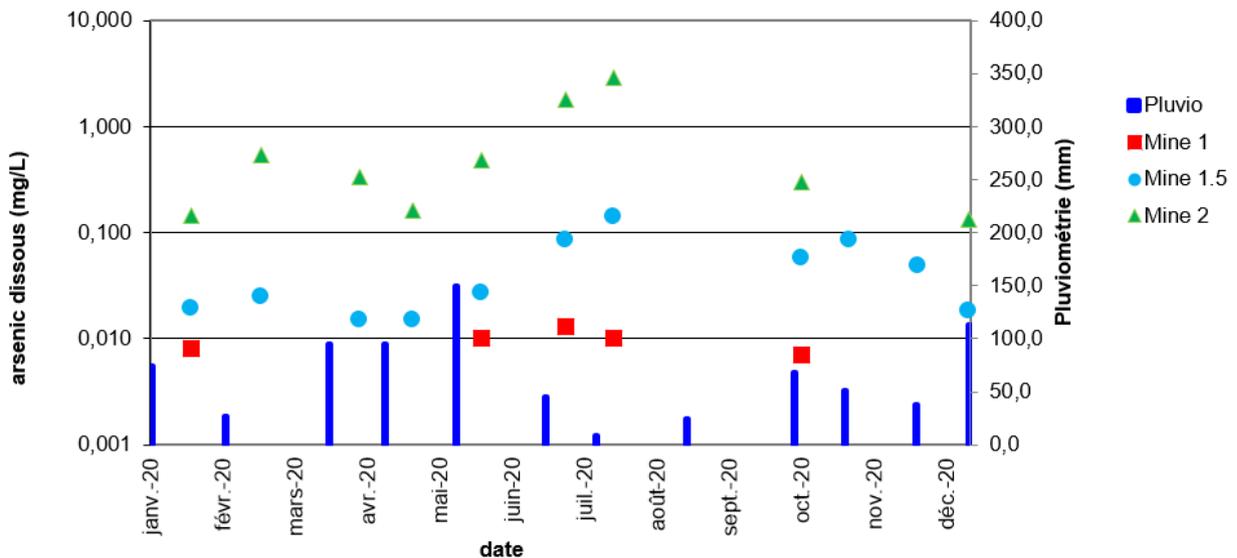


Illustration 116 : Concentrations en arsenic dissous des eaux du Grésillou et pluviométrie en 2020 (échelle logarithmique) (Minélias, 2021).

Dans les eaux du Grésillou, l'arsenic se présente en majorité sous forme dissoute.

Sur cette échelle logarithmique, on constate la forte augmentation de la concentration en arsenic de l'amont vers l'aval (cf. Illustration 118).

Les moyennes en arsenic dissous en 2020 dans les eaux du Grésillou sont comparables à celles des années précédentes, sauf au point MINE2 qui est quasiment au double de l'année précédente (moyenne annuelle des concentrations en arsenic total étant de 0,776 mg/L en 2020 contre 0,432 mg/L en 2019).

Comme chaque année, la concentration en As total ou dissous aux points Mine 1,5 et Mine 2 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. En 2020, l'arsenic dissous passe en moyenne d'une concentration de 0,007 mg/L en amont de Nartau (MINE 1) à une concentration de 0,048 mg/L en aval des verses de Nartau (MINE 1.5), puis à une concentration de 0,749 mg/L en aval des verses de Ramèle (MINE 2). L'impact du passage de chaque verse n'est donc pas équivalent : l'augmentation de concentration en arsenic dans le Grésillou est moins marquée après la verse de Nartau (+0,041 mg/L) qu'en aval de la verse de Ramèle (+0,701 mg/L).

## 6.2 SUIVI 2020 DES EAUX DE L'ORBIEL

Les eaux de l'Orbiel sont suivies mensuellement au niveau de 8 points de mesures (Illustration 117 et Tableau 38), 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. § 5.1) ;
- 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 117 : Points de suivi des eaux superficielles de la vallée de l'Orbiel.

Arsenic total (mg/l)	Lastours 0	Lastours 1	Lastours 2	Pont Limousis*	Gué Lassac*	Vic la Vernède	Conques	Villalier	Trèbes
27/01/20	0,006	0,015	0,025	0,033	0,027	0,025	0,038	0,037	0,026
25/02/20	0,008	0,010	0,006	0,009	0,027	0,048	0,029	0,030	0,034
06/04/20	<0,010	<0,010	<0,010	0,013	0,027	0,025	0,035	0,032	0,026
28/04/20	<0,005	0,009	0,008	0,013	0,017	0,020	0,027	0,027	0,031
26/05/20	0,007	0,014	0,024	0,010	0,037	0,032	0,044	0,042	0,031
08/06/20	<0,005	0,005	0,007	0,015	0,023	0,026	0,033	0,036	0,029
20/07/20	0,007	0,007	0,008	0,023	0,052	0,049	0,045	0,044	0,040
25/08/20	<0,005	0,010	0,013	0,031	0,123	0,056	0,039	0,040	0,042
06/10/20	0,009	0,010	0,009	0,026	0,066	0,053	0,043	0,051	0,044
26/10/20	<0,005	<0,005	0,013	0,027	0,059	0,052	0,047	0,046	0,041
23/11/20	<0,005	0,008	0,008	0,029	0,050	0,049	0,046	0,041	0,039
14/12/20	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	0,017	0,021	0,031	0,032	0,024
Arsenic dissous (mg/l)	Lastours 0	Lastours 1	Lastours 2	Pont Limousis	Gué Lassac	Vic la Vernède	Conques	Villalier	Trèbes
27/01/20	<0,005	0,011	0,014	0,023	0,026	0,023	0,032	0,035	0,023
25/02/20	<0,005	0,006	0,006	0,012	0,024	0,023	0,029	0,030	0,025
06/04/20	0,006	0,005	0,007	<0,005	0,018	0,021	0,029	0,024	0,024
28/04/20	<0,005	0,008	0,006	0,010	0,016	0,018	0,025	0,025	0,024
26/05/20	<0,005	0,008	0,009	0,011	0,026	0,029	0,037	0,034	0,029
08/06/20	<0,005	<0,005	0,006	0,008	0,021	0,025	0,030	0,032	0,025
20/07/20	<0,005	0,007	0,007	0,010	0,052	0,048	0,045	0,043	0,037
25/08/20	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,099	0,056	0,037	0,038	0,039
06/10/20	0,005	<0,005	0,009	0,012	0,065	0,050	0,042	0,050	0,043
26/10/20	<0,005	<0,005	0,007	0,014	0,054	0,047	0,042	0,043	0,039
23/11/20	<0,005	0,006	0,007	0,010	0,049	0,048	0,044	0,039	0,039
14/12/20	<0,005	<0,005	0,007	0,006	0,017	0,018	0,028	0,031	0,021

Tableau 38 : Concentrations en arsenic total et dissous relevés en 2020 sur l'Orbiel. \* : Sur ces points, des valeurs supplémentaires existent, acquises lors des surveillances renforcées (cf. § 3.8.2.). Elles sont intégrées à la représentation graphique du suivi des eaux superficielles de l'Orbiel (Illustration 118 et Illustration 119).

### 6.2.1 Évolution générale le long de l'Orbiel

L'illustration 118 et l'illustration 119 présentent l'évolution en 2020 de la concentration en arsenic total et dissous au niveau de l'ensemble de ces points de prélèvements.

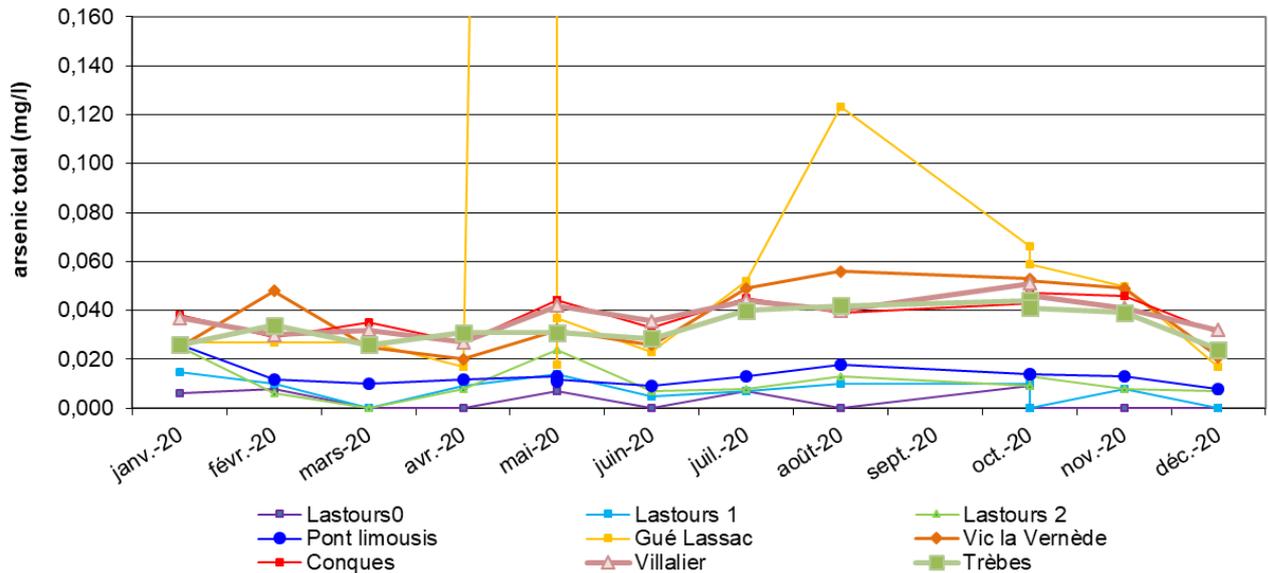


Illustration 118 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic total dans l'Orbiel (Minéllis, 2021).  
Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L.

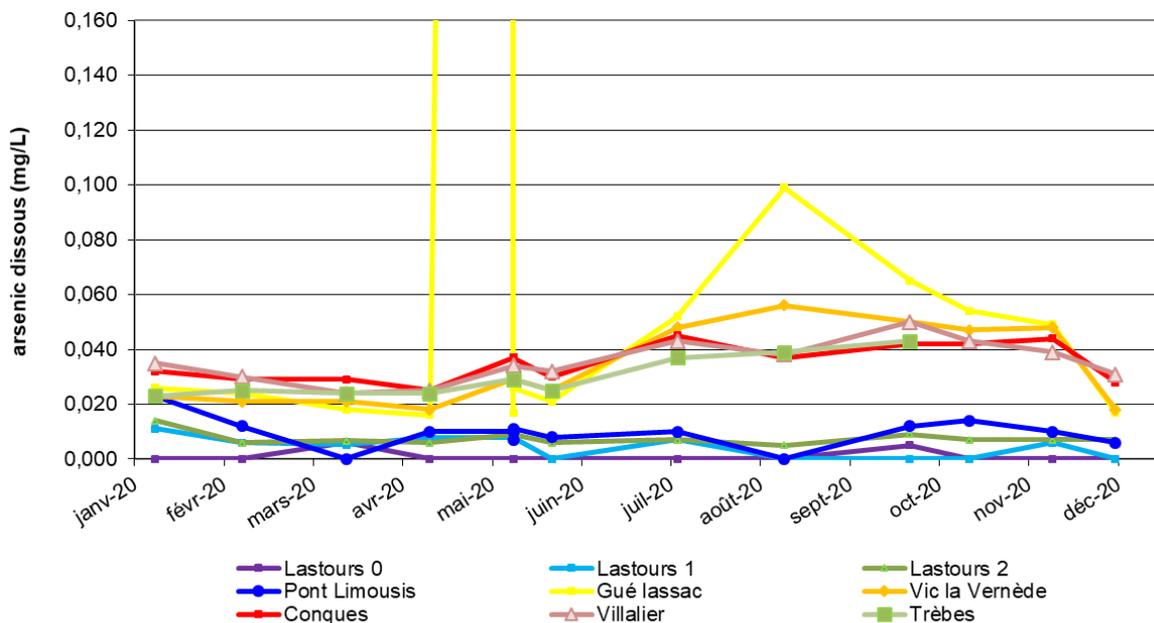


Illustration 119 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic dissous dans l'Orbiel (Minéllis, 2021).  
Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L.

Globalement, les concentrations en arsenic dans les eaux de l'Orbiel augmentent progressivement jusqu'au pont de Limousis. Au passage du secteur de la Combe du Saut (point Gué Lassac), on constate une augmentation plus marquée des concentrations puis les concentrations en arsenic diminuent légèrement à nouveau vers l'aval.

Au Gué Lassac, une valeur exceptionnellement haute de concentration en Arsenic a été observée juste après l'épisode pluvieux (10 et 11 mai 2020), sans que ce niveau de valeur soit retrouvé lors les jours suivants. Cela fait l'objet désormais un point de vigilance lors de chaque crue.

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 courbes de 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.

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.

### 6.2.2 Influence de l'émergence de la Caunette

Les éléments exposés ici permettent d'évaluer l'influence des apports de l'émergence de la Caunette.

Ce paragraphe est en partie inspiré du rapport annuel 2020 de MINELIS « Surveillance et suivi de l'émergence de la mine de la Caunette », fourni en annexe 6.

Le Tableau 39 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		24/02/2020	26/05/2020	26/08/2020	23/11/2020
Arsenic total	(mg/L)	0,716	0,976	0,496	0,497
Arsenic dissous	(mg/L)	0,557	0,973	0,46	0,49
% As dissous		77,8	99,7	92,7	98,6
MES	(mg/L)	5,4	3,6	11	2,4
Conductivité à 25°C	(µs/cm)	1601	1436	1504	1310
pH		7,56	7,92	7,94	7,88
Sulfates	(mg/L)	347	333	372	391
Fer	(mg/L)	0,56	0,03	0,21	0,02
Débit	(m <sup>3</sup> /h)	7,92	13,75	4,8	2,65

Tableau 39 : Évolution des concentrations en arsenic et du débit en sortie de l'émergence en 2020.

Comme pour les années précédentes, l'arsenic se présente principalement sous forme dissoute. L'évolution des concentrations observées est globalement corrélée à la pluviométrie et donc aux débits. Les gammes observées d'arsenic total varient entre un minimum de 0,496 mg/L en août (débit de 4,8 m<sup>3</sup>/h) et un maximum de 0,976 mg/L en mai (débit de 13,75 m<sup>3</sup>/h), le mois de mai 2020 a été marqué par un épisode pluvieux intense, avec 92 mm de précipitations enregistrées en 48h (cf. §2.1).

L'illustration 120 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 2016.

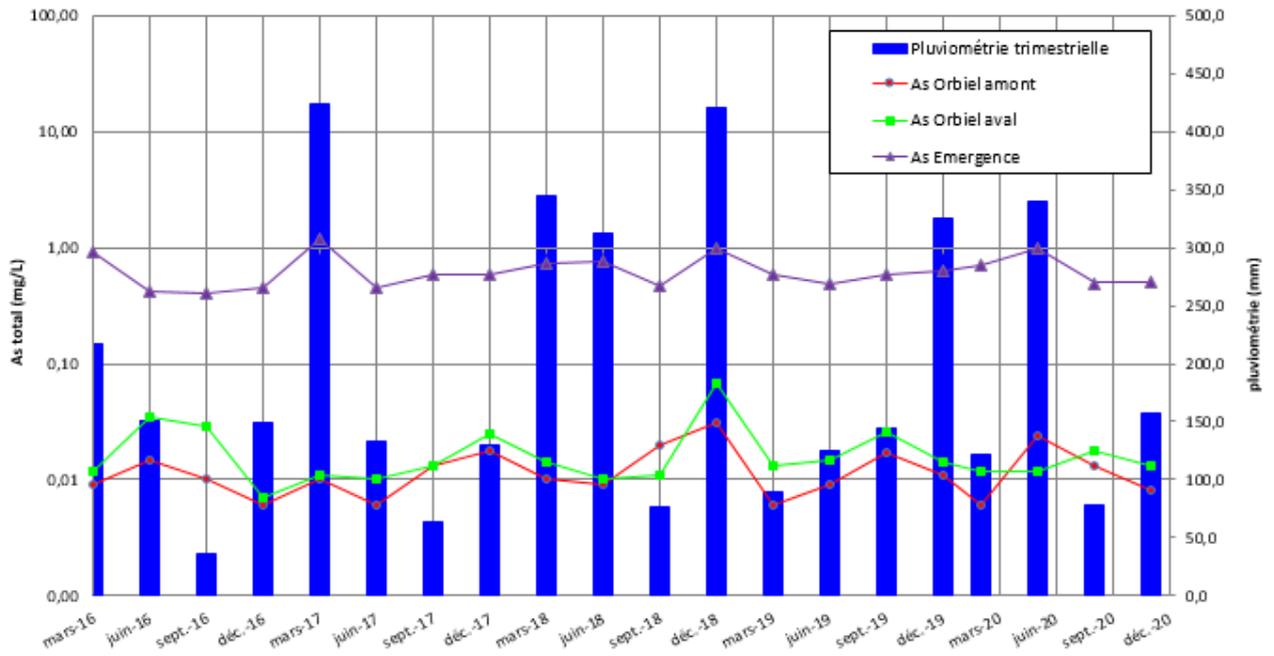


Illustration 120 : Évolution depuis 2016 des concentrations en arsenic total en sortie de l'émergence et dans l'Orbiel en amont (Point Lastours 2) et en aval (Pont de Limousis) – nota : l'échelle de concentrations en arsenic est logarithmique (Minélias, 2021).

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 2020 une contribution comprise entre 6 et 28 % du flux d'As total de l'Orbiel au niveau du rejet de l'émergence dans l'Orbiel (cf. Tableau 40), ce qui est supérieur aux estimations faites en 2019 (maximum de 7% durant le mois de septembre 2019) : cet aspect sera surveillé en 2021.

			févr-20	mai-20	août-20	nov-20
Émergence de La Caunette	Concentration As total	(µg/L)	716	976	496	497
	Débit	(m <sup>3</sup> /h)	7,92	13,75	4,8	2,65
	Flux As total	(g/h)	5,7	13,4	2,4	1,3
Aval Orbiel (Pont de Limousis)	Concentration As total	(µg/L)	12	12	18	13
	Débit	(m <sup>3</sup> /h)	5400	12780	480	1620
	Flux As total	(g/h)	64,8	153,4	8,4	21,1
Rapport des flux d'As (émergence/aval)			8,80 %	8,73 %	28,57 %	6,16 %

Tableau 40 : Estimation des flux d'arsenic lors des campagnes trimestrielles de 2020 au niveau de l'émergence de la Caunette et du Pont de Limousis.

### 6.2.3 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).

Sur l'illustration 121, 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, la concentration en As dissous augmente peu entre le pont de Limousis et le Gué Lassac (valeurs autour de 0,02 mg/L) ;
- en basses eaux (août 2020), la concentration en As dissous passe d'une valeur inférieure à la limite de quantification du laboratoire (0,005 mg/L) au pont de Limousis à 0,099 mg/L au niveau du Gué Lassac, les eaux provenant des anciens sites miniers et industriels étant moins diluées durant l'étiage ;
- au Gué Lassac, une valeur exceptionnellement haute de concentration en Arsenic a été observée juste après l'épisode pluvieux (10 et 11 mai 2020), sans que ce niveau de valeur soit retrouvé lors les jours suivants.

Ces concentrations sont du même ordre de grandeur que celles obtenues en 2019.

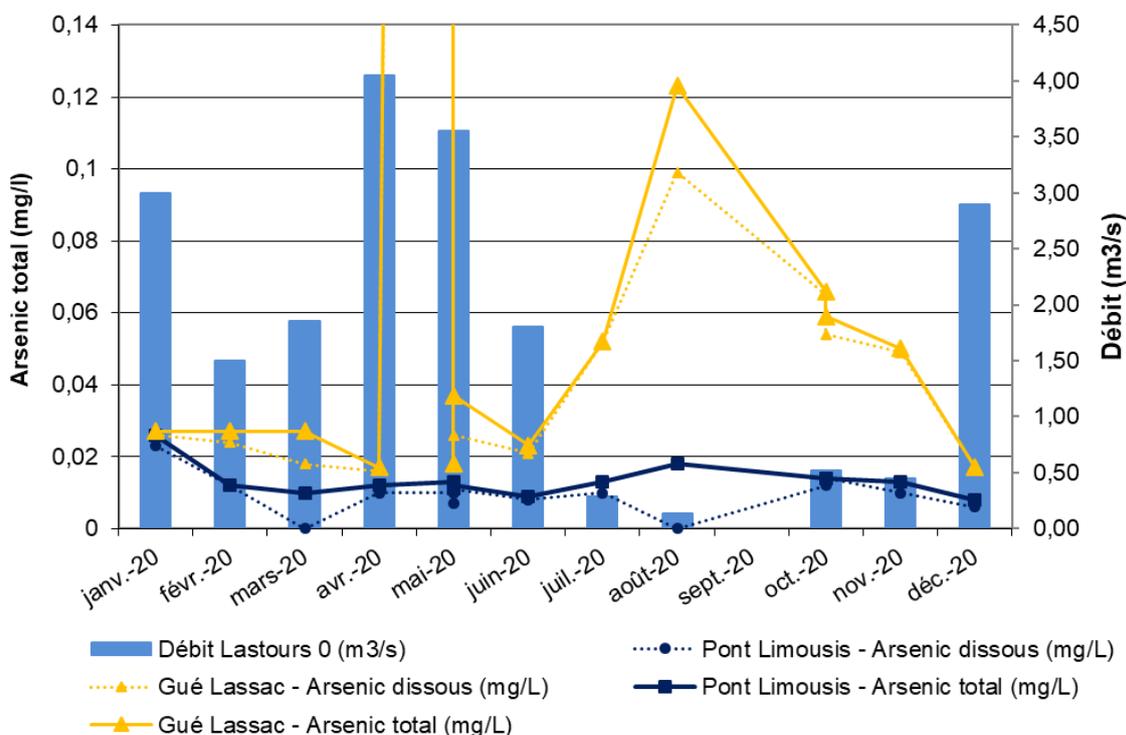


Illustration 121 : Comparaison des concentrations 2020 en arsenic en amont et aval de la Combe du Saut. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L. Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées en octobre 2020, donnant lieu à un décrochement dans la chronique.

La concentration en As total est généralement inversement proportionnelle au débit de l'Orbiel à l'aval de la Combe du Saut. Sauf en période de crue, comme en mai 2020, où une augmentation des concentrations en arsenic total et dissous est visible.

### 6.2.4 Analyses en aval éloigné (Villalier, Trèbes)

L'illustration 122 permet de visualiser l'évolution des concentrations en As dissous en aval du Gué Lassic.

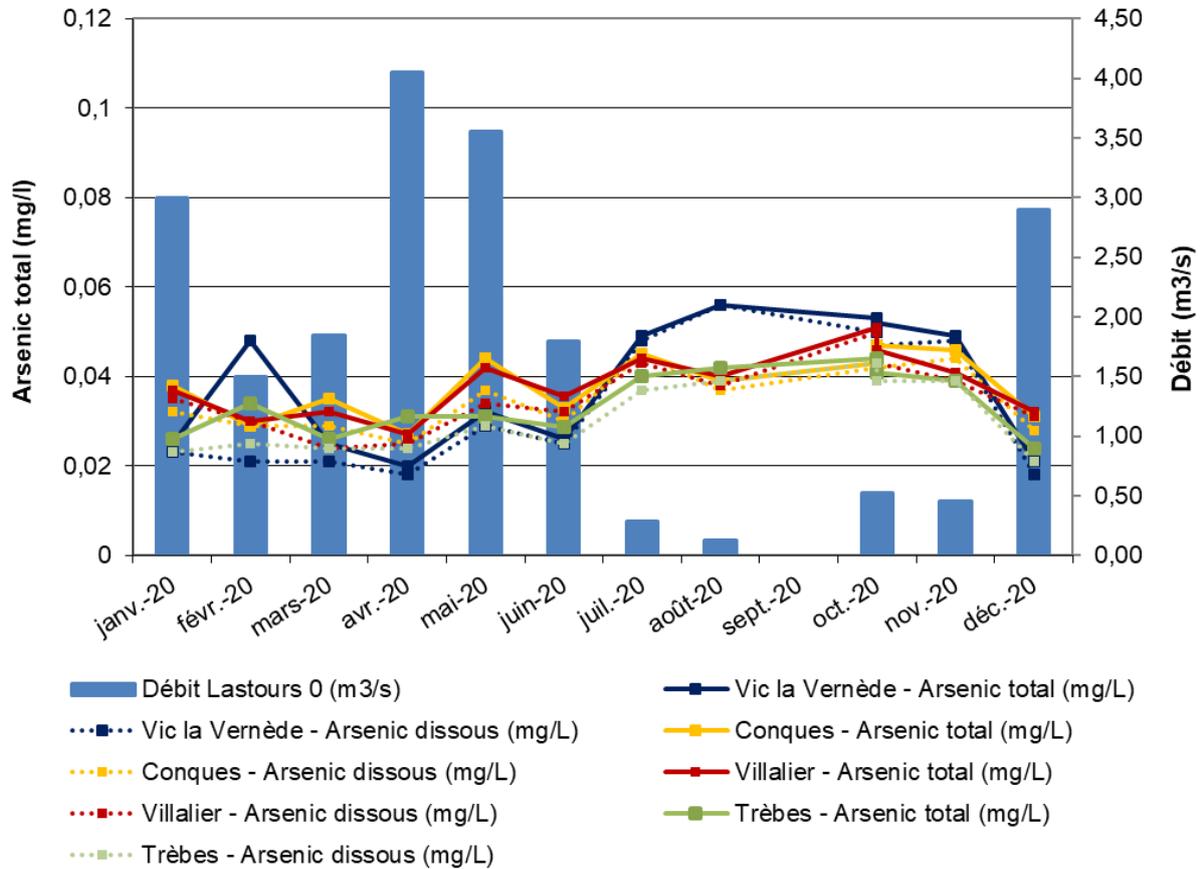


Illustration 122 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic dans l'Orbiel aval. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L. Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées en octobre 2020, donnant lieu à un décrochement dans la chronique.

De décembre à juin, les concentrations en As dissous sont plus élevées à Villalier, Conques ou Trèbes qu'à Vic la Vernède (point en amont de la confluence avec le Ru Sec). Cela peut être expliqué par la potentielle présence de nombreux apports en arsenic entre Vic la Vernède et Trèbes en plus du Ru Sec.

En période de basses eaux, la diminution de l'effet de dilution induit une augmentation des concentrations en arsenic dissous dans l'Orbiel à la hauteur de la Combe-du-Saut.

Comme durant l'année 2019, on constate qu'à certaines périodes, la concentration en As dissous dans l'Orbiel à Villalier est plus élevée qu'à Conques sur Orbiel, ce qui suggère l'existence d'apports entre ces points, possiblement dans les affluents (ruisseau Del Pontit) ou encore dans des rejets industriels ou viticoles. Cette tendance reste à confirmer lors des prochaines surveillances.

### 6.3 SUIVI 2020 DES EAUX DU RU SEC

Au cours de l'année 2020, un point de suivi sur le Ru Sec en amont de la confluence avec l'Orbiel a été ajouté au mois de juin (cf. Illustration 117). Il est encore trop tôt pour en tirer des enseignements précis. La poursuite de la surveillance de ce point permettra de mieux comprendre l'influence du Ru Sec sur l'Orbiel.

Les 6 prélèvements réalisés en 2020 dans le Ru Sec (cf. Illustration 123) montrent des concentrations en arsenic inférieures à celles relevées au Gué Lassac mais plus élevées qu'à Vic la Vernède (en aval de la confluence). La moyenne annuelle dans le Ru Sec est de 0,062 mg/L. Le Ru Sec contribue donc à la charge en As constatée en aval dans l'Orbiel.

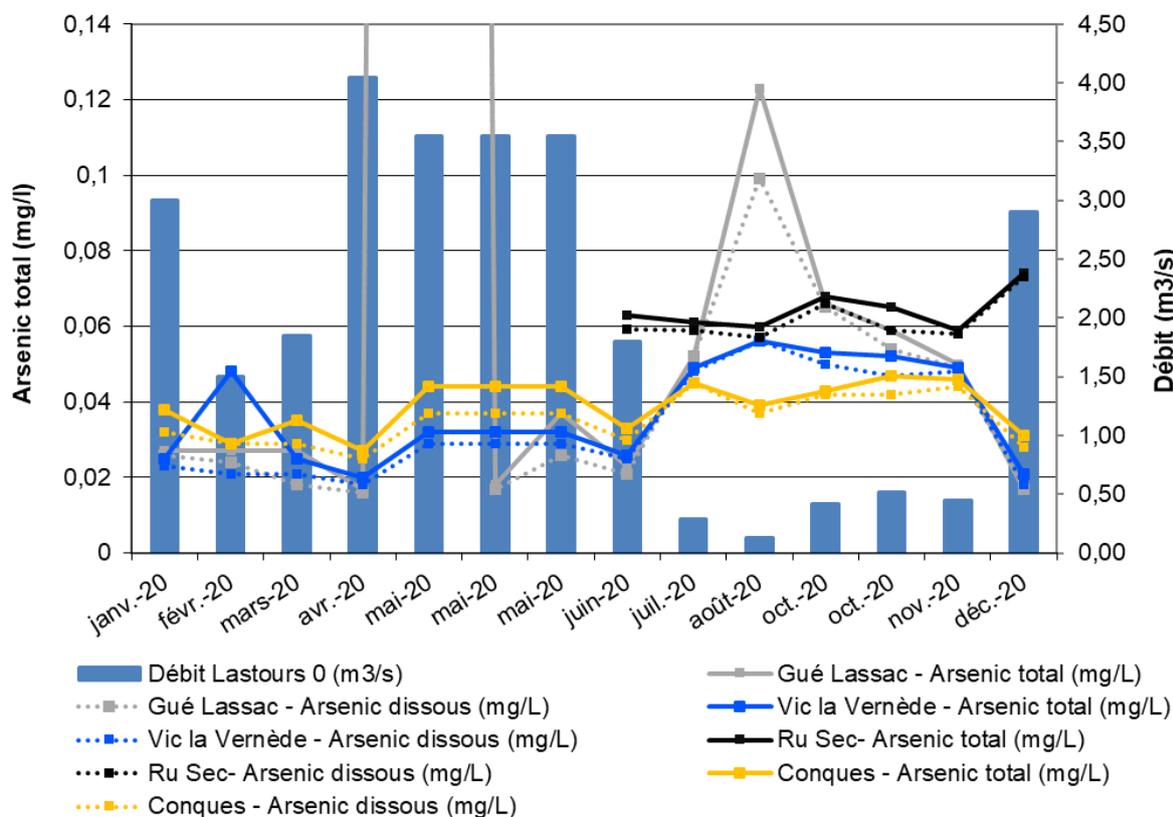


Illustration 123 : Évolution 2020 des concentrations en arsenic dans l'Orbiel et le Ru Sec. Valeur hors graphique : 13/05/2020 : 2,210 mg/L.

Le Ru Sec avait fait l'objet d'un prélèvement entre juin et octobre 2019. En 2019, en moyenne entre le mois de juin et d'octobre les concentrations en arsenic total étaient de l'ordre de 0,081 mg/L (contre 0,064 mg/L en 2020 entre juin et décembre).

Les données sur le Ru Sec n'ayant pas été collectées sur une année complète, il n'est pas possible d'interpréter davantage l'influence de ce cours d'eau sur la qualité des eaux de l'Orbiel. De plus, le débit n'y a pas été relevé. Des données complémentaires au droit de ce point de suivi seront acquises lors de la poursuite de la surveillance, ceci notamment afin d'appréhender la contribution potentielle du Ru Sec à la concentration en arsenic observée dans l'Orbiel en aval de la confluence.



## 7. Suivi des sédiments de la vallée de l'Orbiel

Un suivi annuel des métaux sur les sédiments de l'Orbiel en période de basses eaux a été mis en place à partir de 2017. En 2020, il a été réalisé conjointement à la campagne post crue sur les eaux et les sédiments de juin 2020 (cf. §9.1.2).

Les prélèvements ont été réalisés au niveau de 4 points de prélèvements décrits au § 6.2 :

- Lastours 1 ;
- Pont de Limousis ;
- Vic la Vernède ;
- Conques.

À noter qu'afin d'observer une évolution dans le temps, seuls les sédiments très fins (et donc fraîchement déposés) sont prélevés (après tamisage à 2 mm) et analysés. Les quatre points de prélèvement ont été identifiés comme étant des limons fins gris à noirs.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après (cf. Tableau 41) :

Paramètres	Unités	Lastours 1	Pont Limousis	Vic la Vernède	Conques
Aluminium (Al)	mg/kg MS	13 300	13 200	12 100	11 900
Arsenic (As)	mg/kg MS	156	173	240	205
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,86	0,66	1,00	0,67
Chrome (Cr)	mg/kg MS	22,7	22,2	20,7	19,5
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	82,7	44,7	53,4	40,9
Nickel (Ni)	mg/kg MS	37,8	28,7	26,2	23,8
Plomb (Pb)	mg/kg MS	134	48,2	94,9	48,6
Zinc (Zn)	mg/kg MS	77,8	78,1	118,0	90,5

Tableau 41 : Résultats des analyses des métaux sur sédiments – juin 2020.

Les teneurs en arsenic, en cadmium et en zinc dans les sédiments augmentent de l'amont vers l'aval entre les points Lastours 1 et Vic la Vernède et diminuent ensuite à Conques. En revanche les teneurs en aluminium, chrome, cuivre et nickel diminuent de l'amont vers l'aval. Enfin les teneurs en plomb sont plus erratiques.

On notera des teneurs significatives en arsenic et ce dès l'amont (anomalie géochimique du secteur de la montagne noire).

Une note de synthèse sur l'ensemble des campagnes eaux superficielles/sédiments réalisées depuis 2019 sera produite courant 2021.



## 8. Sites périphériques

### 8.1 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 de sites miniers périphériques (voir localisation en annexe 10) :

- la zone de Malabau, située à l'Ouest de la zone MCO. Ce site comportait une usine de traitement du minerai ayant fonctionné entre 1915 et 1930. Il a été réhabilité en 2004-2005 par MOS en retirant les résidus de traitement et les scories de grillage ; il subsiste néanmoins en place environ 45 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers ;
- la zone 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.

Sur cette base, la DREAL Occitanie (ex-Languedoc-Roussillon) avait retenu une liste d'actions de mise en sécurité pour chacun de ces sites, actuellement surveillés par le DPSM/BRGM. Les travaux ont été réalisés entre 2011 et 2015.

### 8.2 SURVEILLANCE

Les sites de Nartau, Ramèle et Malabau font partie de la liste des sites surveillés par le DPSM. Le suivi consiste en un contrôle visuel de la végétation, d'indices de mouvements de terrain, du réseau hydraulique, de la signalisation et des clôtures, mais aussi des éventuelles interventions extérieures (travaux, passages de véhicules...).

Depuis les travaux effectués en 2015, la fréquence de réalisation de la visite de surveillance est passée de trimestrielle à semestrielle. Il est cependant à noter que des visites spécifiques sont régulièrement réalisées.

Les sites ont montré pendant l'année 2020 un comportement normal.

Les comptes rendus des visites de surveillance des sites de Nartau, Ramèle et Malabau sont disponibles en annexe 9.

À noter que la verse de l'Atelier fait également l'objet de visites, du fait notamment de la présence d'un drainage minier acide (DMA), ce point est traité dans un paragraphe dédié (cf. §9.3).

### 8.2.1 Site de Nartau

La **zone de Nartau** est 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 » (non individualisée sur la carte). En 2015, ce site a fait l'objet de travaux de protection contre l'action des crues du Grésillou (digues de protection en pied de la verse de Nartau et de la plateforme Marty, et recouvrement de la plateforme Marty par des terres propres).

En 2015, des travaux visant à limiter l'apport de résidus miniers dans le Grésillou au niveau de la verse de Nartau ont été réalisés : reprise du lit mineur sur 95 ml, recouvrement de dépôts de résidus et protection par enrochements et gabions pour empêcher l'érosion du pied de la verse de Nartau (cf. Illustration 124).

En 2019, suite à la crue d'octobre 2018, des travaux de reprise de la protection gabionnée ainsi que l'enlèvement et l'évacuation en installation classées (ISDD de Graulhet) des matériaux glissés en pied de verse ont été réalisés.



*Illustration 124 : Ouvrages de protection du pied de la verse de Nartau depuis le lit du Grésillou (en rouge sur la photo).*

Les opérations de surveillance périodique pratiquées en 2020 ont mis en évidence différents désordres mineurs :

- un endommagement par la crue de mai 2020 du gué traversant le Grésillou permettant l'accès à la verse, et une érosion localisée du sol au droit de la plateforme Marty. Des travaux menés à l'automne ont permis de reprendre ces désordres ;
- un endommagement par des tirs d'arme à feu d'un panneau informatif en pied de verse.

La reprise de ces endommagements sera intégrée dans un programme prévisionnel regroupant l'ensemble des travaux d'entretien à réaliser sur sites suivis par le BRGM/DPSPM. Ce programme, élaboré courant 2021, devrait être mis en pratique à partir de 2022.

La verse en tant que telle présente un comportement stable avec une bonne cohésion en surface des matériaux malgré la forte pente.

### 8.2.2 Verse de Ramèle

La **verse de Ramèle** (5 Mm<sup>3</sup>) est située au Nord-Est de la zone MCO, en rive droite du ruisseau « Le Grésillou ». Elle a été édifée 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 édifée 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'anhydre 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.

La végétation sur l'ensemble du site est bien développée. Elle varie selon les banquettes, étant parfois plutôt broussailleuse, parfois plutôt herbacée, voire parfois plus arborée. Quelques zones rocheuses sont dépourvues de végétaux, mais la majeure partie du dépôt est stabilisée sous une couche végétale relativement dense, bien qu'hétérogène.

La verse de Ramèle est dépourvue de réseau hydraulique de surface pour la gestion des eaux de pluie sur les banquettes intermédiaires. Les eaux s'écoulent principalement aux extrémités, provoquant à leur passage des ravinements localisés. Les phénomènes de ravinement (cf. Illustration 125) et les niches d'arrachement, précédemment identifiés, ne montrent pas d'évolution visible malgré la survenue de l'épisode pluvieux intense des 10 et 11 mai 2020.



*Illustration 125 : Photographies des figures d'arrachement et ravines sur les banquettes de la verse de Ramèle.*

Le fontis répertorié depuis 2008 n'a pas montré d'évolution en 2020.

L'ouvrage empierré canalisant l'Hort Estiou n'a pas pu être observé en 2020 en raison de dépôts de déchets verts sauvages qui en bloquaient l'accès. Pour rappel, l'écoulement a pour la dernière fois été observé lors de la visite de surveillance du second semestre 2018. (cf. Illustration 126).



*Illustration 126 : Déchets végétaux encombrant l'accès au canal empierré de l'Hort-Estiou.*

### 8.2.3 Site de Malabau

La **zone de Malabau** est située à l'Ouest de la zone MCO. Outre la mine éponyme, ce site comportait également une usine de traitement du minerai ayant fonctionné entre 1915 et 1930. Ce site a été réhabilité en 2004-2005 par MOS en retirant les résidus de traitement et les scories de grillage ; il subsiste néanmoins en place environ 45 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers (haldes).

Les panneaux matérialisant le caractère privé du site, usés par le soleil, ont été remplacés à l'occasion de la visite de surveillance du second semestre 2020.

Les marques de ravinement apparues au cours des intempéries d'octobre 2018 n'ont pas montré de signe d'évolution.

Le site est assez 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 (cf. Illustration 127).



*Illustration 127 : Plateforme de Malabau végétalisée et partie Sud-Ouest de la verse faiblement végétalisées.*

La zone du Drainage Minier Acide (DMA) n'a pas présenté d'écoulement en 2020, même après les pluies intenses de mai. Cependant, de nombreuses traces de précipités oranges ainsi que des résidus métalliques (déchets d'exploitation) sont toujours visibles dans le ruisseau du de la Combe Burel en aval du DMA (cf. Illustration 128).



*Illustration 128 : Précipité rouille à l'aval du DMA et déchets d'exploitation (scories) dans le ruisseau du Malabau.*



## 9. Actions spécifiques du DPSM

En fonction des priorités et de l'actualité liée au site, le DPSM peut être amené à réaliser d'autres actions, en dehors du strict cadre de la surveillance sur les installations inscrites dans l'Arrêté ministériel du 14/04/2020.

Dans ce cadre, les principales actions effectuées en 2020 sont décrites dans les paragraphes suivants.

### 9.1 CAMPAGNES SPÉCIFIQUES DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

La surveillance classique règlementaire est régulièrement complétée par des missions spécifiques en fonction du contexte. Ce type d'investigations complémentaires est présenté ci-après.

#### 9.1.1 Suivi renforcé des eaux de l'Orbiel autour de la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut

En plus du suivi habituel des eaux superficielles de la Combe du Saut, un suivi complémentaire dit « renforcé » a été mis en place en 2019 afin de surveiller l'impact potentiel de divers incidents de fonctionnement sur la station de dépollution des eaux sur la qualité des eaux de l'Orbiel. En 2020 ces campagnes ont été réitérées toutes les semaines ou toutes les deux semaines

Au total 27 campagnes ont été effectuées entre février et décembre 2020. Les résultats synthétisés ont été intégrés au paragraphe relatif à la station de dépollution des eaux de la Combe du Saut présentée en 3.

Les données complètes sont présentées dans les rapports en annexe 11 à 14. Elles ont vocation à faire l'objet d'un travail de synthèse durant l'année 2021.

#### 9.1.2 Campagnes eaux superficielles-sédiments sur l'Orbiel et ses affluents

Suite aux intempéries d'octobre 2018, le DPSM a souhaité avoir une vision générale et ponctuelle de la qualité des milieux dans le bassin versant de l'Orbiel. En 2019, deux campagnes de prélèvement synchrones sur les eaux et sédiments ont été réalisées aux mois janvier et septembre. En 2020, quatre campagnes ont de nouveau été effectuées :

- mai (suite aux intempéries du 10 et 11 mai) :
  - 16 prélèvements d'eaux superficielles ;
- juin (période de basses eaux , un mois après les intempéries du 10 et 11 mai) :
  - 28 prélèvements d'eaux superficielles,
  - 24 prélèvements d'eaux souterraines,
  - 36 prélèvements de sédiments ;
- août (période de basses eaux) :
  - 31 prélèvements d'eaux superficielles,
  - 24 prélèvements d'eaux souterraines ;

- octobre (fin de période de basses eaux) :
  - 26 prélèvements d'eaux superficielles,
  - 23 prélèvements d'eaux souterraines.

Sur les divers affluents (Grésillou, Malabau, Gourg Peyris, Ru Sec), des débits ponctuels ont également été mesurés. Quelques prélèvements complémentaires d'eau superficielle ont été réalisés sur divers points : Béal de Sindilla, « mare » creusée par la crue au niveau du gué Lassac et zones inondées en mai 2020 à Conques-sur-Orbiel et Villalier.

Ces campagnes s'intègrent dans une démarche de compréhension global du système environnemental de la vallée de l'Orbiel. Les différences de paramètres analysés, de points de prélèvements ou de milieux investigués ont pour but de mieux comprendre la pertinence du déroulement de certaines études et ainsi d'aller vers un mode opératoire homogène et stabilisé pour le suivi des eaux superficielles et les sédiments.

De manière générale les résultats analytiques de ces campagnes ont mis en évidence les conclusions suivantes :

Concernant les eaux superficielles :

- les concentrations en arsenic total constatées sont comparables à celles observées lors du suivi environnemental réalisé mensuellement sur le site de Salsigne et notamment celles relevées lors de la campagne post crue réalisées en 2019 ;
- les concentrations en arsenic total dans les eaux augmentent globalement de l'amont vers l'aval au passage des différents anciens sites miniers.

Concernant les eaux souterraines :

- les résultats sont conformes aux observations réalisées lors des campagnes de surveillance du site : à savoir des concentrations en arsenic total très élevées mesurées dans les piézomètres situés au droit de l'Artus et du site de la combe du saut ainsi que dans les drains issus du stockage de Montredon.

Concernant les sédiments :

- les sédiments analysés révèlent des teneurs en arsenic élevées lorsqu'ils ont été prélevés près des zones polluées ;
- les matériaux des zones inondées lors de la crue de mai 2020 ne révèlent pas de teneurs plus fortes en arsenic que celles précédemment constatées lors des précédentes crues notamment celle d'octobre 2018.

Les données complètes sont présentées dans les rapports en annexes 15 à 18 et ont vocation à faire l'objet d'un travail de synthétisation durant l'année 2021.

## 9.2 DRAINAGE MINIER ACIDE DE LA VERSE DE L'ATELIER

### 9.2.1 Contexte

La verse de l'Atelier (1 Mm<sup>3</sup>) est située au Sud de la zone MCO et du site des anciens ateliers de la mine, et a été édifée 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 qu'elle a possiblement recouvert des résidus de tri manuel du minerai opérés dans les ateliers au début du 20<sup>ème</sup> siècle, et également que les matériaux constitutifs de cette verse, réputés intermédiaires entre stériles et minerais, 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 (non représenté sur la carte), et impactant le ruisseau « L'Entrebuc », canalisé sous la verse. La verse de l'Atelier se trouve en amont direct au nord du village de Salsigne (cf. Illustration 129).



Illustration 129 : Situation géographique de la Verse de l'Atelier.

Les eaux minéralisées lors de leur transit au sein des matériaux de la verse ont fait l'objet d'un essai de traitement par le dernier exploitant Mine d'Or de Salsigne (MOS) afin de résorber cette problématique. En 2004, un bassin calcaire a été installé au pied de la verse dans le but de tamponner les eaux acides (cf. Illustration 130).



Illustration 130 : Entrebuc au niveau de la verse de l'Atelier.

En 2008, une étude d'ICF Environnement pour le compte de la DRIRE montre 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 du fossé bordant l'ancien chemin de la mine (cf. Illustration 131) puis d'être à nouveau canalisées sous le village de Salsigne.



Illustration 131 : Ancien chemin de la mine, en rive gauche de l'Entrebuc (octobre 2020).

Comme schématisé sur l'illustration 132, l'Entrebuc se jette dans le Gourg Peyris aval du village de Salsigne qu'il traverse par une canalisation souterraine. Au niveau de cette confluence, un précipité blanc translucide parfois mousseux a été observé au fond du ruisseau canalisé ( cf. Illustration 133).

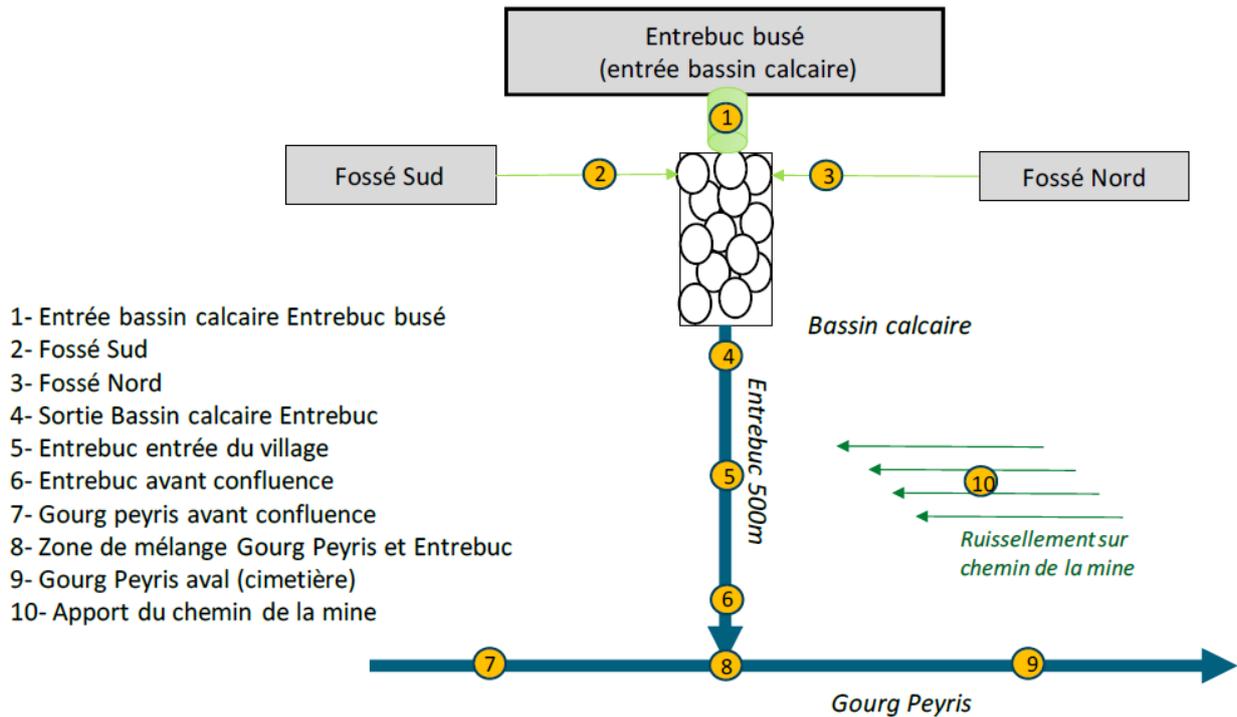


Illustration 132 : Schématisation du cours de l'Entrebuc entre la Verse de l'Atelier et sa confluence avec le Gourg Peyris (extrait de IRH, 2020).



Illustration 133 : Précipités blancs à la confluence Entrebuc et Gourg Peyris à Salsigne (octobre 2020).

Des analyses réalisées ont révélé que ces précipités contiennent des concentrations élevées en calcium, fer, arsenic, aluminium et manganèse.

### 9.2.2 AVP de conception d'une unité de traitement d'un drainage minier acide

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'Entrebuc 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 convergence entre les deux cours d'eau. 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...). L'étude de 2020 met en avant les conclusions suivantes :

- le pH en pied de verse est acide, entre 4 et 5 ;
- les concentrations des eaux en sulfates (2 000 à 6 000 mg/L) et aluminium (80 à 300 mg/L) sont très élevées ;
- les eaux de l'Entrebec s'enrichissent en plomb par contribution du ravin drainant les eaux de l'ancien chemin de la mine : la concentration passe de 15 µg/L en aval de la verse et du bassin calcaire à 100 µg/L juste avant la canalisation sous le village ;
- le débit de l'Entrebec est mal caractérisé en pied de verse ainsi que les apports en aval (fossé de l'ancien chemin de la mine et apports dans la canalisation sous le village) qui pourraient parfois représenter 60% du débit de l'Entrebec avant confluence.

IRH conclut qu'un traitement physico-chimique par Geotubes après neutralisation et floculation (cf. schéma en Illustration 134) est le plus adapté à la situation, présentant l'avantage de la rusticité et facilité d'exploitation ainsi qu'une emprise au sol réduite.

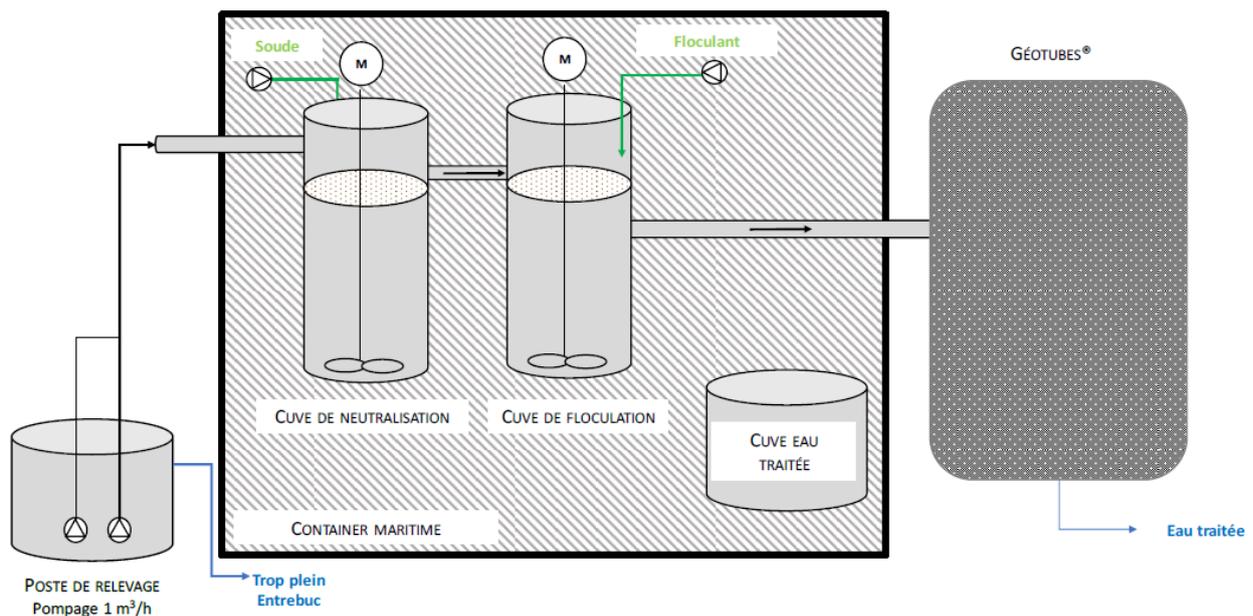


Illustration 134 : Synoptique de traitement physico-chimique continu par décantation.

Sans implantation possible en partie basse du village (au niveau des toilettes publiques), les contraintes foncières pour installer les modules de traitement, y accéder et gérer les flux d'énergie et d'effluents seront structurantes pour la mise en œuvre de cette solution. En fonction de l'implantation de la filière de traitement, un poste de relevage sera toutefois nécessaire afin de capter un maximum des eaux du bassin versant de l'Entrebec.

IRH insiste sur la nécessité de :

- mieux caractériser les débits des différentes venues d'eau à traiter et leurs réactions à des évènements pluvieux. L'instrumentation du site (débitmètres en continu, sonde Ph-T et conductivité et pluviomètre) sera donc un préalable indispensable ;
- tester la solution retenue sur site pour en vérifier le fonctionnement en conditions réelles.

Il convient d'ajouter en complément que l'éventualité de travaux sur l'ancien chemin de la mine, dont l'assise est constituée de minerai à l'origine d'un DMA, est un paramètre à intégrer pour déterminer la mise en œuvre d'un traitement sur l'Entrebus. Par ailleurs, le traitement du DMA de la verse en tant que tel nécessitera une étude spécifique pour comprendre les phénomènes en jeu et envisager des solutions de gestion plus pérennes.

### **9.2.3 Observations lors de la visite DPSM du 2<sup>nd</sup> semestre 2021**

Des observations réalisées au cours de la surveillance DPSM du 2<sup>nd</sup> semestre 2020 ont validé l'hypothèse d'apports exogènes dans la canalisation sous le village de Salsigne :

- variations de débit très marquées en quelques secondes ;
- pH très basique de 12,81 (habituellement autour de 4) et couleur blanche (cf. Illustration 133) supposant des apports de chaux depuis un effluent artisanal ou industriel dans le village ;
- un potentiel redox de -224 mV (habituellement plutôt autour de + 300 mV).

Aucun prélèvement d'effluent n'a pu être réalisé le jour de cette visite. Ces observations, postérieures à l'édition du rapport d'IRH, devront être intégrées à la réflexion quant aux solutions envisageables pour traiter les eaux de l'Entrebus. Les effluents d'origine anthropique doivent être identifiés et faire l'objet d'un traitement au niveau de la source et non être intégrés au projet de traitement des eaux de l'Entrebus.

## **9.3 RECHERCHE D'UN TRAITEMENT ALTERNATIF POUR LES EAUX DE L'ARTUS**

### **9.3.1 Contexte**

Usuellement, sauf en 2017, la majorité des eaux traitées à la station de la Combe du Saut provient de l'Artus (voir paragraphe 3.3). Dans un souci d'optimisation de la gestion des eaux du site, 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.

### 9.3.2 Conception dimensionnement et installation du pilote de traitement sur le site de l'Artus.

Le pilote a été conçu de sorte que l'exploitation du procédé (entretien et suivi) soit la plus simple possible afin d'en minimiser les coûts. De plus, le procédé doit également minimiser les quantités de déchets (boues) générés toujours afin de réduire les coûts d'exploitation.

Les essais en laboratoire réalisés lors de la conception du pilote sont présentés dans l'annexe 20 de ce rapport.

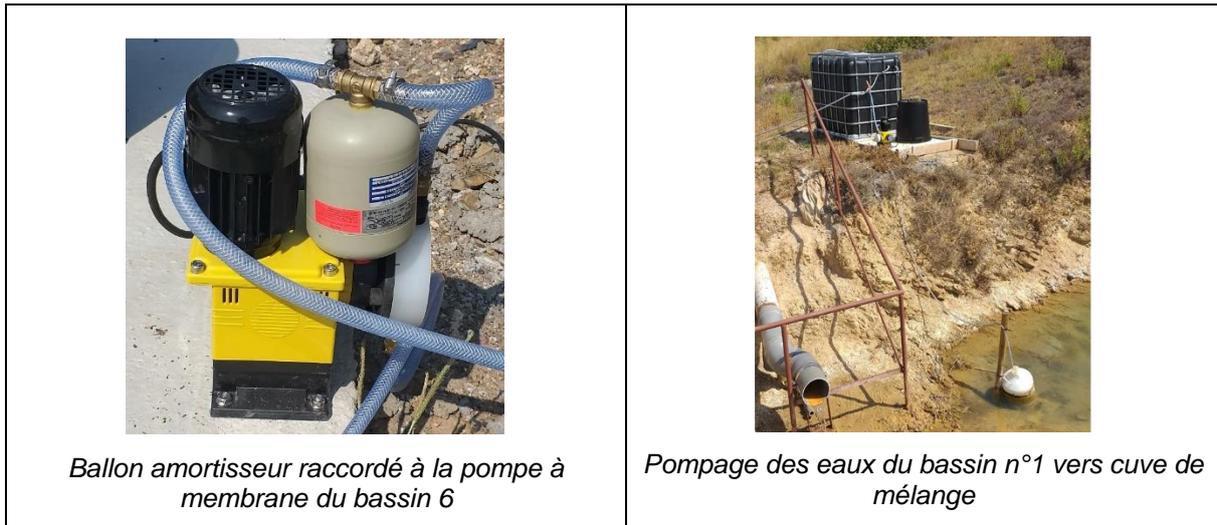
#### a. Conception et installation du pilote.

Les essais en laboratoire menés au cours de l'année 2018 ont permis de concevoir un pilote de traitement qui a été installé sur une dalle en béton au niveau des bassins n°3 et 4 de l'Artus (cf. Illustration 135) fin avril 2019. La mise en eau du pilote a été effectuée le 13 juin 2019.



Illustration 135 : Carte d'implantation des éléments du pilote.

Le pilote a été conçu pour traiter un débit de 100L/h ce qui représente environ 1 % du débit d'eau cumulé des drains se jetant dans le bassin 1 et issus des pennstocks (bassin 6). Le débit traité se veut suffisamment grand pour représenter au mieux le fonctionnement d'une station de traitement. Les eaux qui alimentent le pilote sont un mélange avec 70 % d'eaux issues des pennstocks et 30 % d'eau issues du bassin n°1 ce qui est comparable au ratio des débits observés sur site. Ces eaux sont pompées et mélangées dans une cuve qui permet d'alimenter le pilote gravitairement (cf. Illustration 136).



*Illustration 136 : Pompage des eaux des bassins 1 et 6 et cuve de mélange alimentant gravitairement le pilote.*

Le traitement des eaux sur le pilote est ensuite réalisé en deux étapes, une première étape de dégradation des thiocyanates par bio-oxydation à l'aide de trois filtres à pouzzolane en série d'un mètre cube chacun soit un volume total de filtre de 3 m<sup>3</sup> (cf. Illustration 137). Les données expérimentales étant insuffisantes du fait d'essais trop brefs, ce volume a été dimensionné en fonction des cinétiques de dégradation des thiocyanates collectées dans la littérature. Le volume ainsi défini doit permettre de dégrader la totalité des thiocyanates présents dans les eaux lorsqu'un biofilm suffisant se sera développé sur les pouzzolanes des filtres.

Ensuite, une deuxième étape de traitement permet d'abattre l'arsenic par ajout de fer et adsorption de l'arsenic sur le précipité de fer formé. Cette seconde étape de traitement est constituée d'un bassin de décantation d'un volume de 3 000 L, soit un temps de séjour théorique de 30 h, ce volume doit aussi permettre de stocker les boues produites sur la durée des essais avec le pilote. Une solution concentrée de sulfate de fer II est injectée à un débit d'environ 60 mL/h ce qui permet d'obtenir une concentration en fer II de 20 mg/L en entrée du bassin de décantation. Le sulfate de fer est stocké dans des bidons de 60 L, eux même stockés dans un box de rétention afin de prévenir tout risque de dispersion dans l'environnement.

En sortie du bassin de décantation, un filtre à pouzzolane de 1 m<sup>3</sup> fini le traitement et arrête les particules fines qui n'ont pas décanté.

Les eaux traitées seront ensuite rejetées dans le bassin n°6 en contre-bas du pilote et réintègrent le circuit de gestion des eaux.

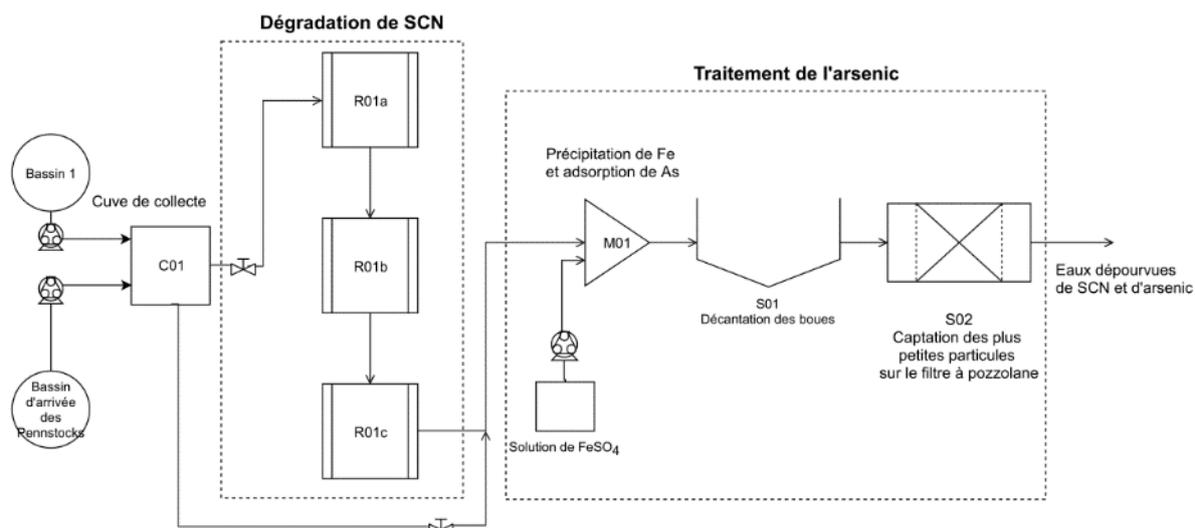


Illustration 137 : Schéma de principe du pilote de traitement des eaux installé sur le site de l'Artus (Jally 2018).

### b. Difficultés rencontrées

- Problème de puissance de la pompe des penstocks.

Lors de la mise en service de cette pompe, il a été constaté que l'eau n'était pas acheminée jusqu'à la cuve de mélange des eaux mais seulement à quelques mètres soit une distance d'environ de 20 mètres pour 5 mètres de dénivelé. Afin de palier à ce problème, un ballon amortisseur (cf. Illustration 136) a été ajouté début juillet 2019 pour « lisser » les à-coups de la pompe à membrane, permettant d'atteindre le débit nominal fixé pour les eaux des penstocks soit 70 L/h.

- Problème de colmatage de la crépine du bassin n°1.

Une crépine a été installée en amont de la pompe prélevant les eaux dans le bassin N°1 afin de protéger cette dernière. Or il s'est avéré que cette crépine s'est très rapidement colmatée à cause des matières en suspension présente dans les eaux du bassin. Afin de palier à ce problème, une « sur-crépine » a été ajoutée (cf. Illustration 136), ce qui permet de retenir les matières en suspensions et de limiter le colmatage de la crépine dans le temps. La pompe du bassin n°1 peut ainsi délivrer le débit souhaité de 30 L/h sans trop de dérive.

### c. 2020 : Réaménagement du pilote

La réorganisation du pilote a été effectuée en mars 2020, dans le but d'optimiser l'efficacité du traitement et d'améliorer les conditions du suivi. Les éléments (cuve de décantation, filtres) ont été conservés mais repositionnés au sol pour permettre un meilleur accès aux différentes cuves (cf. Illustration 138). Cette réorganisation a induit une augmentation de la surface au sol du pilote qui est maintenant de 17,4 m<sup>2</sup>. Avant cette réorganisation et conformément à l'Article R421-9 modifié par Décret n°2015-1783 du 28 décembre 2015 - art. 6 du code de l'urbanisme, une déclaration préalable a été déposée en Mairie de Limousis le 27 novembre 2019.

Par ailleurs, un muret en parpaings a été réalisé autour de la dalle afin de prévenir les risques liés au débordement d'une cuve et ainsi éviter que des eaux ne se dirigent vers l'Orbiel. Un abri a également été aménagé afin de stocker le matériel et permettre d'effectuer des analyses sur site dans de bonnes conditions.



Illustration 138 : Pilote de traitement des eaux de l'Artus avant (a) et après réaménagement (b).

#### **a. Résultats des essais de traitement réalisés en octobre-décembre 2020.**

Suite aux conclusions des premiers essais de 2019, les essais d'octobre-décembre 2020 ont été réalisés avec un débit d'injection de sulfate de fer de 98 mL/h et une concentration en sulfate de fer d'environ 200 g/L. Le pH du sulfate de fer a également été légèrement réduit afin d'améliorer la conservation de ce dernier pendant les essais. Il résulte de ces conditions opératoires un flux de fer II d'environ 4g/h ce qui permet d'obtenir une concentration initiale en fer d'environ 40 mg/L une fois dilué dans les eaux d'alimentation du pilote, le débit d'alimentation du pilote étant compris entre 88 L/h et 99 L/h. Ce dernier varie en fonction de l'encrassement des pompes à membrane qui nécessitent une maintenance régulière.

La concentration en arsenic en entrée du pilote varie entre 12,7 et 16,1 mg/L soit un flux d'arsenic compris entre 1,12 g/h et 1,59 g/h. Le ratio fer / arsenic est compris entre 2,51 et 3,57 fois la teneur en arsenic des eaux ce qui est comparable au ratio des essais réalisés en laboratoire.

Les essais réalisés d'octobre à décembre 2020 montrent que l'ajout de sulfate de fer II permet d'obtenir un taux d'abattement de l'arsenic dissous proche de 100 % (cf. Illustration 139). Le taux d'abattement de l'arsenic dissous est compris entre 99,04 et 99,99 %.

Par contre, concernant l'arsenic total, les taux d'abattement apparents ne sont pas bons, des taux négatifs ont même été observés. Comme le montre l'illustration 140, la concentration en arsenic total en sortie du pilote peut être supérieure à celle en entrée du pilote.

L'illustration 141, qui présente l'évolution de la concentration en arsenic total mesurée et la concentration en fer particulaire en sortie du pilote, montre une corrélation très forte entre les deux courbes avec un ratio d'environ 2, soit 2 mg de fer pour 1 mg d'arsenic.

Cette observation montre que l'arsenic particulaire est associé au fer. Cela confirme également que les valeurs élevées d'arsenic total observée en sortie du pilote sont associées à la remise en suspension de particule d'hydroxyde de fer lors des prélèvements réalisés pour le suivi du pilote. Une modification du pilote devra être apportée pour s'assurer que les prélèvements réalisés en sortie du bassin de décantation et en sortie du pilote (après le filtre à pouzzolane) soit représentatif de la qualité des eaux traitées.

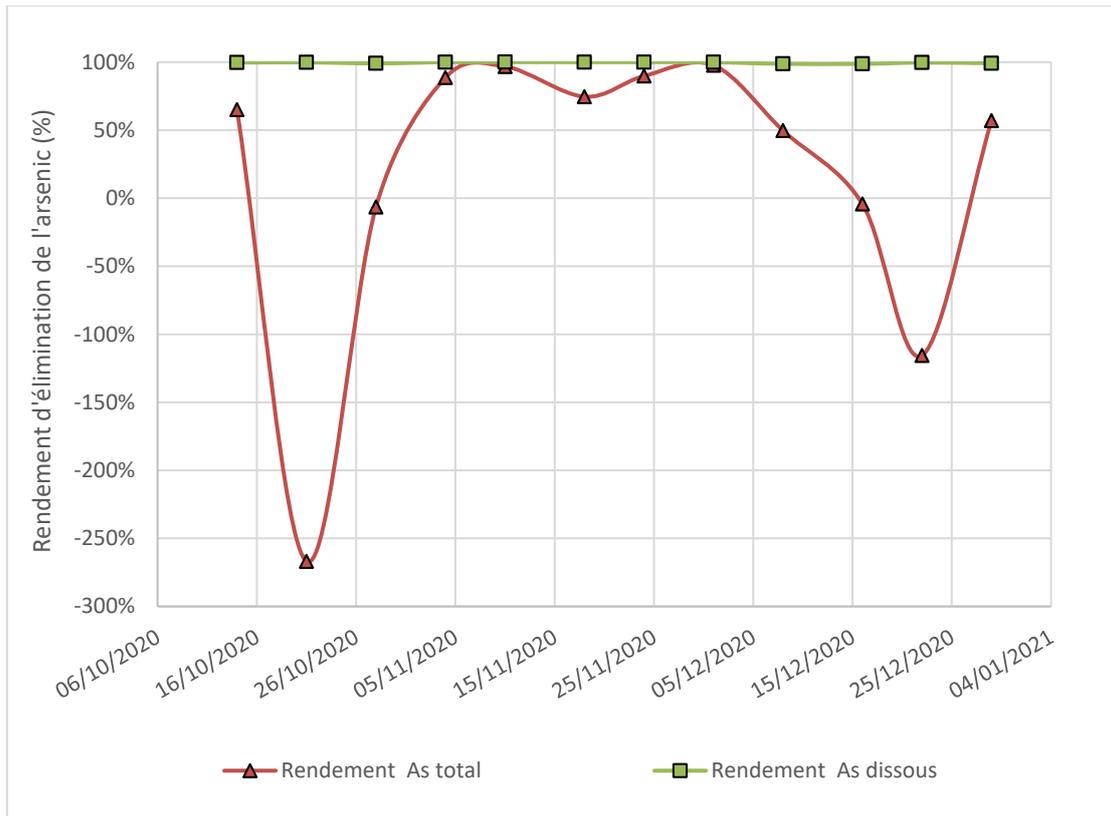


Illustration 139 : Évolution du taux d'abattement de l'arsenic entre l'entrée et la sortie du pilote en octobre-novembre 2020.

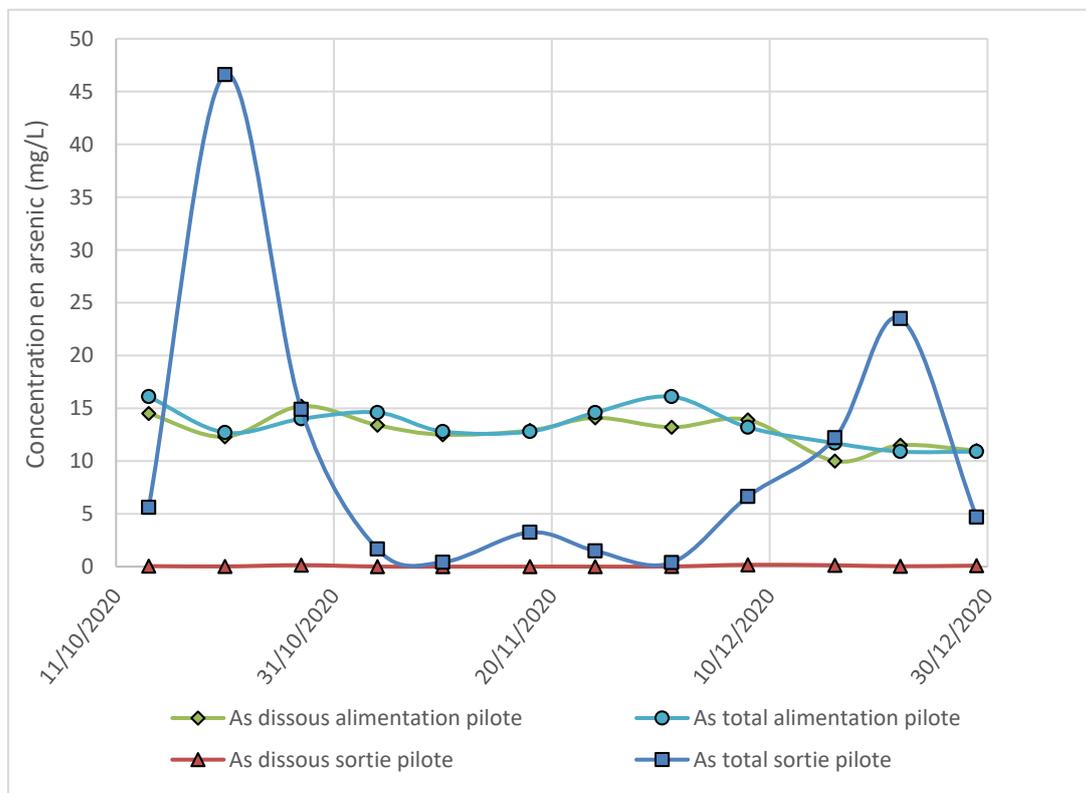


Illustration 140 : Évolution de la concentration en arsenic en entrée sortie du pilote pendant les essais d'octobre à décembre 2020.

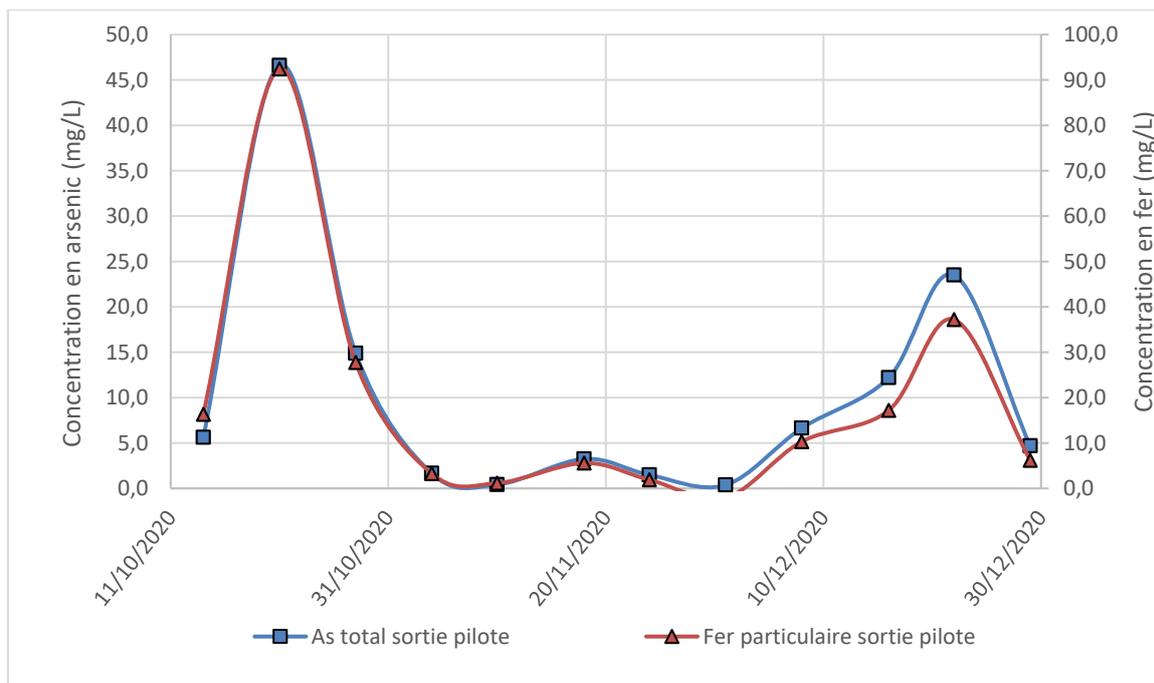


Illustration 141 : Évolution de la concentration en arsenic total et en fer particulaire en sortie du pilote pendant les essais de octobre-novembre 2020.

### 9.3.3 Conclusions sur les essais menés en 2020

Les essais réalisés sur le pilote d'octobre à décembre 2020 confirment l'efficacité du traitement conçu à partir des essais en laboratoire. Le traitement permet d'abattre la quasi-totalité de l'arsenic dissous avec un rendement de plus de 99 %. Une modification des points de prélèvements en sortie du décanteur et en sortie du pilote devra être apportée afin de s'assurer de la représentativité des mesures de l'arsenic total au niveau de ces points de prélèvements.

Les essais sur le pilote devront se poursuivre afin d'évaluer l'impact de la saisonnalité du climat sur les performances du traitement.

### 9.3.4 Perspectives pour 2021

Les essais réalisés sur le pilote seront poursuivis en 2021 afin de :

- valider les résultats obtenus d'octobre à décembre 2020 ;
- de mesurer les cinétiques d'abattement de l'arsenic ;
- et mesurer les cinétiques de dégradation des thiocyanates au sein du pilote.

Pour ce faire, la distribution des temps de séjour des ouvrages du pilote sera également mesurée ponctuellement dans les différentes cuves du pilote.

Des boues seront prélevées dans le décanteur pour être caractérisées afin d'évaluer la filière de gestion de boues produites par le procédé de traitement.

Une lagune (plantée de roseaux) sera aménagée en sortie du pilote (aval du filtre à pouzzolane) afin d'évaluer la capacité de ce type d'ouvrage à retenir les particules en suspensions dans les eaux en sortie du pilote actuel.

Il s'agira d'évaluer :

- s'il est possible que des roseaux ou des plantes jouant un rôle équivalent se développent compte tenu de la forte salinité des eaux de l'Artus ;
- si la présence de matière organique dans la lagune n'engendre pas un relargage de l'arsenic piégé par les hydroxydes de fer.

Les essais qui seront menés sur la lagune répondent à l'objectif de concevoir un traitement offrant l'exploitation la plus simple possible.

## **9.4 ACTIONS EN COURS**

En complément des précédentes actions et études précisées précédemment, des actions inscrites dans le plan d'action Préfecture / ARS, et présenté en réunion publique du 14/11/2019 par Mme la Préfète de l'Aude, ont été menées en 2020. Le plan d'action sur la vallée de l'Orbiel fait suite à un engagement en date du 28/10/2019 de Mme Wargon, secrétaire d'état.

### **9.4.1 Réalisation d'une nouvelle campagne d'analyses des poussières atmosphériques dans l'air ambiant extérieur de la vallée de l'Orbiel**

Lors de la réunion de la Commission Locale d'Information (CLI) du 25 juin 2019, des préoccupations relatives aux risques sanitaires induits par l'inhalation des poussières provenant des anciens sites miniers et industriels du secteur ont été émises par les associations et habitants du secteur. Le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a donc demandé au BRGM/DPSM la mise en œuvre de nouvelles campagnes de mesures afin d'actualiser les prélèvements et les analyses qui avaient permis la réalisation, par l'INERIS, d'une étude de risques sanitaires en 2007<sup>2</sup>.

Cette étude, réalisée par le bureau d'études EVADIES, qui a débuté en 2019 et qui doit s'achever en 2021, correspond à l'action n°29 du plan d'action Préfecture / ARS.

Elle a pour objectifs :

- l'acquisition de données relatives aux envols de poussières depuis les sites potentiellement émetteurs en lien avec l'ancienne activité minière ;
  - en 2020, deux campagnes d'échantillonnage des poussières sédimentables ont été réalisées autour des sources émettrices potentielles (en février 2020 au droit de 22 points et en juillet 2020 au droit de 26 points) ;
- l'évaluation de la qualité du milieu « air ambiant extérieur » sur l'ensemble de l'ancien district minier et la vallée de l'Orbiel, et plus particulièrement dans les zones à occupation humaine et la fourniture des données nécessaires à la mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires de 2007 réalisée par l'INERIS ;
  - en 2020, deux campagnes d'échantillonnage des poussières en suspension dans un large périmètre autour de la vallée de l'Orbiel (16 points de prélèvement des poussières en suspension à proximité des zones habitées ont été réalisées en août 2020 et octobre 2020. Une troisième campagne est planifiée en janvier 2021. Les données seront ensuite transmises à l'ARS pour la réalisation de la mise à jour de l'étude sanitaire précitée.

---

<sup>2</sup> INERIS, Rapport d'étude n°DRC-07-77414-03166A du 26/02/2007 - 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

#### **9.4.2 Réalisation d'une 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**

En décembre 2019 a également été lancée une étude technico-économique sur les possibilités d'actions afin de limiter les impacts environnementaux dans la vallée du Grésillou, liés aux anciens ouvrages miniers. Cette étude, réalisée par le bureau d'études ENVISOL, initiée au début de l'année 2020 et qui doit s'achever en 2021, constitue le point n°30 du plan d'action.

En 2020, une étude historique et documentaire a été menée. Elle a permis de définir un programme d'investigations devant permettre, au regard du contexte de réalisation de l'étude, à préciser le schéma conceptuel. Ces investigations ont été réalisées au dernier trimestre 2020. Les résultats seront traités et des orientations concernant les scénarios de gestion seront proposés par le bureau d'étude en 2021.

#### **9.4.3 Détermination du Bruit de Fond Géochimique**

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 sédiments dans le district minier de Salsigne, ceci afin de définir le Bruit de Fond Géochimique du secteur. L'objectif sera de définir des valeurs de référence sur les sols et les sédiments pour plusieurs éléments traces métalliques en fonction des formations et ensembles géologiques concernés.

Une campagne de terrain a été réalisée sur les sols et les sédiments du 27 juillet au 13 août 2020.

Pour l'ensemble des échantillons, deux méthodes d'analyse ont été utilisées :

- analyse *in situ* par fluorescence X portable (pXRF) ;
- analyse en laboratoire.

L'objectif sera d'approcher les gammes de concentrations rencontrées dans les sols non impactés, ainsi que dans les sédiments.



## 10. Gestion foncière

L'État 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.

Le 26 août 2020, une ordonnance du Tribunal de Commerce de Carcassonne a autorisé le liquidateur de la société SEPS à vendre au profit de l'Etat les parcelles définies par le BRGM/DPSM comme nécessaires et suffisantes à l'exploitation de la station de dépollution de la Combe du Saut. Cette ordonnance est présentée en annexe 21.



## 11. 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 (cf. Annexe 22). La première CSS s'est tenue en Préfecture de l'Aude le 27 janvier 2020.

À cette occasion, le DPSM a présenté :

- l'avancement de l'étude sur les poussières atmosphériques (action n°29 du plan d'actions),
- l'avancement des travaux de réhabilitation de l'étanchéité du stockage de Montredon (action n° 32 du plan d'actions),
- principes de réhabilitation d'un sol pollué par mise en place d'une couverture de matériaux propres.

La présentation ainsi que le relevé de conclusions de la CSS sont disponibles en annexe 23.

En raison du contexte sanitaire, le 11 décembre, seul le bureau de la CSS a été réuni. La réunion s'est tenue sur le site de Montredon et a été l'occasion de visiter le chantier et de présenter les éléments suivants :

- principaux travaux sur la station de la Combe du Saut ;
- l'avancement des travaux de réhabilitation de l'étanchéité du stockage de Montredon (action n°32 du plan d'actions) ;
- l'avancement de l'étude sur les poussières atmosphériques (action n°29 du plan d'actions) ;
- l'avancement de l'étude sur la vallée du Grésillou (action n°30 du plan d'actions) ;
- le suivi environnemental dans les cours d'eau.

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. Le DPSM a donc pu assister aux deux réunions du comité d'Interface qui se sont tenues en 2020.

Dans le cadre d'une demande en date du 24/07/2020 de la commission d'enquête sénatoriale sur la pollution des sols qui s'est rendue sur les sites de la vallée de l'Orbiel en juillet 2020, il a été établi en juillet 2020 par le BRGM une note présentant l'ensemble des zones et sources de pollution identifiées dans la vallée de l'Orbiel, en précisant la localisation géographique de ces sources de pollution.

À noter également que l'ancien district minier et industriel de la vallée de l'Orbiel a fait l'objet d'articles dans les journaux, et dans une moindre mesure dans les médias radio ou télévision. Quelques interviews du DPSM ont été publiées.



## 12. Conclusions

En 2020, 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.

L'année 2020 a enregistré des précipitations légèrement excédentaires par rapport aux moyennes interannuelles. Elle est surtout marquée notamment par de fortes précipitations durant le mois de mai ayant entraîné une crue marquée sur les cours d'eau du secteur ainsi que le débordement du bassin 6 de l'Artus.

Concernant le stockage de l'Artus, aucun travail important n'a été réalisé en 2020. Des anomalies mineures ont été relevées durant les visites de surveillance de site comme des figures de ravinement sur la piste Nord, un encombrement partiel de bassins de clarification des eaux de ruissellement, ou ponctuellement des zones mises à découvert. En conséquence, de nouveaux travaux d'entretien sont à programmer sur le site de l'Artus. Ce programme, élaboré courant 2021, devrait être mis en pratique à partir de 2022. De plus, en 2020, suite à la crue de mai et au débordement du bassin 6 de l'Artus, un système d'alarme, a été mis en place afin de démarrer les pompes dans le cas d'un niveau d'eau trop élevé dans le bassin.

Concernant le stockage de Montredon, les travaux consistant à rétablir l'étanchéité de la couverture du confinement du stockage ont débuté en août 2020. Le suivi renforcé mis en place durant la période des travaux met en avant des augmentations brutales en arsenic au fur et à mesure du retrait de la couverture du stockage, avant son remplacement. Ces effets ont été observés dans les ouvrages situés sur la partie sommitale du stockage. Avant août 2020 (début du suivi renforcé), les concentrations en arsenic et en cyanures observées sur les eaux de drainage du dépôt et celles des piézomètres autour du stockage de Montredon restent globalement dans la gamme de valeurs des années précédentes.

Sur le secteur de la Combe du Saut, au droit du champ Magné, la pose de la canalisation recueillant les eaux de source Arsine et les acheminant vers la station de dépollution, ainsi que les travaux de reprise des drains du Point V, ont été réalisés au second semestre 2020. Concernant le suivi de la qualité des eaux souterraines au droit de la station de dépollution et de la zone du champ Magné, celui-ci montre des concentrations en arsenic qui tendent à diminuer depuis 2006, mais restent toujours très élevées. L'impact des dépôts et des sols encore impactés au droit des anciennes installations industrielles est visible dans les eaux souterraines en aval du site, particulièrement pour les piézomètres peu soumis à l'influence de l'Orbiel.

Concernant l'Orbiel, en amont du site de la Combe du Saut, la concentration en arsenic des eaux superficielles augmente progressivement jusqu'au pont de Limousis. Plus en aval, le passage au droit du stockage de l'Artus et de la Combe du Saut montre toujours une nette dégradation de qualité saisonnalisée : plus le débit est élevé, plus l'arsenic est en faible concentration. Au-delà, les concentrations en arsenic dissous et total baissent. A noter qu'un point de prélèvement d'eau sur le ruisseau affluent du Ru Sec a été ajouté en 2020. Il est encore trop tôt pour en tirer des enseignements précis. La poursuite de la surveillance de ce point permettra de mieux comprendre l'influence du Ru Sec sur l'Orbiel.

Suite à la crue de mai 2020 (10 et 11 mai), le débordement temporaire du bassin B6 de l'Artus a été sans conséquence notable sur la qualité des eaux de l'Orbiel. Au Gué Lassac, une valeur exceptionnellement haute de concentration en arsenic a été observée (2,21 mg/L) juste après l'épisode pluvieux, sans que ce niveau de valeur soit retrouvé lors les jours suivants. Cela fait l'objet désormais un point de vigilance lors de chaque crue.

Les anciens sites miniers de Nartau et Ramèle génèrent un impact sur la concentration en arsenic du ruisseau du Grésillou, principalement 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 sur la concentration en arsenic des eaux de l'Orbiel reste très limitée du fait de son débit limité.

En 2020, des campagnes complémentaires ont été réalisées sur la qualité des eaux superficielles et des sédiments à différentes périodes (haute eaux, post intempéries et basses eaux). L'augmentation des teneurs de l'amont vers l'aval de l'Orbiel est de nouveau mise en évidence par ces campagnes.

En 2020, la station de dépollution des eaux a connu des dysfonctionnements impactant le rendement du traitement de l'arsenic descendu à 83 % (contre 84 % en 2019). Un dysfonctionnement majeur de la station a entraîné un fonctionnement dégradé de l'installation de mai à décembre 2020. Un traitement opérationnel des eaux a pu être rétabli à partir du mois de décembre grâce à la mise en service d'une unité de décantation mobile. Des campagnes de suivi renforcé ont été réalisées durant l'ensemble de l'année 2020 afin d'évaluer l'influence potentielle des défauts de fonctionnement de la station sur la qualité des eaux de l'Orbiel. À l'heure actuelle les données acquises ne permettent pas de discriminer l'influence des eaux traitées à la station des autres apports comme celui de la Combe du Saut (rive droite), ou celui du stockage de l'Artus (rive gauche). Une note de bilan sur l'ensemble des campagnes de suivi renforcé sera produite au second semestre de 2021. Elle replacera notamment les valeurs acquises durant la surveillance renforcée avec les valeurs usuellement mesurées dans le cadre de la surveillance de base.

Concernant l'émergence de la mine de la Caunette, les gammes de concentrations observées sont similaires à celles des années antérieures, avec un impact limité du rejet dans l'Orbiel.

Au droit du point d'observation de l'eau des travaux miniers souterrains de l'ancienne exploitation aurifère, les concentrations en arsenic suivent les tendances de fluctuations du niveau d'eau, avec toutefois une tendance à la baisse depuis le début du suivi analytique. De plus, le niveau de la nappe a baissé de presque 20 m durant 2020, retrouvant un niveau bas légèrement supérieur à celui de 2019.

En 2020, un avant-projet de conception d'une unité de traitement du drainage minier acide de la verse de l'Atelier a été réalisé par le bureau d'étude IRH. Une solution de traitement physico-chimique par Geotubes provisoire a été retenue. Des études complémentaires de compréhension des phénomènes en jeu sont à prévoir afin d'envisager une solution pérenne de gestion de ces eaux.

Concernant le pilote de traitement alternatif des eaux de drainage du stockage de l'Artus, les essais réalisés d'octobre à décembre 2020 confirment l'efficacité du traitement conçu en laboratoire. Ces essais devront se poursuivre dans les années à venir afin de préciser les modalités de mise en œuvre à grande échelle.

En matière de foncier, une ordonnance du Tribunal de Commerce de Carcassonne a été établie, mentionnant que les terrains de la station seront cédés au Profit de l'État (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire).

Enfin, concernant les aspects de communication, dans le prolongement de la Commission de Suivi de Site (CSS) de l'ancien site industriel et minier de la vallée de l'Orbiel, le DPSM a assisté aux deux réunions du comité d'Interface qui se sont tenues en 2020. De plus, à la demande de la commission d'enquête sénatoriale sur la pollution des anciens sites industriels et miniers, le BRGM a établi une note présentant l'ensemble des zones et sources de pollution identifiées dans la vallée de l'Orbiel, en précisant la localisation géographique de ces sources de pollution.

## 13. Perspectives

La surveillance dite de « base » des anciens sites miniers et industriels de la vallée de l'Orbiel, est complétée par des campagnes spécifiques afin de s'adapter au contexte du site et aux problématiques environnementales identifiées. Cette évolution et adaptation de la surveillance environnementale constitue le point n°32 du plan d'action de l'État.

On notera notamment :

- plages de la Caunette :
  - dans le cadre de la prochaine évolution de la surveillance environnementale, la mise en place de nouveaux ouvrages (en amont et aval) de suivi des eaux souterraines autour de ce site est envisagée afin de disposer d'un réseau de surveillance cohérent avec la configuration du site ;
- Montredon :
  - les travaux visant à rétablir une étanchéité sommitale continuent en 2021. Le suivi renforcé des ouvrages de surveillance du stockage sera maintenu jusqu'à la fin des travaux. Un compte-rendu de ces suivis est prévu à l'achèvement de l'opération ;
- Artus :
  - un ensemble de travaux d'entretien (débroussaillage, curage des bassins de clarification des eaux de ruissellement...) est à prévoir,
  - pilote de traitement des eaux de l'Artus : les essais réalisés seront poursuivis en 2021 afin de valider les résultats obtenus d'octobre à décembre 2020. De plus, des boues seront prélevées dans le décanteur de l'installation pilote pour être caractérisées afin d'évaluer la filière de gestion des déchets produits par le procédé de traitement. Une lagune (plantée de roseaux) sera aménagée en sortie du pilote (aval du filtre à pouzzolane) en vue d'évaluer la capacité de ce type d'ouvrage à retenir les particules en suspension dans les eaux en sortie du pilote actuel ;
- Station :
  - le fonctionnement de la station de dépollution de la Combe du Saut devrait être amélioré au fur et à mesure de l'avancée des travaux sur le décanteur,
  - l'évacuation des matériaux encore présents dans l'alvéole big-bag et le reprofilage de celle-ci sont prévus en 2021,
  - la rénovation de la base vie sera effectuée courant 2021,
  - le suivi renforcé sur la qualité des eaux de l'Orbiel au niveau de la Combe du Saut durant les périodes de dysfonctionnement et/ou de travaux sur la station est maintenu en 2021. Une note d'interprétation de ce suivi sera produite à la réception des travaux de la station ;
- vallée du Grésillou :
  - 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 est prolongée en 2021 avec le traitement des données acquises en 2020 et les propositions des orientations concernant les scénarios de gestion des impacts relevés ;

- vallée de l'Orbiel :

- les campagnes sur les eaux de surface, les eaux souterraines et les sédiments de la vallée de l'Orbiel seront complétées par une campagne supplémentaire en avril 2021. Un compte rendu présentant les données acquises sera réalisé courant 2021,
- les investigations sur les poussières atmosphériques dans le district minier de Salsigne et la vallée de l'Orbiel sont prolongées en 2021 avec une troisième campagne planifiée en janvier 2021. Les données seront ensuite transmises à l'ARS pour la réalisation de la mise à jour de l'analyse des risques sanitaires de 2007.

## 14. Bibliographie

**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.

**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.

**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.

**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.

**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.

**MINELIS** (2021) – Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Février - Mars 2020, rapport DPSMSUD-SAL-a-2001\2.

**MINELIS** (2021) – Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Avril - Mai 2020, DPSMSUD-SAL-a-2606\1.

**MINELIS** (2021) - Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Juillet - Septembre 2020, DPSMSUD-SAL-a-0910\1.

**MINELIS** (2021) - Compte rendu des campagnes de suivi durant le mode dégradé de la station Octobre - Décembre 2020, DPSMSUD-SAL-a-060121\1.

**MINELIS** (2021) - Campagne prélèvements post crue mai 2020, DPSMSAL20N-a-2006-V2.

**MINELIS** (2021) - Campagne prélèvements août 2020. Bassin versant Orbiel et affluents, DPSMSAL20N-a-2008-V1.

**MINELIS** (2021) - Campagne prélèvements octobre 2020. Bassin versant Orbiel et affluents, DPSMSAL20X-a-2010-V1.

**MINELIS** (2021) - Rapport annuel 2020 : Surveillance des stockages et sols pollués, DPSM-SAL-b-2101\_V1.

**MINELIS** (2021) - Rapport annuel 2020 : Surveillance et suivi de la qualité des eaux du site de la Combe du Saut, DPSM-SAL-c-2101\_V1.

**MINELIS** (2021) - Rapport annuel 2020 : Surveillance et suivi des eaux de mine, DPSM-SAL-a-2101\_V1.

**MINELIS** (2021) - Rapport annuel 2020 : Surveillance et suivi de l'émergence de la mine de la Caunette, DPSM-SAL-d-2101\_V1.

**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.



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Département Prévention et Sécurité Minière**

**Unité Territoriale Après-Mine Sud**

Quartier la Plaine – Puits Yvon Morandat

13120 – Gardanne – France

Tél. : 04 42 65 46 20