



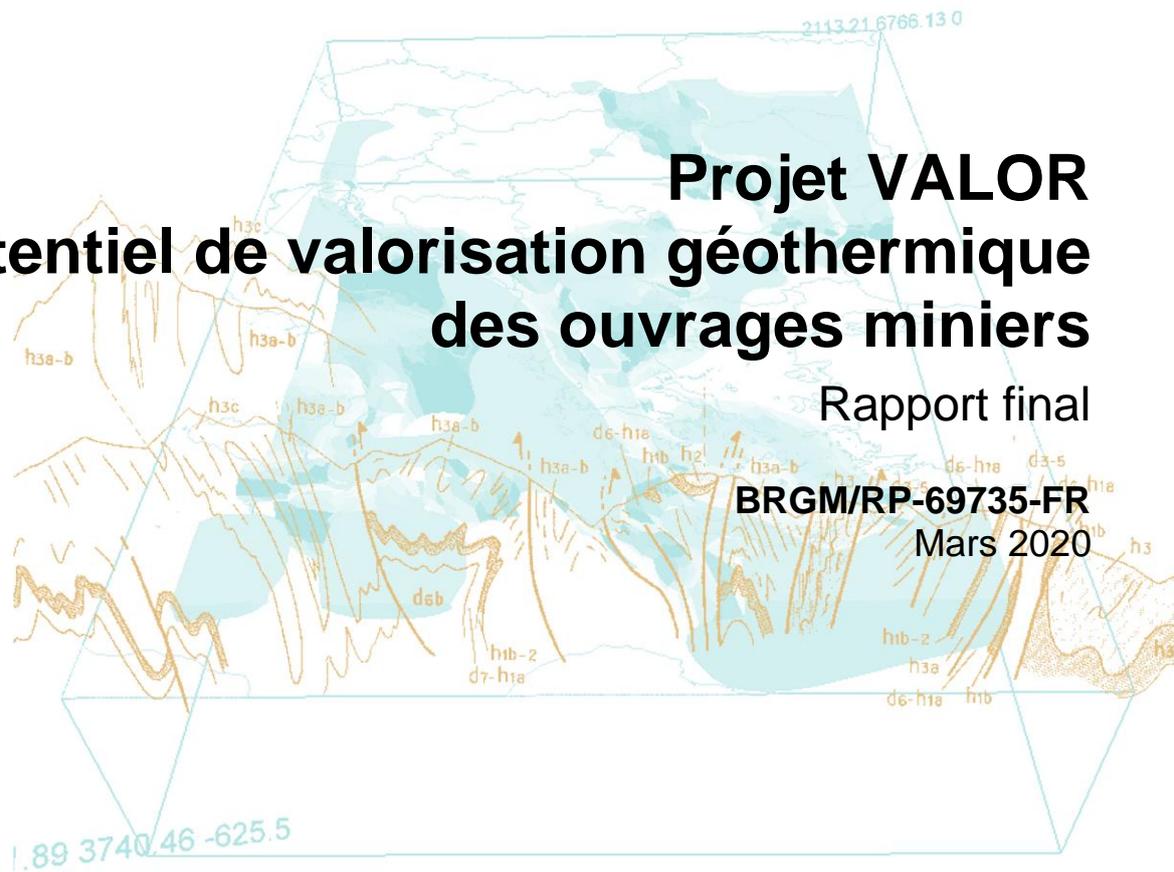
# Projet VALOR

## Potentiel de valorisation géothermique des ouvrages miniers

Rapport final

BRGM/RP-69735-FR

Mars 2020



ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



Géosciences pour une Terre durable

brgm



# Projet VALOR

## Potentiel de valorisation géothermique des ouvrages miniers

Rapport final

**BRGM/RP-69735-FR**

Mars 2020

Étude réalisée dans le cadre de la convention nationale ADEME-BRGM 2019  
n° 1805C0054

**F. BUGAREL**

Avec la collaboration de  
**A. CORNEVEAUX (stagiaire)**

### Vérificateur :

Nom : V. HAMM

Fonction : Hydrogéologue – expert  
en géothermie à la Direction des  
Géoressources

Date : 05/03/2020

Signature :



### Approbateur :

Nom : P. ROCHER

Fonction : Directeur adjoint DGR

Date : 19/03/2020

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)

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Mots-clés** : Émergence minière, Réservoir minier, Puits de mine, Géothermie

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

**BUGAREL F.** avec la collaboration de Corneveaux A. (2020) – Projet VALOR. Potentiel de valorisation géothermique des ouvrages miniers. Rapport final. BRGM/RP-69735-FR, 188 p., 84 fig., 55 tab., 2 ann.

## Synthèse

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet VALOR de la convention nationale entre l'ADEME et le BRGM 2019 - n° 1805C0054 notifiée le 28 novembre 2018 (BRGM/RP-69578-FR).

Elle fait suite au projet VALGEOMIN (réalisé dans le cadre de la convention ADEME – BRGM 2017) qui a permis d'établir un retour d'expériences des reconversions d'anciens sites miniers en Europe et de faire une synthèse du potentiel de valorisation géothermique de quatre sites français : mines de charbon de Lorraine, des Hauts-de-France, de Gardanne et mines de fer de Lorraine (BRGM/RP-67529-FR).

Le projet VALOR a pour objectifs d'étudier de manière plus détaillée l'opportunité de la reconversion de forages pétroliers et d'étudier le potentiel de valorisation géothermique des ouvrages miniers (émergences minières et puits de mine) suivis par le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM, pour le compte de l'État, dans le cadre de ses activités de mise en sécurité et de surveillance d'anciens sites miniers sur le territoire national.

**Ce rapport traite de manière spécifique le volet du projet VALOR dédié aux anciens sites miniers, surveillés par l'intermédiaire d'ouvrages miniers connectés à des réservoirs miniers et correspondant aux émergences minières et aux puits de mine.**

L'inventaire des ouvrages miniers présenté dans ce rapport ne permet d'avoir qu'une vision partielle du potentiel de valorisation géothermique des eaux minières à l'échelle du territoire national, limité aux anciens sites miniers surveillés par le DPSM pour le compte de l'État au titre de l'après-mine. D'autres ouvrages (émergences minières et puits de mine) existent sur le territoire national, mais ils ne font pas l'objet d'une surveillance particulière du BRGM/DPSM qui ne dispose donc pas de données les concernant.

Les données collectées périodiquement par le BRGM/DPSM sur les sites dont il assure la surveillance ont été utilisées dans le cadre du projet VALOR.

### **Estimation du potentiel géothermique intrinsèque des émergences minières**

En terme de débit, sur les 83 émergences minières répertoriées, 28 émergences ont un débit moyen supérieur à 15 m<sup>3</sup>/h (soit 34 %), 9 ont un débit supérieur à 50 m<sup>3</sup>/h (11 %) et 7 présentent des débits supérieurs à 100 m<sup>3</sup>/h (8 %).

En termes de température, sur les 83 émergences minières répertoriées, 30 émergences ont une température moyenne supérieure à 15 °C (36 %) et 8 présentent une température supérieure à 20 °C (10 %).

Sur la base des valeurs moyennes annuelles des débits et des températures disponibles, qui correspondent aux mesures ponctuelles réalisées lors des visites par les agents du BRGM/DPSM, les potentiels de valorisation peuvent être estimés en considérant les couples débit / température de chaque émergence et en prenant l'hypothèse d'un delta de température de 5 °C prélevée sur la ressource.

Compte tenu de son débit extrêmement élevé (930 m<sup>3</sup>/h), et avec une température moyenne de 20,8 °C, l'émergence de la galerie de la Mer (bassin houiller de Provence) représente le potentiel géothermique le plus élevé : 5,4 MW.

En considérant des couples débit / température intermédiaires (supérieurs à 50 m<sup>3</sup>/h et 15 °C), sept émergences présentent des potentiels compris entre 300 et 500 kW :

- 574 kW pour l'émergence des Esteyraings (99 m<sup>3</sup>/h – 20,8 °C) localisée sur la commune de Martinet (30) ;
- 447 kW pour l'émergence de la galerie Mas Blanc (77 m<sup>3</sup>/h – 15,9 °C) localisée sur la commune de La Grand-Combe (30) ;
- 422 kW pour l'émergence de la galerie Verrerie (72,7 m<sup>3</sup>/h – 21,3 °C) située sur la commune de La Grand-Combe (30) ;
- 406 kW pour deux émergences localisées dans le département de l'Hérault (34) correspondant à la galerie du TB 250 (70 m<sup>3</sup>/h – 16,7 °C) située sur la commune du Bousquet-d'Orb et à la galerie du TB Grand Champ (70 m<sup>3</sup>/h – 15,4 °C) située sur la commune de Graissessac ;
- 382 kW pour l'émergence Rieux (65,8 m<sup>3</sup>/h – 18,2 °C) localisée sur la commune de Roche-la-Molière (42) ;
- 313 kW pour l'émergence de la galerie Burat (53,9 m<sup>3</sup>/h – 16,5 °C) située sur la commune de Vernarède (30).

Pour les couples débit / température inférieurs (supérieurs à 15 m<sup>3</sup>/h et 15 °C), les potentiels thermiques varient de 100 à 300 kW :

- 266 kW pour la galerie Chalmeton (45,9 m<sup>3</sup>/h – 15,6 °C) située sur la commune de Molières-sur-Cèze (30) et la galerie Villars (46,7 m<sup>3</sup>/h – 19,2 °C) située à Villars (42) ;
- 261 kW pour les galeries Saint-Illyde et Saint-François (45 m<sup>3</sup>/h – 18 °C) localisées sur la commune de Bessèges (30) et la galerie Fendue Lyon (45 m<sup>3</sup>/h – 18 °C) à Ricamarie (42) ;
- 122 kW pour la galerie Cornas (21 m<sup>3</sup>/h – 17,3 °C) à Chambon (30).

### **Le potentiel de valorisation géothermique des émergences minières selon une approche territoriale par bassins miniers**

La densité des émergences minières sur un territoire donné, associé à un bassin minier particulier, confère à ce territoire un potentiel de valorisation géothermique *a priori* plus important si l'on considère la probabilité plus grande qu'une émergence puisse être localisée à une distance suffisante d'un utilisateur pour être exploitée.

D'autre part, la présence de plusieurs émergences sur un territoire donne des informations (température et minéralisation notamment) plus complètes sur les caractéristiques hydrogéologiques du réservoir minier et son accessibilité directe (par l'intermédiaire des ouvrages existants) ou indirecte (par le biais de nouveaux ouvrages à réaliser, forages par exemple).

La répartition géographique des 83 émergences minières (associées à 22 bassins miniers distincts) fait apparaître les éléments suivants :

- 6 régions, 17 départements et 53 communes sont concernés par la présence d'au moins une émergence minière sur leur territoire ;
- les régions Occitanie (36 émergences recensées) et Auvergne-Rhône-Alpes (26) se détachent très nettement au niveau national, par rapport à 5 autres régions : Normandie (9), Grand Est (6), Provence-Alpes-Côte d'Azur (5) et Bourgogne-Franche-Comté (2) ;

- au sein de la région Occitanie, les départements du Gard (centré sur la commune d'Alès) et de l'Aveyron (centré sur la commune de Decazeville) comptent le plus grand nombre d'émergences, respectivement 19 et 11 ;
- au sein de la région Auvergne-Rhône-Alpes, les départements de l'Isère (bassin houiller du Dauphiné) et de la Loire (centré sur la commune de Saint-Étienne) comptent respectivement 13 et 8 émergences minières.

L'ensemble des territoires concerné par la présence d'une émergence minière peut présenter localement un intérêt pour la valorisation géothermique d'une ressource potentielle plus ou moins importante. Une émergence peut en effet fournir des informations utiles concernant le volume d'eau accessible au sein d'un réservoir minier particulier, comme par exemple 450 millions de m<sup>3</sup> (sur 11 réservoirs distincts) dans le bassin ferrifère lorrain de la région Grand Est, ou 5 millions de m<sup>3</sup> dans les anciennes mines de May-sur-Orne du bassin ferrifère en Normandie.

### **Le potentiel de valorisation géothermique des puits de mine**

L'évaluation du potentiel de valorisation des puits de mine reste très largement incomplète au stade de cette étude. En effet, tous les puits de mine réalisés en France ne font pas l'objet d'une surveillance par le BRGM/DPSM, celle-ci se limitant aux ouvrages permettant de répondre aux besoins et aux objectifs de la surveillance actuelle d'un certain nombre d'anciens sites miniers déterminés.

Les informations disponibles dans le cadre de la surveillance réalisée au titre de l'après-mine par le BRGM/DPSM, ont néanmoins permis de localiser 536 puits (sur 546 recensés) sur le territoire national et de relever un certain nombre d'éléments relatifs à la valorisation géothermique potentielle d'anciens sites miniers par l'intermédiaire des puits de mine.

La très grande majorité de ces puits (84 %) est localisée dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais.

Dans la région des Hauts-de-France, l'exploitation potentielle des eaux de ce bassin houiller est très fortement contrainte par la production résiduelle du gaz de houille qui accompagne l'ennoyage du bassin toujours en cours et loin d'être terminé. La surveillance exercée par l'État et la mission du BRGM/DPSM, ainsi que les permis d'exploitation et de recherche des sociétés exploitant le gaz, limitent fortement l'accès à la ressource géothermale potentielle. À l'échéance 2020-2030, la ressource pourrait potentiellement être valorisée au niveau de quelques communes (7) situées à l'est du département du Nord, au nord de Valenciennes. Selon les secteurs considérés, la température du fluide serait de l'ordre de 20 à 30 °C à une profondeur de 550 à 1050 m.

Dans la région Grand-Est, un volume d'eau de plus de 450 millions de m<sup>3</sup> a été évalué dans les 11 réservoirs miniers du bassin ferrifère lorrain. Parmi les 34 points d'accès identifiés, 16 puits ont été dénombrés. Le puits Amermont III correspond à l'ouvrage le plus profond (287 m) et à la température la plus élevée (16,6 °C).

Dans le bassin houiller lorrain, 14 puits situés dans le département de la Moselle (57) ont été caractérisés en détail (accessibilité, usage actuel, fermeture ou non en surface, profondeur atteinte, profondeur des galeries entrecoupées, état d'ennoyage) dans le cadre d'une étude antérieure portant sur le potentiel de valorisation géothermique (cf. Annexe 2).

Dans la région Occitanie, la production d'eau minière permanente au niveau du puits Fontanes (commune de Saint-Martin-de-Valgalmes) à un débit moyen de 220 m<sup>3</sup>/h et une température de

23,4 °C permettrait d'atteindre une puissance thermique de 1,3 MW accessible via une pompe à chaleur prélevant 5 °C sur la ressource.

Dans le bassin houiller de Provence, une opération de géothermie non conventionnelle a été lancée en 2018 pour la valorisation des eaux circulant dans l'ancienne mine de Gardanne (13). Le puits Yvon Morandat (10 m de diamètre, 800 m de hauteur ennoyée) et la température des eaux minières de 28 °C permettent de valoriser ce réservoir de 60 000 m<sup>3</sup> d'eau pour une production alternative de chaud et de froid évaluée initialement à 1,3 GWh par saison (hiver / été).

## **Perspectives**

L'inventaire des émergences minières présenté dans le cadre de ce rapport peut permettre de susciter l'intérêt d'un utilisateur potentiel pour valoriser localement cette ressource énergétique.

Dans chaque cas, une étude de faisabilité technico-économique serait à réaliser pour valider la pertinence de cette opportunité vis-à-vis des besoins thermiques à couvrir et des contraintes d'utilisation des eaux minières. Cette étude devra nécessairement intégrer des mesures de débit et de température pour vérifier l'évolution annuelle de ces paramètres, les valeurs utilisées dans le cadre de ce rapport n'étant que des données ponctuelles, non collectées dans l'optique d'une valorisation potentielle de la ressource.

Suivant une approche territoriale, le potentiel de valorisation géothermique des anciens sites miniers pourrait être étudié à l'échelle des bassins miniers, en intégrant l'ensemble des données (émergences, puits de mine, ouvrages de contrôle profond et points de contrôle en surface) disponibles pour caractériser le ou les réservoir(s) minier(s) cible(s) et définir les conditions optimales pour la réalisation d'un nouveau projet.

Les potentialités démontrées dans le cadre d'études antérieures (bassins houillers de Provence, de Lorraine et du Nord-Pas-de-Calais et bassin ferrifère lorrain notamment) pourraient être complétées afin de relancer ou susciter de nouveaux projets.

## Sommaire

<b>1. Présentation du projet et terminologie utilisée dans le cadre de la surveillance des anciens sites miniers.....</b>	<b>15</b>
1.1. PRÉSENTATION DU PROJET VALOR.....	15
1.1.1. Enjeux liés à la reconversion potentielle des anciens sites miniers .....	15
1.1.2. Objectifs du projet VALOR relatifs aux ouvrages miniers .....	15
1.1.3. Tâches du projet VALOR relatives aux ouvrages miniers.....	16
1.2. TERMINOLOGIE UTILISÉE DANS LE CADRE DE LA SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERES .....	16
1.2.1. Réservoir minier.....	16
1.2.2. Émergences minières .....	16
1.2.3. Puits de mine .....	19
1.2.4. Ouvrages de Contrôle Profond (OCP) et Points de Contrôle en Surface (PCS) .....	20
<b>2. Recensement et caractérisation des émergences minières suivies par le BRGM/ DPSM sur le territoire national.....</b>	<b>21</b>
2.1. RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENT DU GARD (30) BASSIN HOULLER DU GARD.....	21
2.1.1. Contexte minier du site .....	22
2.1.2. Station de pompage du puits Fontanes.....	23
2.1.3. Caractéristiques des 19 émergences du département du Gard (30) surveillées par le BRGM/DPSM.....	27
2.1.4. Évolutions des émergences surveillées du département du Gard (30).....	46
2.2. RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENT DE L'AVEYRON (12) - BASSIN HOULLER DE DECAZEVILLE .....	50
2.2.1. Contexte minier du site .....	51
2.2.2. Caractéristiques des 11 émergences du département de l'Aveyron (12) surveillées par le BRGM/DPSM .....	52
2.2.3. Informations complémentaires relatives à la surveillance du bassin houiller de Decazeville .....	62
2.3. RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT (34) - BASSIN HOULLER DE L'HÉRAULT .....	64
2.3.1. Contexte minier du site .....	65
2.3.2. Caractéristiques des quatre émergences du département de l'Hérault (34) .....	66
2.4. AUTRES ÉMERGENCES SUIVIES EN RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENTS DE L'ARIÈGE (09) ET DE L'AUDE (11).....	71
2.4.1. Département de l'Ariège (09) - District polymétallique des Pyrénées ariégeoises ....	71
2.4.2. Département de l'Aude (11) - District aurifère de Salsigne .....	72
2.5. RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE (38) - BASSIN HOULLER DU DAUPHINÉ .....	74

2.5.1. Contexte minier du site .....	75
2.5.2. Caractéristiques des 13 émergences du département de l'Isère (38) .....	77
<b>2.6. RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : DÉPARTEMENT DE LA LOIRE (42) - BASSIN HOUILLER DE LA LOIRE .....</b>	<b>89</b>
2.6.1. Contexte minier du site .....	90
2.6.2. Caractéristiques des émergences.....	91
<b>2.7. AUTRES ÉMERGENCES SUIVIES EN RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : DÉPARTEMENTS DU PUY-DE-DÔME (63), DE L'ALLIER (03), DU RHÔNE (69) ET DE LA SAVOIE (73) .....</b>	<b>108</b>
2.7.1. Département du Puy-de-Dôme (63) - Sites de Messeix et de Saint-Éloy-les-Mines	108
2.7.2. Département de l'Allier (03) - Bassin houiller de l'Aumance (site de Buxières-les- Mines) .....	113
2.7.3. Département du Rhône (69) - Mines de Chessy (cuivre) .....	115
2.7.4. Département de la Savoie (73) - Bassin houiller de Savoie (site de Côte-en-Velin)	117
<b>2.8. RÉGION NORMANDIE : DÉPARTEMENTS DU CALVADOS (14) ET DE L'ORNE (61) - BASSIN FERRIFÈRE DE NORMANDIE .....</b>	<b>119</b>
2.8.1. Département du Calvados (14).....	119
2.8.2. Département de l'Orne (61) .....	129
<b>2.9. RÉGION GRAND-EST : DÉPARTEMENTS DE MOSELLE (57) ET MEURTHE-ET- MOSELLE (54) - BASSIN FERRIFÈRE LORRAIN .....</b>	<b>131</b>
2.9.1. Contexte minier du site .....	132
2.9.2. Département de la Moselle (57).....	132
2.9.3. Département de Meurthe-et-Moselle (54) .....	136
<b>2.10. RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR : DÉPARTEMENT DES BOUCHES-DU- RHÔNE (13) - BASSIN HOUILLER DE PROVENCE .....</b>	<b>139</b>
2.10.1. Contexte minier du site .....	139
2.10.2. Caractéristiques des 5 émergences du département des Bouches-du- Rhône (13) surveillées par le BRGM/DPSM .....	140
<b>2.11. RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ : DÉPARTEMENT DE SAÔNE- ET-LOIRE (71) - BASSIN HOUILLER DE BLANZY-MONTCEAU .....</b>	<b>143</b>
<b>2.12. SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DES ÉMERGENCES MINIÈRES RECENSÉES SUR LE TERRITOIRE NATIONAL .....</b>	<b>145</b>
<b>3. Recensement et caractérisation des puits de mine suivis par le BRGM/DPSM sur le territoire national .....</b>	<b>147</b>
3.1. RECENSEMENT DES PUIITS DE MINE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL.....	147
3.2. RÉGION OCCITANIE : BASSIN HOUILLER DU GARD.....	156
3.3. RÉGION GRAND EST : BASSINS FERRIFÈRE ET HOUILLER LORRAINS.....	156
3.3.1. Bassin ferrifère lorrain.....	156

3.3.2. Bassin houiller lorrain.....	157
3.4. RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR : BASSIN HOULLER DE PROVENCE...	160
3.4.1. Opération de valorisation géothermique du puits Y. Morandat (Gardanne) .....	160
3.4.2. Station de pompage de la galerie de la Mer .....	160
3.5. RÉGION HAUTS-DE-FRANCE : BASSIN HOULLER DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS	160
<b>4. Conclusions et perspectives .....</b>	<b>161</b>
4.1. POTENTIEL DE VALORISATION GÉOTHERMIQUE DES ÉMERGENCES MINIÈRES .	161
4.1.1. Estimation du potentiel géothermique intrinsèque des émergences minières.....	161
4.1.2. Potentiel de valorisation géothermique des émergences minières selon une approche territoriale (bassins miniers) .....	162
4.2. POTENTIEL DE VALORISATION GÉOTHERMIQUE DES PUIITS DE MINE .....	163
4.3. PERSPECTIVES.....	164
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>165</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma d'une émergence minière de décharge (Nédellec, 2018).....	17
Figure 2 : Schéma d'une émergence minière de surverse (Nédellec, 2018).....	17
Figure 3 : Schéma d'une émergence minière mixte (Nédellec, 2018).....	18
Figure 4 : Localisation des 19 émergences minières surveillées en 2017 dans le département du Gard (Mauroux et Nédellec, 2018).....	21
Figure 5 : Contexte géologique du bassin houiller du Gard.....	22
Figure 6 : Photographies de la station de pompage du puits Fontanes (source : BRGM/DPSM).....	24
Figure 7 : Évolution du débit moyen annuel de pompage au puits Fontanes depuis 2009.....	25
Figure 8 : Évolution du débit moyen mensuel de pompage au puits Fontanes en 2017.....	26
Figure 9 : Localisation de l'émergence des galeries Saint-Illyde et Saint-François.....	30
Figure 10 : Localisation des émergences des galeries Mas Blanc, Sainte-Barbe et Verrerie et des zones de travaux à moins de 50 m de profondeur.....	34
Figure 11 : Vue du regard d'accès aux émergences minières de la Verrerie et du Mas Blanc (en haut à gauche), de l'échelle d'accès (en haut à droite et au milieu à droite), de l'émergence minière de la Verrerie (au milieu à gauche) et de l'émergence minière du Mas Blanc (en bas) - Source : Hoang, 2019.....	48
Figure 12 : Vues des émergences de Chalmeton (en haut), Silhol (à milieu) et Sainte-Barbe (en bas) : grilles d'accès avant (à gauche) et après travaux (à droite) - Source : Hoang, 2019.....	49
Figure 13 : Localisation des 11 émergences minières surveillées en 2017 dans le département de l'Aveyron (Mauroux et Nédellec, 2018).....	50
Figure 14 : Contexte géologique du bassin houiller de Decazeville (Roig et al., 2001).....	51
Figure 15 : Localisation du réservoir minier de Destresse et de son émergence.....	52
Figure 16 : Localisation des 3 émergences minières surveillées en 2017 dans le département de l'Hérault (Mauroux et Nédellec, 2018).....	64
Figure 17 : Contexte géologique du bassin houiller de Graissessac dans le département de l'Hérault (Becq-Giraudon et al., 1982).....	65
Figure 18 : Photographie des émergences du puits Debay (à gauche) et TB 250 (à droite).....	68
Figure 19 : Localisation de l'ancienne mine de Salau au sud du département de l'Ariège.....	71
Figure 20 : Photographie de l'émergence de la galerie 1230 de l'ancienne mine de Salau (Ariège).....	72
Figure 21 : Localisation de l'émergence de l'ancienne mine de la Caunette (Aude).....	73
Figure 22 : Photographie de l'émergence de l'ancienne mine de la Caunette (Aude).....	73
Figure 23 : Localisation des 13 émergences surveillées en 2017 dans le département de l'Isère (Nédellec et al., 2018).....	74
Figure 24 : Contexte géologique et structural du bassin houiller du Dauphiné.....	75
Figure 25 : Localisation des réservoirs miniers et des émergences du bassin du Dauphiné.....	76
Figure 26 : Schéma de principe d'une cloison siphonoïde en sortie de galerie utilisée comme émergence minière.....	77
Figure 27 : Coupe technique du forage de décharge situé sur la commune de La Motte-d'Aveillans.....	78
Figure 28 : Localisation des 8 émergences minières surveillées en 2017 dans le département de la Loire (Nédellec et al., 2018).....	89
Figure 29 : Contexte géologique du bassin houiller de la Loire.....	90

Figure 30 : Tracé du réseau hydraulique alimentant l'émergence minière de Bas-Mas.....	91
Figure 31 : Vues du point de rejet des eaux de l'émergence minière de Bas-Mas.....	92
Figure 32 : Plan du réseau souterrain entre l'émergence de la Fendue Lyon et la station de Montrambert.....	94
Figure 33 : Vue aérienne de la station de traitement des eaux de Montrambert.....	95
Figure 34 : Localisation et vues de l'émergence minière de Rieux.....	96
Figure 35 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de Roare et le Péchier.....	98
Figure 36 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de La Massardière et le Janon.....	100
Figure 37 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière du Bas Cluzel et le Rieudelet.....	102
Figure 38 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de Cluzel Haut et le Rieudelet.....	104
Figure 39 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de Villars et le Furan.....	106
Figure 40 : Localisation des deux émergences minières surveillées dans le département du Puy-de-Dôme.....	108
Figure 41 : Localisation du lieu-dit « les Mouillères » au sud de Messeix.....	109
Figure 42 : Vue de l'émergence de Messeix et plan de la station de traitement des eaux des Mouillères.....	110
Figure 43 : Localisation de l'émergence minière de Saint-Éloy.....	111
Figure 44 : Schéma de circulation des eaux à l'origine de l'émergence minière de Saint-Éloy.....	112
Figure 45 : Vue aérienne du site surveillé à Saint-Éloy-les-Mines.....	112
Figure 46 : Localisation de Buxières-les-Mines dans le département de l'Allier.....	113
Figure 47 : Localisation de l'émergence minière des Gauthrins à Buxières-les-Mines.....	114
Figure 48 : Plan de la station de traitement des eaux des Gauthrins à Buxières-les-Mines.....	114
Figure 49 : Localisation du site de Chessy-les-Mines dans le département du Rhône.....	115
Figure 50 : Localisation de la station de traitement des eaux minières de Chessy-les-Mines.....	116
Figure 51 : Localisation du site de Côte-en-Velin dans le département de la Savoie.....	117
Figure 52 : Localisation des travaux miniers et de l'émergence du site de Côte-en-Velin.....	118
Figure 53 : Vue des aménagements de l'émergence minière de Côte-en-Velin (mai 2017).....	118
Figure 54 : Localisation des 9 émergences minières surveillées en Normandie.....	119
Figure 55 : Coupe géologique du synclinal de May-sur-Orne.....	120
Figure 56 : Extension des travaux miniers (en rouge) du site de May-sur-Orne.....	120
Figure 57 : Vue en coupe du flanc sud du bassin ferrifère de May-sur-Orne.....	122
Figure 58 : Vue en coupe du flanc nord du bassin ferrifère de May-sur-Orne.....	123
Figure 59 : Vues en plans et en coupes des deux émergences minières du site de May-sur-Orne.....	124
Figure 60 : Coupe géologique du synclinal de Soumont-Urville.....	125
Figure 61 : Localisation des trois émergences minières du site de Soumont.....	126
Figure 62 : Localisation des deux émergences minières des sites de Jurques (TB 256) et de Mont-Pinçon (TB Anguet).....	127
Figure 63 : Localisation de l'émergence minière TB Orne du site de Saint-Rémy.....	128
Figure 64 : Inspection visuelle du TB de l'Orne sur le site de Saint-Rémy.....	129
Figure 65 : Coupe géologique schématisée de la formation ferrifère à La Ferrière-aux-Étangs.....	130

Figure 66 : Localisation de l'émergence TB 220 du site de La Ferrière-aux-Étangs. ....	130
Figure 67 : Localisation des cinq émergences minières du bassin ferrifère lorrain. ....	131
Figure 68 : Coupe géologique orientée ouest-est du bassin ferrifère lorrain. ....	132
Figure 69 : Schéma de principe de fonctionnement de l'émergence minière de la galerie de Knutange (bassin ferrifère lorrain). ....	133
Figure 70 : Vue de l'émergence de la galerie des eaux après l'installation d'Arcelor-Mittal. ....	133
Figure 71 : Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique du réservoir du bassin Sud. ....	134
Figure 72 : Localisation de l'ouvrage vanné de la galerie de Moyeuve-Grande. ....	135
Figure 73 : Vues des vannes à guillotines (à gauche) et du rejet dans l'Orne (à droite). ....	135
Figure 74 : Localisation des points de débordement du réservoir du bassin Centre. ....	136
Figure 75 : Localisation de l'émergence minière de la galerie du Bois d'Avril. ....	137
Figure 76 : Vue de l'émergence minière de la galerie du Bois d'Avril. ....	137
Figure 77 : Localisation de l'émergence minière de la galerie du Woigot. ....	138
Figure 78 : Vue de l'émergence minière de la galerie du Woigot. ....	138
Figure 79 : Localisation des 5 émergences minières surveillées dans le bassin houiller de Provence. ...	139
Figure 80 : Schéma de fonctionnement de la galerie de la Mer. ....	141
Figure 81 : Photographie du forage de L'Ouche (émergence minière du bassin de Blanzly-Montceau). ....	143
Figure 82 : Localisation des deux émergences minières Ramus et de L'Ouche du bassin houiller de Blanzly-Montceau. ....	144
Figure 83 : Localisation des 3 stations de pompage et de traitement du bassin ferrifère lorrain. ....	157
Figure 84 : Vues de la station de pompage et de traitement de Vouters. ....	159

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie La Royale 2 ....	28
Tableau 2 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Saint-Pierre. ....	29
Tableau 3 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence des galeries Saint-Illyde et Saint-François. ....	31
Tableau 4 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Cornas ....	32
Tableau 5 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Corniche ....	33
Tableau 6 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Mas Blanc. ....	35
Tableau 7 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Mine Roux ....	36
Tableau 8 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Sainte-Barbe. ....	37
Tableau 9 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Thérond ....	38
Tableau 10 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Verrerie ....	39
Tableau 11 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie des Esteyraings. ....	40
Tableau 12 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie du Piqueur ....	41
Tableau 13 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie du Plan ....	42
Tableau 14 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Chalmeton ....	43

Tableau 15 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Silhol.....	44
Tableau 16 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Saint-Hyppolite .....	45
Tableau 17 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Burat.....	46
Tableau 18 : Données mesurées in situ au niveau de l'écoulement Destresse .....	53
Tableau 19 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la Combe Feuillantines .....	53
Tableau 20 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Crol Bas .....	54
Tableau 21 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Gua .....	55
Tableau 22 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Moulin.....	56
Tableau 23 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de La Bouyssonie 2 (valeurs incohérentes de température et de pH) .....	57
Tableau 24 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence Augustin .....	58
Tableau 25 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de Campagnac.....	59
Tableau 26 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Fraysse .....	60
Tableau 27 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Mas de Mouly.....	61
Tableau 28 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de Fontvernhes .....	62
Tableau 29 : Bilan interannuel des volumes et débits de la station de pompage du lac Lassalle (bassin houiller de l'Aveyron) .....	63
Tableau 30 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence TB 250.....	67
Tableau 31 : Données mesurées in situ au niveau du Puits Debay .....	68
Tableau 32 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence TB Grand Champ .....	69
Tableau 33 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence TB Frangouille .....	70
Tableau 34 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du forage de décharge .....	79
Tableau 35 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie de La Faurie .....	80
Tableau 36 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N4 bis .....	81
Tableau 37 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N10 bis .....	81
Tableau 38 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N14 .....	82
Tableau 39 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N6 Comberamis .....	83
Tableau 40 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Badier 1 .....	83
Tableau 41 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Merle .....	84
Tableau 42 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie de Combe Neveuse .....	85
Tableau 43 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie de la Beaume .....	86
Tableau 44 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie du Psychagnard N10 ...	87
Tableau 45 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Fontveille 1 .....	88
Tableau 46 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Bas-Mas .....	93
Tableau 47 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Rieux .....	97
Tableau 48 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de Roare .....	99
Tableau 49 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de La Massardière .....	101
Tableau 50 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière du Bas Cluzel .....	103
Tableau 51 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Cluzel Haut.....	105

Tableau 52 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Villars.....	107
Tableau 53 : Synthèse des caractéristiques des 83 émergences minières suivies par le BRGM/DPSM	146
Tableau 54 : Identification de 546 puits de mine (source : BRGM/DPSM – en rouge données complémentaires extraites de la BSS).....	155
Tableau 55 : Identification des 34 points d'accès aux réservoirs miniers du bassin ferrifère lorrain .....	156

## Liste des annexes

Annexe 1. Station de pompage du puits Fontanes (bassin houiller du Gard).....	169
Annexe 2. Fiches techniques des 15 puits du bassin houiller lorrain ayant atteint une profondeur supérieure à 800 m (source : Cartannaz et Fouriguet, 2008).....	173

# 1. Présentation du projet et terminologie utilisée dans le cadre de la surveillance des anciens sites miniers

## 1.1. PRÉSENTATION DU PROJET VALOR

### 1.1.1. Enjeux liés à la reconversion potentielle des anciens sites miniers

La fin de l'exploitation des mines en France (charbon, lignite et fer notamment) a laissé en place des vides miniers résiduels importants qui, selon les sites, ont ensuite été ennoyés par la recharge naturelle (infiltration des eaux météoriques) lors de l'arrêt des pompages liés aux travaux miniers. Les ouvrages miniers ennoyés, constitués d'une part des puits de mine et des galeries d'accès, et d'autre part, des vides créés par l'exploitation minière et non comblés (dans certains cas ces vides ont été remblayés ou foudroyés), représentent un potentiel thermique valorisable non négligeable. Les mines concernées sont très variées, suivant leur localisation, la nature du minerai exploité, la profondeur atteinte et le type d'exploitation (chambres et piliers, longues tailles foudroyées...).

Le projet VALGEOMIN (Hamm et Bugarel, 2018) a permis de faire un retour d'expériences des reconversions d'anciens sites miniers en Europe et de faire une synthèse du potentiel de valorisation géothermique de quatre sites français (mines de charbon de Lorraine, des Hauts-de-France, de Gardanne et mines de fer de Lorraine) dans le contexte actuel de l'après-mine, où persiste une activité de mise en sécurité et de surveillance menée par le BRGM/DPSM depuis 2006 pour le compte de l'État. Dans ce cadre, les émergences minières et les puits de mine sont des moyens de surveillance du fonctionnement hydraulique d'un réservoir minier et, à ce titre, la surveillance d'un nombre important d'ouvrages miniers est réalisée régulièrement sur l'ensemble du territoire.

Le projet VALOR propose de compléter l'évaluation du potentiel énergétique lié à la valorisation géothermique des anciens sites miniers en France, en recensant les ouvrages miniers (émergences et puits miniers) suivis par le BRGM/DPSM.

La reconversion d'anciens sites miniers pour la production de chaleur ou de froid représente aujourd'hui une des possibilités pour répondre à l'enjeu national majeur formalisé par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), qui fixe un objectif de 38 % de sources d'énergie renouvelables dans la consommation finale de chaleur à l'horizon 2030.

### 1.1.2. Objectifs du projet VALOR relatifs aux ouvrages miniers

Suite au premier état des lieux réalisé dans le cadre du projet VALGEOMIN, le projet VALOR propose d'étudier de manière plus détaillée le potentiel de valorisation géothermique des anciens sites miniers par :

- le recensement des émergences minières surveillées par le BRGM/DPSM sur le territoire national et la caractérisation des eaux minières produites en surface (localisation, débit, température et conductivité notamment) pour lesquelles des données ponctuelles de surveillance sont recueillies périodiquement par le BRGM/DPSM ;
- la réalisation d'un inventaire des puits de mine suivis par le BRGM/DPSM sur le territoire national, avec la constitution, dans le cadre de ce projet, d'une base de données synthétisant les informations disponibles (accessibilité, usage actuel, fermeture ou non en surface, profondeur atteinte, profondeur des galeries entrecoupées, état d'ennoyage, etc.).

### 1.1.3. Tâches du projet VALOR relatives aux ouvrages miniers

La réalisation de l'état des lieux relatif au potentiel de valorisation géothermique des eaux minières accessibles par l'intermédiaire des ouvrages miniers, utilisés dans le cadre de la surveillance d'anciens sites miniers français, comprend les trois tâches suivantes :

- le recensement et la caractérisation des émergences minières suivies par le BRGM/DPSM sur le territoire national ;
- le recensement et la caractérisation des puits de mine suivis par le BRGM/DPSM sur le territoire national ;
- la réalisation dans le cadre de ce projet d'une base de données (Excel) synthétisant les informations issues des tâches précédentes.

## 1.2. TERMINOLOGIE UTILISÉE DANS LE CADRE DE LA SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERS

Dans ce rapport, les termes utilisés pour désigner les objets surveillés (réservoir minier et puits de mine) et les moyens de surveillance (émergences minières, puits de mine, ouvrages de contrôle profond et points de contrôle en surface) sont repris des définitions extraites du référentiel métier applicable au sein du DPSM, définissant le vocabulaire relatif à la gestion des risques miniers (Vuidart, 2017).

### 1.2.1. Réservoir minier

Un réservoir minier, qui correspond à un objet surveillé, est défini comme suit (Vuidart, 2017) : **aquifère artificiel constitué de l'ensemble des vides d'origine anthropique hérités de l'exploitation minière** dont l'étendue est limitée par l'interconnexion entre les travaux et la géologie (toit, mur, failles étanches et zones d'influence). On distingue dans un réservoir minier les zones ennoyées dans lesquelles les anciennes galeries abandonnées (et dans certains cas les zones d'influences) sont remplies d'eau et débordent généralement vers des points de débordements aménagés ou non, et les zones non ennoyées (qui collectent et conduisent l'eau qui s'y infiltre vers les zones ennoyées). La présence de gaz définit le réservoir minier gaz.

### 1.2.2. Émergences minières

L'émergence minière, qui correspond à un moyen de surveillance, est définie comme suit (Vuidart, 2017) : écoulement issu d'un réservoir minier (eau) ou du drainage d'un dépôt. **Dans le cadre du projet VALOR, seules les émergences liées à un réservoir minier sont considérées.**

Les émergences minières sont des « Installations Hydrauliques de Sécurité » (IHS) au sens du Code Minier (article L 163-11 – ex article 92). Elles ont pour vocation de drainer les eaux circulant dans les réservoirs miniers. Leur surveillance a pour finalité de contrôler leur bon écoulement afin de prévenir d'éventuelles remontées d'eaux minières pouvant engendrer des risques (inondation, glissement ou affaissement de terrain, remontée de gaz, etc.) dans des secteurs géographiques présentant des enjeux à protéger.

**Trois types d'émergence minière sont classiquement distingués selon la cote topographique de l'émergence et la profondeur du réservoir minier auquel elle est connectée (Nédellec, 2018).**

➤ **Émergences minières de décharge**

Pour ce type d'émergence (cf. Figure 1), tous les vides miniers sont situés au-dessus de la cote de l'émergence et celle-ci constitue, entre autres, l'exutoire des eaux de pluie infiltrées dans les terrains plus ou moins sus-jacents aux travaux. **Ces émergences minières ont pour particularité de toujours couler avec un débit variable selon l'importance des volumes d'infiltration.** Elles peuvent parfois participer de façon importante au soutien du débit d'étiage du cours d'eau dans lequel elles se déversent.

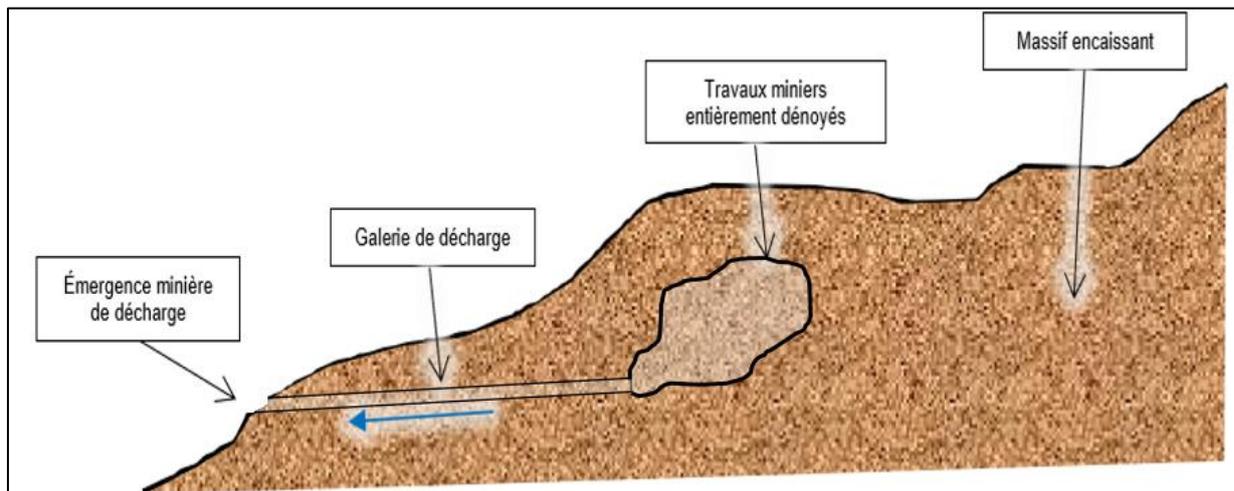


Figure 1 : Schéma d'une émergence minière de décharge (Nédellec, 2018).

➤ **Émergences minières de surverse**

Pour ce type d'émergence (cf. Figure 2), tous les travaux miniers sont situés en dessous de la cote de l'émergence minière et celle-ci correspond, entre autres, au débordement de remplissage de ces travaux. Tous les vides miniers sont noyés quand l'émergence minière coule. **Elles ont pour singularité de souvent ne pas montrer d'écoulement, la nappe restant à une cote plus basse.** Ainsi, certaines émergences minières de surverse n'ont jamais encore été vues avec un écoulement, sans pour autant que cela ne traduise un fonctionnement anormal. Eu égard à leur activité irrégulière, leur obturation accidentelle est souvent plus délicate à détecter que pour les émergences minières de décharge. Cependant, leur dysfonctionnement est tout aussi problématique que pour l'autre type d'émergence minière en cas d'épisode pluvieux exceptionnel.

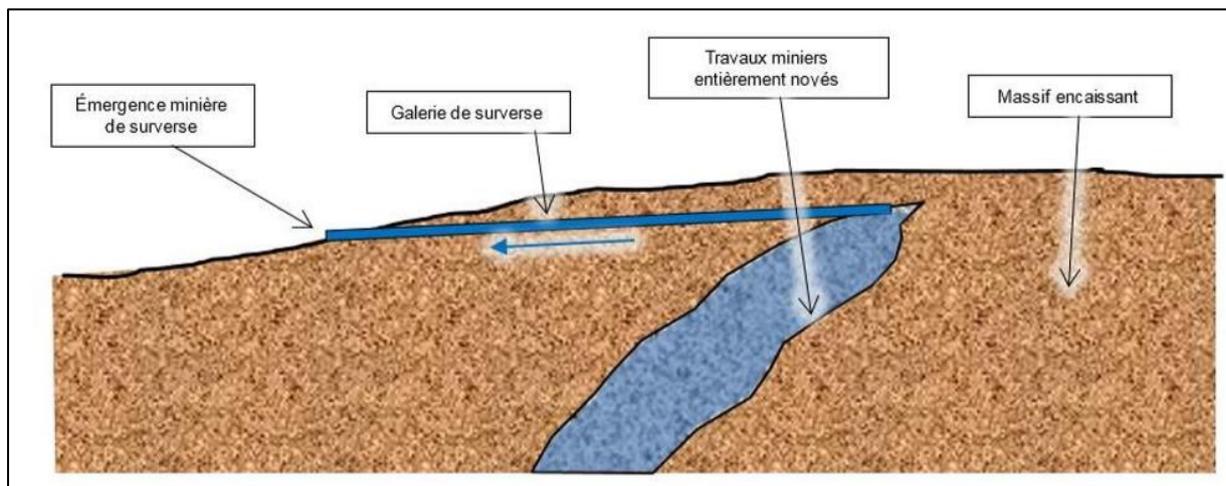


Figure 2 : Schéma d'une émergence minière de surverse (Nédellec, 2018).

### ➤ **Émergences minières mixtes**

Pour ce type d'émergence (cf. Figure 3), les travaux miniers sont en partie au-dessus de la cote de l'émergence et en partie sous la cote de l'émergence minière, et celle-ci correspond en même temps au drainage des vides des travaux et au débordement de la partie noyée.

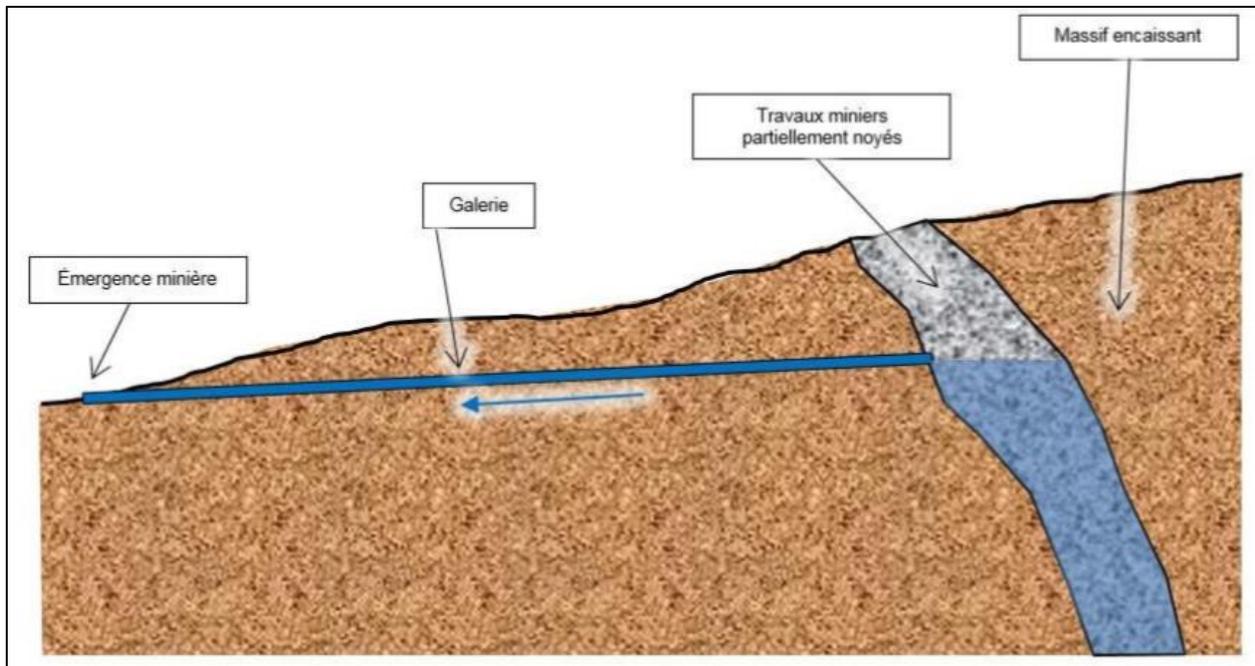


Figure 3 : Schéma d'une émergence minière mixte (Nédellec, 2018)

Toutes ces émergences minières sont alimentées essentiellement par l'infiltration d'une partie des eaux de pluie sur l'emprise au sol du réservoir minier concerné.

**Les risques génériques de dysfonctionnements liés aux émergences minières** sont les suivants :

- suite au **colmatage** de l'émergence minière :
  - une mise en charge en amont de l'émergence minière peut être la cause de l'apparition de résurgences incontrôlées d'eaux de mine sur l'emprise de l'unité hydrologique ;
  - une remontée du niveau de l'eau dans les travaux peut conduire à une fragilisation des anciens ouvrages miniers nouvellement envoyés (ceci peut alors se traduire par des affaissements de terrain plus ou moins soudains) ;
  - un glissement de terrain sur un versant lié à une mise en charge à la suite d'une remontée du niveau de l'eau par exemple sous une couche argileuse peut entraîner le décollement de celle-ci ;
  - enfin, un colmatage, lorsqu'il engendre la mise en charge d'un important volume d'eau, peut, en cas de rupture brutale par débouillage, provoquer une arrivée massive d'eau minière, parfois accompagnée d'une charge solide (boue) entraînant des inondations torrentielles.

- suite au désamorçage d'un siphon :
  - o l'évacuation de **gaz de mine** (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, etc.), jusque-là piégés dans les travaux, vers l'extérieur au niveau de l'émergence minière.

La fin de l'exploitation minière a modifié le schéma de circulation de l'eau souterraine, qui diffère de celui qui prévalait pendant l'exploitation, mais aussi de celui qui existait avant la mise en exploitation. Les exutoires des nappes d'eau souterraine, qu'ils soient naturels (sources, résurgences) ou artificiels (puits de mine ou galeries débouchant au jour), connaissent, du fait de cette modification, des changements qui peuvent être de diverses natures :

- modification des caractéristiques de l'écoulement à l'exutoire ;
- réapparition d'émergences qui existaient avant l'exploitation et que celle-ci avait asséchées ;
- apparition de nouvelles émergences.

**L'objectif de la surveillance des sites réalisée par le BRGM/DSPM est de s'assurer du bon fonctionnement hydraulique des émergences** afin de :

- prévenir l'apparition d'émergences non maîtrisées au droit de zones à enjeux ;
- limiter le risque d'inondation par remontée de nappe ;
- empêcher l'apparition d'instabilités de versant liées au développement de pressions interstitielles dans les terrains.

**La fréquence de la surveillance est généralement annuelle ou semestrielle selon les sites.**

Les mesures effectuées *in situ* par les agents du BRGM/DSPM sont donc ponctuelles et dépendent fortement de la pluviométrie enregistrée sur le secteur considéré dans les périodes précédant les visites.

**Les mesures de débits sont par conséquent indicatives compte tenu des incertitudes pouvant affecter la prise de mesure (temporalité, moyens de mesure).** En cas de difficultés pour effectuer ces mesures (liées en particulier à l'accessibilité des sites), la surveillance est limitée à une observation visuelle permettant de constater simplement l'écoulement au niveau de l'émergence.

### 1.2.3. Puits de mine

Les puits de mine sont définis comme suit (Vuidart, 2017) : voie de pénétration dans le gisement, verticale, partant de la surface, comportant des recettes (ou accrochages), donnant accès à différents étages d'une mine et permettant de les desservir. Un puits assure normalement la totalité ou plusieurs des services suivants : extraction, circulation du personnel, transport du matériel, descente du remblai, aérage (entrée ou retour d'air), exhaure, etc.

Selon la circulaire du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels, sont distingués :

- les **puits matérialisés** : puits qui ont effectivement été retrouvés en surface et dont les coordonnées ont pu être relevées au GPS ;
- les **puits localisés** : puits qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain mais dont les coordonnées sont connues (archives ou exploitant) et comportent une incertitude de positionnement ;
- les **puits non localisés** : puits répertoriés dans les archives qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain et qui n'ont aucune coordonnée connue.

Les puits peuvent être un objet surveillé (pour des problématiques géotechniques ou gaz, par exemple) ou un moyen de surveillance (d'un réservoir minier, par exemple).

#### **1.2.4. Ouvrages de Contrôle Profond (OCP) et Points de Contrôle en Surface (PCS)**

Ces dispositifs fixes d'observation sont destinés à réaliser des mesures ou des prélèvements, l'un dans le milieu souterrain (OCP) et l'autre en surface (PCS). Ces dispositifs sont des moyens de surveillance qui peuvent également donner des informations utiles pour caractériser une exhaur minière (débit, température, pH et autres éventuels paramètres physico-chimiques).

## 2. Recensement et caractérisation des émergences minières suivies par le BRGM/DPSM sur le territoire national

En première approche, dans une logique territoriale d'évaluation du potentiel de reconversion géothermique des émergences minières, l'ordre de présentation des chapitres suivants est donné par le nombre le plus important d'émergences minières au sein des régions, puis des départements. L'ordre de classement des communes et des émergences suit ensuite l'ordre alphabétique. Ce classement est conservé dans le tableau synthétique présenté au chapitre 2.12.

### 2.1. RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENT DU GARD (30) BASSIN HOULLER DU GARD

Le département du Gard (30) est celui qui compte le nombre le plus important d'émergences minières (19) surveillées par le BRGM/DPSM en 2017. La carte ci-dessous permet de les localiser au sein du bassin houiller du Gard situé au nord immédiat de la commune d'Alès et auquel toutes ces émergences minières sont associées.

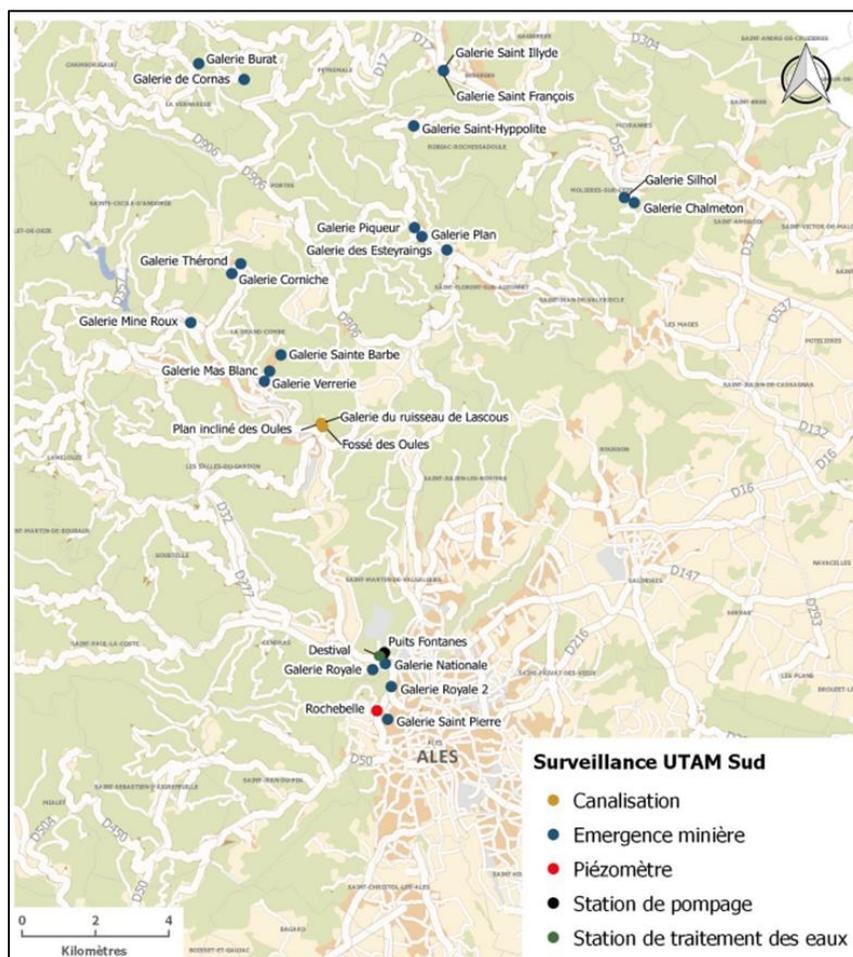


Figure 4 : Localisation des 19 émergences minières surveillées en 2017 dans le département du Gard (Mauroux et Nédellec, 2018).

### 2.1.1. Contexte minier du site

Situé sur la bordure sud-est du Massif Central, et plus précisément au pied des Cévennes dans le secteur d'Alès, le bassin houiller du Gard est délimité par la faille de Villefort à l'ouest et la faille des Cévennes à l'est se recoupant au niveau d'Alès (cf. Figure 5). Au sein de ce bassin de forme triangulaire pointée vers le sud, trois cuvettes principales sont distinguées (du sud au nord : Rochebelle, Grand-Combe et Bessèges) qui sont elles-mêmes subdivisées en faisceaux correspondant à des alternances de couches stériles et de couches de charbon exploitables d'épaisseur très variable (quelques centimètres à plusieurs mètres).

Exploité au moins depuis le 13<sup>ème</sup> siècle, le **charbon des formations houillères du Stéphanien** (Carbonifère - Primaire) a été extrait de manière industrielle entre la seconde moitié du 18<sup>ème</sup> siècle et la fin du 20<sup>ème</sup> siècle jusqu'à une profondeur maximale de l'ordre de 800 m. Différentes compagnies minières se sont succédées au fil du temps, en particulier les Houillères du Bassin des Cévennes (HBC) à partir de 1946, puis les Houillères de Bassin du Centre et du Midi (HBCM) regroupant les unités d'exploitation du Gard et de l'Hérault. **L'arrêt des extractions souterraines date de 1985** et la fermeture définitive des derniers sites d'exploitation à ciel ouvert de 2001.

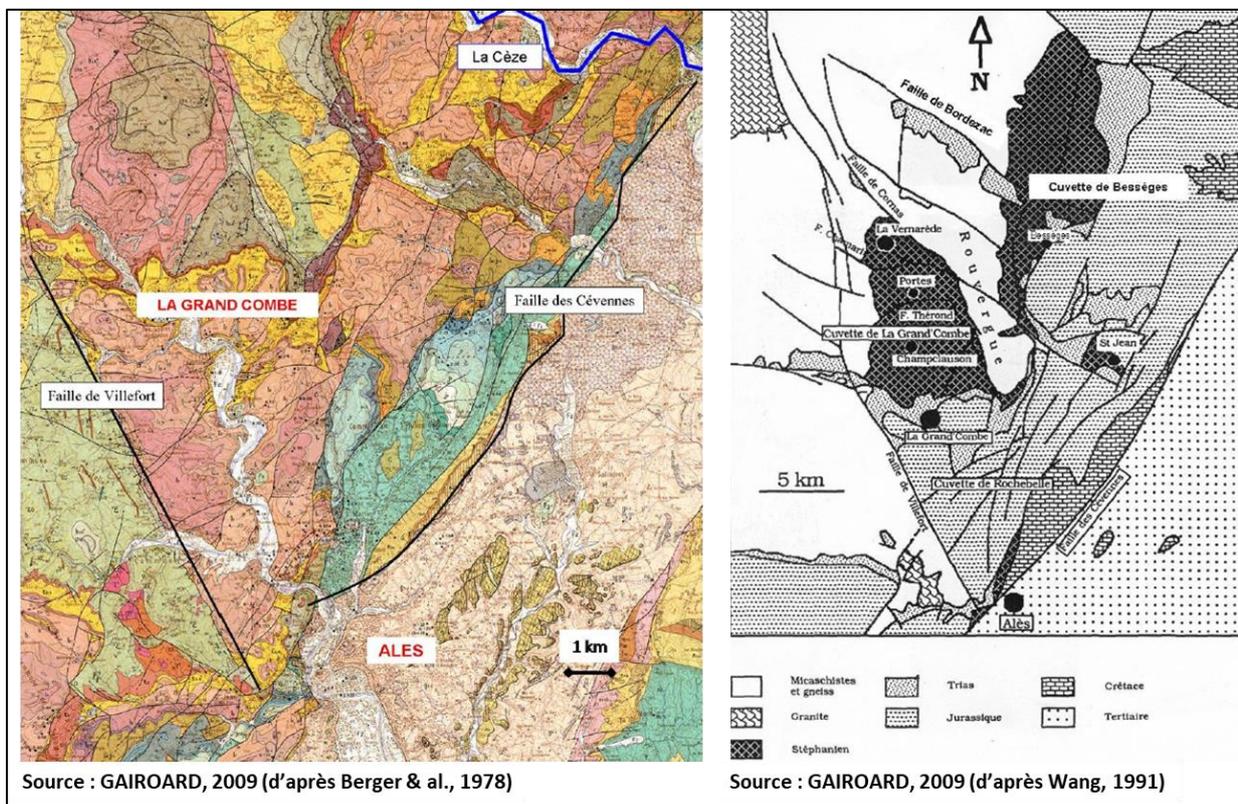


Figure 5 : Contexte géologique du bassin houiller du Gard.

Parmi les nombreuses études produites dans ce secteur, une thèse de l'École des Mines d'Alès (Gairoard, 2009) portant sur l'impact des anciens travaux miniers sur les eaux souterraines aborde le potentiel de valorisation géothermique des eaux minières produites au niveau des anciennes concessions minières de Rochebelle et Saint-Martin-de-Valgalgues, situées au cœur de l'actuelle communauté d'agglomération Alès Agglomération (73 communes, 132 220 habitants – source site Internet consulté en octobre 2019 : <https://www.ales.fr/territoire/la-ville-et-lagglomeration/>).

Sur la base des propriétés hydrodynamiques du réservoir minier de Rochebelle Saint-Martin définies dans cette étude (volume d'eau estimé à 18 millions de m<sup>3</sup>), l'énergie thermique emmagasinée au sein de ce réservoir serait de l'ordre de 7.10<sup>14</sup> Joules. En considérant la **production d'eau minière maintenue en permanence au niveau du puits Fontanes** (cf. Figure 4 et paragraphe ci-après), **situé sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalmes**, et les valeurs moyennes des paramètres de pompage mesurés ponctuellement par le bureau d'études CESAME entre 1996 et 2005 (**température moyenne évaluée à 23,4 °C variant entre 19 et 25 °C et débit moyen estimé à 220 m<sup>3</sup>/h** variant assez fortement suivant la pluviométrie dans ce secteur), **une puissance thermique de 1,3 MW serait accessible via une pompe à chaleur prélevant 5 °C sur la ressource**. Cette puissance pourrait permettre d'alimenter en chauffage des maisons individuelles (dont la surface est évaluée à 85 m<sup>2</sup> chacune et le nombre à 240) et d'autres types de valorisation sont évoqués (chauffage de piscine, alimentation de serres ou production de froid).

L'auteur (Gairoard, 2009) souligne d'autre part les éléments suivants :

- le principal avantage du dispositif géothermique serait de **bénéficier de la production en surface d'eau minière sans avoir l'obligation de réinjecter le fluide dans le réservoir minier**, tout en cherchant à rentabiliser le coût du pompage permanent qui reste à la charge du contribuable ;
- les inconvénients majeurs de ce type de système vis-à-vis des risques liés à la capacité du puits à **conserver un débit constant et à la qualité chimique du fluide minier** (phénomènes d'encrassement et de corrosion potentiels des équipements), ainsi que la contrainte liée à la proximité nécessaire entre le point de prélèvement et son utilisation géothermique ;
- la profondeur de pompage est fixée dans le puits Fontanes. En cas de pompage plus profond pour viser une température du fluide plus élevée, la stratification de la qualité des eaux dans le réservoir minier (forte diminution du pH notamment) pourrait nuire aux équipements de pompage.

### 2.1.2. Station de pompage du puits Fontanes

Au même titre que les émergences minières du Gard, le piézomètre de Rochebelle et la station de traitement de Destival (cf. Figure 4), la station de pompage du puits Fontanes fait partie des Installations Hydrauliques de Sécurité (IHS) gérées par le BRGM/DPSM pour le compte de l'État.

Située dans le secteur sud du bassin houiller du Gard, sur l'ancien carreau de Fontanes, la station de pompage est localisée sous l'ancien chevalement qui a été conservé pour mémoire au droit du puits Fontanes (cf. Figure 6). Le bâtiment abritant la station de pompage est la propriété d'Alès Agglomération. Les deux photographies aériennes reportées en Annexe 1 permettent de visualiser le site et son éloignement par rapport au centre-ville d'Alès notamment.



Figure 6 : Photographies de la station de pompage du puits Fontanes (source : BRGM/DPSM).

Le dispositif de pompage mis en place en 1995 comportait trois pompes immergées qui ont été très fréquemment remplacées (1<sup>ère</sup> pompe : 2000, 2002, 2004, 2010 et 2011 – 2<sup>ème</sup> pompe : 2000, 2004, 2007 et 2015 – 3<sup>ème</sup> pompe : 2000, 2002 et 2004).

En 2017, les trois pompes immergées étaient positionnées entre les cotes + 100 m et + 110 m NGF, soit à une quarantaine de mètres de profondeur sous le sol. Leur capacité nominale est de 130 m<sup>3</sup>/h pour l'une et de 230 m<sup>3</sup>/h pour les deux autres. Le dispositif est équipé d'une télésurveillance afin de surveiller le fonctionnement du pompage à distance (Hoang, 2019).

**Le pompage dans le puits Fontanes (profondeur de 411 m et diamètre de 4,3 m) permet d'éviter le débordement des eaux du réservoir minier** dans la galerie Saint-Pierre, à partir du puits éponyme, pouvant survenir lorsque le niveau d'eau dans ce puits atteint la côte piézométrique de + 132 m NGF (valeur correspondant à la résurgence accidentelle survenue en 1994 et 1995 avant que le pompage au puits Fontanes ne soit mis en service ; Mauroux et Nédellec, 2018).

Compte tenu des caractéristiques hydrodynamiques du réservoir minier et du rabattement engendré par le pompage, le niveau piézométrique le plus haut dans le puits Fontanes ne doit pas dépasser la côte + 127 m NGF. Afin d'anticiper un éventuel dysfonctionnement prolongé de la station de pompage, une marge de sécurité de 10 m est appliquée, réduisant le niveau maximal à + 117 m NGF.

D'autre part, compte tenu de la profondeur d'immersion des pompes, le niveau minimal dans le puits Fontanes ne doit pas être inférieur à la côte + 112 m NGF.

Le piézomètre Rochebelle (cf. Figure 4) permet de contrôler également le niveau piézométrique du réservoir minier, avec un niveau d'alerte établi à la côte + 121 m NGF dans cet ouvrage (Hoang, 2019).

L'évolution du débit de pompage au puits Fontanes enregistrée par le BRGM/DPSM depuis 2009 est représentée sur le graphe ci-dessous (cf. Figure 7).



Figure 7 : Évolution du débit moyen annuel de pompage au puits Fontanes depuis 2009.

**La valeur moyenne interannuelle du débit de pompage est évaluée à 215 m<sup>3</sup>/h entre 2009 et 2017** (évaluation basée sur la somme des volumes annuels pompés rapportée au fonctionnement permanent d'une pompe toute l'année), variant d'une valeur minimale de 133 m<sup>3</sup>/h en 2012 à une valeur maximale de 288 m<sup>3</sup>/h en 2009 (Hoang, 2019).

Cette valeur moyenne interannuelle de 215 m<sup>3</sup>/h est toute à fait cohérente avec la valeur de 220 m<sup>3</sup>/h mentionnée précédemment, évaluée sur la période antérieure de 1995 à 2006 (Gairoard, 2009).

En 2017, année marquée par une pluviométrie particulièrement faible sur le secteur d'Alès (510 mm, valeur la plus sévère observée depuis 2009, très inférieure à la normale de 1069 mm enregistrée sur la période 2009-2017) faisant suite à deux années déjà déficitaires (Mauroux et Nédellec, 2018), la valeur moyenne annuelle du débit de pompage était de 162 m<sup>3</sup>/h, avec un débit moyen mensuel variant entre 100 et 200 m<sup>3</sup>/h comme le montre le graphique ci-dessous (Hoang, 2019).

Ce graphique (cf. Figure 8) montre également la corrélation entre l'évolution de la pluviométrie mensuelle et celle des niveaux piézométriques observée avec un certain retard (de l'ordre d'un mois) au puits Fontanes et au piézomètre de Rochebelle, lié à l'inertie du remplissage et à la réponse du réservoir minier (Mauroux et Nédellec, 2018).



Figure 8 : Évolution du débit moyen mensuel de pompage au puits Fontanes en 2017.

**Le pompage au puits Fontanes draine les eaux du réservoir minier par l’intermédiaire d’un vaste réseau souterrain constitué par les anciennes galeries minières. Ainsi les quatre émergences minières localisées dans ce secteur (galeries La Royale 2, Nationale et Saint-Pierre situées sur la commune d’Alès et la galerie La Royale située sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalgues ; cf. Figure 4) sont impactées par le pompage et montrent des écoulements extrêmement réduits à nuls (cf. chapitres dédiés à chacune de ces émergences ci-après). Ces émergences surveillées sont véritablement actives lors de l’arrêt du pompage ou d’épisodes pluvieux exceptionnels.**

L’eau pompée subit un traitement (passif) à la station de traitement de Destival (située à proximité immédiate du puits Fontanes ; cf. photographies aériennes en Annexe 1) avant son rejet dans la rivière Le Gardon, afin de respecter les conditions de rejet fixées par arrêté préfectoral : concentrations maximales de 5 mg/L pour le fer, de 1 mg/L pour le manganèse et de 160 mg/L pour les matières en suspension.

**En entrée de station (avant traitement), la concentration moyenne en fer était de 27,8 mg/L (variant de 26 à 33 mg/L) et celle en manganèse était de 3,2 mg/L (variant de 2,9 à 3,4 mg/L) pour l’année 2017 (Mauroux et Nédellec, 2018). Ces teneurs élevées, qui restent toujours importantes, rendent ces eaux minières totalement incompatibles avec un rejet direct dans le milieu naturel sans traitement préalable.**

### 2.1.3. Caractéristiques des 19 émergences du département du Gard (30) surveillées par le BRGM/DPSM

Dans le cadre du suivi des émergences du Gard, la **fréquence de la surveillance est semestrielle**. Suite à chaque contrôle, les agents du BRGM/DPSM actualisent une fiche de visite pour chaque émergence qui contient un certain nombre d'informations précises relatives notamment à la localisation et à l'accessibilité de l'émergence, ainsi qu'à leurs caractéristiques.

Les 19 émergences sont réparties sur 9 communes du département du Gard. La commune de La Grand-Combe est celle qui en compte le nombre le plus important (6). 3 émergences sont répertoriées sur les communes d'Alès et de Martinet et 2 émergences sur la commune de Molières-sur-Cèze. Une seule émergence est recensée sur les communes de Bessèges, Chambon, Robiac-Rochessadoule, Saint-Martin-de-Valgalgues et Vernarède.

#### ➤ **Émergence de la galerie La Royale 2 (commune d'Alès)**

Cette émergence se trouve au sud du bassin houiller du Gard (cf. Figure 4) sur la commune d'Alès. Son fonctionnement hydraulique est impacté par le pompage effectué au puits Fontanes situé à proximité, au même titre que les émergences des galeries Nationale et Saint-Pierre localisées sur la commune d'Alès et de la galerie La Royale située sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalgues.

Les écoulements observés sont très faibles comme le montrent les valeurs de débit mesurées ponctuellement depuis 2009 (cf. Tableau 1). Sur cette période d'observation de 10 ans, **la valeur moyenne du débit est évaluée à 0,4 m<sup>3</sup>/h (variant de 0,1 à 1,8 m<sup>3</sup>/h) et la température moyenne est de 13,7 °C (variant de 9,4 à 16 °C)**. Les valeurs de conductivité et de pH varient fortement.

La fiche de visite indique une minéralisation faible (0,2 g/L) liée à la présence de bicarbonates (26 mg/L), sulfates (46 mg/L), calcium (10 mg/L) et magnésium (10 mg/L). Les teneurs en fer et en manganèse seraient respectivement de 5,2 et de 2,7 mg/L.

Galerie La Royale 2						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	1,0	13,5	542	7,5		
29/09/2009	0,1	16,0	440	6,2		
28/04/2010	0,7	15,0	1960	8,2		
16/12/2010	0,5	9,4	1880	8,7		
16/11/2011	0,8	13,0	129	5,8		
17/04/2012	0,1	12,5	186	6,5		
06/12/2012	0,1	11,7	380	7,2		
07/03/2013	0,5	13,6	156	6,4		
24/09/2013		14,3	230	5,6		
23/04/2014	0,4	13,4	158	5,7		
02/09/2014	0,1	14,5	208	5,7		
10/03/2015	0,4	13,5	158	5,6		
12/10/2015	0,3	13,9	162	5,6		
29/03/2016	0,3	13,5	216	5,8		
23/11/2016	0,3	14,2	254	5,8		
30/05/2017	1,8	14,7	194	5,6		173
22/11/2017	0,1	14,0	222	5,8		31
06/06/2018	0,6	14,9	173	5,5		180
06/09/2018	0,2	15,0	193	5,8		110
23/04/2019	0,1	14,4	231	5,7		41
<b>minimum</b>	<b>0,1</b>	<b>9,4</b>	<b>129</b>	<b>5,5</b>		<b>31</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,4</b>	<b>13,7</b>	<b>404</b>	<b>6,2</b>		<b>107</b>
<b>maximum</b>	<b>1,8</b>	<b>16,0</b>	<b>1960</b>	<b>8,7</b>		<b>180</b>

Tableau 1 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie La Royale 2.

### ➤ **Émergence de la galerie Nationale (commune d'Alès)**

Cette émergence se trouve au sud du bassin houiller du Gard (cf. Figure 4) sur la commune d'Alès. Son fonctionnement hydraulique est impacté par le pompage effectué au puits Fontanes situé à proximité, au même titre que les émergences des galeries La Royale 2 et Saint-Pierre localisées sur la commune d'Alès et de la galerie La Royale située sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalgues.

La fiche de visite renseignée par les agents du BRGM/DPSM indique que l'émergence débouche dans un bassin récepteur sécurisé par des traverses en bois, aujourd'hui recouvertes par un important monticule de gravats. Le point de contrôle direct de l'émergence est donc inaccessible. L'écoulement est observable en contre-bas de la route. Ainsi, aucune donnée concernant l'émergence de la galerie Nationale n'est disponible.

➤ **Émergence de la galerie Saint-Pierre (commune d'Alès)**

Cette émergence se trouve au sud du bassin houiller du Gard (cf. Figure 4) sur la commune d'Alès. Son fonctionnement hydraulique est impacté par le pompage effectué au puits Fontanes situé à proximité, au même titre que les émergences des galeries La Royale 2 et Nationale localisées sur la commune d'Alès et de la galerie La Royale située sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalgues.

Les données de surveillance disponibles sont peu nombreuses et les valeurs ne sont recueillies régulièrement que depuis 2015 (cf. Tableau 2). **Les débits relevés sont très faibles (< 1 m<sup>3</sup>/h) à l'exception de la valeur de novembre 2016 (25 m<sup>3</sup>/h). La température moyenne est évaluée à 15 °C** (variant de 10,6 à 17,9 °C). Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 571 µS/cm et 7,1.

Galerie Saint-Pierre						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
26/06/2011	0,10	17,5	482	7,0		
10/03/2015	0,01	10,6	946	7,5		
12/10/2015	0,50	17,3	452	6,7		
29/03/2016	0,10	13,4	782	7,7		
23/11/2016	25,35	15,6	437	7,3		
30/05/2017	1,00	16,4	851	6,8	71,0	113
22/11/2017		10,9		7,5	17,5	-70
06/06/2018		17,9	450	6,9		65
06/09/2018						
23/04/2019		15,3	170	6,7		171
<b>minimum</b>	<b>0,01</b>	<b>10,6</b>	<b>170</b>	<b>6,7</b>	<b>17,5</b>	<b>-70</b>
<b>moyenne</b>	<b>4,51</b>	<b>15,0</b>	<b>571</b>	<b>7,1</b>	<b>44,3</b>	<b>70</b>
<b>maximum</b>	<b>25,35</b>	<b>17,9</b>	<b>946</b>	<b>7,7</b>	<b>71,0</b>	<b>171</b>

Tableau 2 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Saint-Pierre.

➤ **Émergence des galeries Saint-Illyde et Saint-François (commune de Bessèges)**

Cette émergence se trouve à une vingtaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Bessèges (cf. Figure 4).

Les écoulements provenant des émergences des galeries Saint-Illyde (A et B) et Saint-François sont canalisés sur une centaine de mètres avant leur rejet dans la Cèze en un point unique (cote topographique + 171 m NGF) situé à l'aval immédiat du pont localisé au centre de Bessèges (cf. Figure 9). La canalisation souterraine, qui passe sous une ancienne usine de tubes, assure également l'évacuation des eaux de ruissellement de la plate-forme industrielle située en amont du rejet.

La surveillance est effectuée à partir de la berge de la Cèze, à l'aplomb du point de contrôle qui correspond à la sortie des écoulements. La mesure du débit est approximative, faute d'aménagement particulier.

Les données de surveillance disponibles depuis 2012 (cf. Tableau 3) font apparaître une **valeur moyenne du débit de 45 m<sup>3</sup>/h (avec de fortes variations de 8 à 108 m<sup>3</sup>/h) et une température moyenne de 18 °C relativement stable**. De même la conductivité des eaux varie fortement autour d'une valeur moyenne élevée de 1961  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (de 1107 à 2600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), tandis que le pH semble stable avec une valeur proche de la neutralité (moyenne de 7,2).

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement forte (1,8 g/L) liée à d'importantes teneurs en bicarbonates et sulfates (700 mg/L), calcium, sodium et magnésium (150 mg/L). La teneur en fer serait de l'ordre de 1 à 2 mg/L et celle en manganèse serait inférieure à 0,5 mg/L.

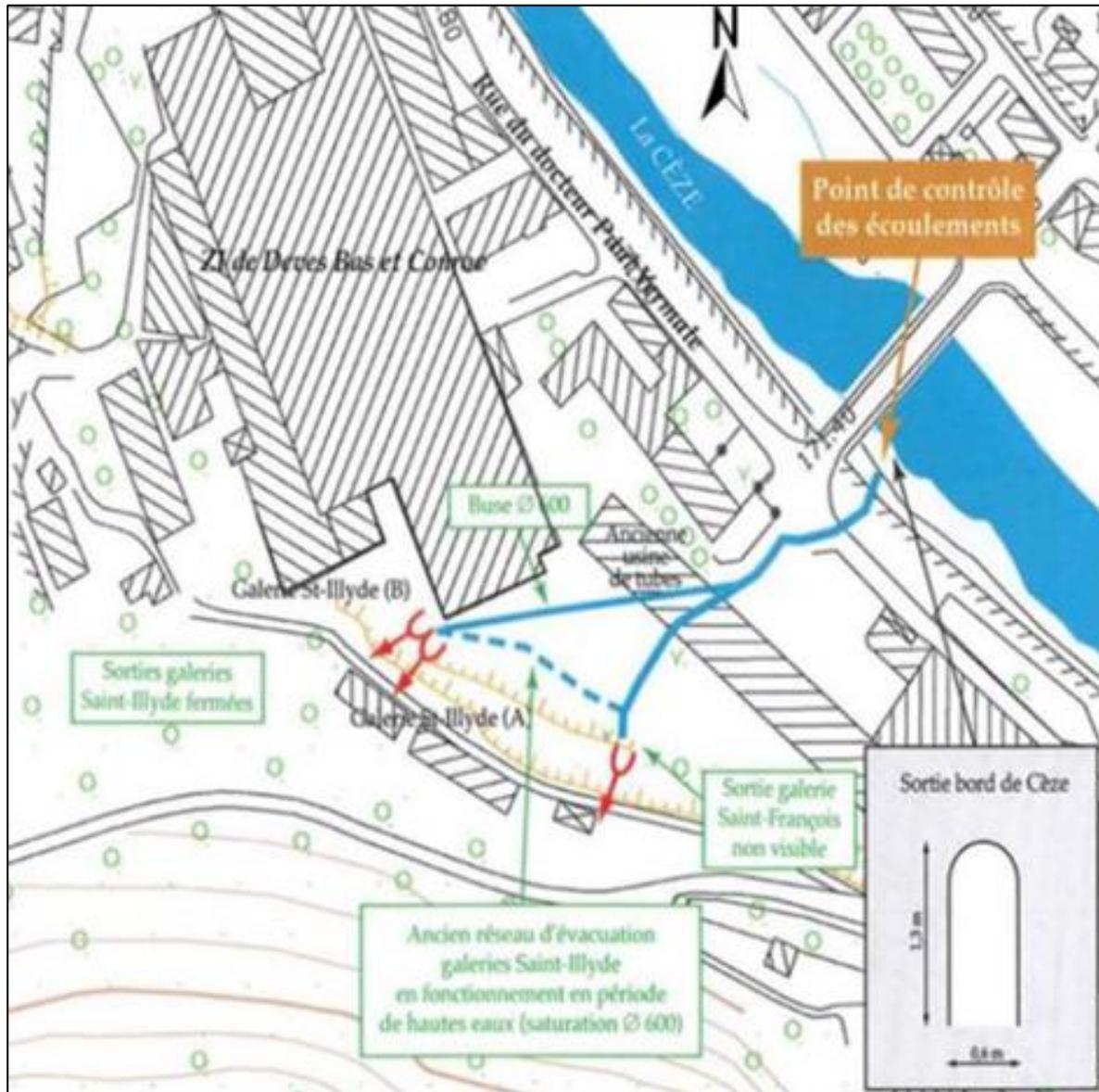


Figure 9 : Localisation de l'émergence des galeries Saint-Ilyde et Saint-François.

Galeries Saint Illyde et Saint François						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
17/04/2012	8,2	17,1	2000	7,6		
06/12/2012	15,0	16,1	2600	7,1		
07/03/2013		17,2	1107	7,4		
24/09/2013	24,0	19,2	2000	7,2		
23/04/2014	108,0	18,3	2070	7,2		
02/09/2014	26,6	18,5	2140	7,2		
10/03/2015	37,0	18,2	2000	7,3		
12/10/2015	72,0	18,3	2050	7,0		
30/03/2016	54,0	18,3	1976	7,0		
30/05/2017	72,0	18,3	1930	6,9	50	40
22/11/2017	36,0	17,2		7,5		-65
06/06/2018		18,6	1878	6,9		-25
07/09/2018		18,5	1994	7,1		-60
23/04/2019		18,2	1747	7,1		-51
<b>minimum</b>	<b>8,2</b>	<b>16,1</b>	<b>1107</b>	<b>6,9</b>		<b>-65</b>
<b>moyenne</b>	<b>45,3</b>	<b>18,0</b>	<b>1961</b>	<b>7,2</b>		<b>-32</b>
<b>maximum</b>	<b>108,0</b>	<b>19,2</b>	<b>2600</b>	<b>7,6</b>		<b>40</b>

Tableau 3 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence des galeries Saint-Illyde et Saint-François.

#### ➤ **Émergence de la galerie Cornas (commune de Chambon)**

Cette émergence se trouve à une vingtaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Chambon (cf. Figure 4).

Les données de surveillance disponibles depuis 2009 indiquent une **valeur moyenne du débit de 21 m<sup>3</sup>/h (variant entre 5 et 42 m<sup>3</sup>/h) et une température moyenne de 17,3 °C (variant de 15,3 à 20 °C)**. Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 833 µS/cm et 7,1.

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement faible (0,6 g/L) liée essentiellement à la présence de bicarbonates (500 mg/L), sulfates (90 mg/L), calcium et magnésium (de l'ordre de 30 mg/L). La teneur en fer serait de l'ordre de 0,1 à 0,5 mg/L et celle en manganèse serait inférieure à 0,1 mg/L.

Galerie Cornas						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009		17,2	970	6,7		
29/09/2009		18,8	992	6,3		
28/04/2010		18,5	690	7,1		
16/12/2010		15,3	760	8,4		
26/06/2011		20,0	820	8,8		
16/11/2011		17,1	733	7,0		
17/04/2012	5	16,9	727	7,1		
06/12/2012	12	15,9	945	7,9		
07/03/2013		17,0	530	7,6		
24/09/2013		17,9	880	7,0		
23/04/2014	7	17,1	900	6,8		
02/09/2014	5	17,3	970	7,1		
10/03/2015	7	17,2	876	6,9		
12/10/2015	12	17,5	934	6,9		
30/03/2016	42	17,2	839	6,7		
23/11/2016	42	17,2	789	6,7		
30/05/2017	42	17,0	847	6,8	40	164
22/11/2017	36	17,4		6,8	66	100
06/06/2018		17,2	823	6,5		125
07/09/2018		17,2	861	6,8		110
23/04/2019		17,2	778	6,9		115
<b>minimum</b>	<b>5</b>	<b>15,3</b>	<b>530</b>	<b>6,3</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
<b>moyenne</b>	<b>21</b>	<b>17,3</b>	<b>833</b>	<b>7,1</b>	<b>53</b>	<b>123</b>
<b>maximum</b>	<b>42</b>	<b>20,0</b>	<b>992</b>	<b>8,8</b>	<b>66</b>	<b>164</b>

Tableau 4 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Cornas.

### ➤ **Émergence de la galerie Corniche (commune de La Grand-Combe)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 4).

Les **valeurs très variables du débit entre 0,3 et 144 m<sup>3</sup>/h (moyenne de 19 m<sup>3</sup>/h)**, de la conductivité de 273 à 1066 µS/cm (moyenne de 670 µS/cm) et du pH de 4,3 à 9 (moyenne de 6,7), disponibles depuis 2009, indiquent une très forte influence des pluies météoriques sur les caractéristiques de cette émergence. **La température moyenne est de 14,8 °C** (variant de 13,1 à 17 °C).

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement faible (0,5 g/L) liée essentiellement à la présence de sulfates (de 300 à 400 mg/L), calcium (90 mg/L) et magnésium (50 mg/L). Les teneurs en fer et en manganèse seraient respectivement de l'ordre de 2 et 1,5 mg/L.

Galerie Corniche						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	12,0	15,6	940	7,2		
28/04/2010	12,0	16,2	530	7,7		
16/12/2010	18,0	13,1	560	7,9		
26/06/2011	2,0	17,0	790	9,0		
16/11/2011	36,0	15,2	511	6,3		
17/04/2012	6,1	14,1	333	7,0		
06/12/2012	18,0	13,7	1066	7,0		
07/03/2013	25,0	13,2	556	6,0		
24/09/2013	1,4	15,3	730	6,8		
23/04/2014	3,6	14,9	912	6,6		
02/09/2014	1,8	16,3	526	6,2		
10/03/2015	4,0	15,2	892	7,1		
12/10/2015	17,0	14,8	689	6,6		
30/03/2016	14,5	15,0	813	6,6		
23/11/2016	144,0	14,0	273	4,3		
30/05/2017	21,2	15,0	746	6,5	78	45
22/11/2017	0,3	13,3		7,3		63
06/06/2018		13,9	320	5,3		220
07/09/2018	5,6	15,3	811	6,6		30
23/04/2019		14,6	736	6,5		47
<b>minimum</b>	<b>0,3</b>	<b>13,1</b>	<b>273</b>	<b>4,3</b>		<b>30</b>
<b>moyenne</b>	<b>19,0</b>	<b>14,8</b>	<b>670</b>	<b>6,7</b>		<b>81</b>
<b>maximum</b>	<b>144,0</b>	<b>17,0</b>	<b>1066</b>	<b>9,0</b>		<b>220</b>

Tableau 5 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Corniche.

➤ **Émergence de la galerie Mas Blanc (commune de La Grand-Combe)**

Cette émergence se trouve à une dizaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 4).

Les émergences des galeries Mas Blanc, Sainte-Barbe et Verrerie se situent à quelques centaines de mètres les unes des autres, dans la vallée du ruisseau couvert dit « Sans Nom » sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 10). Il est probable que la variabilité des débits observés pour chacune de ces émergences soit due à la liaison hydraulique entre ces trois galeries minières.

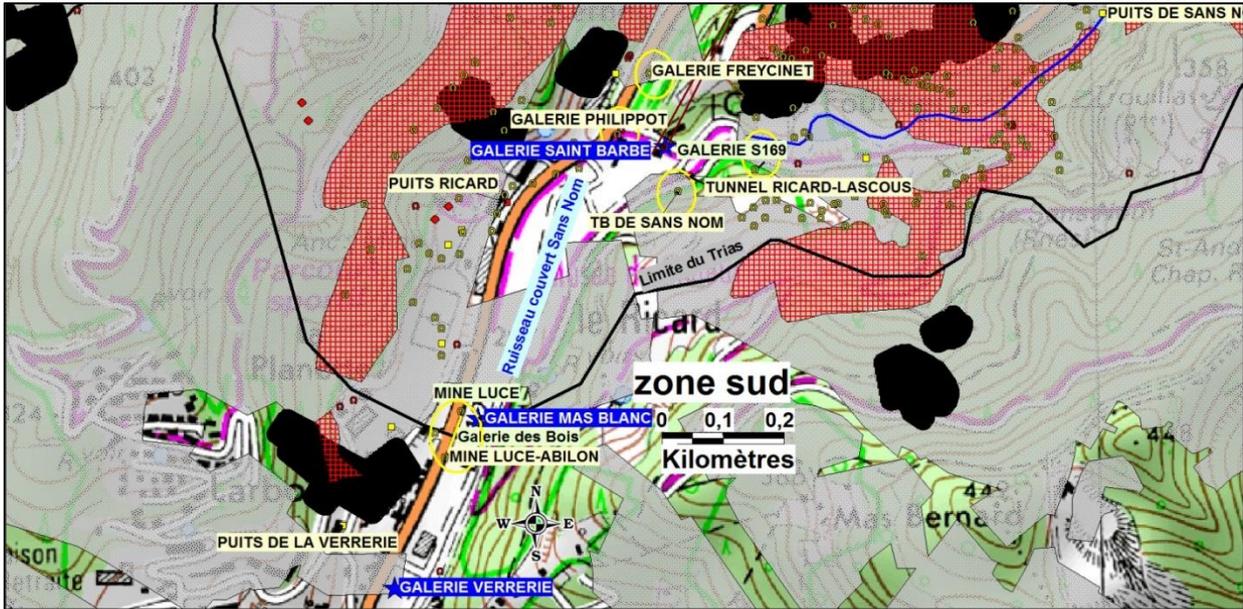


Figure 10 : Localisation des émergences des galeries Mas Blanc, Sainte-Barbe et Verrerie et des zones de travaux à moins de 50 m de profondeur.

Depuis 2009 (cf. Tableau 6), la surveillance de l'émergence de la galerie Mas Blanc montre des **valeurs très variables du débit (de 9 à 300 m<sup>3</sup>/h avec une moyenne évaluée à 77 m<sup>3</sup>/h), de la température (de 13,5 à 20,5 °C avec une moyenne de 15,9 °C)** et de la conductivité (de 940 à 2 700 µS/cm avec une moyenne élevée de 2 028 µS/cm). Le pH moyen est de 7,4 (variant de 6,4 à 8,2).

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement forte (1,5 g/L) liée à d'importantes teneurs en sulfates (1 000 mg/L), calcium (250 mg/L) et magnésium (160 mg/L). Les teneurs en fer et en manganèse seraient respectivement de l'ordre de 0,2 et 0,3 mg/L.

Galerie Mas Blanc						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	45	15,0	2530	7,1		
29/09/2009	36	20,5	2700	6,5		
28/04/2010	60	18,6	1860	7,8		
16/12/2010	80	13,5	1810	8,2		
26/06/2011	25	17,7	2340	7,5		
16/11/2011	300	16,1	1743	7,3		
17/04/2012	18	15,5	1570	7,3		
06/12/2012	50	14,7	940	7,3		
07/03/2013	100	14,9	980	7,9		
24/09/2013	90	16,0	2190	7,5		
23/04/2014	216	15,3	2380	7,2		
02/09/2014	9	15,6	2630	7,5		
10/03/2015	54	15,4	2250	7,5		
12/10/2015	72	15,4	2160	7,2		
30/03/2016	72	15,2	2220	7,1		
30/05/2017	72	15,0	2140	7,2	86	55
22/11/2017	18	15,7		7,3	88	45
<b>minimum</b>	<b>9</b>	<b>13,5</b>	<b>940</b>	<b>6,5</b>		
<b>moyenne</b>	<b>77</b>	<b>15,9</b>	<b>2028</b>	<b>7,4</b>		
<b>maximum</b>	<b>300</b>	<b>20,5</b>	<b>2700</b>	<b>8,2</b>		

Tableau 6 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Mas Blanc.

➤ **Émergence de la galerie Mine Roux (commune de La Grand-Combe)**

Cette émergence se trouve à une douzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 4).

Les données de surveillance disponibles depuis 2009 (cf. Tableau 7) indiquent une faible **valeur moyenne du débit de 6,7 m<sup>3</sup>/h (variant entre 0,5 et 45 m<sup>3</sup>/h) et une température moyenne de 14,4 °C (variant de 9 à 18,8 °C)**. Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 459 µS/cm et 6,7.

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement faible (de 0,3 à 0,5 g/L).

Galerie Mine Roux						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	3,6	14,2	510	7,2		
29/09/2009	2,4	16,4	668	6,2		
28/04/2010	4,0	17,0	385	7,3		
16/12/2010	3,0	9,0	375	8,1		
26/06/2011	0,5	18,8	446	8,8		
16/11/2011	9,0	14,3	361	6,4		
17/04/2012	1,8	14,7	540	7,0		
06/12/2012	2,6	12,7	316	6,9		
07/03/2013	9,0	13,3	262	6,6		
24/09/2013	12,0	15,5	530	6,8		
23/04/2014	2,1	13,8	475	6,1		
02/09/2014	7,2	14,2	619	6,4		
10/03/2015	4,0	14,2	480	6,4		
12/10/2015	5,6	14,3	524	6,7		
29/03/2016	4,5	14,0	435	6,1		
23/11/2016	45,0	14,1	434	5,8		
30/05/2017	2,7		431	6,2	82	190
22/11/2017	1,5	14,3		7,1		36
06/06/2018		14,1	373	6,0		200
07/09/2018		14,4	527	6,3		170
23/04/2019		14,3	480	5,7		165
<b>minimum</b>	<b>0,5</b>	<b>9,0</b>	<b>262</b>	<b>5,7</b>		<b>36</b>
<b>moyenne</b>	<b>6,7</b>	<b>14,4</b>	<b>459</b>	<b>6,7</b>		<b>152</b>
<b>maximum</b>	<b>45</b>	<b>18,8</b>	<b>668</b>	<b>8,8</b>		<b>200</b>

Tableau 7 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Mine Roux.

### ➤ **Émergence de la galerie Sainte-Barbe (commune de La Grand-Combe)**

Cette émergence se trouve à une dizaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 4).

Les émergences des galeries Mas Blanc, Sainte-Barbe et Verrerie se situent à quelques centaines de mètres les unes des autres, dans la vallée du ruisseau couvert dit « Sans Nom » sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 10). Il est probable que la variabilité des débits observés pour chacune de ces émergences soit due à la liaison hydraulique entre ces trois galeries minières.

Depuis 2009 (cf. Tableau 8), la surveillance de l'émergence Sainte-Barbe montre des **valeurs très variables du débit (de 30 à 360 m<sup>3</sup>/h avec une moyenne évaluée à 138 m<sup>3</sup>/h), de la température (de 13,2 à 21 °C avec une moyenne de 17,4 °C)** et de la conductivité (de 840 à 1670 µS/cm avec une moyenne de 1189 µS/cm). Le pH moyen est de 6,8 (variant de 5,9 à 8,3).

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement forte (1 g/L) essentiellement liée à des teneurs en bicarbonates (450 mg/L), sulfates (400 mg/L), calcium (100 mg/L) et

magnésium (50 mg/L). Selon les conditions d'écoulement, les teneurs en fer et en manganèse varient très fortement, respectivement de 0,1 à 1,5 mg/L et de 0,1 à 0,6 mg/L.

Galerie Sainte-Barbe						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	200	18,9	970	6,6		
29/09/2009	72	19,0	1140	5,9		
28/04/2010	200	19,0	1180	6,8		
16/12/2010	180	13,2	1140	8,3		
26/06/2011	30	21,0	1250	8,0		
16/11/2011	360	17,3	996	6,8		
17/04/2012	72	17,5	1196	6,6		
06/12/2012	72	16,6	1070	6,9		
07/03/2013	110	16,6	840	7,4		
24/09/2013	72	17,9	1380	6,6		
23/04/2014	288	17,3	1001	6,8		
02/09/2014	72	17,5	1670	6,8		
10/03/2015	140	17,1	1377	6,9		
12/10/2015	144	16,7	1134	6,6		
30/03/2016	161	16,6	1306	6,7		
23/11/2016	120	16,4	1185	6,6		
30/05/2017	108	17,0	1263	6,7	37	31
22/11/2017	90	17,3		6,7	37	78
06/06/2018		16,7	1093	6,4		50
07/09/2018		18,3	1345	6,9		30
23/04/2019		17,3	1238	6,7		4
<b>minimum</b>	<b>30</b>	<b>13,2</b>	<b>840</b>	<b>5,9</b>	<b>37</b>	<b>4</b>
<b>moyenne</b>	<b>138</b>	<b>17,4</b>	<b>1189</b>	<b>6,8</b>	<b>37</b>	<b>39</b>
<b>maximum</b>	<b>360</b>	<b>21,0</b>	<b>1670</b>	<b>8,3</b>	<b>37</b>	<b>78</b>

Tableau 8 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Sainte-Barbe.

#### ➤ **Émergence de la galerie Thérond (commune de La Grand-Combe)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 4).

Depuis 2009, les données de surveillance de l'émergence varient fortement autour des **valeurs moyennes du débit de 24,7 m<sup>3</sup>/h** (variant de 3,6 à 72 m<sup>3</sup>/h), **de température de 13,8 °C** (de 11 à 16,1 °C), de conductivité de 806 µS/cm (de 534 à 1020 µS/cm) et du pH de 6,8 (de 5,7 à 9).

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement faible (0,6 g/L) essentiellement liée à des teneurs en bicarbonates (300 mg/L), sulfates (220 mg/L) et calcium (90 mg/L). Les teneurs en fer et en manganèse sont faibles, respectivement 0,1 mg/L et 0,02 mg/L.

Galerie Thérond						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	36,0	14,1	1000	6,8		
29/09/2009	14,4	13,1	1012	5,7		
28/04/2010	18,0	16,1	796	7,2		
16/12/2010	20,0	11,0	700	7,6		
26/06/2011	15,0	16,0	755	9,0		
16/11/2011	72,0	14,4	638	6,6		
17/04/2012	3,6	14,1	747	6,8		
06/12/2012	18,0	12,9	1020	6,8		
07/03/2013	36,0	13,0	560	6,7		
24/09/2013	12,0	14,3	830	6,7		
23/04/2014	19,5	13,6	884	6,5		
02/09/2014	36,0	14,0	986	6,8		
10/03/2015	10,1	13,6	825	6,9		
12/10/2015	23,3	13,8	814	6,7		
29/03/2016	25,1	13,8	897	6,5		
23/11/2016	54,0	13,5	534	6,3		
30/05/2017	40,0	13,9	860	6,6	50	118
22/11/2017	4,0	14,1		6,7	79	80
06/06/2018		13,9	689	6,3		220
07/09/2018		13,8	797	6,4		110
23/04/2019	11,5	13,6	779	6,3		155
<b>minimum</b>	<b>3,6</b>	<b>11,0</b>	<b>534</b>	<b>5,7</b>	<b>50</b>	<b>80</b>
<b>moyenne</b>	<b>24,7</b>	<b>13,8</b>	<b>806</b>	<b>6,8</b>	<b>65</b>	<b>137</b>
<b>maximum</b>	<b>72,0</b>	<b>16,1</b>	<b>1020</b>	<b>9,0</b>	<b>79</b>	<b>220</b>

Tableau 9 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Thérond.

### ➤ Émergence de la galerie Verrerie (commune de La Grand-Combe)

Cette émergence se trouve à une dizaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 4). Les émergences des galeries Mas Blanc, Sainte-Barbe et Verrerie se situent à quelques centaines de mètres les unes des autres, dans la vallée du ruisseau couvert dit « Sans Nom » sur la commune de La Grand-Combe (cf. Figure 10). Il est probable que la variabilité des débits observés pour chacune de ces émergences soit due à la liaison hydraulique entre ces trois galeries minières.

Depuis 2009, la surveillance de l'émergence de la galerie Verrerie montre des **valeurs très variables du débit (de 20 à 144 m<sup>3</sup>/h avec une moyenne évaluée à 72,7 m<sup>3</sup>/h), de la température (de 19 à 23,7 °C avec une moyenne élevée de 21,3 °C)** et de la conductivité (de 1 030 à 2 850 µS/cm avec une moyenne élevée de 2 850 µS/cm). Le pH moyen est de 6,9.

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement forte (2 g/L) liée aux teneurs en bicarbonates (1 000 mg/L), sulfates (700 mg/L) et sodium (450 mg/L). Les teneurs en fer et en manganèse seraient respectivement de 1,5 à 2 mg/L et 0,5 mg/L.

Galerie Verrerie						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009		19,0	2850	6,8		
29/09/2009		21,7	2810	6,1		
28/04/2010		23,2	2480	6,9		
16/12/2010		19,1	2440	7,5		
26/06/2011	25	23,7	2480	7,2		
16/11/2011	100	21,1	2370	7,2		
17/04/2012	20	21,6	2560	7,1		
06/12/2012	72	20,0	1030	6,8		
07/03/2013		19,9	1040	6,5		
24/09/2013	54	21,7	2520	7,0		
23/04/2014	144	21,6	2550	7,0		
02/09/2014	25	21,3	2600	7,1		
10/03/2015	25	21,6	2470	7,1		
12/10/2015	108	21,4	2550	6,9		
30/03/2016	108	21,7	2490	7,0		
23/11/2016	108	21,6	2380	6,9		
30/05/2017	108	21,9	2470	6,7	24	105
22/11/2017	48	21,4		6,9	26	-55
06/06/2018		21,5	2532	6,9		-54
07/09/2018		21,6	2485	7,0		-60
23/04/2019		20,9	2281	7,0		-61
<b>minimum</b>	<b>20</b>	<b>19,0</b>	<b>1030</b>	<b>6,1</b>	<b>24</b>	<b>-61</b>
<b>moyenne</b>	<b>72,7</b>	<b>21,3</b>	<b>2369</b>	<b>6,9</b>	<b>25</b>	<b>-25</b>
<b>maximum</b>	<b>144</b>	<b>23,7</b>	<b>2850</b>	<b>7,5</b>	<b>26</b>	<b>105</b>

Tableau 10 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Verrerie.

➤ **Émergence de la galerie des Esteyraings (commune de Martinet)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Martinet (cf. Figure 4).

Le débit de cette émergence de surverse ne peut être mesuré qu'à la suite d'épisodes pluvieux importants, lorsque le niveau d'eau dans le réservoir minier devient supérieur à la cote de l'émergence. Ainsi, **seulement quatre mesures de débit ont pu être effectuées depuis 2009. La moyenne de ces mesures de débit est de 99 m<sup>3</sup>/h (variant de 36 à 144 m<sup>3</sup>/h).**

**L'eau de cette émergence est relativement chaude avec une moyenne de 20,8 °C depuis 2009, variant de 18,2 à 23,6 °C.** La conductivité varie également fortement entre 968 et 2 400 µS/cm (moyenne de 1510 µS/cm) et le pH moyen est neutre (7).

La fiche de visite indique une minéralisation des eaux relativement forte (1,5 g/L) liée à d'importantes teneurs en bicarbonates (700 mg/L), sulfates (400 mg/L), calcium et sodium (150 mg/L). Les teneurs en fer et en manganèse seraient respectivement de 0,5 à 2 mg/L et de 0,2 à 0,5 mg/L.

Galerie des Esteyraings						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009		20,0	1795	6,8		
29/09/2009		21,5	1800	6,3		
28/04/2010		21,6	1320	7,0		
16/12/2010		20,9	1352	7,9		
26/06/2011		23,6	1304	8,7		
16/11/2011		18,9	1227	7,3		
17/04/2012		18,2	1407	7,2		
06/12/2012		19,2	2400	6,9		
07/03/2013		20,7	968	7,3		
24/09/2013		19,6	1420	7,0		
23/04/2014		21,2	1629	7,1		
12/10/2015	108	21,1	1615	6,8		
31/03/2016	144	21,2	1576	6,9		
23/11/2016						
30/05/2017	108	20,9	1492	7,0	55	60
22/11/2017	36	21,7		5,8	39	-40
06/09/2018		21,1	1458	6,7		-30
23/04/2019		21,4	1401	6,9		-46
<b>minimum</b>	<b>36</b>	<b>18,2</b>	<b>968</b>	<b>5,8</b>	<b>39</b>	<b>-46</b>
<b>moyenne</b>	<b>99</b>	<b>20,8</b>	<b>1510</b>	<b>7,0</b>	<b>47</b>	<b>-14</b>
<b>maximum</b>	<b>144</b>	<b>23,6</b>	<b>2400</b>	<b>8,7</b>	<b>55</b>	<b>60</b>

Tableau 11 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie des Esteyraings.

### ➤ **Émergence de la galerie du Piqueur (commune de Martinet)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Martinet (cf. Figure 4).

Les écoulements observés sont très faibles comme le montrent les valeurs de débit mesurées ponctuellement depuis 2009. Sur cette période d'observation de 10 ans, **la valeur moyenne du débit est évaluée à 1,8 m<sup>3</sup>/h (variant de 0,1 à 12 m<sup>3</sup>/h) et la température moyenne est de 12,5 °C (variant de 7,5 à 17,5 °C)**. La valeur moyenne de conductivité est très faible (284 µS/cm) et le pH moyen est proche de la neutralité (7,2).

La fiche de visite indique une minéralisation faible (0,3 g/L) liée à la présence de bicarbonates (100 mg/L), sulfates (150 mg/L), calcium (40 mg/L) et magnésium (10 mg/L). Des traces d'éléments métalliques ou métalloïdes sont détectées en périodes de basses eaux.

Galerie du Piqueur						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	12,0	12,8	270	6,4		
28/04/2010	1,0	17,5	330	7,6		
16/12/2010	1,8	9,4	330	8,6		
26/06/2011	2,0	16,6	253	8,5		
16/11/2011	2,4	12,0	203	6,8		
17/04/2012	0,1	10,2	274	7,3		
06/12/2012	0,3	7,5	373	8,2		
07/03/2013		11,4	195	8,1		
10/03/2015	0,3	12,0	351	7,4		
12/10/2015	0,2	13,1	304	7,2		
31/03/2016	0,7	12,6	343	6,5		
23/11/2016		12,8	209	5,5		
30/05/2017	1,8	12,7	282	6,9	78	188
06/06/2018	0,6	12,6	232	6,1		260
06/09/2018	0,6	14,4	300	6,8		166
23/04/2019	1,8	12,8	294	6,8		80
<b>minimum</b>	<b>0,1</b>	<b>7,5</b>	<b>195</b>	<b>5,5</b>		<b>80</b>
<b>moyenne</b>	<b>1,8</b>	<b>12,5</b>	<b>284</b>	<b>7,2</b>		<b>174</b>
<b>maximum</b>	<b>12,0</b>	<b>17,5</b>	<b>373</b>	<b>8,6</b>		<b>260</b>

Tableau 12 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie du Piqueur.

➤ **Émergence de la galerie du Plan (commune de Martinet)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Martinet (cf. Figure 4).

Depuis 2009 (cf. Tableau 13), les **valeurs moyennes du débit de 10,3 m<sup>3</sup>/h (variant de 2 à 18 m<sup>3</sup>/h) et de la température de 12,4 °C (variant de 7,5 à 17,5 °C) sont faibles**. La valeur de la conductivité varie très fortement de 125 à 2 100 µS/cm (moyenne de 335 µS/cm) et le pH moyen est de 6,6.

La fiche de visite indique une minéralisation faible (0,2 g/L) liée à la présence de bicarbonates (50 mg/L), sulfates (70 mg/L), calcium (25 mg/L). Des traces d'éléments métalliques ou métalloïdes sont détectées en périodes de basses eaux.

Galerie du Plan						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	2,0	12,8	405	7,5		
29/09/2009	3,0		363			
28/04/2010	12,0	17,5	270	7,4		
16/12/2010	10,0	9,4	200	8,1		
16/11/2011	9,0	16,6	171	6,4		
17/04/2012	10,8	12,0	198	6,4		
06/12/2012	18,0	10,2	321	8,0		
07/03/2013	7,0	7,5	125	8,1		
24/09/2013	5,4	11,4	2100	7,2		
23/04/2014	7,2		240	6,3		
03/09/2014	5,4		280			
10/03/2015	11,0		250	6,2		
12/10/2015	16,7	12,0	229	6,0		
31/03/2016	18,0	13,1	251	6,1		
23/11/2016	18,0	12,6	161	5,5		
30/05/2017	18,0	12,4	228	6,4	62	216
22/11/2017	3,6	13,2		5,8	63	161
06/06/2018		12,6	175	5,6		250
06/09/2018		13,1	226	6,4		150
23/04/2019		12,7	181	6,1		145
<b>minimum</b>	<b>2,0</b>	<b>7,5</b>	<b>125</b>	<b>5,5</b>	<b>62</b>	<b>145</b>
<b>moyenne</b>	<b>10,3</b>	<b>12,4</b>	<b>335</b>	<b>6,6</b>	<b>63</b>	<b>184</b>
<b>maximum</b>	<b>18,0</b>	<b>17,5</b>	<b>2100</b>	<b>8,1</b>	<b>63</b>	<b>250</b>

Tableau 13 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie du Plan.

### ➤ **Émergence de la galerie Chalmeton (commune de Molières-sur-Cèze)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord-est d'Alès, sur la commune de Molières-sur-Cèze (cf. Figure 4).

Le point d'exhaure de l'émergence Chalmeton se trouve dans un bassin de rétention recouvert d'une grille de protection (cf. Figure 12). **Lorsque ce point d'exhaure est immergé le débit ne peut pas être mesuré**, ce qui explique le nombre limité de données de débit disponible. **Entre 2012 et 2017, le débit moyen est évalué à 45,9 m<sup>3</sup>/h (variant de 20 à 72 m<sup>3</sup>/h).**

Depuis 2009 (cf. Tableau 14) , les **valeurs de température varient très fortement de 13,6 à 21 °C (avec une moyenne de 15,6 °C)**, de même que la conductivité entre 1538 et une valeur très élevée de 4 325 µS/cm (moyenne de 2 134 µS/cm). Le pH reste relativement stable avec une valeur moyenne proche de la neutralité (7,4).

La fiche de visite indique une minéralisation relativement forte (1,5 g/L) liée à d'importantes teneurs en bicarbonates (300 mg/L), sulfates (750 mg/L) et calcium (200 mg/L). Les teneurs en fer et manganèse sont respectivement inférieures à 0,5 et 0,2 mg/L.

Galerie Chalmeton						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009		15,6	2410	7,3		
29/09/2009		16,7	2160	6,4		
28/04/2010		21,0	2840	6,4		
16/12/2010		13,6	2450	8,6		
26/06/2011		18,7	1600	8,6		
16/11/2011		15,0	1639	7,2		
17/04/2012	20	15,3	1598	7,5		
06/12/2012	25	14,0	2720	7,3		
07/03/2013	36	15,0	1538	8,0		
24/09/2013		16,5	1810	7,4		
23/04/2014	72	15,3	2070	7,3		
03/09/2014		15,2	2050	7,2		
10/03/2015	36	15,1	1698	7,3		
12/10/2015	72	15,1	2430	7,0		
31/03/2016	36	15,2	1950	7,5		
23/11/2016	72	14,6	1555	7,1		
30/05/2017	54	15,2	2050	7,5	87,0	99
22/11/2017	36	15,4		7,4	94,0	67
06/06/2018		15,1	4325	6,9		87
06/09/2018		15,4	1950	7,2		90
23/04/2019		15,3	1840	7,3		75
<b>minimum</b>	<b>20</b>	<b>13,6</b>	<b>1538</b>	<b>6,4</b>	<b>87,0</b>	<b>67</b>
<b>moyenne</b>	<b>45,9</b>	<b>15,6</b>	<b>2134</b>	<b>7,4</b>	<b>90,5</b>	<b>84</b>
<b>maximum</b>	<b>72</b>	<b>21,0</b>	<b>4325</b>	<b>8,6</b>	<b>94,0</b>	<b>99</b>

Tableau 14 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Chalmeton.

### ➤ **Émergence de la galerie Silhol (commune de Molières-sur-Cèze)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord-est d'Alès, sur la commune de Molières-sur-Cèze (cf. Figure 4).

Le point d'exhaure de l'émergence Silhol se trouve dans un bassin de rétention recouvert d'une grille de protection (cf. Figure 12). Ce point étant la plupart du temps immergé, **le débit ne peut pas être mesuré**. Seules quatre mesures ont été effectuées depuis le début de la surveillance, donnant une valeur de débit très faible (0,1 m<sup>3</sup>/h) et non représentative de l'écoulement. Plusieurs piquages dans le bassin sont mentionnés (alimentation d'une cimenterie proche et des pompiers).

Depuis 2009, les **valeurs de température varient entre 18,8 °C et une valeur élevée de 24 °C (avec une moyenne de 20,8°C)**, de même que les valeurs de pH qui fluctuent entre 6,2 et 9 (moyenne de 7). La conductivité varie très fortement entre 2 890 et une valeur particulièrement élevée de 7 400 µS/cm (moyenne élevée de 5 949 µS/cm). La fiche de visite indique une minéralisation très forte (5 à 6 g/L) liée à d'importantes teneurs en sulfates (3 000 mg/L), sodium (1 200 mg/L) et chlorures (400 mg/L). Les teneurs en fer et manganèse sont respectivement de l'ordre de 1 à 2 mg/L et de 0,4 à 0,7 mg/L.

Galerie Silhol						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009		21,4	7400	6,8		
29/09/2009		23,0	7340	6,2		
28/04/2010		21,3	6110	6,8		
16/12/2010		18,8	6730	8,0		
26/06/2011		24,0	7300	9,0		
16/11/2011		20,5	5820	7,0		
17/04/2012	0,1	21,2	5800	7,1		
06/12/2012	0,1	18,8	6300	7,0		
07/03/2013		19,6	2890	7,2		
24/09/2013		22,3	6910	7,0		
23/04/2014		19,8	5350	6,8		
02/09/2014	0,1	21,3	6570	7,1		
10/03/2015	0,1	20,4	5630	7,0		
12/10/2015		20,9	5810	6,8		
31/03/2016		21,4	6660	6,9		
23/11/2016		19,3	4560	6,7		
30/05/2017		19,7	4920	6,8	47	27
22/11/2017		21,3		7,1	68	33
06/06/2018		20,0	5205	6,8		51
06/09/2018		21,1	6129	7,0		40
23/04/2019		21,0	5552	6,8		85
<b>minimum</b>	<b>0,1</b>	<b>18,8</b>	<b>2890</b>	<b>6,2</b>	<b>47</b>	<b>27</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,1</b>	<b>20,8</b>	<b>5949</b>	<b>7,0</b>	<b>57</b>	<b>47</b>
<b>maximum</b>	<b>0,1</b>	<b>24,0</b>	<b>7400</b>	<b>9,0</b>	<b>68</b>	<b>85</b>

Tableau 15 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Silhol.

➤ **Émergence de la galerie Saint-Hyppolite (commune de Robiac-Rochessadoule)**

Cette émergence se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Robiac-Rochessadoule (cf. Figure 4).

Depuis 2009, **les valeurs semestrielles du débit sont faibles avec une moyenne de 6,8 m<sup>3</sup>/h** (variant de 0,1 à 19 m<sup>3</sup>/h).

Les données de surveillance disponibles donnent une **température moyenne relativement faible de 14,1 °C**, variant très fortement de 7,2 °C à 18,1 °C. Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 994 μS/cm et de 7,3.

La fiche de visite indique une minéralisation fluctuant selon les périodes de hautes et basses eaux (0,6 à 1,2 g/L), liée principalement à la teneur en sulfates (325 mg/L). Les teneurs en fer et manganèse sont respectivement inférieures à 0,5 mg/L et 0,3 mg/L.

Galerie Saint-Hyppolite						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009	1,0	15,6	840	6,9		
29/09/2009	0,5	16,2	1251	6,4		
28/04/2010	6,0	16,2	630	7,4		
16/12/2010	7,0	11,4	770	8,3		
26/06/2011	0,2	18,1	1040	8,8		
16/11/2011	18,0	13,7	1673	6,8		
17/04/2012	0,7	12,5	1016	7,3		
06/12/2012	7,2	7,2	1731	8,0		
07/03/2013	14,0	12,1	590	8,3		
24/09/2013	0,1	15,0	1100	7,5		
23/04/2014	18,0	14,6	951	7,7		
03/09/2014	19,0	14,4	1363	7,2		
10/03/2015	18,0	13,6	1020	7,4		
12/10/2015	4,3	14,7	847	7,0		
31/03/2016	3,0	14,3	824	6,8	72,4	5
23/11/2016	2,6	14,2	947	6,9	81,6	60
30/05/2017	1,3	14,6	707	6,6	69,0	25
22/11/2017	0,9	13,5		7,4		19
06/06/2018		14,5	630	6,5		-10
06/09/2018		14,7	940	7,2		-50
23/04/2019		14,1	1002	7,2		-78
<b>minimum</b>	<b>0,1</b>	<b>7,2</b>	<b>590</b>	<b>6,4</b>	<b>69,0</b>	<b>-78</b>
<b>moyenne</b>	<b>6,8</b>	<b>14,1</b>	<b>994</b>	<b>7,3</b>	<b>74,3</b>	<b>-4</b>
<b>maximum</b>	<b>19,0</b>	<b>18,1</b>	<b>1731</b>	<b>8,8</b>	<b>81,6</b>	<b>60</b>

Tableau 16 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Saint-Hyppolite.

➤ **Émergence de la galerie la Royale (commune de Saint-Martin-de-Valgalgues)**

Cette émergence se trouve au sud du bassin houiller du Gard (cf. Figure 4) sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalgues, très proche du secteur nord d'Alès.

Son fonctionnement hydraulique est impacté par le pompage effectué au puits Fontanes situé à proximité, au même titre que les émergences des galeries La Royale 2, Nationale et Saint-Pierre localisées sur la commune d'Alès. Aucun écoulement n'a été observé depuis le début de la surveillance en 2008. Ainsi, aucune donnée de surveillance concernant l'émergence de la galerie La Royale n'est disponible.

➤ **Émergence de la galerie Burat (commune de Vernarède)**

Cette émergence, isolée (accès à pieds sur plusieurs centaines de mètres avec traversée d'une rivière, cf. fiche de visite en Annexe 1), se trouve à une vingtaine de kilomètres au nord d'Alès, sur la commune de Vernarède (cf. Figure 4).

Depuis 2009, **les données de la surveillance varient très fortement** autour des valeurs moyennes du **débit de 53,9 m<sup>3</sup>/h (variant de 12 à 108 m<sup>3</sup>/h), de température de 16,5 °C (de**

**13,4 à 23 °C**), de conductivité de 768  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (de 480 à 1 639  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et de pH de 7,2 (de 6,2 à 8,9).

La fiche de visite indique une minéralisation relativement faible (0,6 g/L) liée essentiellement à des teneurs en bicarbonates (350 mg/L), sulfates (120 mg/L), calcium (45 mg/L) et magnésium (30 mg/L). Les teneurs en fer et manganèse sont respectivement de l'ordre de 1 et 0,2 mg/L.

Galerie Burat						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
23/03/2009		16,6	876	6,9		
29/09/2009		18,2	880	6,2		
28/04/2010		21,0	669	7,2		
16/12/2010		14,5	650	8,3		
26/06/2011		23,0	670	8,9		
16/11/2011		15,0	1639	7,2		
17/04/2012	12,0	16,9	596	7,2		
06/12/2012	15,0	13,4	674	7,7		
07/03/2013	18,0	15,0	480	7,8		
24/09/2013	43,2	17,3	760	7,5		
23/04/2014	72,0	15,9	748	6,8		
02/09/2014	27,3	16,2	805	6,9		
10/03/2015	72,0	16,0	740	6,8		
12/10/2015	108,0	15,9	764	6,7		
30/03/2016	72,0	16,0	715	6,7		
23/11/2016	108,0	15,6	800	6,6		
30/05/2017	72,0	16,1	736	7,1	9,6	73,5
22/11/2017	27,7	16,1		7,1	13,0	-30,0
05/06/2018		15,9	758	6,6		-5,0
07/09/2018		16,2	759	6,8		-15,0
23/04/2019		15,7	639	7,4		-64,5
<b>minimum</b>	<b>12,0</b>	<b>13,4</b>	<b>480</b>	<b>6,2</b>	<b>9,6</b>	<b>-64,5</b>
<b>moyenne</b>	<b>53,9</b>	<b>16,5</b>	<b>768</b>	<b>7,2</b>	<b>11,3</b>	<b>-8,2</b>
<b>maximum</b>	<b>108,0</b>	<b>23,0</b>	<b>1639</b>	<b>8,9</b>	<b>13,0</b>	<b>73,5</b>

Tableau 17 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Burat.

#### 2.1.4. Évolutions des émergences surveillées du département du Gard (30)

Ce chapitre synthétise les évolutions des émergences du département du Gard, constatées de manière globale et mentionnées dans le rapport annuel 2017 de surveillance du BRGM/DPSM (Hoang, 2019). Ces évolutions concernent principalement les valeurs de pH et de débit, l'accessibilité des sites, l'estimation visuelle des débits, les usages des eaux minières, les dégradations superficielles et les teneurs en gaz.

### ➤ **Évolution du pH**

Depuis le début de la surveillance, le pH de sept émergences identifiées (Corniche, Mine Roux, Esteyraings, Piqueur, Plan, Saint-Hyppolite et Burat) tend à diminuer, depuis des valeurs comprises entre 8 et 9 observées en 2011 ou 2012 à des valeurs comprises entre 4,3 et 6,9 en 2016. En 2017, la tendance à l'acidification semblerait globalement s'inverser, à l'exception de l'émergence des Esteyraings. Les auteurs indiquent que : « *le drainage minier véhiculé par ces émergences minières reste alcalin grâce au pouvoir tampon des roches encaissantes. Si au cours du temps, ces roches venaient à perdre cette capacité (lessivage des minéraux, hétérogénéité géologique ponctuelle, modification du cheminement hydrogéologique, etc.), les écoulements concernés pourraient se transformer en drainage minier acide. En fonction des enjeux, des dispositifs de traitement seraient nécessaires, entraînant des travaux d'aménagement significatifs* ».

### ➤ **Évolution des débits**

Une diminution des débits a été constatée lors de la surveillance de 2017, notamment au niveau de huit émergences (Corniche, Mas Blanc, Mine Roux, Saint Barbe, Thérond, Piqueur, Saint-Hyppolite et Burat). La diminution des débits des émergences Mine Roux, Saint Barbe, Saint-Hyppolite et Burat est observée déjà depuis quelques années. La possibilité d'effectuer des hydrocurages est envisagée pour remédier aux colmatages éventuels des émergences.

### ➤ **Accessibilité des sites**

Le développement de la végétation aux abords des émergences peut rendre momentanément leur accessibilité difficile, comme ce fut le cas pour six émergences en 2017 : La Royale 2, Corniche, Mine Roux, Piqueur, Silhol, et plus particulièrement pour l'émergence des galeries Saint-Ilyde et Saint-François dont l'accès a dû être modifié. D'autre part, des travaux sont régulièrement réalisés pour sécuriser les accès aux émergences, comme l'illustrent les figures ci-dessous : accès aux émergences des galeries Verrerie et Mas Blanc par une échelle métallique mise en place dans un puits (cf. Figure 11), et aux émergences des galeries Chalmeton, Silhol et Sainte-Barbe par des grilles métalliques (cf. Figure 12).

### ➤ **Estimation visuelle des débits**

La configuration de dix émergences ne permet pas de mesure de débit au seau et des estimations visuelles étaient alors réalisées lors des inspections. Compte tenu de leur incertitude importante, ces estimations visuelles ne sont plus pratiquées depuis 2018 et seules des mesures effectives avec des récipients adaptés sont effectuées. La mise en place de dispositif de mesure de débit est également à l'étude.

### ➤ **Usages des eaux minières**

La présence de piquages d'eau a été confirmée lors de la surveillance de 2017 au niveau de certaines émergences, en particulier La Royale 2, Thérond, Plan, Chalmeton et Silhol.

### ➤ **Dégradations superficielles**

Des dégradations superficielles observées au niveau des émergences, en particulier des galeries Cornas (décrochements de blocs au niveau de la paroi) et Mine Roux (vandalisme sur le mur en aplomb de l'émergence), sont signalées et suivies lors de chaque inspection.

➤ **Teneurs en gaz**

Des teneurs anormales en gaz ont été détectées lors de l'inspection du 1<sup>er</sup> semestre 2016 au niveau des émergences des galeries Verrerie (CO<sub>2</sub>) et Mas Blanc (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>) et n'ont pas été observées lors des inspections suivantes en 2017. D'autre part, des odeurs d'H<sub>2</sub>S ont été signalées aux abords du rejet des eaux minières provenant de l'émergence de la galerie Esteyraings.

Une vigilance particulière est systématiquement maintenue aux abords des émergences présentant un risque lié à la présence potentielle de gaz, avec l'application de mesures de sécurité adaptées : aération préalable des regards des émergences minières, équipement des agents avec des auto-sauveteurs (autonomie respiratoire) en prévention d'un éventuel dégazage d'une poche de gaz.

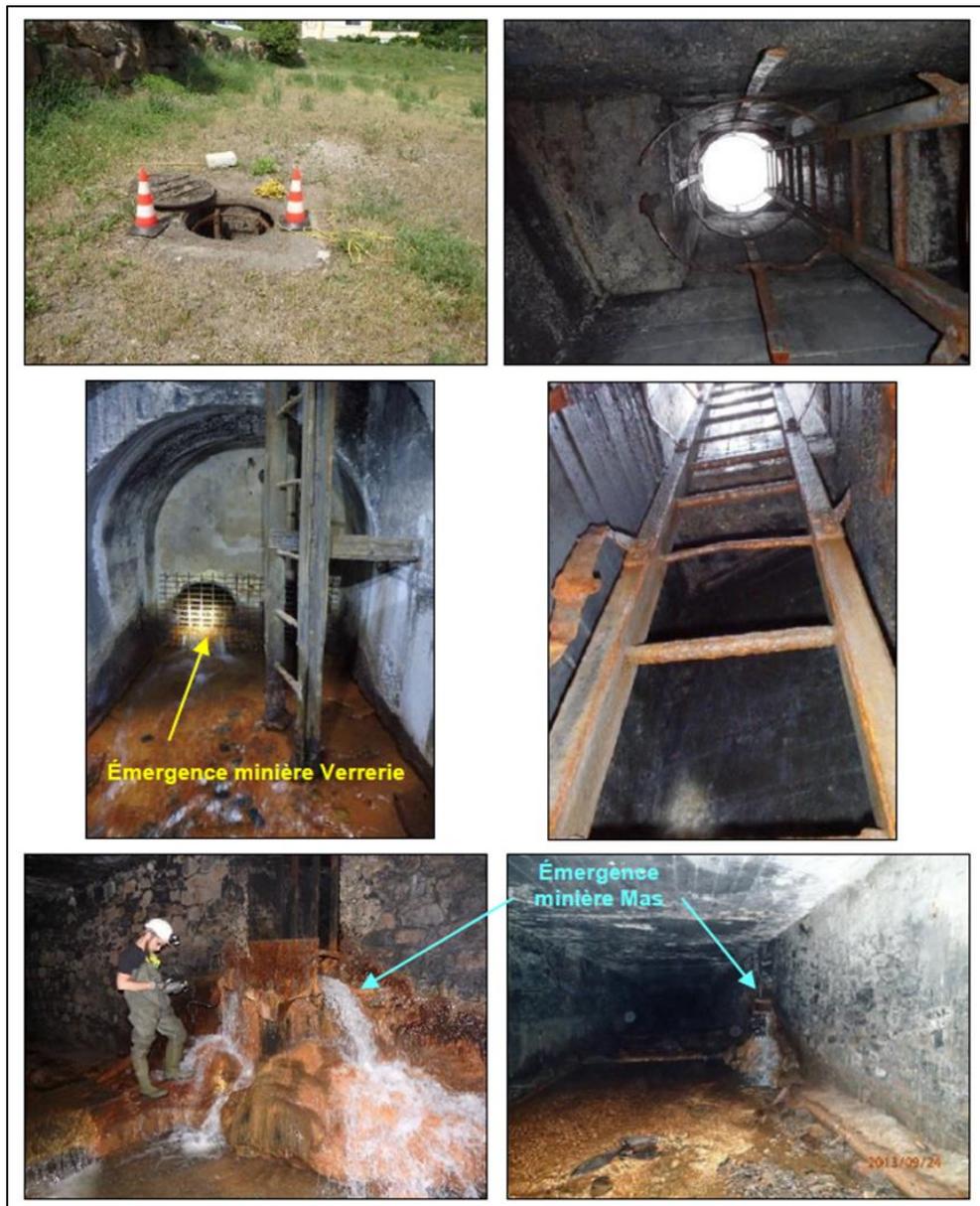


Figure 11 : Vue du regard d'accès aux émergences minières de la Verrerie et du Mas Blanc (en haut à gauche), de l'échelle d'accès (en haut à droite et au milieu à droite), de l'émergence minière de la Verrerie (au milieu à gauche) et de l'émergence minière du Mas Blanc (en bas) - Source : Hoang, 2019.



Figure 12 : Vues des émergences de Chalmeton (en haut), Silhol (au milieu) et Sainte-Barbe (en bas) : grilles d'accès avant (à gauche) et après travaux (à droite) - Source : Hoang, 2019.

## 2.2. RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENT DE L'AVEYRON (12) - BASSIN HOILLER DE DECAZEVILLE

Le département de l'Aveyron (12) compte 11 émergences minières surveillées par le BRGM/DPSM en 2017. L'illustration ci-dessous permet de les localiser au sud de Decazeville située au nord-ouest du département.

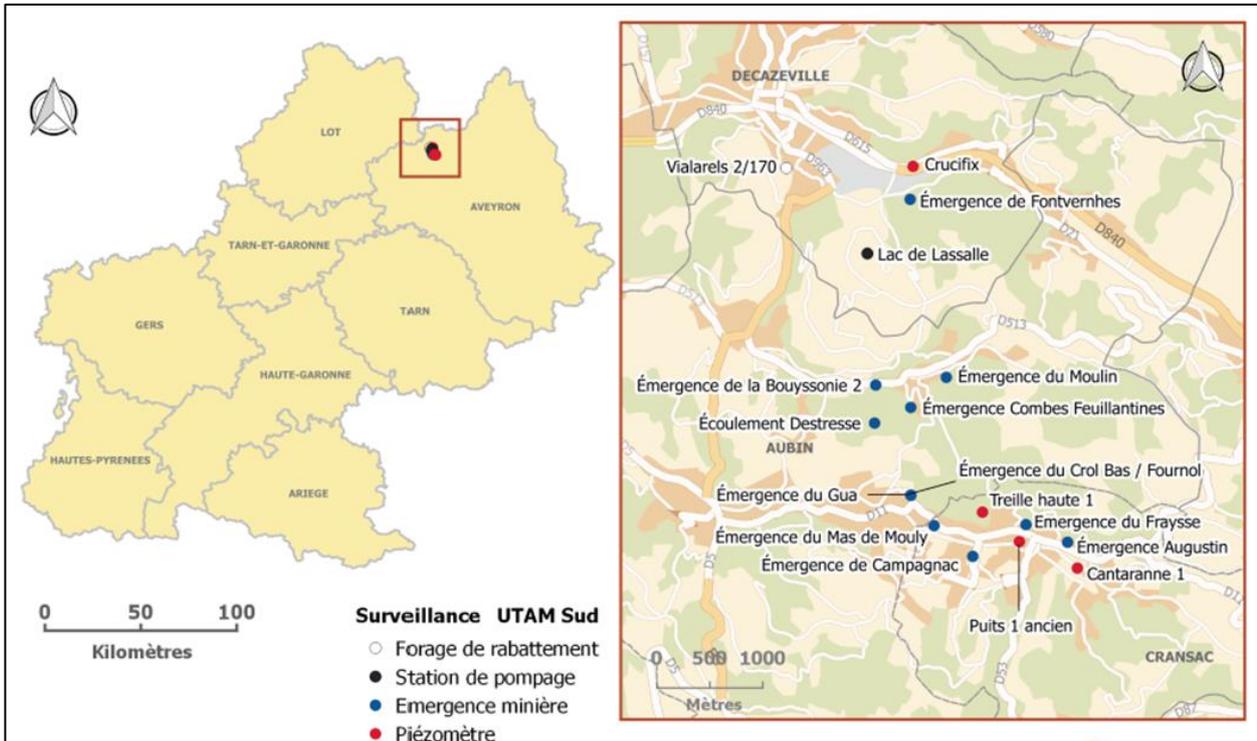


Figure 13 : Localisation des 11 émergences minières surveillées en 2017 dans le département de l'Aveyron (Mauroux et Nédellec, 2018).

Quatre autres émergences sont connues du BRGM/DPSM :

- « Écoulement du Bois Noir et La Peyrade » (commune d'Aubin) ;
- « Tunnel de Tramont 1 Côté Firmi » (commune d'Aubin) ;
- « Écoulement des Bézalgues » (commune de Cransac) ;
- « Maison de la Presse » (commune de Decazeville).

Les surveillances des trois premières émergences ont été arrêtées suite à l'étude de revisitation de la surveillance du bassin houiller de l'Aveyron (Defossez *et al.*, 2013). Les débits connus de ces émergences étaient très faibles, inférieurs à 1 m<sup>3</sup>/h. D'autre part, l'origine minière de l'émergence « Maison de la Presse » n'aurait jamais été établie et aucun écoulement n'aurait jamais été observé. Ces émergences n'ont donc pas été prises en compte dans le cadre de cette étude.

### 2.2.1. Contexte minier du site

Le **bassin houiller de Decazeville** se situe à l'intersection de deux failles majeures (le Sillon houiller du Massif Central et la faille d'Argentat) visibles au nord immédiat de Decazeville sur l'illustration ci-dessous.

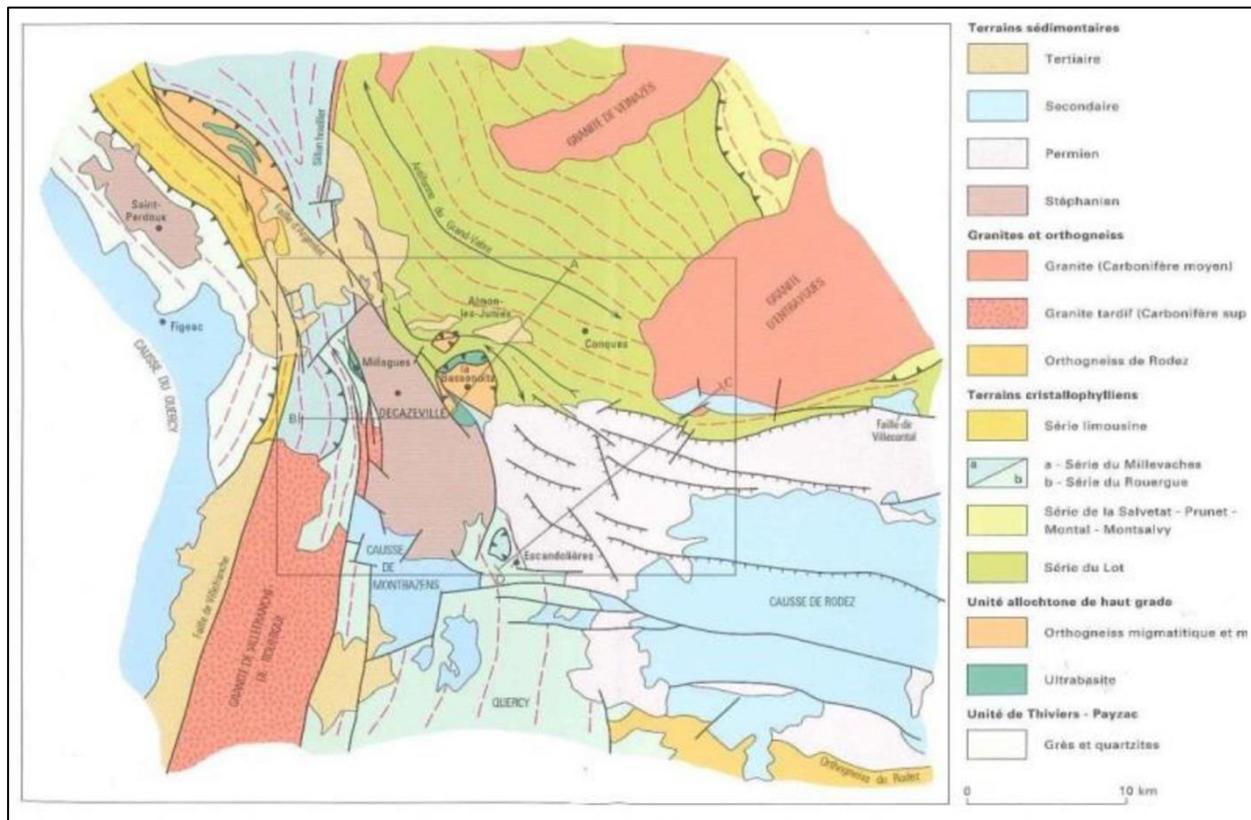


Figure 14 : Contexte géologique du bassin houiller de Decazeville (Roig et al., 2001).

Le **charbon des formations houillères du Stéphanien** (Carbonifère - Primaire) se trouve dans une structure géologique complexe (Roig *et al.*, 2001 - Notice explicative), comportant cinq niveaux lithologiques et sédimentologiques distincts, du plus ancien au plus récent : les assises de Brayes et d'Auzits (au sein desquelles s'intercale un complexe volcanique), du Banel, de Campagnac et de Bourran.

Le remplissage de ce bassin sédimentaire continental par des matériaux détritiques (fluviaux) représenterait une épaisseur totale de 1 800 m. Les couches ou faisceaux charbonneux d'épaisseurs très variables (quelques mètres à quelques dizaines de mètres) sont décrits au sein des assises d'Auzits, du Banel, de Campagnac et de Bourran (Défossez *et al.*, 2013). Les deux dernières contiennent également des bancs de carbonate de fer (sidérite) dont l'exploitation est à l'origine du développement de la métallurgie locale (Bézégues-Courtade, 2015).

L'exploitation de la houille connue localement depuis 14<sup>ème</sup> siècle, a connu un essor industriel associée à la métallurgie à partir de 1826 (création des « Houillères et Fonderies de l'Aveyron » par le duc Decazes) et son apogée au début du 20<sup>ème</sup> siècle. L'activité minière du charbon est dissociée de la métallurgie en 1946 (nationalisation et création de Charbonnages de France), **l'exploitation souterraine (déficitaire) cesse en 1966** et celles à ciel ouvert (« découvertes ») en 2001. Au total, 110 millions de tonnes de charbon auraient été extraits en 170 ans d'exploitation et plus de 200 puits auraient été forés (Défossez *et al.*, 2013).

## 2.2.2. Caractéristiques des 11 émergences du département de l'Aveyron (12) surveillées par le BRGM/DPSM

Suite à un réexamen de la surveillance du bassin houiller de l'Aveyron (Defossez *et al.*, 2013), la fréquence des visites, initialement semestrielle, a été réduite à un contrôle par an à partir de 2015.

Les 11 émergences surveillées du département de l'Aveyron sont principalement localisées sur les communes d'Aubin (6) et de Cransac (4) situées au sud immédiat de la commune de Decazeville, dans un rayon d'environ 5 km (cf. Figure 13). Une seule émergence est suivie sur la commune de Decazeville.

Chaque émergence est alimentée essentiellement par l'infiltration d'une partie des eaux de pluie sur son unité hydrogéologique (Défossez *et al.*, 2013), bien déterminée, correspondant à des réservoirs miniers individualisés. Leurs emprises s'avèrent très réduites en surface (Bézelgues-Courtade, 2018), ce qui explique les valeurs de débit extrêmement faibles mesurées pour l'ensemble de ces émergences du bassin houiller de Decazeville.

À titre d'exemple, l'emprise du réservoir minier de Destresse (et la position de son émergence) est localisée sur la carte ci-dessous.

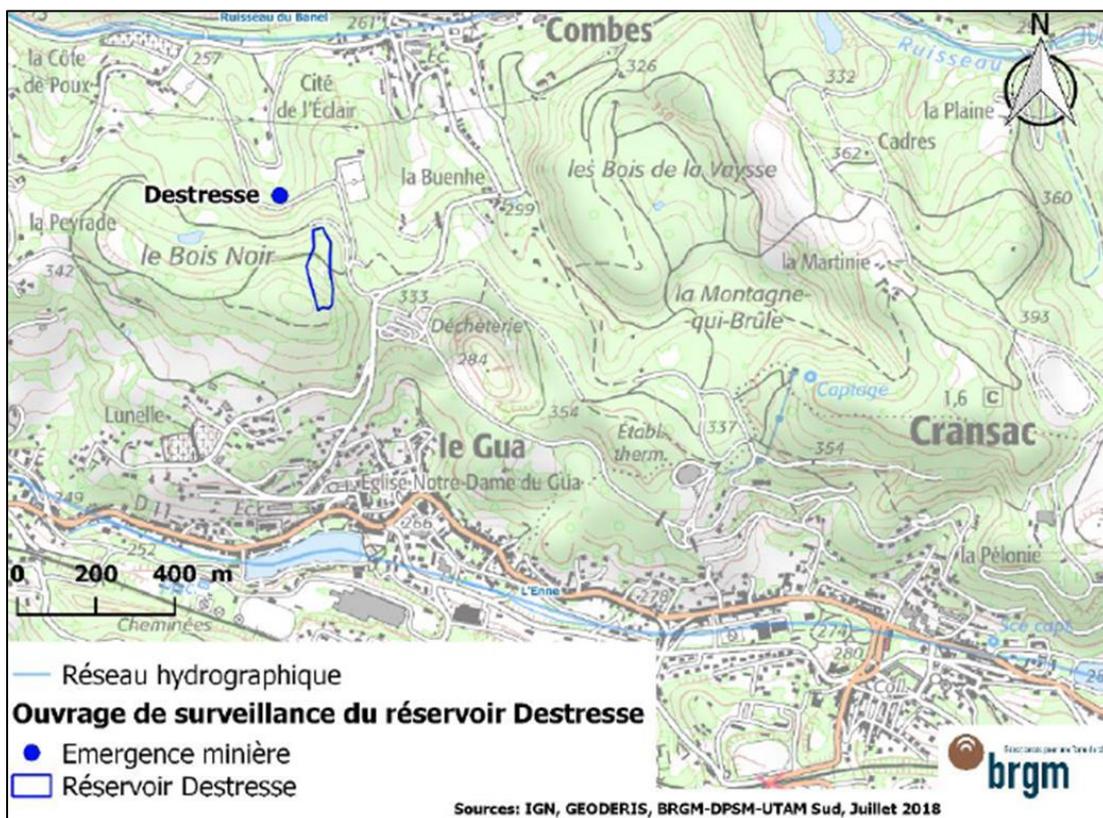


Figure 15 : Localisation du réservoir minier de Destresse et de son émergence.

### ➤ **Écoulement Destresse (commune d'Aubin)**

Les données de suivi de cette émergence ne sont disponibles véritablement que depuis 2015. Elles montrent un **débit moyen extrêmement faible (0,3 m<sup>3</sup>/h)**, une **température moyenne de 12,6 °C** (variant de 11,3 à 15 °C) et un pH acide (moyenne de 3,5).

Écoulement Destresse						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
11/03/2013		11,3	2450	2,9		
18/09/2013						
04/03/2014						
01/07/2014						
16/04/2015		11,8	4090	3,1		
26/04/2016		11,8	3820	2,9		
11/05/2017	0,71	12,0	1609	6,2	58,6	-3,5
09/08/2017	0,00	15,0	3620	3,0	2,9	382,0
03/04/2018	0,17	13,5	2835	2,7		378,6
<b>minimum</b>	<b>0,00</b>	<b>11,3</b>	<b>1609</b>	<b>2,7</b>	<b>2,9</b>	<b>-3,5</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,29</b>	<b>12,6</b>	<b>3071</b>	<b>3,5</b>	<b>30,8</b>	<b>252,4</b>
<b>maximum</b>	<b>0,71</b>	<b>15,0</b>	<b>4090</b>	<b>6,2</b>	<b>58,6</b>	<b>382,0</b>

Tableau 18 : Données mesurées in situ au niveau de l'écoulement Destresse.

➤ **Émergence de la Combe Feuillantines (commune d'Aubin)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **Les valeurs moyennes du débit (1,1 m<sup>3</sup>/h) et de la température (12,1 °C) sont faibles.**

Émergence de la Combe Feuillantines								
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)		
28/05/2009	1,5	15,1	2080	6,0				
09/11/2009	0,2	10,1	2400	6,5				
09/06/2010	1,2	14,7	1710	5,7				
16/11/2010	1,0	13,8	1830	6,0				
05/05/2011	0,1	13,4	2910	7,5				
08/03/2012	1,8	7,8	1657	6,7				
11/03/2013	1,8	10,6	772	6,2				
18/09/2013		14,3	2540	6,2				
04/03/2014		9,8	765	6,4				
01/07/2014		0,1						
16/04/2015	1,0	11,9	1718	6,3				
26/04/2016	2,3	12,4	1413	6,1				
31/01/2017	0,5	12,0	1344	7,0			99,0	-150,0
11/04/2017	0,7	12,0	1609	6,2			58,6	-3,5
03/04/2018	2,6	11,2	915	6,1				33,0
<b>minimum</b>	<b>0,1</b>	<b>7,8</b>	<b>765</b>	<b>5,7</b>			<b>58,6</b>	<b>-150,0</b>
<b>moyenne</b>	<b>1,1</b>	<b>12,1</b>	<b>1690</b>	<b>6,4</b>	<b>78,8</b>	<b>-40,2</b>		
<b>maximum</b>	<b>2,6</b>	<b>15,1</b>	<b>2910</b>	<b>7,5</b>	<b>99,0</b>	<b>33,0</b>		

Tableau 19 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la Combe Feuillantines.

➤ **Émergence du Crol Bas (commune d'Aubin)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est extrêmement faible (0,4 m<sup>3</sup>/h). La température moyenne est de 17,9 °C, variant de 15,2 à 20,2 °C.**

Émergence du Crol Bas						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009		19,8	4980	6,5		
09/06/2010	0,3	18,5	4180	6,4		
16/11/2010	0,2	15,2	4090	6,2		
05/05/2011	0,4	20,2	3350	8,0		
27/09/2011	0,6	18,6	4120	6,4		
08/03/2012		16,4	3480	6,5		
05/09/2012		18,9	1315	6,4		
11/03/2013	0,1	15,9	2620	6,7		
18/09/2013		17,9	3820	6,6		
04/03/2014		15,7	4170	6,5		
16/04/2015	1,2	18,6	4370	6,4		
27/04/2016		17,6	4200	6,3		
11/04/2017	0,0	17,8	4500	6,5	30,8	-64,2
03/04/2018		19,4	4008	6,4		-68,0
<b>minimum</b>	<b>0</b>	<b>15,2</b>	<b>1315</b>	<b>6,2</b>		<b>-68</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,4</b>	<b>17,9</b>	<b>3800</b>	<b>6,6</b>	<b>30,8</b>	
<b>maximum</b>	<b>1,2</b>	<b>20,2</b>	<b>4980</b>	<b>8,0</b>		<b>-64,2</b>

Tableau 20 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Crol Bas.

➤ **Émergence du Gua (commune d'Aubin)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est extrêmement faible (0,2 m<sup>3</sup>/h). La température moyenne est de 15,2 °C.**

Émergence du Gua						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009	0,1	17,9	3040	6,5		
09/11/2009	0,1	14,8	3600	6,5		
09/06/2010	0,1	17,0	3450	6,2		
16/11/2010	0,2	15,7	3360	6,5		
05/05/2011	0,1	19,0	3910	8,2		
27/09/2011	0,5	17,9	3980	6,4		
08/03/2012		13,8	3480	6,5		
05/09/2012		18,6	1300	6,6		
11/03/2013	0,1	16,2	2780	6,4		
01/07/2014	0,1					
16/04/2015	0,1	14,9	3490	6,7		
27/04/2016	0,8	15,5	3500	6,6		
11/04/2017	0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,00
03/04/2018		16,2	2760	6,7		-31,50
<b>minimum</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>-31,50</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,2</b>	<b>15,2</b>	<b>2973</b>	<b>6,1</b>	<b>0,00</b>	
<b>maximum</b>	<b>0,8</b>	<b>19,0</b>	<b>3980</b>	<b>8,2</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tableau 21 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Gua

➤ **Émergence du Moulin (commune d'Aubin)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est faible (4,4 m<sup>3</sup>/h). La température moyenne est de 14,7 °C.**

Émergence du Moulin						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009	3,0	15,6	3210	6,4		
09/11/2009	3,2	12,7	2950	6,3		
09/06/2010	3,6	15,1	2660	6,6		
16/11/2010	3,6	14,8	2710	6,4		
05/05/2011	4,0	18,0	2620	7,8		
27/09/2011	2,4	15,0	2800	5,9		
08/03/2012	1,4	13,8	2900	5,1		
05/09/2012	4,3	15,6	1650	6,3		
11/03/2013	4,5	14,3	1850	5,9		
18/09/2013	1,8	14,4	2400	6,1		
04/03/2014	9,7	13,3	2920	6,1		
01/07/2014	1,7	15,4	2940	6,1		
16/04/2015	1,6	14,6	2930	5,9		
26/04/2016	9,5	13,8	3030	6,0		
12/04/2017	7,0	14,1	2900	6,0	57,40	22,50
03/04/2018	8,7	14,2	2355	5,9		28,30
<b>minimum</b>	<b>1,4</b>	<b>12,7</b>	<b>1650</b>	<b>5,1</b>		<b>22,50</b>
<b>moyenne</b>	<b>4,4</b>	<b>14,7</b>	<b>2677</b>	<b>6,2</b>		<b>25,40</b>
<b>maximum</b>	<b>9,7</b>	<b>18,0</b>	<b>3210</b>	<b>7,8</b>		<b>28,30</b>

Tableau 22 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Moulin.

➤ **Émergence de la Bouyssonie 2 (commune d'Aubin)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est faible (2,3 m<sup>3</sup>/h)**, avec de rares valeurs pouvant atteindre près de 10 m<sup>3</sup>/h (mesures de septembre 2012 et mars 2014). **La température moyenne serait de 20,3 °C mais les valeurs supérieures à 20 °C (voire 30 °C) semblent totalement anormales**, relevant probablement d'une incohérence de certaines données entre 2010 et 2014. Il en est de même pour les valeurs de pH aberrantes (supérieures à 14).

Émergence de la Bouyssonie 2						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009	1,8	14,0	2540	3,2		
09/11/2009	0,5	11,0	2820	3,6		
25/03/2010		20,0		7,0		
09/06/2010	0,6	15,1	1895	3,2		
16/06/2010		21,0		8,0		
15/09/2010		22,0		9,0		
16/11/2010	0,8	13,0	1780	3,4		
14/12/2010		23,0		10,0		
30/03/2011		24,0		11,0		
05/05/2011	0,5	13,8	2360	5,8		
28/06/2011		25,0		12,0		
27/09/2011	0,3	16,4	2390	6,2		
28/09/2011		26,0		13,0		
09/12/2011		27,0		14,0		
08/03/2012	0,9	8,1	1400	6,9		
05/09/2012	10,8	17,9	3860	7,2		
19/02/2013		28,0		15,0		
11/03/2013	3,6	11,5	1143	7,2		
16/05/2013		29,0		16,0		
18/09/2013	0,4	14,5	2690	2,6		
26/09/2013		30,0		17,0		
05/12/2013		31,0		18,0		
20/02/2014		32,0		19,0		
04/03/2014	9,3	10,4	1413	3,7		
26/06/2014		33,0		20,0		
01/07/2014	0,5	13,7	3000	3,0		
02/09/2014		34,0		21,0		
13/11/2014		35,0		22,0		
16/04/2015	0,9	12,2	2280	3,1		
26/04/2016		12,0	2130	3,1		
11/04/2017	0,0	12,7	2420	3,1	86,10	493,1
03/04/2018	3,4	12,2	1499	2,7		504,2
<b>minimum</b>	<b>0,0</b>	<b>8,1</b>	<b>1143</b>	<b>2,6</b>		<b>493,1</b>
<b>moyenne</b>	<b>2,3</b>	<b>20,3</b>	<b>2226</b>	<b>9,4</b>		<b>498,7</b>
<b>maximum</b>	<b>10,8</b>	<b>35,0</b>	<b>3860</b>	<b>22,0</b>		<b>504,2</b>

Tableau 23 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de La Bouyssonie 2 (valeurs incohérentes de température et de pH).

➤ **Émergence Augustin (commune de Cransac)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est très faible (1,2 m<sup>3</sup>/h). La température apparait par contre élevée avec une moyenne est de 24,6 °C, variant de 22 à 27 °C.**

Émergence Augustin						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009	0,6	26,6	7470	6,5		
09/11/2009	0,6	25,4	7980	6,6		
09/06/2010	1,0	25,0	7760	6,5		
16/11/2010	1,6	25,0	7820	6,7		
05/05/2011	1,0	25,0	8190	7,6		
27/09/2011	1,4	24,1	8710	6,9		
08/03/2012	0,6	22,5	2810	6,6		
05/09/2012	1,2	23,7	5600	6,6		
11/03/2013	0,6	22,0	4510	7,2		
18/09/2013		24,0	7670	6,3		
04/03/2014		24,0	7840	6,5		
01/07/2014		27,0	7500	6,5		
16/04/2015	2,0	26,3	7700	6,4		
26/04/2016	1,4	24,3	6010	6,8		
10/04/2017					12,0	45,0
11/04/2017	1,1	25,0	8200	7,0	83,4	-80,2
03/04/2018	2,0	24,4	7435	6,5		-13,3
<b>minimum</b>	<b>0,6</b>	<b>22,0</b>	<b>2810</b>	<b>6,3</b>	<b>12,0</b>	<b>-80,2</b>
<b>moyenne</b>	<b>1,2</b>	<b>24,6</b>	<b>7075</b>	<b>6,7</b>		<b>-16,2</b>
<b>maximum</b>	<b>2,0</b>	<b>27,0</b>	<b>8710</b>	<b>7,6</b>	<b>83,4</b>	<b>45,0</b>

Tableau 24 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence Augustin.

➤ **Émergence de Campagnac (commune de Cransac)**

Très peu de données de surveillance sont disponibles pour cette émergence. Le **débit extrêmement faible (0,1 m<sup>3</sup>/h)** permet d'indiquer une **température moyenne de l'émergence de 13,4 °C**.

Émergence de Campagnac						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009		14,8		7,6		
09/11/2009						
09/06/2010						
16/11/2010						
05/05/2011						
27/09/2011						
08/03/2012						
05/09/2012						
11/03/2013	0,10	13,2		6,5		
18/09/2013						
04/03/2014		10,5		7,6		
01/07/2014	0,10					
16/04/2015		13,8		7,5		
26/04/2016		14		7,5		
11/04/2017	0,00	13,5	1729	7,6	22	-150
03/04/2018		14,3	1371	7,5		-153,7
<b>minimum</b>	<b>0</b>	<b>10,5</b>	<b>1371</b>	<b>6,5</b>	<b>22</b>	<b>-153,7</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,1</b>	<b>13,4</b>	<b>1550</b>	<b>7,4</b>		
<b>maximum</b>	<b>0,1</b>	<b>14,8</b>	<b>1729</b>	<b>7,6</b>	<b>22</b>	<b>-150</b>

Tableau 25 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de Campagnac.

➤ **Émergence du Fraysse (commune de Cransac)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est de 6,6 m<sup>3</sup>/h**, avec quelques valeurs proches de 10 m<sup>3</sup>/h depuis 2012 et une valeur maximale de 13,8 m<sup>3</sup>/h relevée lors de la dernière visite d'avril 2018. **La température est relativement élevée avec une moyenne de 22,9 °C, variant de 20,5 à 25 °C.**

Émergence du Fraysse						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009		21,7	3510	7,1		
09/11/2009						
09/06/2010	5,0	23,0	3640	6,9		
16/11/2010	4,1	22,0	3720	7,1		
05/05/2011	6,0	25,0	3580	8,1		
27/09/2011	7,2	22,7	3770	7,2		
08/03/2012						
05/09/2012	11,0	24,3	2930	6,8		
11/03/2013	9,0	22,0	2525	6,9		
18/09/2013	1,3	23,5	3560	7,3		
04/03/2014		22,5	3340	7,1		
01/07/2014	5,7	23,9	3580	7,1		
16/04/2015	9,9	23,4	3440	7,1		
27/04/2016		20,5	3400	7,1		
10/04/2017					12	12
11/04/2017	0,0	23,2	3650	7,1	88	-86
03/04/2018	13,8	22,8	3178	7,0		-72
<b>minimum</b>	<b>0</b>	<b>20,5</b>	<b>2525</b>	<b>6,8</b>	<b>12</b>	<b>-86</b>
<b>moyenne</b>	<b>6,6</b>	<b>22,9</b>	<b>3416</b>	<b>7,1</b>	<b>50</b>	<b>-49</b>
<b>maximum</b>	<b>13,8</b>	<b>25</b>	<b>3770</b>	<b>8,1</b>	<b>88</b>	<b>12</b>

Tableau 26 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Fraysse.

➤ **Émergence du Mas de Mouly (commune de Cransac)**

Les données du suivi disponibles depuis 2010 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est très faible (0,8 m<sup>3</sup>/h). La température moyenne est de 15,1 °C, variant de 11,4 à 17,8 °C.**

Émergence du Mas de Mouly						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
09/06/2010	0,1	16,6	1130	7,0		
16/11/2010	0,3	14,8	1210	6,8		
05/05/2011	0,3	17,8	1190	8,0		
27/09/2011	0,6	15,7	1132	5,9		
08/03/2012	1,1	13,0	1142	6,1		
05/09/2012	1,0	17,7	1005	6,3		
11/03/2013	0,1	14,3	612	6,4		
18/09/2013	1,5	14,6	1040	6,9		
04/03/2014		11,4	1168	6,1		
01/07/2014	0,5	15,9	1216	6,5		
16/04/2015		14,9	1208	6,0		
26/04/2016		14,7	1206	5,8		
11/04/2017	0,0	14,7	1267	6,0	34	20,6
03/04/2018	3,2	14,8	891	6,0		32,2
<b>minimum</b>	<b>0,0</b>	<b>11,4</b>	<b>612</b>	<b>5,8</b>		<b>20,6</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,8</b>	<b>15,1</b>	<b>1101</b>	<b>6,4</b>		<b>26,4</b>
<b>maximum</b>	<b>3,2</b>	<b>17,8</b>	<b>1267</b>	<b>8,0</b>		<b>32,2</b>

Tableau 27 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du Mas de Mouly.

➤ **Émergence de Fontvernhes (commune de Decazeville)**

Les données du suivi disponibles depuis 2009 sont reportées dans le tableau ci-dessous. **La valeur moyenne du débit est très faible (1,2 m<sup>3</sup>/h). La température apparait par contre élevée avec une moyenne est de 24,6 °C, variant de 22 à 27 °C.**

Émergence de Fontvernhes						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
28/05/2009	0,5	16,5	4220	7,5		
09/11/2009	0,4	13,4	3700	7,9		
09/06/2010						
16/11/2010						
05/05/2011						
27/09/2011						
08/03/2012						
05/09/2012						
11/03/2013						
18/09/2013						
04/03/2014		13,4	1787	6,9		
01/07/2014	0,1	17,2	4160	7,8		
16/04/2015	0,0	14,8	2970	7,6		
27/04/2016	0,4	12,1	1998	7,4		
12/04/2017	0,1	9,6	1732	7,9	100,3	49,3
04/04/2018	0,5	12,4	1048	7,3		165,4
<b>minimum</b>	<b>0,0</b>	<b>9,6</b>	<b>1048</b>	<b>6,9</b>	<b>100,3</b>	<b>49,3</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,3</b>	<b>13,7</b>	<b>2702</b>	<b>7,5</b>	<b>100,3</b>	<b>107,4</b>
<b>maximum</b>	<b>0,5</b>	<b>17,2</b>	<b>4220</b>	<b>7,9</b>	<b>100,3</b>	<b>165,4</b>

Tableau 28 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de Fontvernhes.

### 2.2.3. Informations complémentaires relatives à la surveillance du bassin houiller de Decazeville

En complément, le compte-rendu d'activités du BRGM/DPSM pour l'année 2017 en région Occitanie (Mauroux et Nédellec, 2018) précise les informations relatives à la surveillance du bassin houiller de Decazeville, notamment, qui comporte également (mais pas seulement) le suivi de **quatorze exutoires de gaz de mine implantés sur les communes de Combes (4) et Cransac (10)**, ainsi que le suivi des installations hydrauliques de sécurité (IHS) suivantes :

- un **forage de rabattement** (noté Vialarels 2/170 ; cf. Figure 13) qui permet de garantir depuis 2007 la sécurité du quartier Vialarels à Decazeville vis-à-vis des phénomènes de remontée de la nappe minière. La pompe immergée dans le forage (pouvant débiter 24 m<sup>3</sup>/h) s'enclenche lorsque le niveau piézométrique atteint la cote + 209 m NGF, ce qui n'a jamais été le cas en 2017 ;
- **quatre piézomètres** qui permettent de suivre depuis 2007 le niveau de la nappe minière dans les réservoirs miniers de Bourran-Lassalle (forage de Crucifix à Decazeville) et Banel (Puits 1 ancien, Treille haute 1 et Cantaranne 1) ;

- une **station de pompage du lac de Lasalle** (plan d'eau artificiel résultant du remplissage de la cavité correspondant à la découverte Bourran-Lasalle suite à l'arrêt de l'exploitation du charbon) qui permet de maintenir son niveau autour de la cote + 195 m NGF depuis octobre 2007 ;

Les volumes pompés annuellement (bien corrélés à la pluviométrie du secteur) et les débits moyens annuels correspondants sont indiqués dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 29). Depuis 2009, le débit interannuel est évalué à 72 m<sup>3</sup>/h.

En 2017, les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface du lac sont restées relativement stables et cohérentes par rapport aux années précédentes, avec notamment une température voisine de 20 °C en fin d'été et entre 5 et 10 °C en début d'hiver.

Année	Volume prélevé annuel (m <sup>3</sup> )	Pluviométrie annuelle (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /h)
2009	801 589	777	92
2010	587 983	752	67
2011	415 201	692	47
2012	522 056	729	60
2013	701 334	1 117	80
2014	757 773	804	87
2015	555 374	691	63
2016	751 461	953	86
2017	561 293	800	64

Tableau 29 : Bilan interannuel des volumes et débits de la station de pompage du lac Lassalle (bassin houiller de l'Aveyron).



### 2.3.1. Contexte minier du site

Dans le département de l'Hérault, le **charbon des formations du Stéphanien** (Carbonifère - Primaire) se trouve dans le **Sillon houiller de Graissessac** qui affleure à quelques kilomètres au nord de Bédarieux (cf. Figure 17). Ce bassin sédimentaire fluviolacustre s'étend d'est en ouest sur une trentaine de kilomètres et sur deux kilomètres environ du nord au sud.

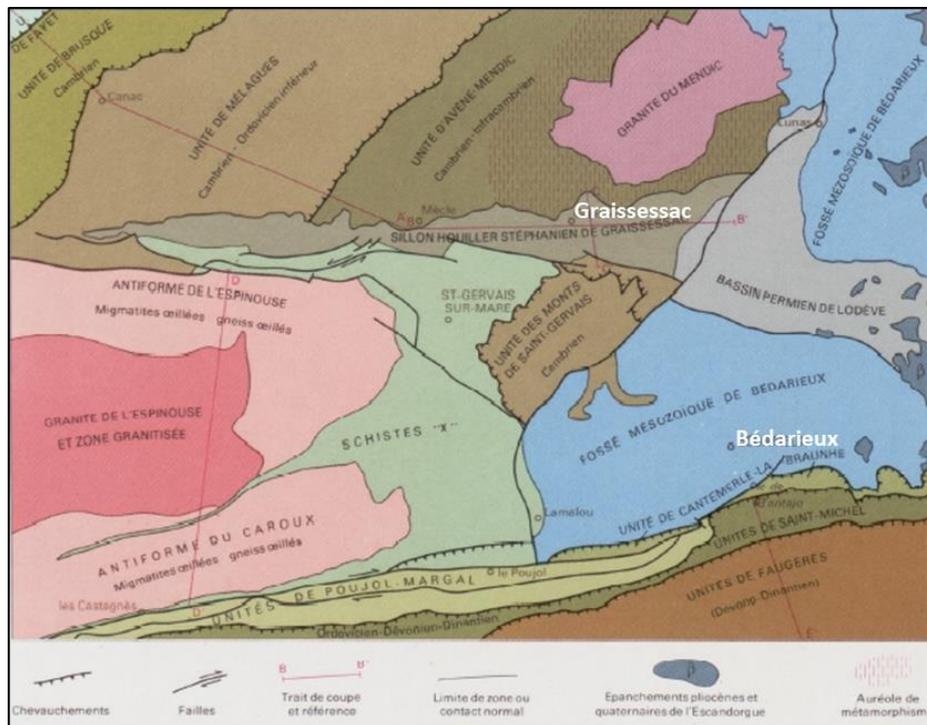
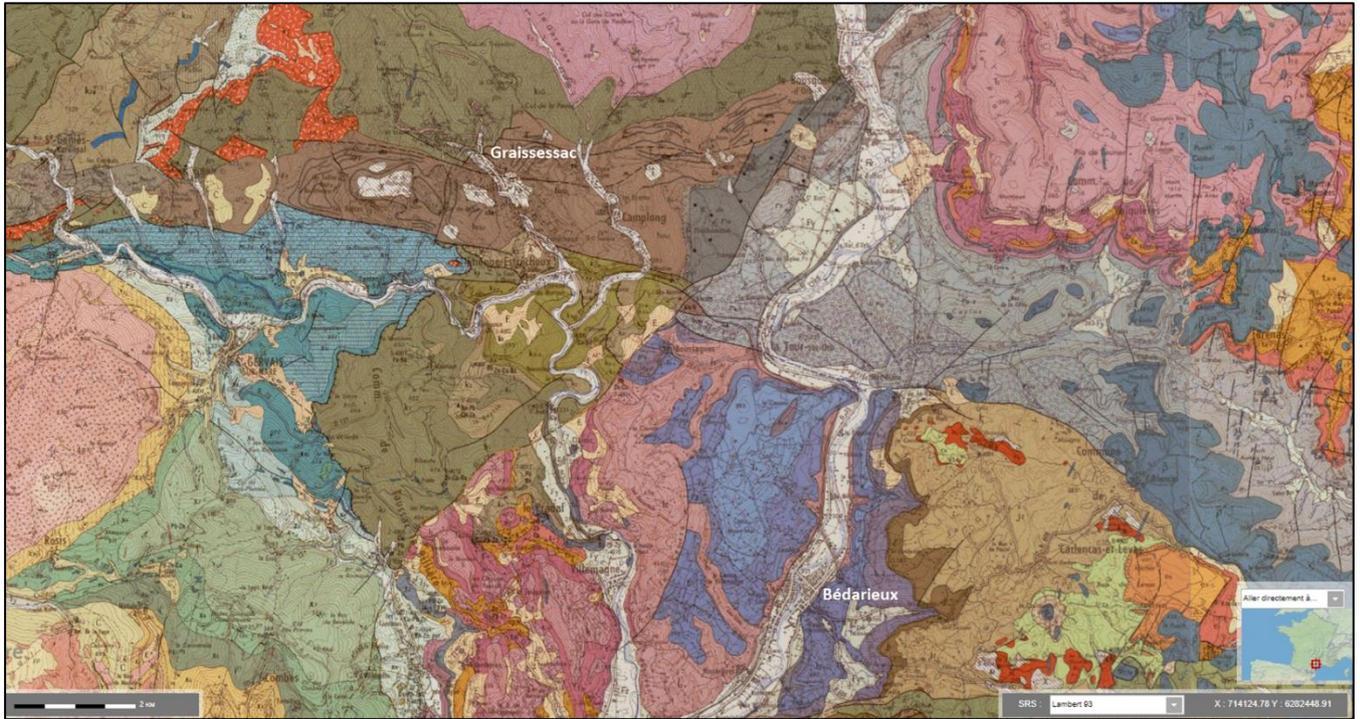


Figure 17 : Contexte géologique du bassin houiller de Graissessac dans le département de l'Hérault (Becq-Giraudon et al., 1982).

D'un point de vue historique, l'exploitation de la houille, connue localement depuis le 13<sup>ème</sup> siècle, se développe de manière industrielle au début du 18<sup>ème</sup> siècle et connaît son apogée en 1958. 26 millions de tonnes de charbon auraient été extraites sur la **période d'exploitation souterraine qui cesse véritablement en 1967**.

### 2.3.2. Caractéristiques des quatre émergences du département de l'Hérault (34)

La rivière Le Clédou qui traverse le bourg de Graissessac marque une frontière hydraulique entre des travaux miniers situés sur sa rive droite et ceux localisés sur sa rive gauche. Les réservoirs miniers « Rive Droite » et « Rive Gauche » sont considérés comme indépendants d'un point de vue hydrogéologique.

Quatre émergences sont suivies dans le cadre de la **surveillance semestrielle du bassin houiller de Graissessac** réalisée par le BRGM/ DPSM : l'émergence du travers-banc (TB) Grand Champ qui draine le réservoir minier « Rive Droite » et les émergences du TB 250, du puits Debay et du TB Franguille qui drainent le Réservoir Minier « Rive Gauche ».

#### ➤ **Émergence TB 250 (commune du Bousquet-d'Orb)**

Cette émergence se trouve à quelques kilomètres au nord de Bédarieux, sur la commune du Bousquet-d'Orb (cf. Figure 16).

Depuis 2009, **les données de la surveillance varient très fortement autour des valeurs moyennes du débit de 70 m<sup>3</sup>/h (variant de 18 à 144 m<sup>3</sup>/h), de température de 16,7 °C (de 14,7 à 19,3 °C), de conductivité de 1577 µS/cm (de 970 à 3650 µS/cm)**. Le pH est relativement stable (moyenne de 7).

La fiche de visite du site renseignée régulièrement par les agents du BRGM/DPSM indique une minéralisation relativement forte (1 à 1,5 g/L) liée essentiellement à des teneurs en sulfates (550 mg/L), calcium (200 mg/L) et magnésium (130 mg/L). Les teneurs en fer et manganèse sont respectivement de l'ordre de 3 et 0,5 mg/L.

Travers Banc 250						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
24/03/2009	72	14,7	1664	7,1		
30/09/2009	36	15,3	1683	6,4		
29/04/2010	72	15,9	1298	7,4		
04/10/2010	36	17,5	1350	7,4		
21/04/2011	110	16,8	1283	6,8		
17/11/2011	120	16,1	970	7,1		
18/04/2012	36	16,3	1262	7,1		
07/12/2012	108	15,1	3650	7,8		
04/07/2013	144	18,3	1430	7,3		
13/09/2013	18	16,9	1870	7,5		
21/05/2014	140	16,8	1577	6,9	41	85
01/10/2014		17,8	1584	7,0	38	-40
16/03/2015	66	16,6	1680	7,4	88	-3
23/07/2015	47	19,3	1655	7,0		72
18/04/2016	66	16,9	1502	7,0	71	59
26/10/2016	68	16,8	1471	6,6	14	0
08/03/2017		16,4	1531	6,8	39	1
15/11/2017	33	16,6	1483	7,0	65	77
05/06/2018		16,9	1525	6,6		7
05/09/2018	25	16,9	1508	6,7		140
26/03/2019	65	16,7	1137	7,0		198
<b>minimum</b>	<b>18</b>	<b>14,7</b>	<b>970</b>	<b>6,4</b>	<b>14</b>	<b>-40</b>
<b>moyenne</b>	<b>70</b>	<b>16,7</b>	<b>1577</b>	<b>7,0</b>	<b>51</b>	<b>54</b>
<b>maximum</b>	<b>144</b>	<b>19,3</b>	<b>3650</b>	<b>7,8</b>	<b>88</b>	<b>198</b>

Tableau 30 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence TB 250.

L'illustration ci-dessous permet de visualiser les deux canalisations par lesquelles l'émergence de la galerie du TB 250 s'écoule, ainsi que la canalisation provenant du puits Debay située à quelques mètres. Le caniveau d'évacuation vers l'Orb des eaux minières reçoit également les eaux du réseau d'eaux pluviales.

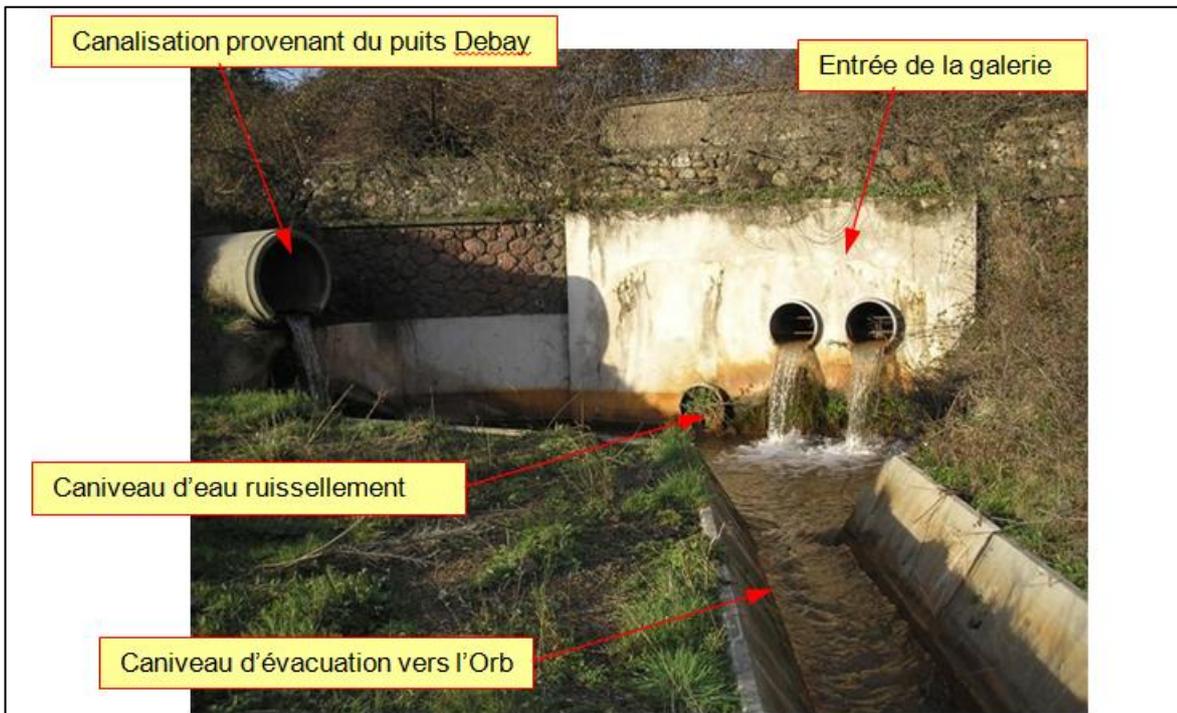


Figure 18 : Photographie des émergences du puits Debay (à gauche) et TB 250 (à droite).

➤ **Émergence du Puits Debay (commune du Bousquet-d'Orb)**

Située à quelques mètres de l'émergence TB 250 (cf. Figure 18), la surverse du puits Debay n'est suivie par le BRGM/DPSM que depuis 2016.

Les **valeurs moyennes du débit et de la température sont respectivement de 17 m<sup>3</sup>/h (variant de 10,2 à 31,5 m<sup>3</sup>/h) et de 17,7 °C.**

Puits Debay						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
18/04/2016	19,5	18,1	1824	7,3	95	15
26/10/2016	11,0	17,7	1805	7,2	72	-55
08/03/2017		17,1	1818	7,0		-35
15/11/2017	10,2					
05/06/2018	31,5	17,6	1903	7,0		-7
05/09/2018	16,3	18,3	1857	7,3		30
26/03/2019	13,6	17,2	1358	7,3		96
<b>minimum</b>	<b>10,2</b>	<b>17,1</b>	<b>1358</b>	<b>7,0</b>	<b>72</b>	<b>-55</b>
<b>moyenne</b>	<b>17,0</b>	<b>17,7</b>	<b>1761</b>	<b>7,2</b>	<b>83</b>	<b>7</b>
<b>maximum</b>	<b>31,5</b>	<b>18,3</b>	<b>1903</b>	<b>7,3</b>	<b>95</b>	<b>96</b>

Tableau 31 : Données mesurées in situ au niveau du Puits Debay.

➤ **Émergence TB Grand Champ (commune de Graissessac)**

Cette émergence se trouve à quelques kilomètres au nord-ouest de Bédarieux, sur la commune de Graissessac (cf. Figure 16).

Depuis 2009, **les données de la surveillance varient très fortement autour des valeurs moyennes du débit de 70 m<sup>3</sup>/h (variant de 18 à 144 m<sup>3</sup>/h), de température de 15,4 °C (de 13,8 à 16,6 °C), de conductivité de 1000 µS/cm (de 723 à 1168 µS/cm).** Le pH est relativement stable (moyenne de 6,9).

La fiche de visite du site renseignée régulièrement par les agents du BRGM/DPSM indique une minéralisation relativement faible (0,5 à 1 g/L) liée essentiellement à des teneurs en bicarbonates (500 mg/L), sulfates (220 mg/L) et calcium (120 mg/L). Les teneurs en fer et manganèse sont respectivement de l'ordre de 1,5 et 0,2 mg/L.

Travers Banc Grand Champ						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
24/03/2009	90	14,9	1084	6,7		
30/09/2009	60	15,1	1144	6,3		
29/04/2010	72	15,7	880	7,4		
04/10/2010	50	15,3	897	8,0		
21/04/2011	100	15,9	910	7,7		
17/11/2011	144	15,3	994	7,0		
18/04/2012	36	15,3	904	7,0		
07/12/2012	108	13,8	891	7,4		
04/07/2013	144	16,6	940	7,2		
13/09/2013	18	15,4	1168	7,0		
21/05/2014	63	15,5	1018	6,8	47	30
01/10/2014	36	15,8	1139	7,0	46	1
16/03/2015	63	15,4	1028	6,9	65	28
23/07/2015	49	16,3	1072	7,0		25
18/04/2016	85	15,4	1017	6,9	44	66
26/10/2016	57	15,5	1066	6,4	21	-115
08/03/2017		15,3	1080	6,6		55
15/11/2017	23	15,7	1032	6,5	41	29
05/06/2018		15,4	1008	6,4		110
05/09/2018		15,5	995	6,8		136
26/03/2019	62	15,2	723	6,9		66
<b>minimum</b>	<b>18</b>	<b>13,8</b>	<b>723</b>	<b>6,3</b>	<b>21</b>	<b>-115</b>
<b>moyenne</b>	<b>70</b>	<b>15,4</b>	<b>1000</b>	<b>6,9</b>	<b>44</b>	<b>39</b>
<b>maximum</b>	<b>144</b>	<b>16,6</b>	<b>1168</b>	<b>8,0</b>	<b>65</b>	<b>136</b>

Tableau 32 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence TB Grand Champ.

➤ **Émergence TB Frangouille (commune de la Tour-sur-Orb)**

Cette émergence se trouve à quelques kilomètres au nord de Bédarieux, sur la commune de La Tour-sur-Orb (cf. Figure 16).

Depuis 2011, **le débit mesuré est relativement faible avec une valeur moyenne de 11,3 m<sup>3</sup>/h (variant de 7,2 à 17 m<sup>3</sup>/h). La température varie très fortement entre 8,8 et 16,8 °C (moyenne de 14,7 °C).**

Travers Banc Frangouille						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
21/04/2011	9,0	16,8	1166	6,2		
17/11/2011	15,0	15,2	1193	7,1		
18/04/2012	9,0	14,5	1259	7,0		
07/12/2012	10,0	8,8	957	8,0		
04/07/2013	9,0	15,9	1210	7,3		
13/09/2013	7,2	15,0	770	7,1		
21/05/2014	12,5	14,9	1516	7,0	22	-78
01/10/2014	12,0	14,9	1460	7,2	48	-40
16/03/2015	17,0	14,6	1466	7,1	74	-70
23/07/2015	15,4	15,3	1535	7,1		-133
18/04/2016	9,9	14,8	1425	7,1	86	4
26/10/2016	8,3	14,8	1429	6,7	60	-20
08/03/2017	9,1	14,2	1196	7,0		24
15/11/2017	8,3	14,7	1400	7,0	88	-43
05/06/2018	8,9	15,1	1217	6,9		-5
05/09/2018	16,0	15,5	1338	7,1		40
26/03/2019	15,5	14,4	984	7,0		-43
<b>minimum</b>	<b>7,2</b>	<b>8,8</b>	<b>770</b>	<b>6,2</b>	<b>22</b>	<b>-133</b>
<b>moyenne</b>	<b>11,3</b>	<b>14,7</b>	<b>1266</b>	<b>7,0</b>	<b>63</b>	<b>-33</b>
<b>maximum</b>	<b>17,0</b>	<b>16,8</b>	<b>1535</b>	<b>8,0</b>	<b>88</b>	<b>40</b>

Tableau 33 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence TB Frangouille.

## 2.4. AUTRES ÉMERGENCES SUIVIES EN RÉGION OCCITANIE : DÉPARTEMENTS DE L'ARIÈGE (09) ET DE L'AUDE (11)

Pour information complémentaire, deux émergences présentées sommairement ci-dessous sont surveillées par le BRGM/DPSM en région Occitanie.

### 2.4.1. Département de l'Ariège (09) - District polymétallique des Pyrénées ariégeoises

Dans le département de l'Ariège, le BRGM/DPSM assure la surveillance du district polymétallique des Pyrénées ariégeoises (Nédellec, 2018) qui comprend les anciens sites miniers du Rancié (fer), de Sentein (zinc et plomb) et de **Salau (tungstène)**.

**Exploitée entre 1968 et 1986, l'ancienne mine de Salau** se trouve sur la commune de Couflens-Salau à une trentaine de kilomètres au sud de Saint-Girons (09), dans un secteur montagneux isolé. La route menant au lieu-dit « Las Molos d'Anglade » au sud du village de Salau, permet d'accéder au carreau de l'ancienne mine repéré à la cote + 1230 m NGF.

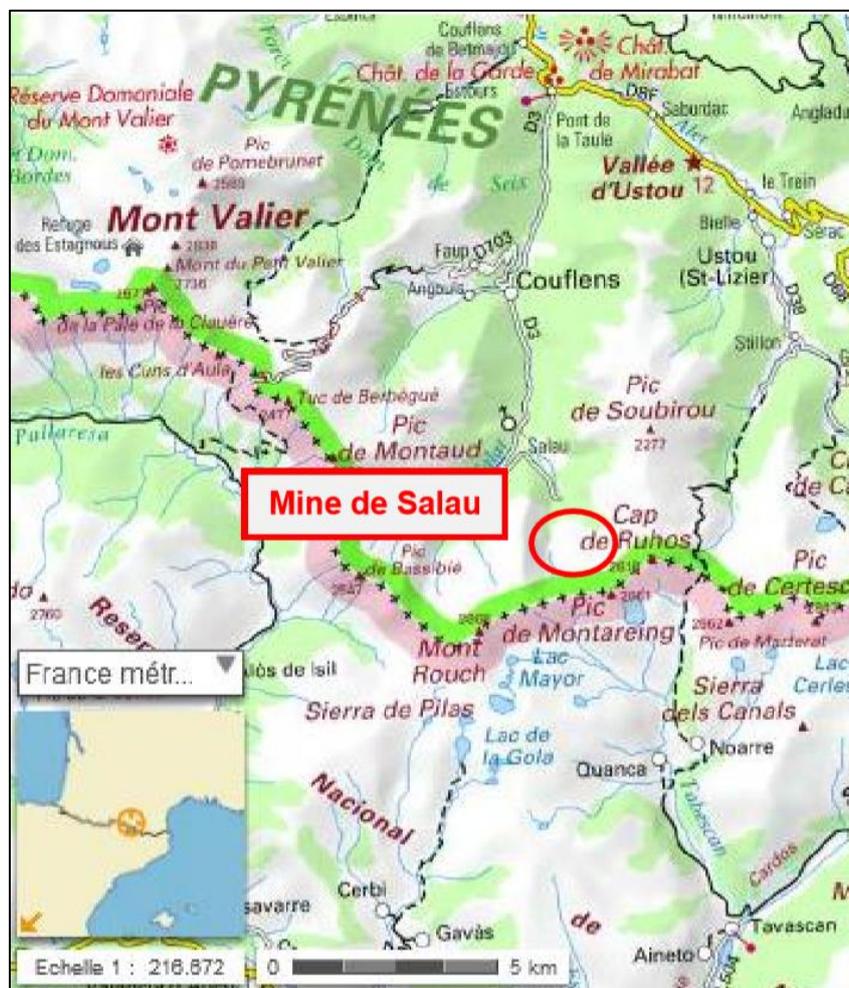


Figure 19 : Localisation de l'ancienne mine de Salau au sud du département de l'Ariège.

**Parmi les ouvrages surveillés de l'ancienne mine de Salau, l'émergence minière de la galerie 1230 fait l'objet d'une inspection visuelle annuelle** (pas de mesures de débit et de température disponibles) pour s'assurer de son fonctionnement et du rejet des eaux dans le ruisseau d'Anglade.



Figure 20 : Photographie de l'émergence de la galerie 1230 de l'ancienne mine de Salau (Ariège).

#### 2.4.2. Département de l'Aude (11) - District aurifère de Salsigne

Dans le département de l'Aude, le BRGM/DPSM assure la surveillance du district aurifère de Salsigne (Le Loher, 2018) qui comporte plusieurs sites et ouvrages miniers répartis sur un vaste secteur (environ 200 km<sup>2</sup>) localisé à une dizaine de kilomètres au nord de Carcassonne.

Cette surveillance intègre notamment le suivi de **l'émergence de l'ancienne mine de la Caunette, située sur la commune de Lastours** (cf. Figure 21) et de l'impact environnemental de son rejet dans l'Orbiel. Des résidus de traitement de minerais riches en arsenic ont en effet été injectés dans les galeries de la mine entre 1973 et 1974, après la période d'exploitation industrielle du site de 1864 à 1958 (fer, plomb et argent).

Depuis 2010, le suivi trimestriel de l'émergence de la Caunette, réalisé au niveau de son rejet dans l'Orbiel (cf. Figure 22), fait apparaître des **valeurs moyennes de débit de 5,73 m<sup>3</sup>/h** (variant entre 0,95 et 13,2 m<sup>3</sup>/h) **et de température de 15,6 °C** (variant de 14,5 à 17,3 °C). Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 1165 µS/cm et 7,8. Les concentrations en fer varient fortement entre 0,01 et 4,7 mg/L (moyenne de 0,4 mg/L).

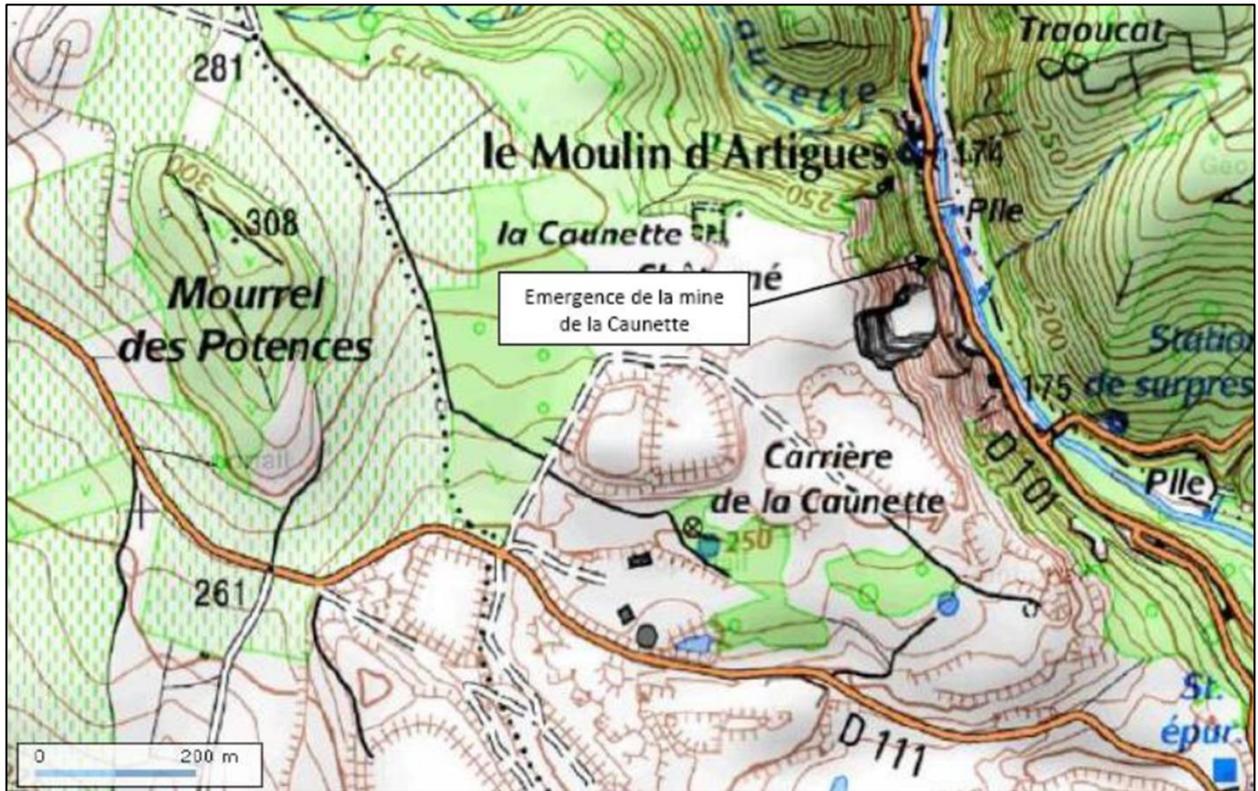


Figure 21 : Localisation de l'émergence de l'ancienne mine de la Caunette (Aude).



Figure 22 : Photographie de l'émergence de l'ancienne mine de la Caunette (Aude).

## 2.5. RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE (38) - BASSIN HOULLER DU DAUPHINÉ

Le département de l'Isère (38) est celui qui compte le nombre le plus important d'émergences minières (13) surveillées par le BRGM/DPSM en 2017 en région Auvergne-Rhône-Alpes. La carte ci-dessous permet de les localiser au sein du bassin houiller du Dauphiné situé à une vingtaine de kilomètres au sud de Grenoble et auquel toutes ces émergences minières sont associées.



Figure 23 : Localisation des 13 émergences surveillées en 2017 dans le département de l'Isère (Nédellec et al., 2018).

### 2.5.1. Contexte minier du site

Localisé au sud du département de l'Isère (38), entre les massifs de l'Oisans et du Vercors, sur le plateau de la Matheysine, **le bassin houiller du Dauphiné correspond au plus important gisement houiller (anthracite) des Alpes françaises, qui a été exploité jusqu'en 1997** (Bézelgues-Courtade, 2018).

Dans le secteur des communes de La Motte-d'Aveillans et de La Mure, les formations houillères du Carbonifère (Stéphanien), comprenant quatre séquences détritiques (assises de La Faurie, des Boines, du Villaret et de Simane) sur une épaisseur moyenne de 800 m, se trouvent dans une structure en horst (ou « Dôme de La Mure », compartimenté par la faille de la Festinière (orientée selon une direction est / ouest). Celle-ci limite le sous-bassin de La Motte-d'Aveillans affleurant au nord et le sous-bassin de La Mure au sud, sous couverture de formations plus ou moins aquifères et localement karstiques (Bézelgues-Courtade, 2015).

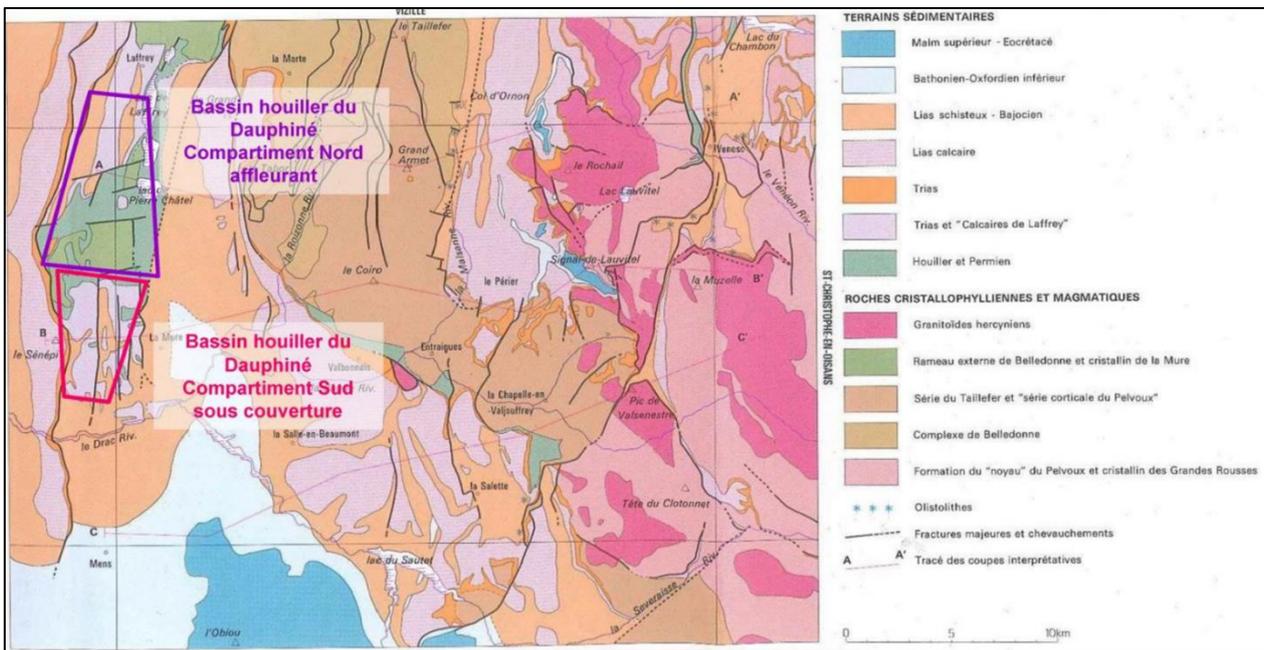


Figure 24 : Contexte géologique et structural du bassin houiller du Dauphiné.

L'exploitation minière des séries houillères a conduit à la formation de réservoirs miniers alimentés par l'infiltration des eaux météoriques et celles provenant des aquifères karstiques sus-jacents.

Ces réservoirs, au comportement hydrogéologique distinct, se vidangent gravitairement à la faveur d'anciennes galeries minières, formant ainsi des émergences minières jalonnant les versants surmontant les principales vallées (vallées du Vaulx ou Pérailler, de La Jonche et du Drac). Certaines émergences se situent sous le niveau de la retenue de Monteynard-Avignonnet créée sur le Drac après l'arrêt de l'exploitation minière.

La carte ci-dessous (cf. Figure 25) permet de localiser les réservoirs liés aux travaux miniers et les émergences associées (Bézelgues-Courtade, 2015).

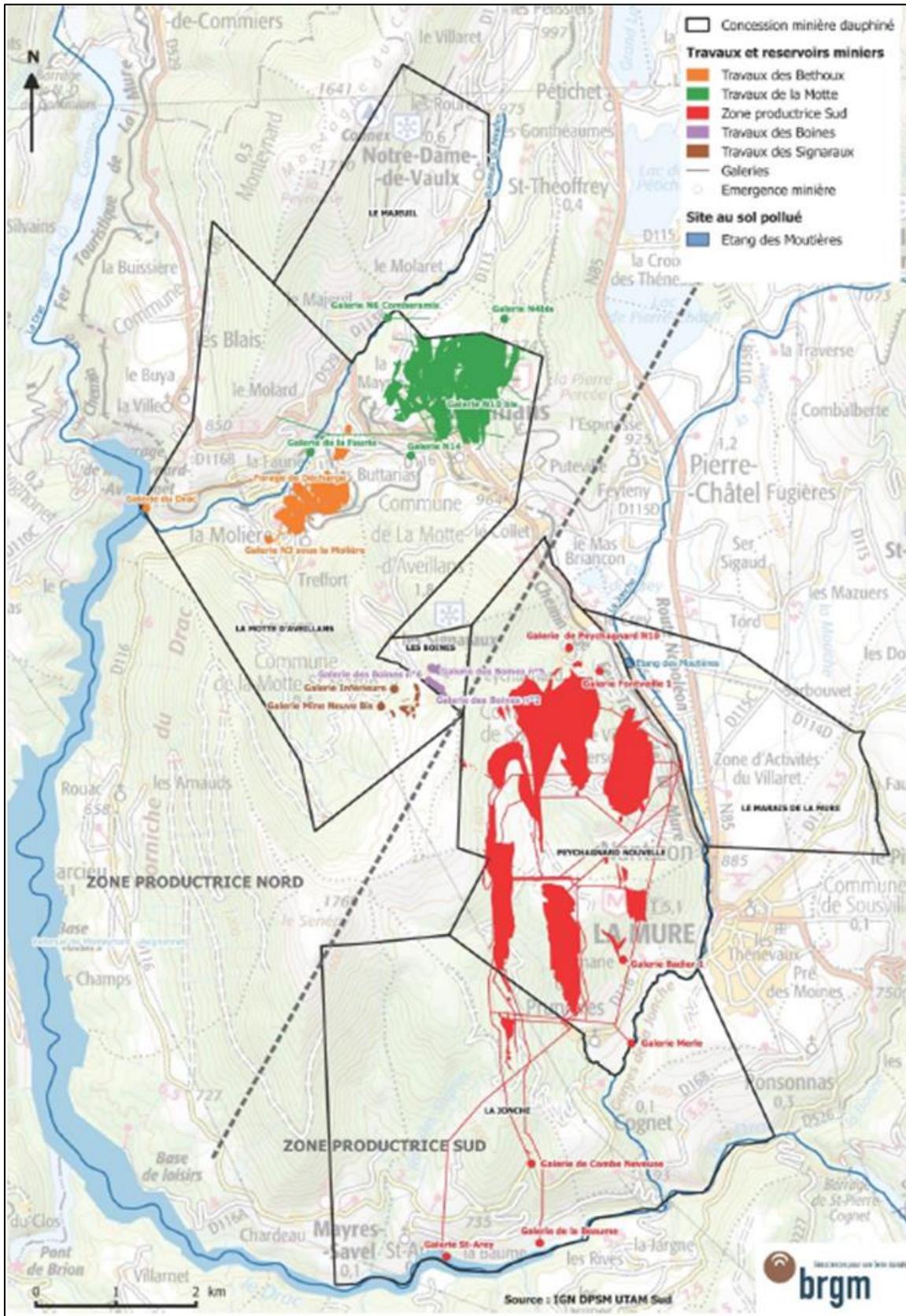


Figure 25 : Localisation des réservoirs miniers et des émergences du bassin du Dauphiné.

Contrairement à d'autres bassins houillers, le gisement d'antracite du Dauphiné était classé peu grisouteux et n'a jamais présenté d'importants dégagements de méthane. Par contre, de fortes concentrations en dioxyde de carbone y sont décrites et les réservoirs miniers constituent également des réservoirs miniers gaz. Ils sont susceptibles, au gré des variations de pression atmosphérique et des variations de niveau d'eau, d'être à l'origine d'émissions de gaz en surface.

Pour prévenir ces émissions de gaz, des aménagements visant à limiter les communications entre les anciens travaux souterrains et la surface ont été mis en place au moment de l'arrêt de l'exploitation. Ainsi, les émergences minières sont toutes équipées de cloisons siphonides permettant le drainage des anciens travaux miniers tout en empêchant les fuites de gaz.

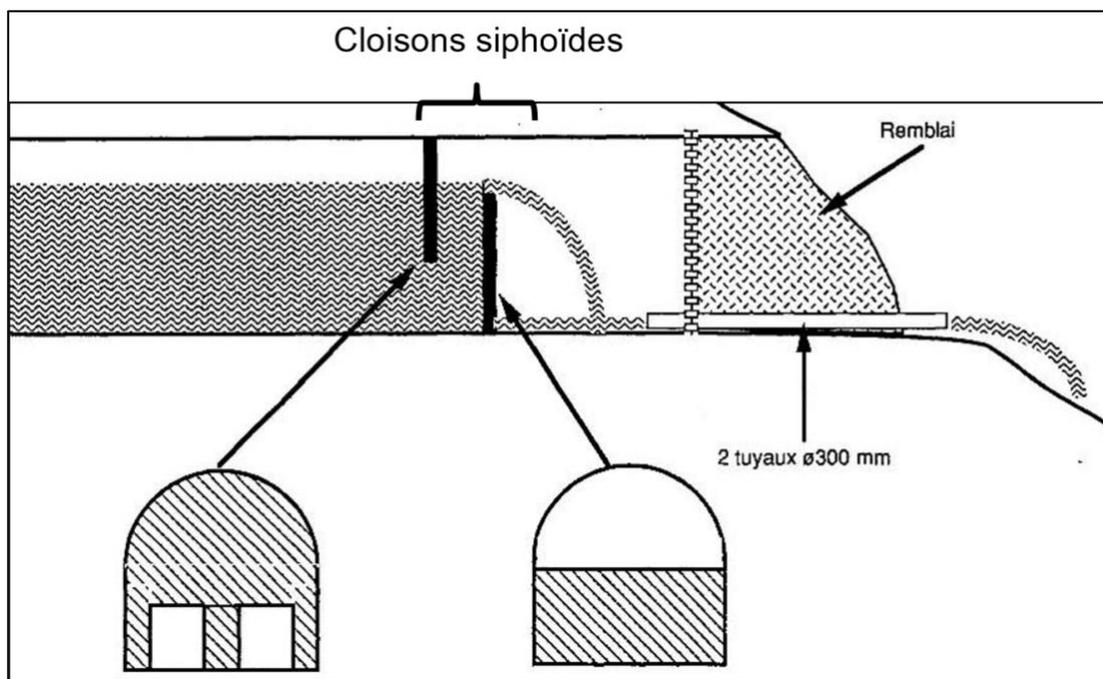


Figure 26 : Schéma de principe d'une cloison siphonide en sortie de galerie utilisée comme émergence minière.

### 2.5.2. Caractéristiques des 13 émergences du département de l'Isère (38)

Dans le cadre de la surveillance du bassin houiller du Dauphiné, la **fréquence des visites sur sites est semestrielle pour les émergences présentant des débits relativement importants.**

Les 13 émergences sont réparties sur 5 communes du département de l'Isère. La commune de La Motte-d'Aveillans est celle qui en compte le nombre le plus important (5). Deux émergences sont répertoriées sur chacune des quatre autres communes suivantes : La Motte-Saint-Martin, Prunières, Saint-Arey et Susville.

Une nouvelle émergence est suivie annuellement par le DPSM depuis 2018 (émergence de la galerie Psychagnard N9). Aucune donnée de débit n'est pour l'instant disponible et les valeurs de températures sont très faibles (9,5 °C).

➤ **Émergence du forage de décharge (commune de La Motte-d'Aveillans)**

Réalisé en 1999, ce forage artésien situé sur la commune de La Motte-d'Aveillans (code BSS : 08204x0048) recoupe une ancienne galerie minière à une profondeur de 75 m, dans le but d'assurer la décharge hydraulique du réservoir minier correspondant aux anciens travaux des Béthoux (cf. Figure 25).

Les éléments de la coupe technique du forage présentée ci-dessous ont été reconstitués par le DPSM à partir des données bibliographiques disponibles.

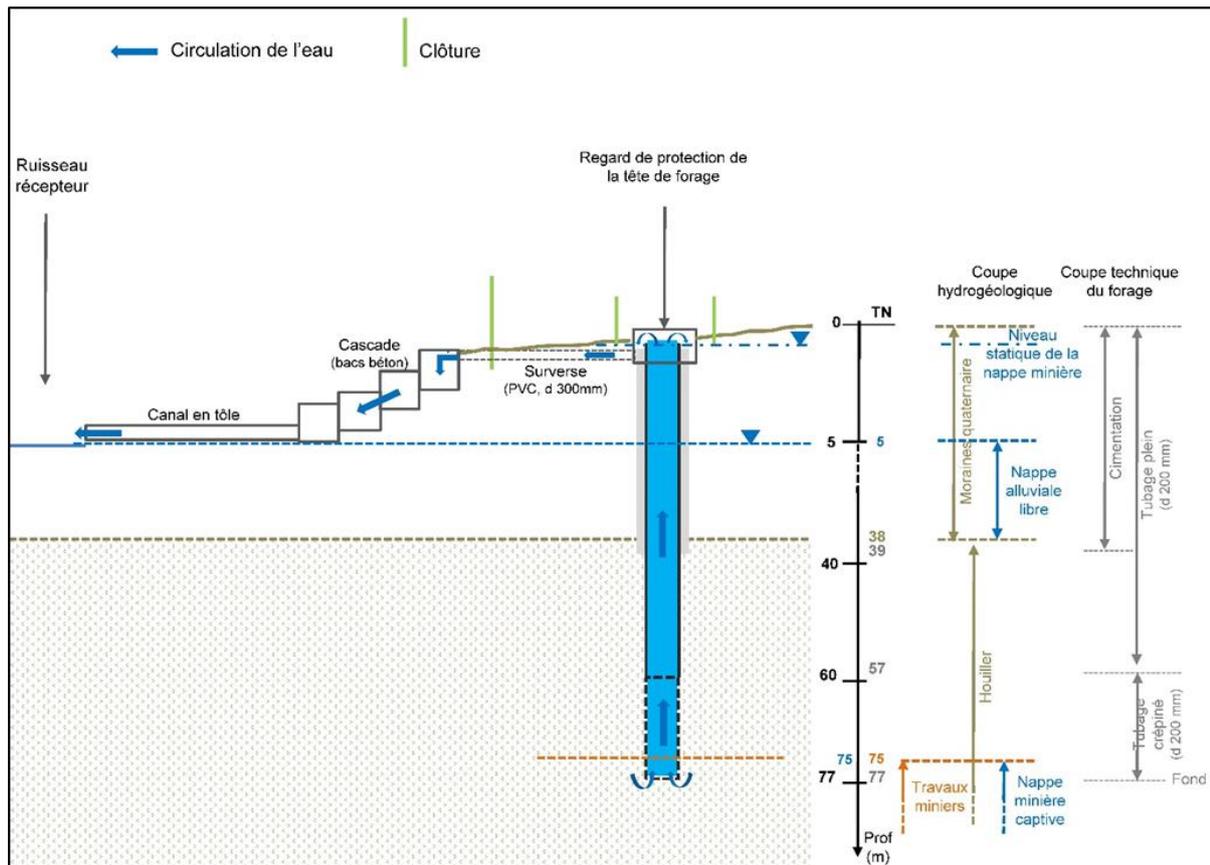


Figure 27 : Coupe technique du forage de décharge situé sur la commune de La Motte-d'Aveillans.

L'état de ce forage étant extrêmement dégradé (diagnostic réalisé en juin 2018), une étude de faisabilité technico-économique est actuellement en cours pour statuer sur le devenir de cet ouvrage (réhabilitation ou fermeture définitive et réalisation d'un nouveau forage de décharge).

Depuis 2009, les données recueillies dans le cadre de la surveillance semestrielle de cette émergence (cf. Tableau 34) font apparaître une **valeur moyenne du débit de 35,4 m<sup>3</sup>/h variant très fortement entre 5,8 et 158,4 m<sup>3</sup>/h. La température moyenne de 13,8 °C est peu élevée et relativement stable.** La valeur moyenne de conductivité est de 864 µS/cm et le pH est neutre.

Forage de décharge						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
04/06/2009	36,0	15,2	1138,0	7,1		
07/09/2009	7,2	15,1	935,0	7,1		
15/03/2010	18,0	13,5	990,0	8,0		
12/10/2010	9,0	14,3	910,0	8,1		
14/06/2011	20,0	14,4	690,0	8,1		
06/10/2011	40,0	15,0	710,0	7,5		
04/05/2012	36,0	14,2	698,0	7,6		
04/10/2012	5,8	14,5	693,0	7,1		
25/06/2013	72,0	14,3	1210,0	6,7		
24/10/2013	24,5	13,8	730,0	6,8		
12/03/2014	54,0	13,1	1370,0	7,0		
26/08/2014	36,0	13,1	770,0	6,7		
01/04/2015	36,0	13,3	1200,0	6,7		-107,5
13/11/2015	15,0	13,1	774,0	6,7		
14/04/2016	36,0	13,2	818,0	6,5		
02/11/2016	9,0	13,2	714,0	6,5		-138,0
05/04/2017	36,0	13,1	679,0	6,6		-26,0
08/11/2017	9,0	13,2	715,0	6,7		-28,0
10/04/2018	158,4	13,2	1064,0	6,6		22,3
12/11/2018	20,0	13,0	571,0	6,8		-33,5
08/04/2019	65,2	13,1	773,0	6,3		64,6
<b>minimum</b>	<b>5,8</b>	<b>13,0</b>	<b>571,0</b>	<b>6,3</b>		<b>-138,0</b>
<b>moyenne</b>	<b>35,4</b>	<b>13,8</b>	<b>864,4</b>	<b>7,0</b>		<b>-35,2</b>
<b>maximum</b>	<b>158,4</b>	<b>15,2</b>	<b>1370,0</b>	<b>8,1</b>		<b>64,6</b>

Tableau 34 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence du forage de décharge.

➤ **Émergence de la galerie de la Faurie (commune de La Motte-d'Aveillans)**

Le suivi semestriel de l'émergence de la galerie de la Faurie (cf. Tableau 35), située dans un secteur isolé sur la commune de La Motte-d'Aveillans, indique une **valeur moyenne du débit élevée (75,8 m<sup>3</sup>/h) variant très fortement de 28 à 130 m<sup>3</sup>/h depuis 2010. La température moyenne de 12,7 °C est peu élevée et stable.** La valeur moyenne de conductivité est de 1360 µS/cm et le pH est proche de la neutralité.

Cette émergence fait l'objet d'une surveillance particulière afin de contrôler l'impact du rejet dans le milieu récepteur (ruisseau du Vaulx). La teneur moyenne en fer est élevée (proche de 10 mg/L) et varie fortement (de 5 à 18 mg/L). La teneur en manganèse est relativement stable proche de 1 mg/L.

Galerie de la Faurie					
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)
07/04/2010	95,0	11,9	1990	6,6	
01/09/2010	45,0	12,9	1136	7,0	
07/04/2011	85,0	12,5	1605	6,7	
20/09/2011	48,0	12,8	1282	6,6	
22/03/2012	75,0	12,3	1587	6,8	
25/09/2012	65,0	12,9	1300	7,0	
28/03/2013	110,0	13,1	1582	7,0	
12/09/2013	70,0	12,9	1093	7,0	
12/03/2014	130,0	12,8	1643	6,3	10,2
31/07/2014	28,2	12,7	1429	7,4	31,0
12/03/2015	80,4	12,6	1645	7,0	16,0
25/09/2015	100,8	12,7	1441	7,9	34,4
14/04/2016	38,0	12,8	1293	6,3	
28/09/2016	112,0	12,8	1048	6,6	46,0
16/05/2017	58,7	12,9	1164	6,5	35,0
19/09/2017	65,2	13,0	1099	6,8	47,0
14/03/2018	98,0	12,1	1330	7,1	38,1
03/10/2018	60,5	12,9	808	6,8	
<b>minimum</b>	<b>28,2</b>	<b>11,9</b>	<b>808</b>	<b>6,3</b>	<b>10,2</b>
<b>moyenne</b>	<b>75,8</b>	<b>12,7</b>	<b>1360</b>	<b>6,8</b>	<b>32,2</b>
<b>maximum</b>	<b>130,0</b>	<b>13,1</b>	<b>1990</b>	<b>7,9</b>	<b>47,0</b>

Tableau 35 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie de La Faurie.

➤ **Émergence de la galerie N4 bis (commune de La Motte-d'Aveillans)**

Située également sur la commune de La Motte-d'Aveillans, cette émergence présente des **valeurs moyennes de débit et de température très faibles** (respectivement 0,2 m<sup>3</sup>/h et 7,3 °C) **sans intérêt vis-à-vis d'une valorisation géothermique potentielle.**

Galerie N4 bis					
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Potentiel redox (mV)
16/03/2010	0,6	7,0	970	7,3	
14/06/2011	0,0				
04/05/2012	0,0				
25/06/2013	0,0				
12/03/2014	0,0				
01/04/2015	0,5	7,2	287	7,2	215
14/04/2016		7,2	308	7,6	
05/04/2017		7,4	328	7,2	115
10/04/2018		7,8	307	7,0	130
<b>minimum</b>	<b>0,0</b>	<b>7,0</b>	<b>287</b>	<b>7,0</b>	<b>115</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,2</b>	<b>7,3</b>	<b>440</b>	<b>7,3</b>	<b>153</b>
<b>maximum</b>	<b>0,6</b>	<b>7,8</b>	<b>970</b>	<b>7,6</b>	<b>215</b>

Tableau 36 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N4 bis.

➤ **Émergence de la galerie N10 bis (commune de La Motte-d'Aveillans)**

Située également sur la commune de La Motte-d'Aveillans, cette émergence présente des **valeurs moyennes de débit et de température très faibles** (respectivement 1,1 m<sup>3</sup>/h et 11,1 °C) **sans intérêt vis-à-vis d'une valorisation géothermique potentielle.**

Galerie N10 bis						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
16/03/2010	2,0	11,0	910	7,1		
12/03/2014	4,0	11,8	561	7,0		
01/04/2015	1,0	10,6	632	7,1		180
14/04/2016	0,0					
05/04/2017	0,0					
09/04/2018	0,8	11,2	428	6,9		189
08/04/2019	0,0					
<b>minimum</b>	<b>0,0</b>	<b>10,6</b>	<b>428</b>	<b>6,9</b>		<b>180</b>
<b>moyenne</b>	<b>1,1</b>	<b>11,1</b>	<b>633</b>	<b>7,0</b>		<b>184</b>
<b>maximum</b>	<b>4,0</b>	<b>11,8</b>	<b>910</b>	<b>7,1</b>		<b>189</b>

Tableau 37 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N10 bis.

➤ **Émergence de la galerie N14 (commune de La Motte-d’Aveillans)**

Depuis 2009, les données annuelles du suivi de l’émergence de la galerie N14, située sur la commune de La Motte-d’Aveillans, indiquent un **débit moyen limité à 8,1 m<sup>3</sup>/h** (variant peu) et une **température moyenne de 13,8 °C** variant de 10,3 à 15,3 °C. La conductivité moyenne est relativement élevée (1957 µS/cm) et le pH est proche de la neutralité.

Galerie N14						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
04/06/2009	9,0	15,3	2220	6,8		
15/03/2010	7,0	14,0	1850	6,9		
04/05/2012	6,0	10,3	1777	7,9		
25/06/2013	6,0	14,6	1940	6,6		
12/03/2014	9,0	13,7	2230	6,8		
01/04/2015	8,0	13,9	2120	6,8		-33
14/04/2016	11,0	14,2	2120	6,7		
05/04/2017	8,0	13,8	2090	6,5		-6
09/04/2018	8,7	14,0	1594	6,4		0
08/04/2019	8,4	13,9	1627	6,7		7
<b>minimum</b>	<b>6,0</b>	<b>10,3</b>	<b>1594</b>	<b>6,4</b>		<b>-33</b>
<b>moyenne</b>	<b>8,1</b>	<b>13,8</b>	<b>1957</b>	<b>6,8</b>		<b>-8</b>
<b>maximum</b>	<b>11,0</b>	<b>15,3</b>	<b>2230</b>	<b>7,9</b>		<b>7</b>

Tableau 38 : Données mesurées in situ au niveau de l’émergence de la galerie N14.

➤ **Émergence de la galerie N3 sous La Molière (commune de La Motte-Saint-Martin)**

Située sur la commune de La Motte-Saint-Martin, la galerie N3 sous La Molière est une émergence caractérisée par des écoulements saisonniers, très variables. Aucune mesure n’est effectuée par le BRGM/DPSM, il n’y a donc pas de données disponibles pour cette émergence.

➤ **Émergence de la galerie N6 Comberamis (commune de La Motte-Saint-Martin)**

Depuis 2010, les données annuelles du suivi de l’émergence de la galerie N6 Comberamis, située sur la commune de La Motte-Saint-Martin, indiquent un **débit moyen limité à 8 m<sup>3</sup>/h** (variant de 0 à 15 m<sup>3</sup>/h) et une **température moyenne de 13 °C** relativement stable. La conductivité moyenne de 2 621 µS/cm est élevée et varie entre 2 056 et 3 170 µS/cm. Le pH reste stable, proche de la neutralité.

Cette émergence fait l’objet d’une surveillance particulière afin de contrôler l’impact du rejet dans le milieu récepteur (ruisseau du Vaulx). De nombreux éléments sont analysés (arsenic, chrome, calcium, cuivre, cadmium, mercure, nickel, sélénium, zinc, plomb, nitrates, sulfates, sodium).

Galerie N6 Comberamis					
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)
25/03/2010	14,0	13,0	2900	6,8	
22/03/2012	11,0	13,1	3170	6,8	
28/03/2013	10,0	13,5	2620	6,7	
11/03/2014	15,0	14,0	2628	6,3	20,9
12/03/2015	2,8	12,5	2977	7,1	
14/04/2016	2,8	13,1	2420	6,3	
16/05/2017	0,7	12,3	2056	7,0	
15/03/2018	7,6	12,7	2198	7,0	52,6
<b>minimum</b>	<b>0,7</b>	<b>12,3</b>	<b>2056</b>	<b>6,3</b>	<b>20,9</b>
<b>moyenne</b>	<b>8,0</b>	<b>13,0</b>	<b>2621</b>	<b>6,8</b>	
<b>maximum</b>	<b>15,0</b>	<b>14,0</b>	<b>3170</b>	<b>7,1</b>	<b>52,6</b>

Tableau 39 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie N6 Comberamis.

➤ **Émergence de la galerie Badier 1 (commune de Prunières)**

Située sur la commune de Prunières, cette émergence présente des **valeurs moyennes de débit et de température très faibles** (respectivement 0,4 m<sup>3</sup>/h et 10,5 °C) **sans intérêt vis-à-vis d'une valorisation géothermique potentielle.**

Galerie Badier 1					
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	Potentiel redox (mV)
04/06/2009	0,2	11,2	2330	3,0	
15/03/2010	0,2	9,0	2060	5,2	
14/06/2011	0,1	13,1	2400	4,1	
04/05/2012	0,1	14,6	2470	4,4	
25/06/2013	0,3	10,7	1850	3,0	
12/03/2014	0,2	9,6	583	6,8	
01/04/2015	1,0	9,0	649	6,7	-48,1
13/11/2015	0,1	10,2	2760	3,4	
13/04/2016	0,5	9,5	2190	3,4	
04/04/2017	0,1	10,7	1985	3,1	544,5
09/04/2018	1,8	9,2	472	6,7	6,0
08/04/2019	0,2	9,4	1608	2,8	472,3
<b>minimum</b>	<b>0,1</b>	<b>9,0</b>	<b>472</b>	<b>2,8</b>	<b>-48,1</b>
<b>moyenne</b>	<b>0,4</b>	<b>10,5</b>	<b>1780</b>	<b>4,4</b>	<b>243,7</b>
<b>maximum</b>	<b>1,8</b>	<b>14,6</b>	<b>2760</b>	<b>6,8</b>	<b>544,5</b>

Tableau 40 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Badier 1.

➤ **Émergence de la galerie Merle (commune de Prunières)**

Depuis 2009, les données annuelles du suivi de l'émergence de la galerie Merle, située sur la commune de Prunières, indiquent un **débit moyen limité à 4,9 m<sup>3</sup>/h** (variant de 2 à 9 m<sup>3</sup>/h) et une **température moyenne de 12,1 °C** variant de 9,3 à 15,7 °C. La conductivité moyenne de 1 437 µS/cm et le pH est relativement stable, proche de la neutralité.

Galerie Merle						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
04/06/2009	2,0	12,9	1975	7,0		
15/03/2010	5,0	11,0	1070	7,8		
14/06/2011	2,0	12,7	1600	7,9		
04/05/2012	3,6	15,7	1293	7,5		
25/06/2013	4,5	14,5	1480	7,0		
12/03/2014	5,0	9,3	1450	7,4		
01/04/2015	9,0	10,9	1412	7,5		185
13/04/2016	7,0	11,3	1608	7,2		
04/04/2017	5,0	11,5	1449	7,4		177
09/04/2018	5,9	11,6	1028	7,1		193
<b>minimum</b>	<b>2,0</b>	<b>9,3</b>	<b>1028</b>	<b>7,0</b>		<b>177</b>
<b>moyenne</b>	<b>4,9</b>	<b>12,1</b>	<b>1437</b>	<b>7,4</b>		<b>185</b>
<b>maximum</b>	<b>9,0</b>	<b>15,7</b>	<b>1975</b>	<b>7,9</b>		<b>193</b>

Tableau 41 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Merle.

➤ **Émergence de la galerie de Combe Neveuse (commune de Saint-Arey)**

Le suivi semestriel de l'émergence de la galerie de Combe Neveuse (cf. Tableau 42), située sur la commune de Saint-Arey, indique une **valeur moyenne du débit élevée (53,1 m<sup>3</sup>/h) variant relativement peu entre 31 et 75 m<sup>3</sup>/h depuis 2009. La température varie par contre très fortement de 9,3 à 19 °C, avec une moyenne de 10,9 °C. La valeur de conductivité est relativement stable avec une moyenne de 899 µS/cm et le pH est proche de la neutralité.**

Galerie de Combe Neveuse						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
05/06/2009	56,0	11,6	1110	7,5		
07/09/2009	42,0	12,5	1095	7,2		
15/03/2010	45,0	10,2	1010	7,0		
12/10/2010	75,0	12,2	774	8,8		
14/06/2011	70,0	19,0	726	8,4		
06/10/2011	60,0	12,5	870	7,3		
04/05/2012	75,1	11,0	940	7,4		
25/06/2013	70,1	12,5	880	7,3		
24/10/2013	40,9	10,1	790	7,3		
12/03/2014	61,4	10,6	991	6,7		
26/08/2014	37,4	9,3	986	7,1		217
01/04/2015	44,0	9,4	912	6,5		256
13/11/2015	37,4	9,3	943	7,0		
13/04/2016	61,0	9,3	952	6,8		
02/11/2016	61,0	9,3	898	6,8		175
04/04/2017	46,0	9,4	986	6,5		180
08/11/2017	31,1	9,3	936	6,7		167
09/04/2018	47,5	9,5	616	6,8		170
12/11/2018	48,0	9,4	663	7,3		206
<b>minimum</b>	<b>31,1</b>	<b>9,3</b>	<b>616</b>	<b>6,5</b>		<b>167</b>
<b>moyenne</b>	<b>53,1</b>	<b>10,9</b>	<b>899</b>	<b>7,2</b>		<b>196</b>
<b>maximum</b>	<b>75,1</b>	<b>19,0</b>	<b>1110</b>	<b>8,8</b>		<b>256</b>

Tableau 42 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie de Combe Neveuse.

➤ **Émergence de la galerie de la Beaume (commune de Saint-Arey)**

Le débit de l'émergence de la galerie de la Beaume, située sur la commune de Saint-Arey, n'étant pas mesuré par le BRGM/DPSM, il n'y a donc pas de données disponibles. Les données de température montrent une valeur moyenne relativement élevée de 17,2 °C, variant fortement de 11,8 à 21 °C depuis 2009. La conductivité varie également fortement entre 1 143 et 3 090 µS/cm, avec une valeur moyenne de 2 399 µS/cm. Le pH moyen reste proche de la neutralité (7,3).

Galerie de la Beaume					
Date des mesures	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
05/06/2009	20,0	2900	7,1		
07/09/2009	21,0	2910	7,0		
15/03/2010	11,8	2800	7,1		
12/10/2010	17,6	2560	8,9		
14/06/2011	20,5	3090	7,2		
06/10/2011	21,0	2950	7,3		
04/05/2012	20,2	2520	7,4		
04/10/2012	13,3	1645	7,4		
25/06/2013	20,6	2550	6,9		
24/10/2013	15,0	2170	7,2		
12/03/2014	12,9	2860	7,4		
26/08/2014	20,2	2200	7,1		255,0
01/04/2015					
13/11/2015					
13/04/2016					
02/11/2016					
05/04/2017					
08/11/2017					
09/04/2018	13,2	1143	7,2		160,4
12/11/2018	13,3	1282	6,5		210,9
<b>minimum</b>	<b>11,8</b>	<b>1143</b>	<b>6,5</b>		<b>160,4</b>
<b>moyenne</b>	<b>17,2</b>	<b>2399</b>	<b>7,3</b>		<b>208,8</b>
<b>maximum</b>	<b>21,0</b>	<b>3090</b>	<b>8,9</b>		<b>255,0</b>

Tableau 43 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie de la Beaume.

➤ **Émergence de la galerie du Psychagnard N10 (commune de Susville)**

Depuis 2009, les données annuelles du suivi de l'émergence de la galerie Psychagnard N10, située sur la commune de Susville, indiquent un **débit moyen limité de 7,4 m<sup>3</sup>/h** (variant de 0,8 à 16 m<sup>3</sup>/h) et une **température moyenne de 10,6 °C peu élevée**. Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 1302 µS/cm et 7,5.

Galerie du Psychagnard N10						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
04/06/2009	9,0	13,6	1552	7,70		
15/03/2010	4,0	8,9	1495	6,80		
14/06/2011	4,0	13,1	1490	7,60		
04/05/2012	6,0	13,9	994	7,50		
25/06/2013	6,0	10,5	1250	6,80		
12/03/2014	8,0	8,3	1357	7,90		
01/04/2015	16,0	9,5	1364	8,08		77,5
13/04/2016	6,0	9,7	1277	7,21		
04/04/2017	0,8	10,0	1518	7,62		225,0
09/04/2018	11,8	9,9	977	7,72		87,0
08/04/2019	9,6	9,7	1044	7,84		138,4
<b>minimum</b>	<b>0,8</b>	<b>8,3</b>	<b>977</b>	<b>6,80</b>		<b>77,5</b>
<b>moyenne</b>	<b>7,4</b>	<b>10,6</b>	<b>1302</b>	<b>7,52</b>		<b>132,0</b>
<b>maximum</b>	<b>16,0</b>	<b>13,9</b>	<b>1552</b>	<b>8,08</b>		<b>225,0</b>

Tableau 44 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie du Psychagnard N10.

➤ **Émergence de la galerie Fontveille 1 (commune de Susville)**

Depuis 2009, les données annuelles du suivi de l'émergence de la galerie Fontveille 1, située sur la commune de Susville, indiquent un **débit moyen très limité de 2,8 m<sup>3</sup>/h** (variant de 1 à 5 m<sup>3</sup>/h) et une **température moyenne de 10,4 °C peu élevée**. Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 976 µS/cm et 8,6.

Galerie Fontveille 1							
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)	
04/06/2009	3	11,6	1179	6,6			
15/03/2010	2	9,8	980	6,0			
14/06/2011	1	12,1	880	8,6			
04/05/2012	3	11,7	876	8,1			
25/06/2013		10,2	1220	6,1			
12/03/2014		9,5	1024	6,7			
01/04/2015	5	9,0	982	7,0			22
04/04/2017		9,9	1200	6,6			170
09/04/2018		10,2	682	6,7			30
08/04/2019		9,8	739	6,5			102
<b>minimum</b>	<b>1</b>	<b>9,0</b>	<b>682</b>	<b>6,0</b>			<b>22</b>
<b>moyenne</b>	<b>2,8</b>	<b>10,4</b>	<b>976</b>	<b>6,9</b>			<b>81</b>
<b>maximum</b>	<b>5</b>	<b>12,1</b>	<b>1220</b>	<b>8,6</b>			<b>170</b>

Tableau 45 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de la galerie Fontveille 1.

## 2.6. RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : DÉPARTEMENT DE LA LOIRE (42) - BASSIN HOILLER DE LA LOIRE

La carte ci-dessous permet de localiser les **8 émergences minières** surveillées en 2017 par le BRGM/DPSM dans le secteur de Saint-Étienne, au sud du département de la Loire (42).

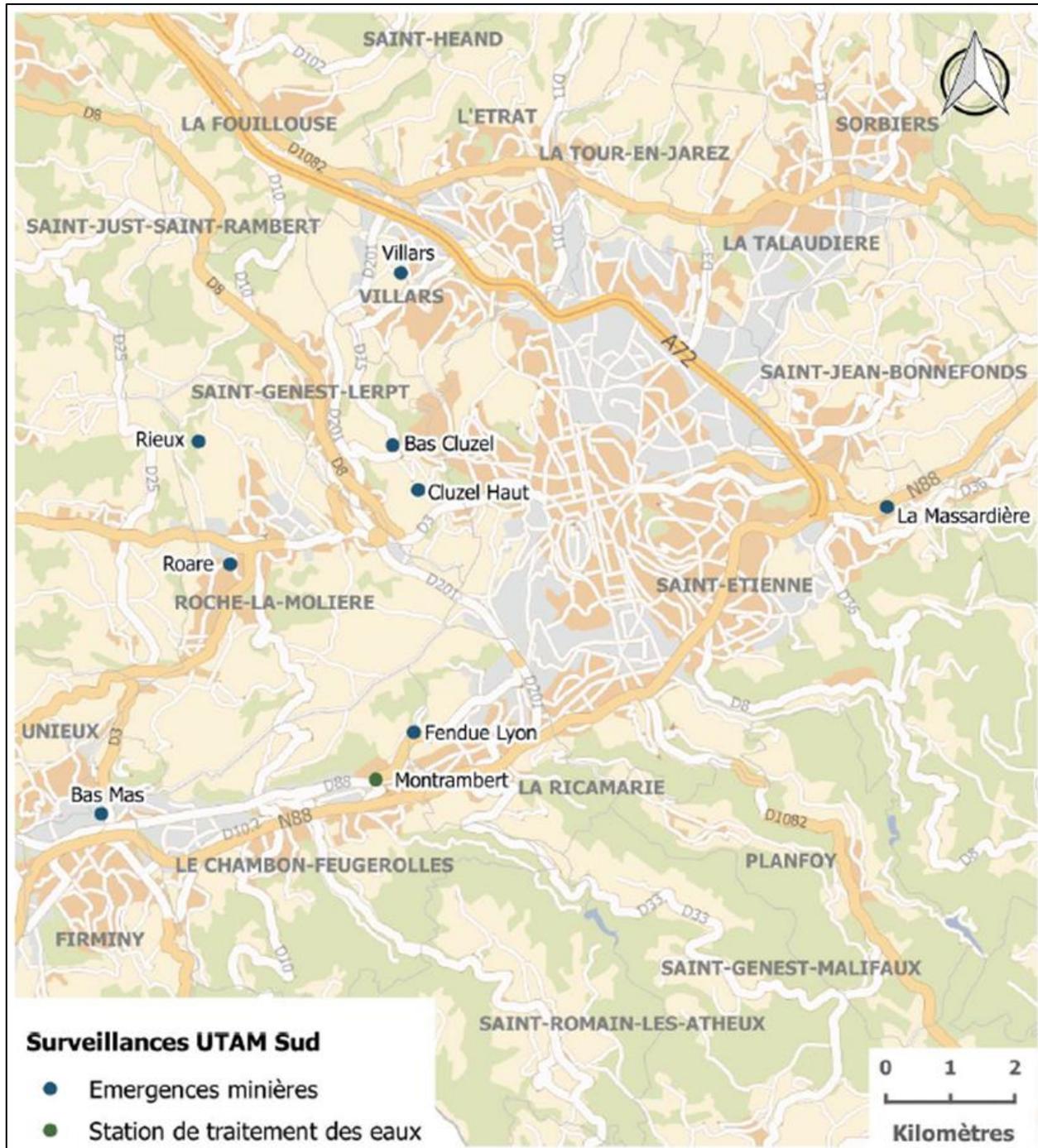


Figure 28 : Localisation des 8 émergences minières surveillées en 2017 dans le département de la Loire (Nédellec et al., 2018).

### 2.6.1. Contexte minier du site

Encadré par les massifs des Monts du Lyonnais, du Forez et du Pilat, le bassin houiller de la Loire (ou bassin houiller de Saint-Étienne) s'étend sur une trentaine de kilomètres selon une direction orientée du sud-ouest vers le nord-est (cf. Figure 29). **Les formations houillères du Stéphanien** (Carbonifère - Primaire), constituées d'alternances de poudingues, schistes, gres et grès sur une épaisseur de 4 000 à 5 000 m, contiennent une quarantaine de couches de charbon atteignant localement une épaisseur cumulée de 80 m (Dheilly, 2015).

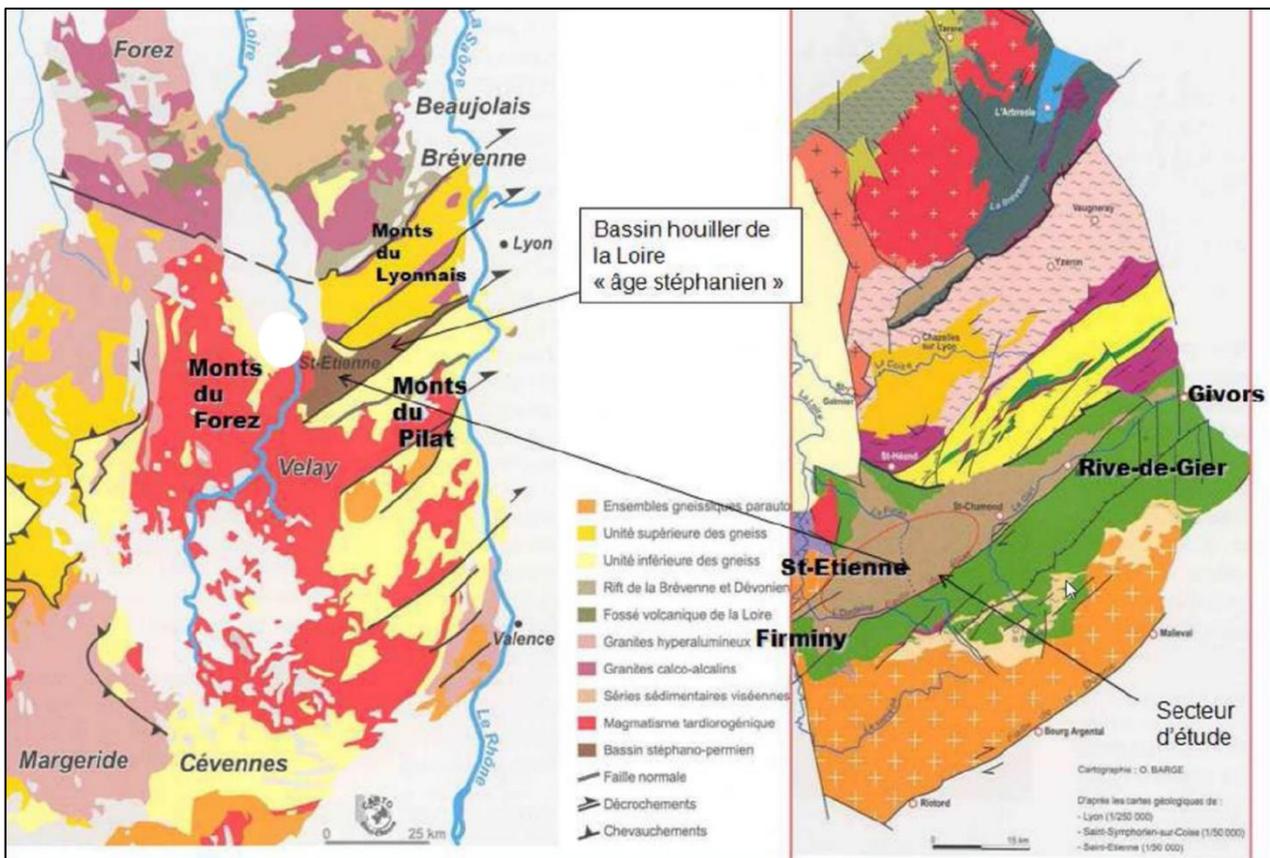


Figure 29 : Contexte géologique du bassin houiller de la Loire.

À l'ouest de Saint-Étienne (commune de Roche-la-Molière), l'extraction du charbon à ciel ouvert est daté de 1321. Son exploitation industrielle s'étend depuis la loi de 1810 (instaurant les concessions minières) à **1983 pour les travaux souterrains** et 1993 pour les derniers travaux repris en découverte (Arathoon, 2017).



chimiques de l'émergence effectuées en sortie du réseau, au niveau du point de rejet des eaux minières et pluviales dans un cours d'eau (l'Ondaine). La mesure de débit est réalisée à l'aide d'un déversoir triangulaire.



*Figure 31 : Vues du point de rejet des eaux de l'émergence minière de Bas-Mas.*

**Impactées par les eaux météoriques, le débit (valeur moyenne élevée de 102,8 m<sup>3</sup>/h, variant entre 65 et 160 m<sup>3</sup>/h), la température (moyenne de 16,3 °C) et la conductivité (moyenne de 1575 µS/cm) varient fortement depuis 2009 pour cette émergence. Le pH reste proche de la neutralité.**

Bas-Mas						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	150,0	16,8	2130	7,3		
14/10/2009	72,0	16,7	2040	7,3		
25/05/2010	160,0	19,3	1550	7,6		
22/11/2010	150,0	16,8	1450	7,2		
23/03/2011	150,0	16,2	1448	7,2		
13/09/2011	90,0	16,2	1510	6,8		
15/05/2012	97,1	15,9	1310	7,2		
08/10/2012	70,0	17,5	1350	7,3		
23/10/2013	103,1	16,8	1650	6,8		
27/01/2014	144,0	14,1	1689	7,2		
16/07/2014	80,3	16,5	1747	7,3		
21/01/2015	116,0	14,6	1390	7,1		
28/09/2015	80,0	16,2	1686	6,9		
15/03/2016	86,0	15,8	1593	7,2		
05/10/2016	65,4	16,5	1680	6,9		
15/03/2017	103,1	16,0	1368	6,9		
13/09/2017	80,3	16,2	1602	6,9	29,6	-98,2
16/03/2018	97,1	15,9	1545	7,2	28,8	-80,0
18/10/2018	70,1	16,3	1507	7,1		-90,0
01/04/2019	91,3	16,2	1249	7,1		-86,4
<b>minimum</b>	<b>65,4</b>	<b>14,1</b>	<b>1249</b>	<b>6,8</b>	<b>28,8</b>	<b>-98,2</b>
<b>moyenne</b>	<b>102,8</b>	<b>16,3</b>	<b>1575</b>	<b>7,1</b>	<b>29,2</b>	<b>-88,7</b>
<b>maximum</b>	<b>160,0</b>	<b>19,3</b>	<b>2130</b>	<b>7,6</b>	<b>29,6</b>	<b>-80,0</b>

Tableau 46 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Bas-Mas.

La température mesurée au niveau du forage Béthenod 1 en septembre 2017 montre un écart de près de 3,5 °C entre la tête de forage (19,6 °C) et le rejet au niveau de l'émergence (16,2 °C). Les accès directs aux têtes de forages sont possibles, en fonction de leur localisation : sur le parking d'une surface commerciale pour le forage Béthenod 1, dans la cour d'un entrepreneur pour Béthenod 2 et sur la chaussée de la rue Alcazar pour les forages Bethenod 3 et Alcazar. A noter que lors des visites, la descente des agents dans certains regards en tête de forage nécessite un contrôle des gaz permanent (notamment pour le CO<sub>2</sub>).

#### ➤ **Émergence de la Fendue Lyon (commune de Ricamarie)**

Située sur la commune de Ricamarie, à environ cinq kilomètres au sud-ouest de Saint-Etienne, l'émergence de la Fendue Lyon draine le réservoir minier de la Béraudière (Arathoon, 2017).

Cette émergence est localisée dans l'enceinte d'une société de travaux publics. En sortie de l'ancienne galerie minière, les eaux sont captées par un puisard (d'une profondeur d'environ 10 m par rapport au sol), puis circulent gravitairement dans un réseau souterrain (d'une longueur d'environ 1 km) jusqu'à la station de traitement des eaux de Montrambert (cf. Figure 32 et Figure 33) située sur la commune de Chambon-Feugerolles. Après leur traitement (passif), les eaux sont rejetées dans le cours d'eau l'Ondaine.

Dans le cadre de la surveillance du site, **le débit des eaux issues de l'émergence de la Fendue Lyon est mesuré en sortie de la station de traitement de Montrambert. En 2017, les valeurs de débit mesurées mensuellement ont varié entre 29 et 59 m<sup>3</sup>/h.** Ces données sont indicatives compte tenu des pertes au niveau de la canalisation souterraine, de l'évapotranspiration au niveau de la station de traitement et de son effet tampon. Les données antérieures sont considérées comme peu fiables, un nouveau dispositif de mesure (pose d'un canal venturi et d'un débitmètre à acquisition automatique) ayant été mis en place en 2016 (Arathoon, 2017).

Les paramètres physico-chimiques de l'émergence minière de la Fendue Lyon sont mesurés mensuellement en entrée de la station de traitement de Montrambert. **Sur l'année 2017, la température des eaux est relativement stable, variant entre 17,6 °C et 18,9 °C,** la conductivité moyenne est évaluée à 2 031 µS/cm (avec des valeurs comprises entre 1891 et 2149 µS/cm) et le pH est légèrement acide (6,5).

La station de traitement de Montrambert permet de réduire les teneurs en fer et manganèse avant son rejet dans le milieu naturel. En 2017, les valeurs moyennes en entrée de station (avant traitement) étaient proches de 11 mg/L pour le fer et de 3 mg/L pour le manganèse.

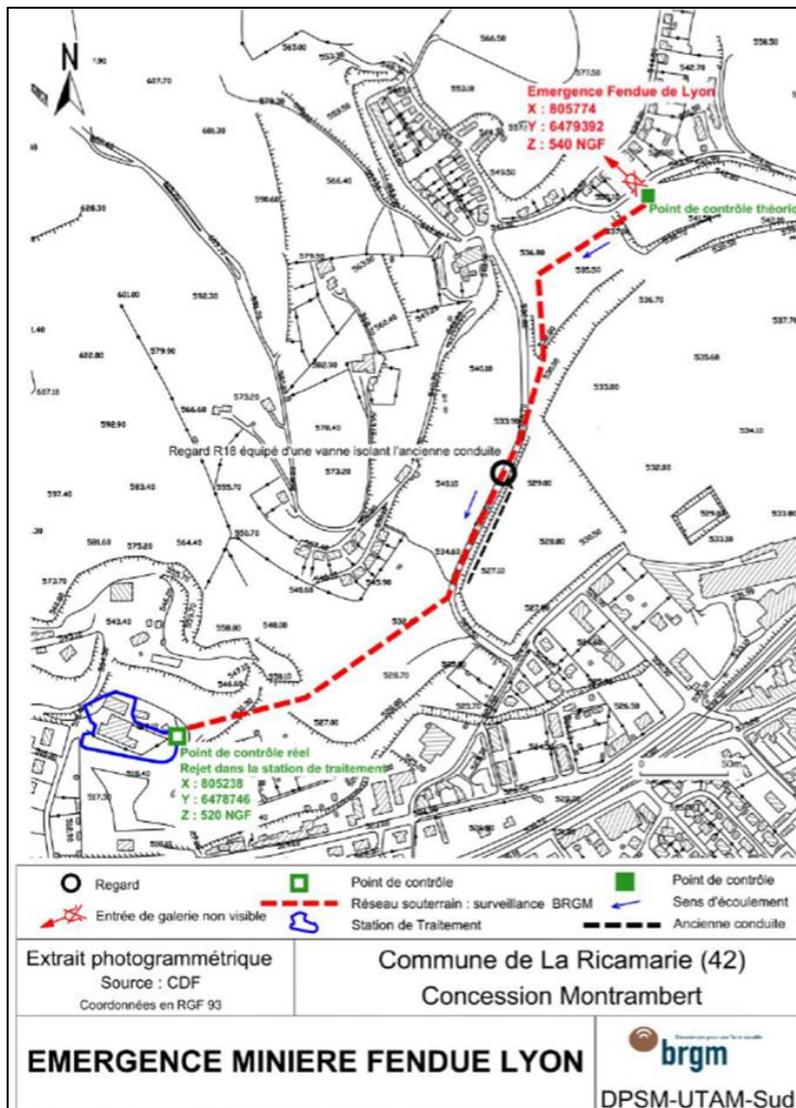


Figure 32 : Plan du réseau souterrain entre l'émergence de la Fendue Lyon et la station de Montrambert.

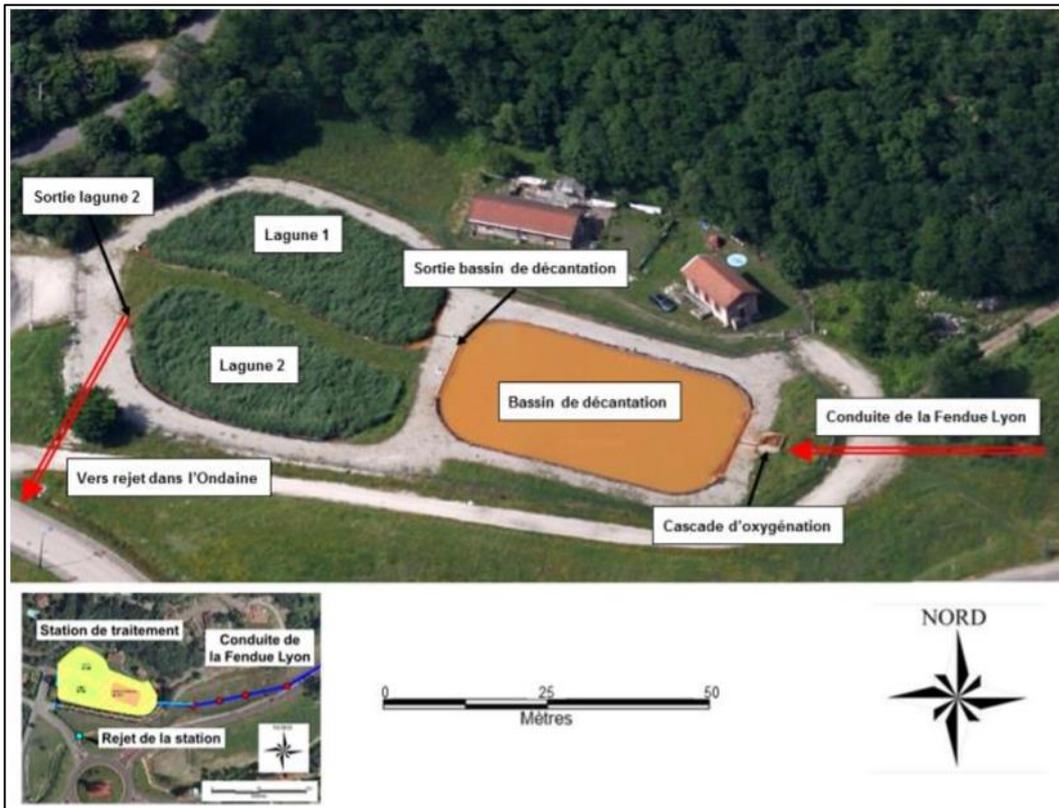


Figure 33 : Vue aérienne de la station de traitement des eaux de Montrambert.

➤ **Émergence de Rieux (commune de Roche-la-Molière)**

Située sur la commune de Roche-la-Molière, à environ 5 km à l'ouest de Saint-Étienne, l'émergence de Rieux draine le réservoir minier des Rieux. L'émergence minière principale est constituée de deux forages de décharge artésiens, dont les eaux rejoignent le cours d'eau du Lizeron par une canalisation puis par un petit canal bétonné équipé d'un déversoir triangulaire pour la mesure du débit (Arathoon, 2017).

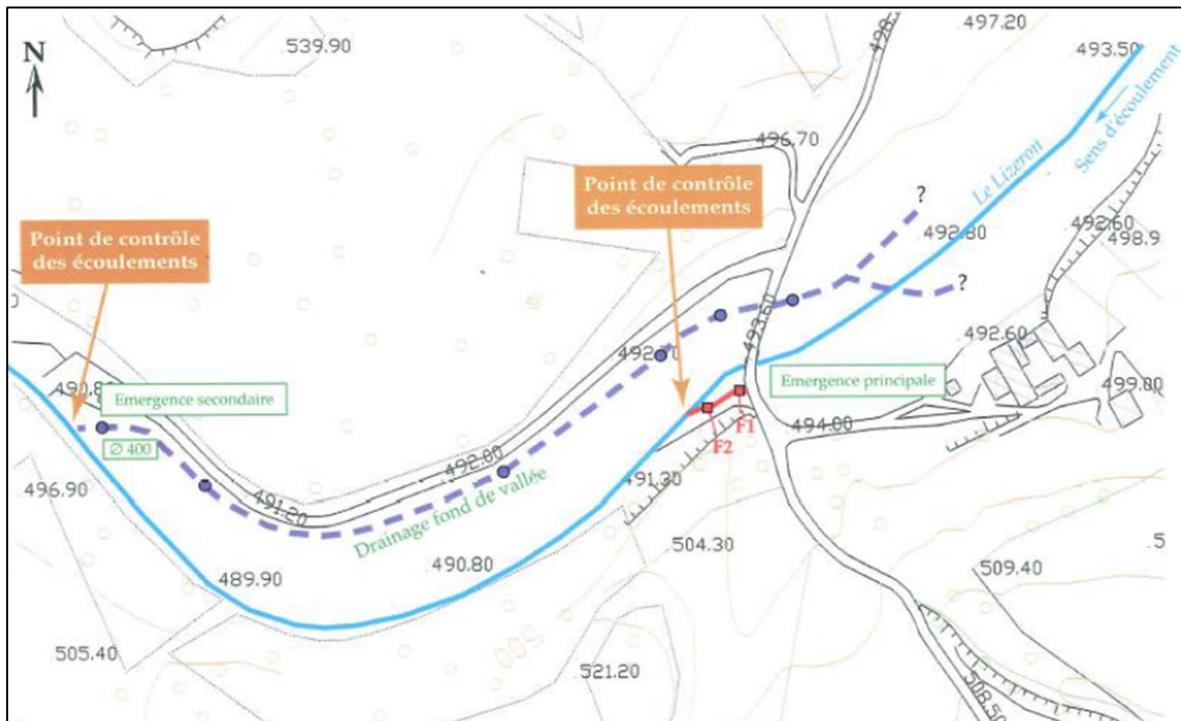


Figure 34 : Localisation et vues de l'émergence minière de Rieux.

Depuis 2009, le suivi de l'émergence montre des caractéristiques influencées par les conditions hydrologiques du secteur, variant très fortement autour des **valeurs moyennes du débit de 65,8 m<sup>3</sup>/h (variant de 30 à 159,5 m<sup>3</sup>/h), de température de 18,2 °C (de 15,2 à 20 °C), de conductivité de 2705 µS/cm (de 1020 à 3990 µS/cm) et du pH 6,8 (de 6,2 à 7,6).**

Rieux						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	140,0	19,1	3300	7,6		
14/10/2009	60,0	17,0	3390	6,7		
25/05/2010	80,0	20,0	3120	6,7		
22/11/2010	90,0	15,2	3990	7,6		
23/03/2011	90,0	18,0	1650	6,2		
13/09/2011	30,0	18,9	2010	6,5		
15/05/2012	53,0	16,4	1020	6,8		
08/10/2012	53,0	18,8	1022	6,5		
26/06/2013	103,1	18,9	2780	6,6		
23/10/2013	31,1	18,7	2790	6,6		
27/01/2014	159,5	17,4	2970	6,6		
16/07/2014	31,1	18,9	3100	6,7		
21/01/2015	70,1	17,1	2590	6,7		
28/09/2015	37,0	18,6	3080	6,7		
15/03/2016	44,5	18,5	3010	6,5		
05/10/2016	31,1	18,7	3080	6,5		
15/03/2017	70,1	18,6	2706	6,5		
13/09/2017	40,9	18,4	3010	7,3	4,6	-22,6
15/03/2018	75,1	18,2	2940	7,1	5,5	-23,0
18/10/2018	31,1	18,4	2886	6,6		-40,0
01/04/2019	60,8	18,5	2360	6,8		-31,6
<b>minimum</b>	<b>30,0</b>	<b>15,2</b>	<b>1020</b>	<b>6,2</b>		<b>-40,0</b>
<b>moyenne</b>	<b>65,8</b>	<b>18,2</b>	<b>2705</b>	<b>6,8</b>		<b>-29,3</b>
<b>maximum</b>	<b>159,5</b>	<b>20,0</b>	<b>3990</b>	<b>7,6</b>		<b>-22,6</b>

Tableau 47 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Rieux.

➤ **Émergence de Roare (commune de Roche-la-Molière)**

Située également sur la commune de Roche-la-Molière, à environ 5 km à l’ouest de Saint-Etienne, l’émergence de Roare draine le réservoir minier dénommé Varenne Nord.

Dans le cadre du suivi de cette émergence, les paramètres physico-chimiques sont mesurés au niveau d’un regard situé à proximité du forage de décharge hydraulique (artésien) ayant recoupé une galerie des anciens travaux souterrains. Les eaux minières sont ensuite canalisées dans une buse sur laquelle sont connectés les réseaux secondaires d’eaux pluviales et usées. Le rejet des eaux est effectué dans un cours d’eau (le Péchier) à quelques centaines de mètres en aval du regard de contrôle (Arathoon, 2017).

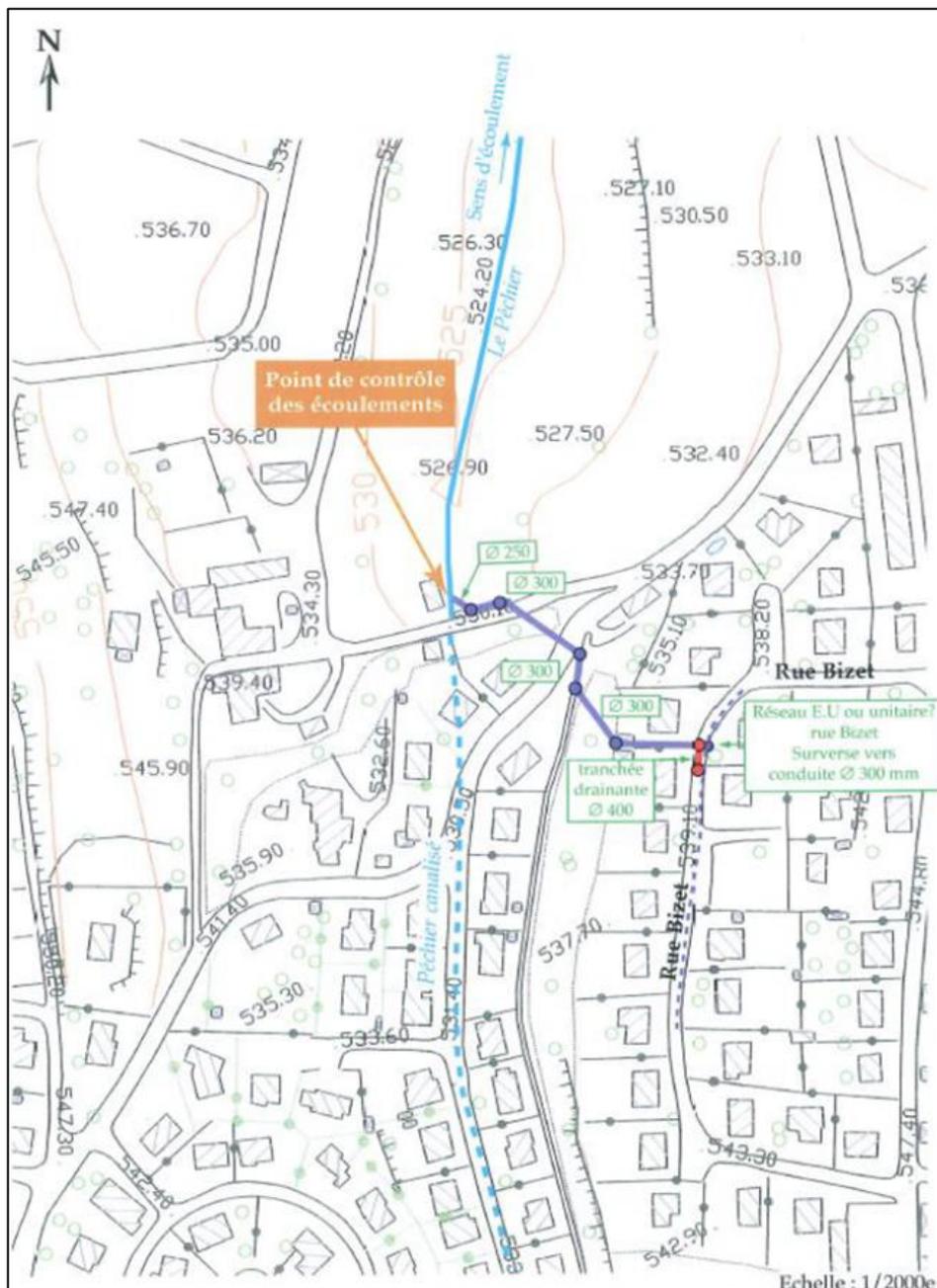


Figure 35 : Tracé du réseau hydraulique entre l’émergence minière de Roare et le Péchier

Pour la période 2008-2017, **la moyenne des débits estimés serait de l'ordre de 15 m<sup>3</sup>/h** (Arathoon, 2017). Cette valeur est peu significative compte-tenu de la précision limitée de la méthode volumétrique employée (seau).

Au niveau du regard de contrôle, les valeurs moyennes enregistrées depuis 2009 sont de **14,7 °C pour la température**, 1580 µS/cm pour la conductivité et 6,8 pour le pH.

Roare					
Date des mesures	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	15,3	1957	7,2		
14/10/2009	14,2	1929	7,0		
25/05/2010	15,3	1530	6,6		
22/11/2010	13,8	1520	7,3		
23/03/2011	15,4	1526	7,8		
13/09/2011	16,1	1680	6,3		
15/05/2012	14,0	1095	6,7		
08/10/2012	15,3	1270	6,6		
26/06/2013	14,8	1500	6,7		
23/10/2013	15,0	1610	6,8		
27/01/2014	13,9	1829	6,6		
16/07/2014	15,8	1842	6,7		
21/01/2015	13,1	1420	6,7		
28/09/2015	14,6	1820	6,7		
15/03/2016	14,1	1746	6,7		
05/10/2016	14,7	1250	6,4		
15/03/2017	14,4	1338	6,5		
13/09/2017	14,6	1764	7,2	1,3	-61,2
15/03/2018	14,2	1701	7,0	0,8	-54,0
18/10/2018	14,7	1611	6,7		-90,0
01/04/2019	14,4	1248	6,7		-55,6
<b>minimum</b>	<b>13,1</b>	<b>1095</b>	<b>6,3</b>		<b>-90,0</b>
<b>moyenne</b>	<b>14,7</b>	<b>1580</b>	<b>6,8</b>		<b>-65,2</b>
<b>maximum</b>	<b>16,1</b>	<b>1957</b>	<b>7,8</b>		<b>-54,0</b>

Tableau 48 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence de Roare.

➤ **Émergence de La Massardière (commune de Saint-Etienne)**

Située dans le secteur est de la commune de Saint-Étienne, l'émergence de La Massardière draine le réservoir minier dénommé Massardière - Terrenoire (Arathoon, 2017).

Le point de contrôle de cette émergence minière est situé en sortie d'une galerie canalisée pour laquelle les travaux de mise en sécurité (2001) ont consisté à mettre en place une cloison siphonide puis un comblement avec du béton. Les eaux minières s'écoulent au travers d'une buse souterraine, du point de contrôle jusqu'à leur rejet dans un cours d'eau (le Janon). La configuration du site ne permet pas de mesurer le débit de manière fiable (Arathoon, 2017).

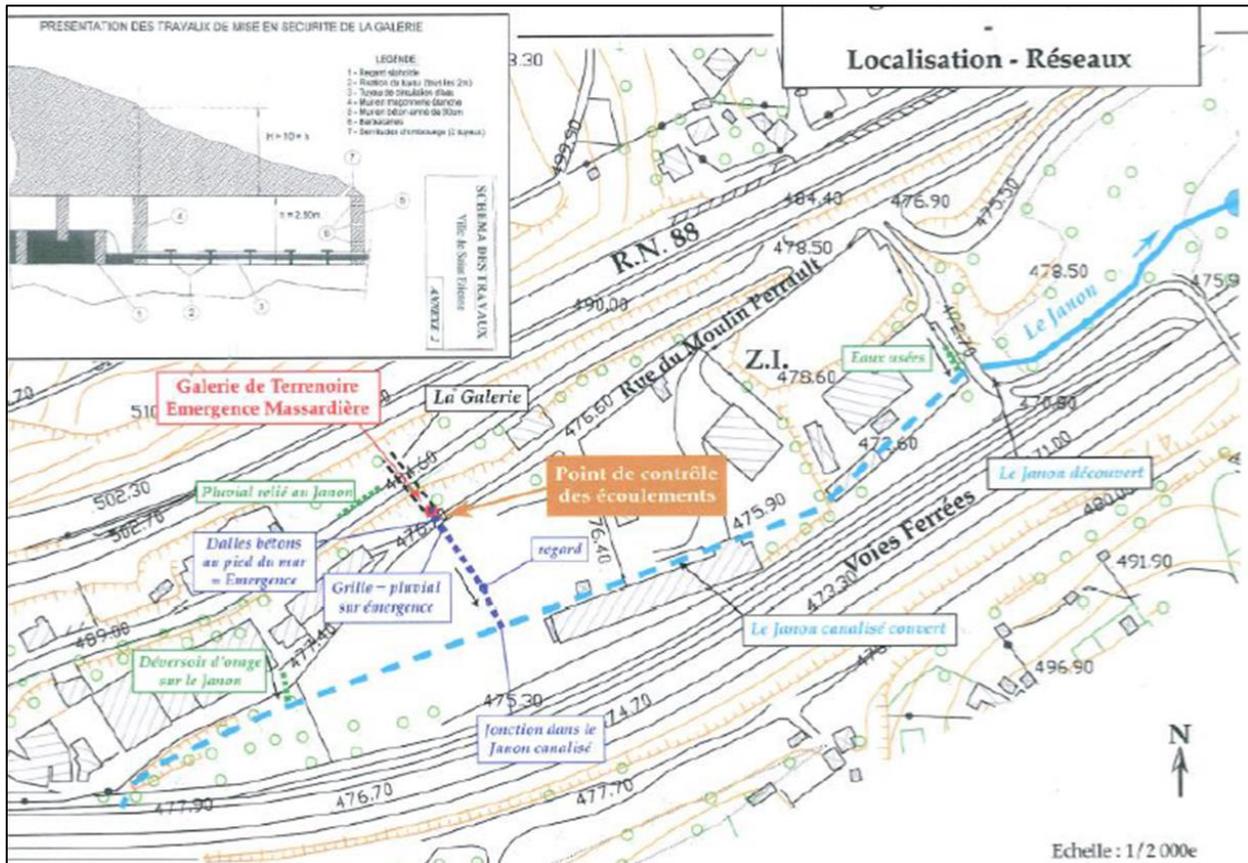


Figure 36 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de La Massardière et le Janon.

Les mesures de débits n'ont été effectuées qu'entre 2008 et 2012, puis en 2016 seulement. Les valeurs enregistrées donnent une **moyenne indicative de 28,3 m<sup>3</sup>/h** (variant de 14,4 à 54 m<sup>3</sup>/h).

Les valeurs moyennes enregistrées depuis 2009 sont de **15,3 °C pour la température**, 1 673 µS/cm pour la conductivité et 6,8 pour le pH.

La Massardière						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	54	16,1	2030	6,5		
14/10/2009	20	14,8	1950	7,0		
25/05/2010	24	16,8	1490	6,8		
22/11/2010	30	15,2	1520	6,9		
23/03/2011	28	16,4	1585	7,3		
13/09/2011	26	16,8	1490	6,9		
15/05/2012	36	13,6	1700	6,5		
08/10/2012	36	15,6	1474	6,5		
26/06/2013		16,1	1660	6,8		
23/10/2013		15,3	1600	6,8		
27/01/2014		14,2	1820	6,6		
16/07/2014		15,6	1836	6,7		
21/01/2015		13,3	1460	6,7		
28/09/2015		15,7	1835	6,5		
15/03/2016	14,8	15,1	1786	6,8		
05/10/2016	14,4	15,1	1823	6,4		
15/03/2017		15,1	1480	6,5		
13/09/2017		15,2	1793	7,8	18	6,3
15/03/2018		15,0	1782	7,3	21	-36,0
18/10/2018		15,2	1657	6,6		-33,0
01/04/2019		15,1	1365	6,5		-23,4
<b>minimum</b>	<b>14,4</b>	<b>13,3</b>	<b>1365</b>	<b>6,4</b>		<b>-36,0</b>
<b>moyenne</b>	<b>28,3</b>	<b>15,3</b>	<b>1673</b>	<b>6,8</b>		<b>-21,5</b>
<b>maximum</b>	<b>54</b>	<b>16,8</b>	<b>2030</b>	<b>7,8</b>		<b>6,3</b>

Tableau 49 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de La Massardière.

### ➤ **Émergence du Bas Cluzel (commune de Saint-Genest-Lerpt)**

Située sur la commune de Saint-Genest-Lerpt, à l'ouest immédiat de Saint-Etienne, l'émergence du Bas Cluzel draine le réservoir minier dénommé Saint-Etienne Ouest (Arathoon, 2017).

Le lieu d'émergence n'est pas accessible suite à sa mise en sécurité en 1999 (mise en place d'une cloison siphonide à 80 m de la sortie au jour et remblayage de la partie terminale). Dans le cadre de la surveillance du site, les paramètres de contrôle sont mesurés au niveau d'un regard situé à mi-chemin entre l'émergence et son rejet dans un cours d'eau (le Rieudelet). Des réseaux d'eaux anthropiques rejoignent le réseau souterrain en aval du regard.

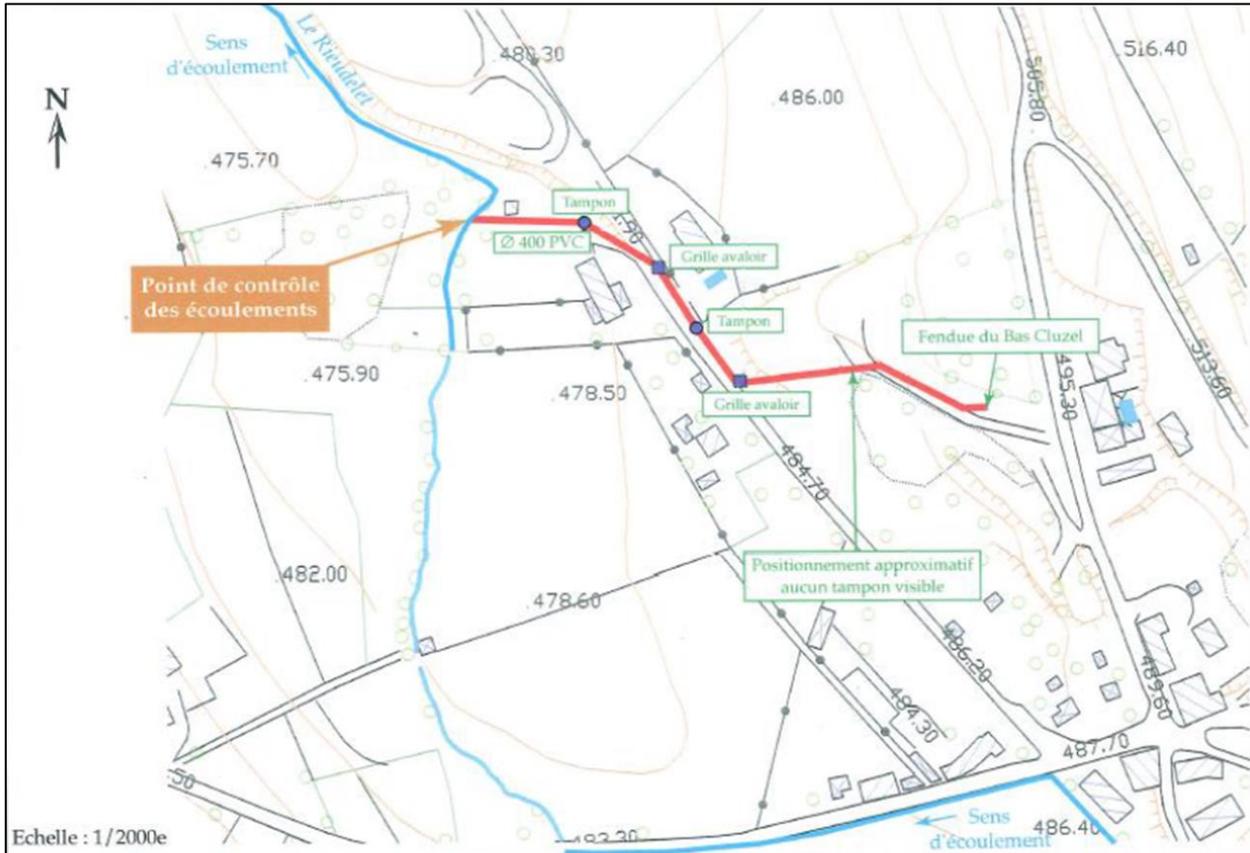


Figure 37 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière du Bas Cluzel et le Rieudelet.

Depuis 2009, le débit moyen de l'émergence du Bas Cluzel est relativement faible (9,8 m<sup>3</sup>/h, variant de 1,4 à 18 m<sup>3</sup>/h). Les valeurs de température, de conductivité et de pH varient très fortement autour des valeurs moyennes (respectivement : 19,9 °C, 2 945 µS/cm et 7,3).

Bas Cluzel						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	12,0	18,8	2780	7,5		
14/10/2009	11,0	16,4	3050	7,9		
25/05/2010	12,0	22,7	3400	7,2		
22/11/2010	18,0	17,0	2920	7,5		
23/03/2011	15,0	15,5	1230	8,5		
13/09/2011	5,0	20,2	3270	7,1		
15/05/2012	18,0	19,5	2570	7,1		
08/10/2012	7,2	20,6	3200	6,8		
26/06/2013	18,0	20,8	2490	6,8		
23/10/2013	1,4	20,5	3090	6,9		
27/01/2014	18,0	20,1	2960	6,9		
16/07/2014	8,6	21,5	2950	7,0		
21/01/2015	16,0	19,6	2790	7,1		
28/09/2015	6,5	20,7	3270	7,1		
15/03/2016	12,2	20,4	3290	7,0		
05/10/2016	3,7	20,8	3380	6,9		
15/03/2017	3,7	21,0	3019	7,0		
13/09/2017	3,6	20,7	3240	8,2	39,5	-52,1
15/03/2018	3,8	20,3	3310	8,1		-43,0
18/10/2018	3,2	20,4	3217	7,4		-50,0
01/04/2019	9,0	20,9	2412	7,4		-59,2
<b>minimum</b>	<b>1,4</b>	<b>15,5</b>	<b>1230</b>	<b>6,8</b>		<b>-59,2</b>
<b>moyenne</b>	<b>9,8</b>	<b>19,9</b>	<b>2945</b>	<b>7,3</b>		<b>-51,1</b>
<b>maximum</b>	<b>18,0</b>	<b>22,7</b>	<b>3400</b>	<b>8,5</b>		<b>-43,0</b>

Tableau 50 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière du Bas Cluzel.

### ➤ **Émergence de Cluzel Haut (commune de Saint-Genest-Lerpt)**

Située également sur la commune de Saint-Genest-Lerpt, à l'ouest immédiat de Saint-Etienne, l'émergence de Cluzel Haut draine le réservoir minier dénommé Saint-Étienne Sud (Arathoon, 2017).

Compte tenu de la présence de réseaux secondaires composés d'eaux pluviales et usées, le contrôle de l'émergence (cf. Figure 38) est réalisé au niveau d'un regard situé à environ 200 m en amont du point de rejet des eaux dans un cours d'eau (le Rieudelet). Le débit des écoulements est mesuré par méthode volumétrique (seau).

Depuis 2009, les paramètres de l'émergence varient très fortement. **La valeur moyenne du débit estimé est relativement faible 9,9 m<sup>3</sup>/h** (variant de 2 à 40 m<sup>3</sup>/h). Les valeurs moyennes de température, de conductivité et de pH sont respectivement de 16,2 °C, 1 730 µS/cm et 7,9 (cf. Tableau 51).

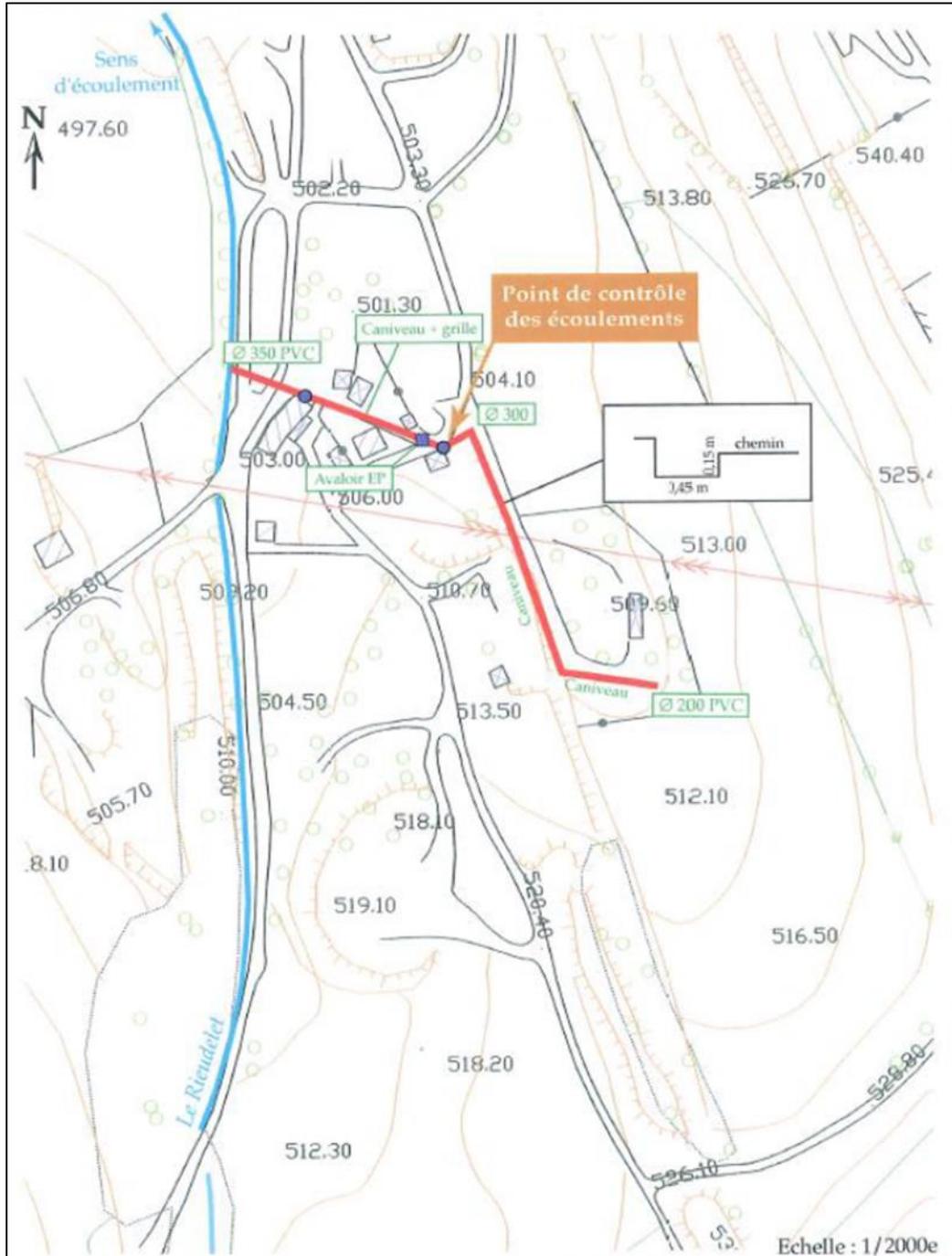


Figure 38 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de Cluzel Haut et le Rieudelet.

Cluzel Haut						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	9,0	16,8	2100	8,0		
14/10/2009	11,0	14,5	2090	8,0		
25/05/2010	9,0	16,8	2100	8,0		
22/11/2010	11,0	14,5	2090	8,0		
23/03/2011	40,0	19,6	2380	8,3		
13/09/2011	7,0	18,0	1675	7,5		
15/05/2012	12,4	14,7	1309	8,0		
08/10/2012	9,0	17,3	1613	7,6		
26/06/2013	10,8	16,4	1630	7,4		
23/10/2013	2,2	16,4	1670	7,5		
27/01/2014	18,0	13,7	1269	7,6		
16/07/2014	7,7	19,6	1883	8,1		
21/01/2015	11,2	13,5	930	7,6		
28/09/2015	9,0	16,4	1852	7,8		
15/03/2016	10,4	15,5	1695	7,9		
05/10/2016	4,9	16,3	1750	7,8		
15/03/2017	2,0	15,7	1480	7,8		
13/09/2017	6,5	16,8	1911	8,7	91,1	-121,2
15/03/2018	6,7	14,9	1844	8,2		-75,0
18/10/2018	5,1	16,7	1763	7,9		-40,0
01/04/2019	5,7	16,1	1296	8,0		-35,1
<b>minimum</b>	<b>2,0</b>	<b>13,5</b>	<b>930</b>	<b>7,4</b>		<b>-121,2</b>
<b>moyenne</b>	<b>9,9</b>	<b>16,2</b>	<b>1730</b>	<b>7,9</b>		<b>-67,8</b>
<b>maximum</b>	<b>40,0</b>	<b>19,6</b>	<b>2380</b>	<b>8,7</b>		<b>-35,1</b>

Tableau 51 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Cluzel Haut.

➤ **Émergence de Villars (commune de Villars)**

Située sur la commune de Villars, au nord-ouest immédiat de Saint-Etienne, l'émergence de Villars draine le réservoir minier dénommé Saint-Etienne Nord ou Villars (Arathoon, 2017).

Elle correspond au drainage d'émergences minières diffuses canalisées vers le point de contrôle situé au niveau d'un regard. Les mesures de débit sont réalisées par méthode volumétrique (seau). Le rejet des eaux est effectué à l'aval dans un ruisseau (le Furlan).

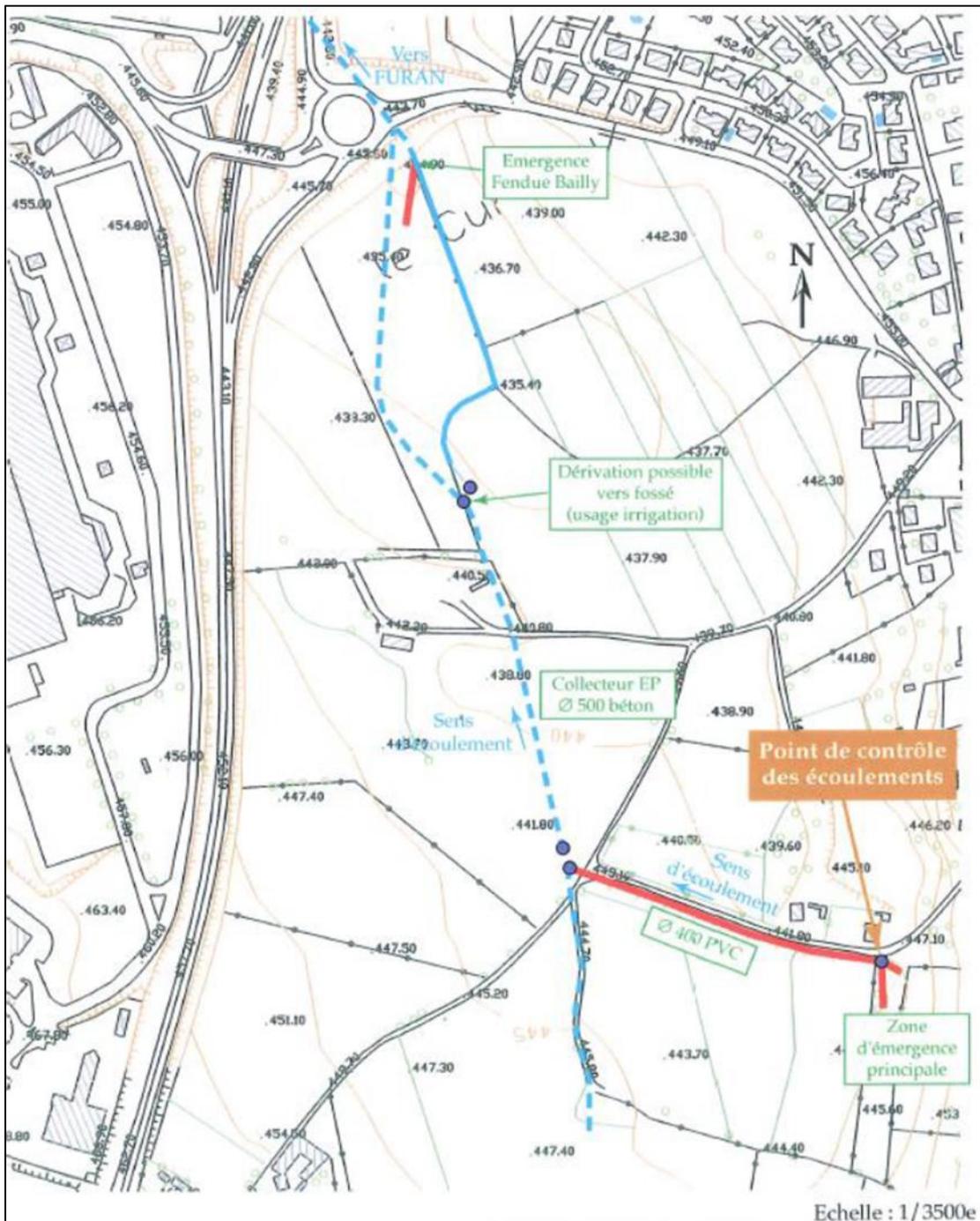


Figure 39 : Tracé du réseau hydraulique entre l'émergence minière de Villars et le Furan.

Depuis 2009, la valeur moyenne du débit est élevée 46,7m<sup>3</sup>/h (variant de 15 à 100 m<sup>3</sup>/h) et la température moyenne est de 19,2 °C (variant de 17 à 21,6 °C). Les valeurs moyennes de conductivité et de pH sont respectivement de 2 397 µS/cm et 7,2.

Villars						
Date des mesures	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (%)	Potentiel redox (mV)
07/04/2009	100,0	19,0	2080	6,9		
14/10/2009	75,0	18,1	2660	7,2		
25/05/2010	36,0	21,6	2510	7,2		
22/11/2010	50,0	17,0	2360	7,5		
23/03/2011	15,0	19,3	2910	7,9		
13/09/2011	30,0	19,8	2460	6,9		
15/05/2012	36,0	17,1	2530	7,1		
08/10/2012	72,0	19,7	1902	7,0		
26/06/2013	72,0	19,5	2340	7,2		
23/10/2013	36,0	19,3	2340	7,1		
27/01/2014	72,0	18,7	2460	7,0		
16/07/2014	28,8	20,1	2490	7,2		
21/01/2015	36,0	17,5	2180	7,1		
28/09/2015	24,0	19,6	2500	7,1		
15/03/2016	43,0	19,4	2430	7,3		
05/10/2016	27,6	19,6	2490	6,9		
15/03/2017	40,0	19,5	2300	7,0		
13/09/2017		19,5	2500	8,3	39,5	-73,5
15/03/2018		19,2	2480	7,7		-78,0
18/10/2018		19,6	2437	7,2		-83,0
01/04/2019		19,3	1973	7,2		-73,2
<b>minimum</b>	<b>15,0</b>	<b>17,0</b>	<b>1902</b>	<b>6,9</b>		<b>-83,0</b>
<b>moyenne</b>	<b>46,7</b>	<b>19,2</b>	<b>2397</b>	<b>7,2</b>		<b>-76,9</b>
<b>maximum</b>	<b>100,0</b>	<b>21,6</b>	<b>2910</b>	<b>8,3</b>		<b>-73,2</b>

Tableau 52 : Données mesurées in situ au niveau de l'émergence minière de Villars.

## 2.7. AUTRES ÉMERGENCES SUIVIES EN RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES : DÉPARTEMENTS DU PUY-DE-DÔME (63), DE L'ALLIER (03), DU RHÔNE (69) ET DE LA SAVOIE (73)

En dehors des bassins houillers du Dauphiné (13 émergences) et de la Loire (8), la région Auvergne-Rhône-Alpes compte six autres émergences réparties géographiquement dans les départements du Puy-de-Dôme (3), de l'Allier (1), du Rhône (1) et de la Savoie (1).

### 2.7.1. Département du Puy-de-Dôme (63) - Sites de Messeix et de Saint-Éloy-les-Mines

Dans le département du Puy-de-Dôme (63), le BRGM/DPSM assure la surveillance de deux émergences minières localisées sur les sites de Messeix et de Saint-Éloy-les-Mines.

La carte ci-dessous (source : Google Earth) permet de les situer au sein du département.

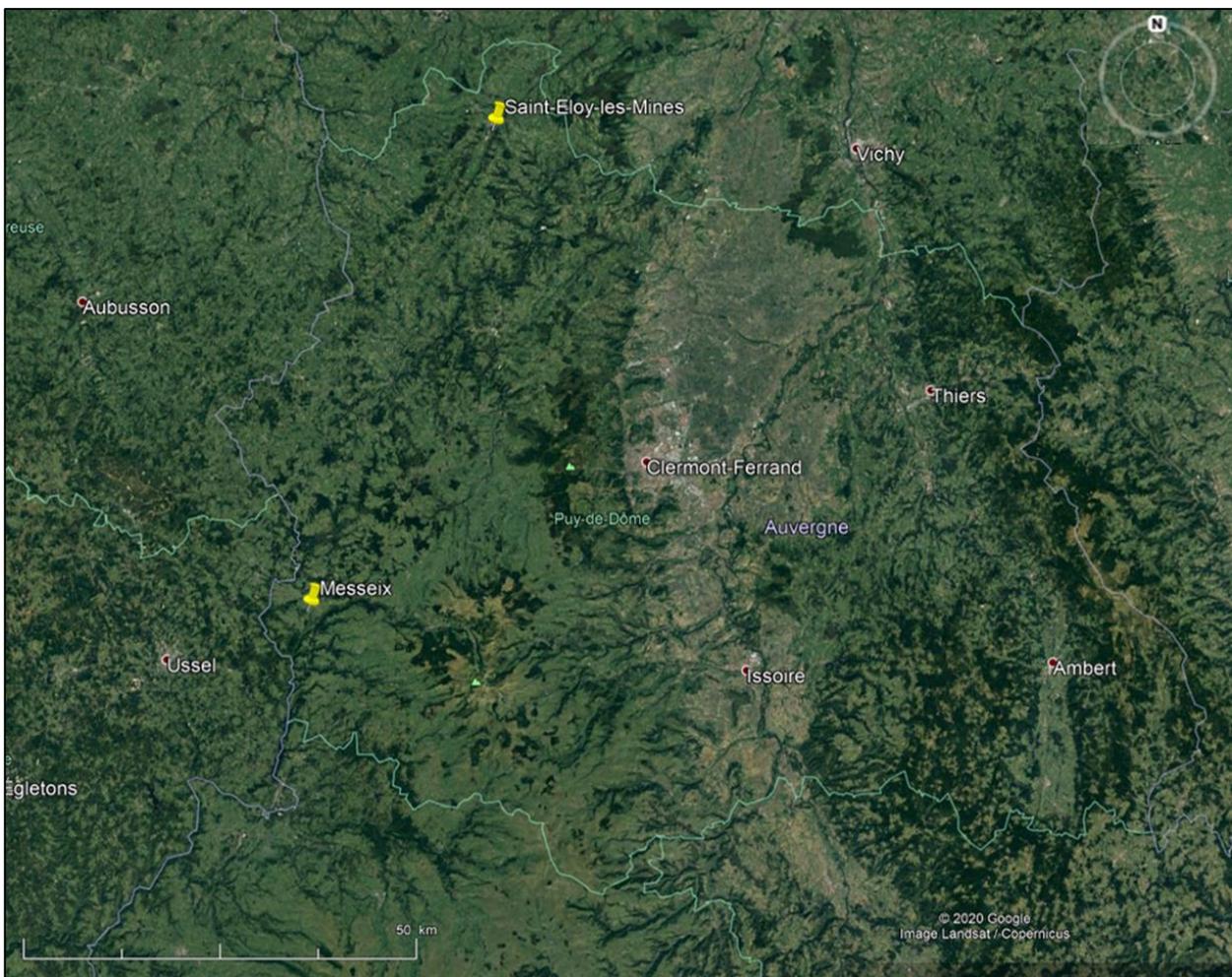


Figure 40 : Localisation des deux émergences minières surveillées dans le département du Puy-de-Dôme.

➤ **Bassin houiller de Messeix**

Localisé à une cinquantaine de kilomètres au sud-ouest de Clermont-Ferrand (cf. Figure 41), le bassin houiller de Messeix couvre une superficie d'environ 3 km<sup>2</sup>. Exploité depuis le 18<sup>ème</sup> siècle (de manière industrielle à partir de 1878), ce bassin a produit 12 millions de tonnes de charbon. La mine de Messeix fut fermée en 1989.

Environ neuf mois après l'arrêt de l'exploitation et de l'exhaure, une émergence minière est apparue par l'intermédiaire d'une ancienne descenderie au lieu-dit « les Mouillères » dans la vallée de la Dordogne (Nédellec *et al.*, 2018).

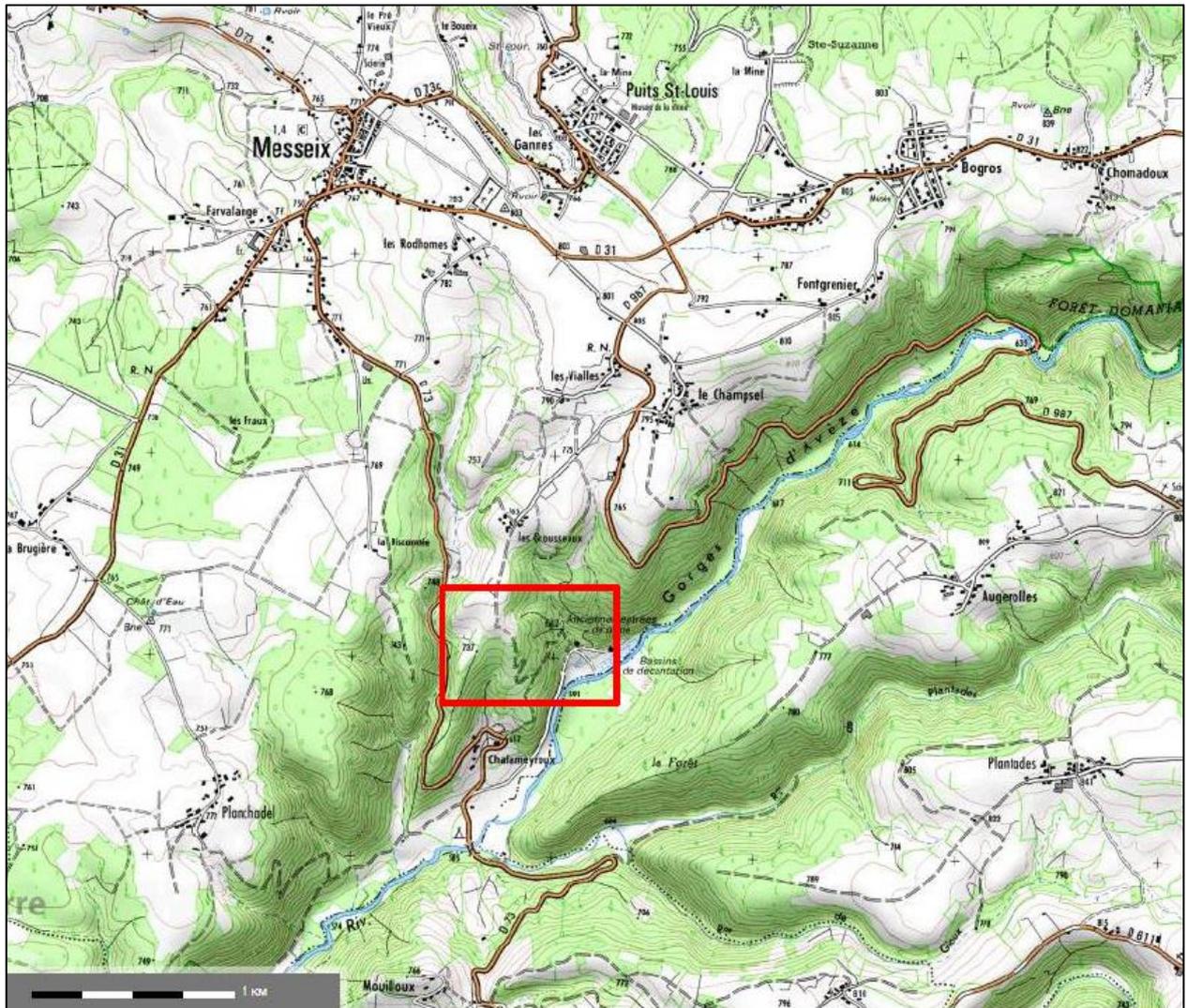


Figure 41 : Localisation du lieu-dit « les Mouillères » au sud de Messeix.

Un dispositif de traitement (passif) des eaux minières a été mis en place en 1990 et amélioré en 1994 et 1997. À l'entrée de la station des Mouillères, les eaux de l'émergence se déversent dans un bassin de décantation, puis circulent au travers de trois lagunes et de trois filtres à pouzzolanes avant d'être rejetées dans la Dordogne (cf. Figure 42).

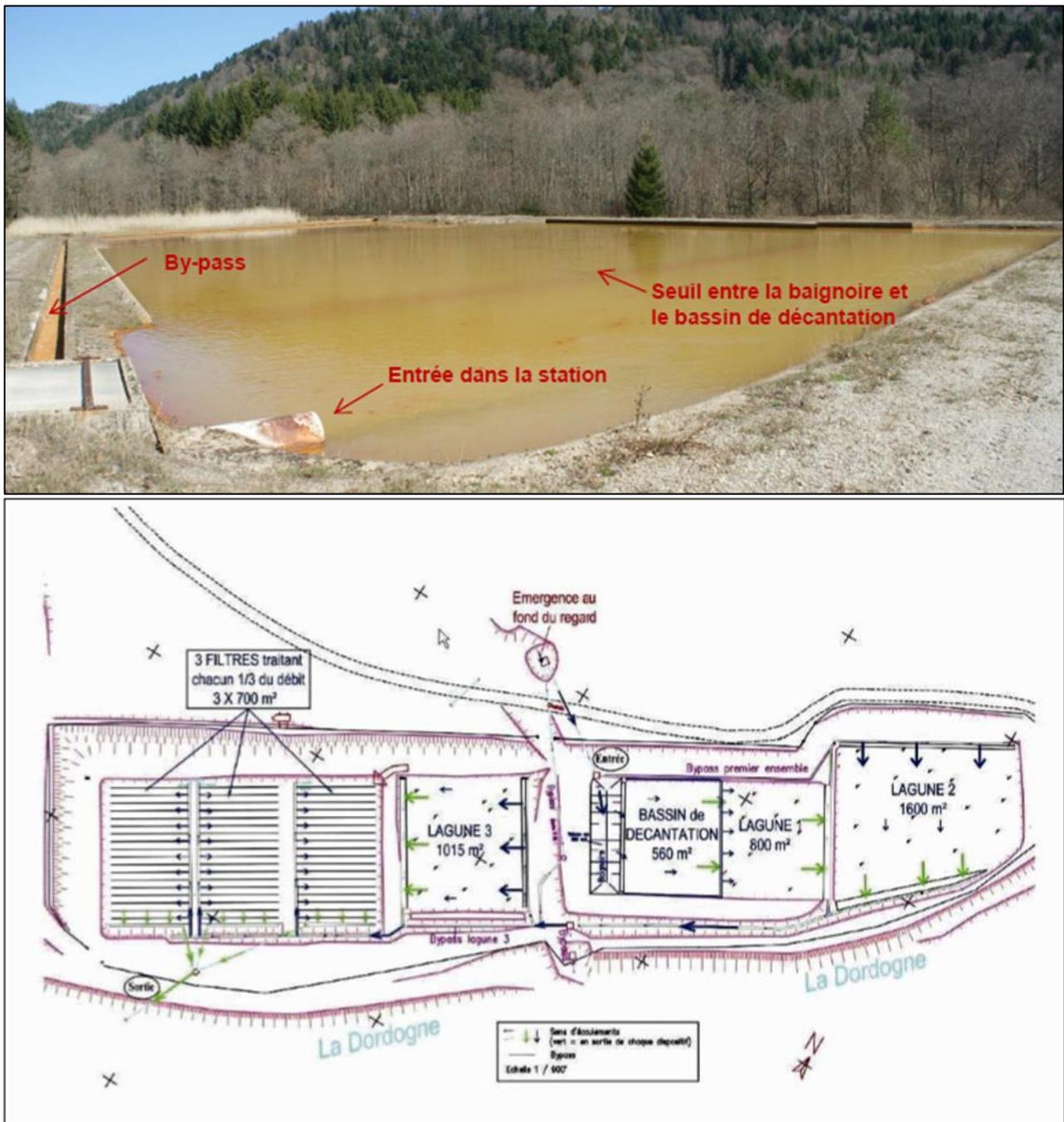


Figure 42 : Vue de l'émergence de Messeix et plan de la station de traitement des eaux des Mouillères.

Dans le cadre du suivi semestriel de la station de traitement des Mouillères, les paramètres de l'émergence sont contrôlés en entrée de station (Vaxelaire, 2017).

La station n'étant pas équipée d'un système de mesures, **le débit moyen de l'émergence est estimé à 100 m<sup>3</sup>/h**, avec un maximum évalué à 170 m<sup>3</sup>/h. La tendance d'évolution du débit est considérée comme stable et liée à la pluviométrie.

Depuis 2008, les valeurs moyennes sont de **16,2 °C pour la température**, 640,3 µS/cm pour la conductivité et 6,7 pour le pH. Le suivi permet également de connaître les concentrations moyennes en sulfates (43,4 mg/L), en fer (10,9 mg/L) et en manganèse (1,55 mg/L).

➤ **Bassin houiller de Saint-Éloy-les-Mines**

Localisé à une cinquantaine de kilomètres au nord de Clermont-Ferrand (cf. Figure 40), le bassin houiller de Saint-Éloy-les-Mines a fait l'objet d'exploitations souterraines et à ciel ouvert depuis la fin du 18<sup>ème</sup> siècle jusqu'à 1978 (Nédellec *et al.*, 2018).

L'émergence minière de Saint-Éloy se trouve au nord de la commune de Saint-Éloy-les-Mines, dans le secteur de la Vernade.

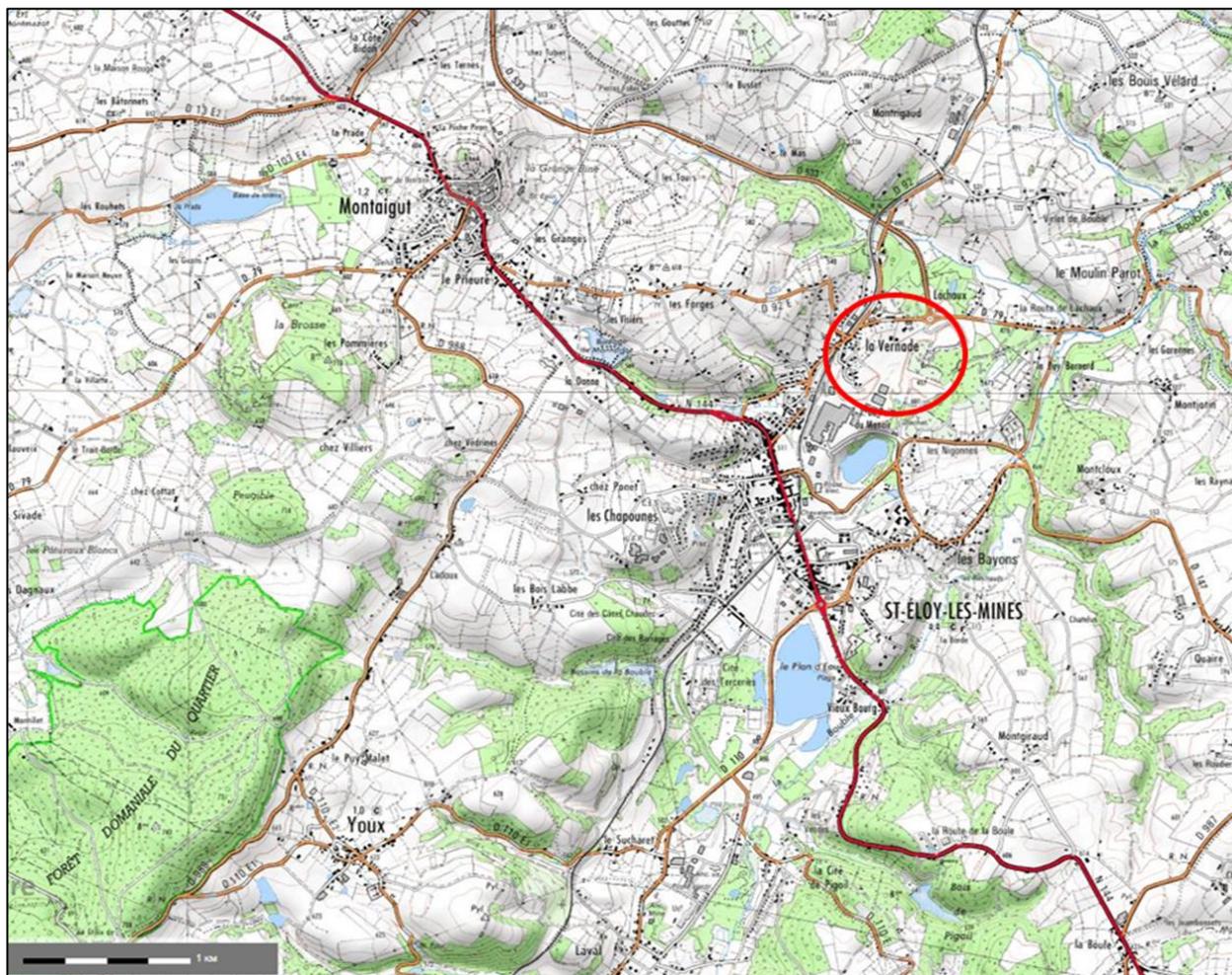


Figure 43 : Localisation de l'émergence minière de Saint-Éloy.

Le schéma conceptuel ci-dessous (cf. Figure 44) représente la circulation des eaux minières à l'origine de l'émergence de Saint-Éloy.

Le trop plein du réservoir minier se déverse en surface au niveau de deux tranchées dénommées Roland et Mormy (créées lors de l'exploitation du charbon à ciel ouvert) qui correspondent aux points topographiquement bas situés au droit des anciens travaux miniers. La liaison hydraulique entre les deux tranchées se fait par les sols en souterrain.

L'émergence minière de Saint-Eloy se trouve au point bas de la tranchée Mormy dont une partie est occupée par une décharge d'ordures ménagères. Les eaux minières s'écoulent par une canalisation souterraine (canalisation de la Vernade) sur une longueur de 550 m, avant d'être

rejetées dans un cours d'eau (la Danne, affluent de la Bouble). Afin de parer à un éventuel colmatage du point de sortie des eaux dans la tranchée Mormy, un forage de décharge hydraulique recoupant les travaux miniers à une profondeur de 58,5 m a été réalisé en 2003. Les eaux provenant de ce forage artésien se déversent directement dans la canalisation de la Vernade (Nédellec *et al.*, 2018).

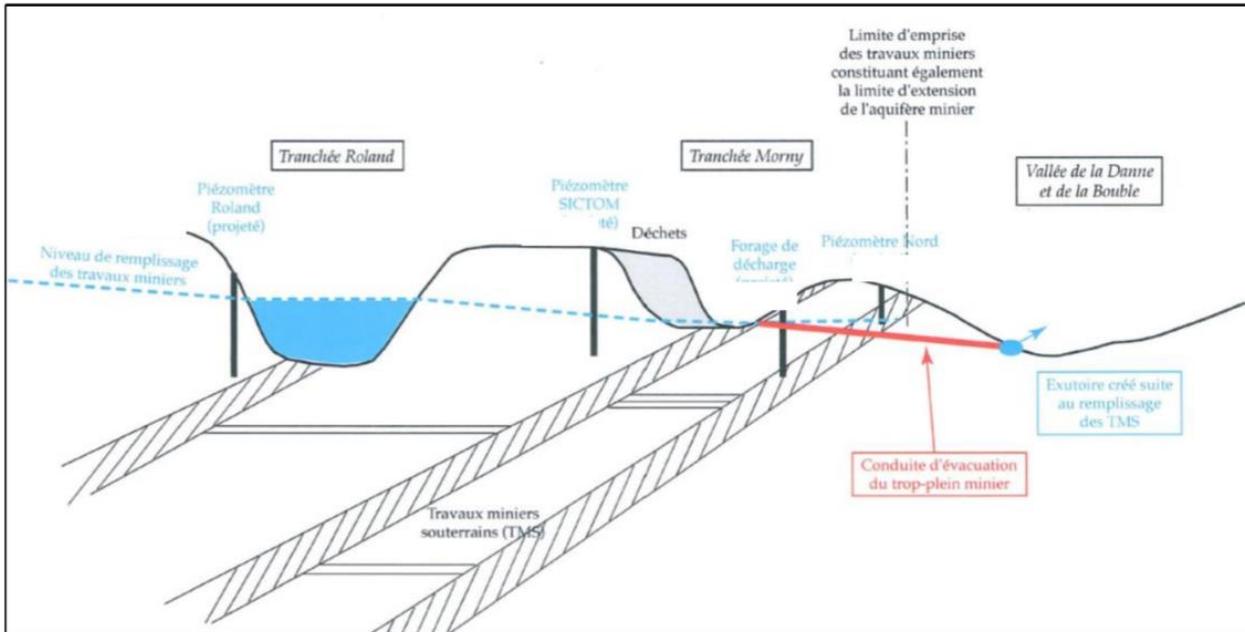


Figure 44 : Schéma de circulation des eaux à l'origine de l'émergence minière de Saint-Éloy.

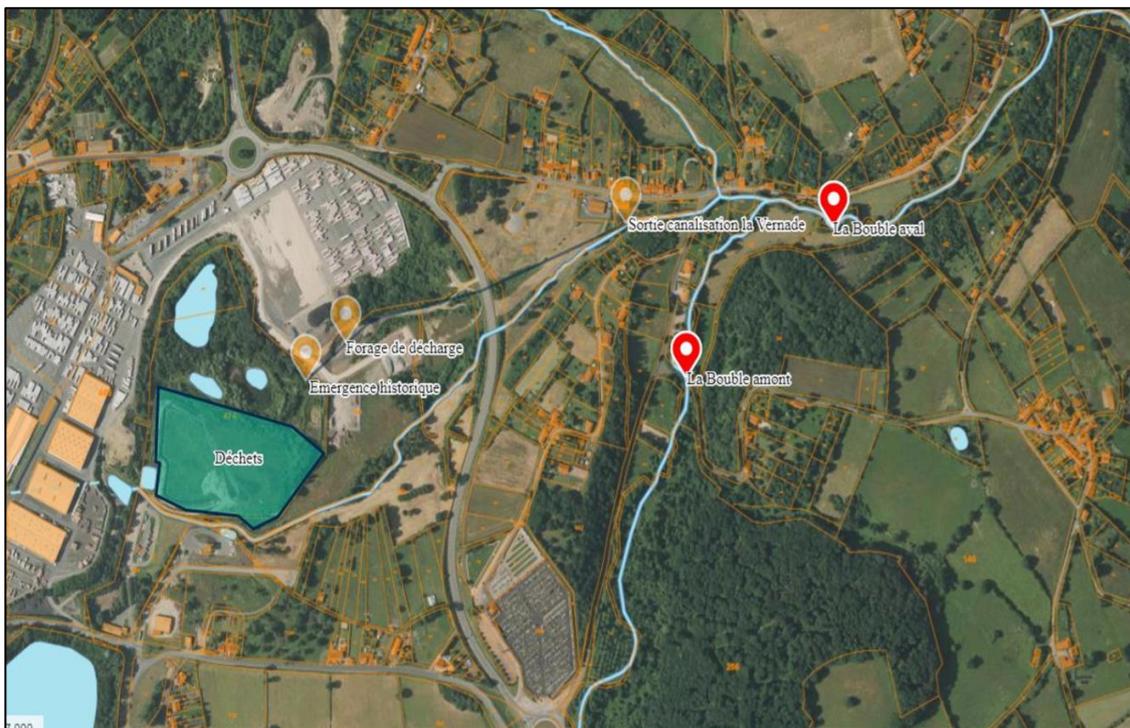


Figure 45 : Vue aérienne du site surveillé à Saint-Éloy-les-Mines.

La surveillance semestrielle du site comporte le suivi de la qualité des eaux de l'émergence minière et de son impact dans la Bouble, avec des prélèvements réalisés dans la Danne (au point de sortie de la canalisation de la Vernade) et dans la Bouble. Une inspection visuelle du forage de décharge est également effectuée afin de s'assurer du bon écoulement des eaux. Il n'y a donc **pas de données disponibles pour le débit et la température de l'émergence**.

Depuis 2002, les valeurs moyennes des concentrations mesurées au niveau de l'émergence sont les suivantes : 12,4 mg/L pour le fer, 2,5 mg/L pour le manganèse, 1169 mg/L pour les sulfates et 64 µg/L pour l'arsenic.

### 2.7.2. Département de l'Allier (03) - Bassin houiller de l'Aumance (site de Buxières-les-Mines)

Le BRGM/DPSM assure la surveillance de l'émergence minière des Gauthrins, localisée sur le site de Buxières-les-Mines dans le département de l'Allier, à environ 30 km de Moulins à l'est et de Montluçon à l'ouest (cf. Figure 46 ; source : Google Earth).

Ce site se trouve au sein du bassin houiller de l'Aumance où des gisements de houille et de schistes bitumineux ont été exploités à partir de premières recherches réalisées entre 1820 et 1825. L'exploitation du charbon en mines à ciel ouvert (découvertes) a été menée entre 1981 et 2001 (Nédellec *et al.*, 2018).



Figure 46 : Localisation de Buxières-les-Mines dans le département de l'Allier.

Apparue en mai 2005, l'émergence minière draine le réservoir hydrogéologique des Gauthrins. Cette émergence est située à moins d'un kilomètre au nord-ouest du centre de Buxières-les-Mines (cf. Figure 47). Une station de traitement (passif) des eaux, composée de deux lagunes (cf. Figure 48), a été mise en place en 2008 afin de contrôler l'impact de l'émergence avant son rejet dans un cours d'eau (le Morgon).

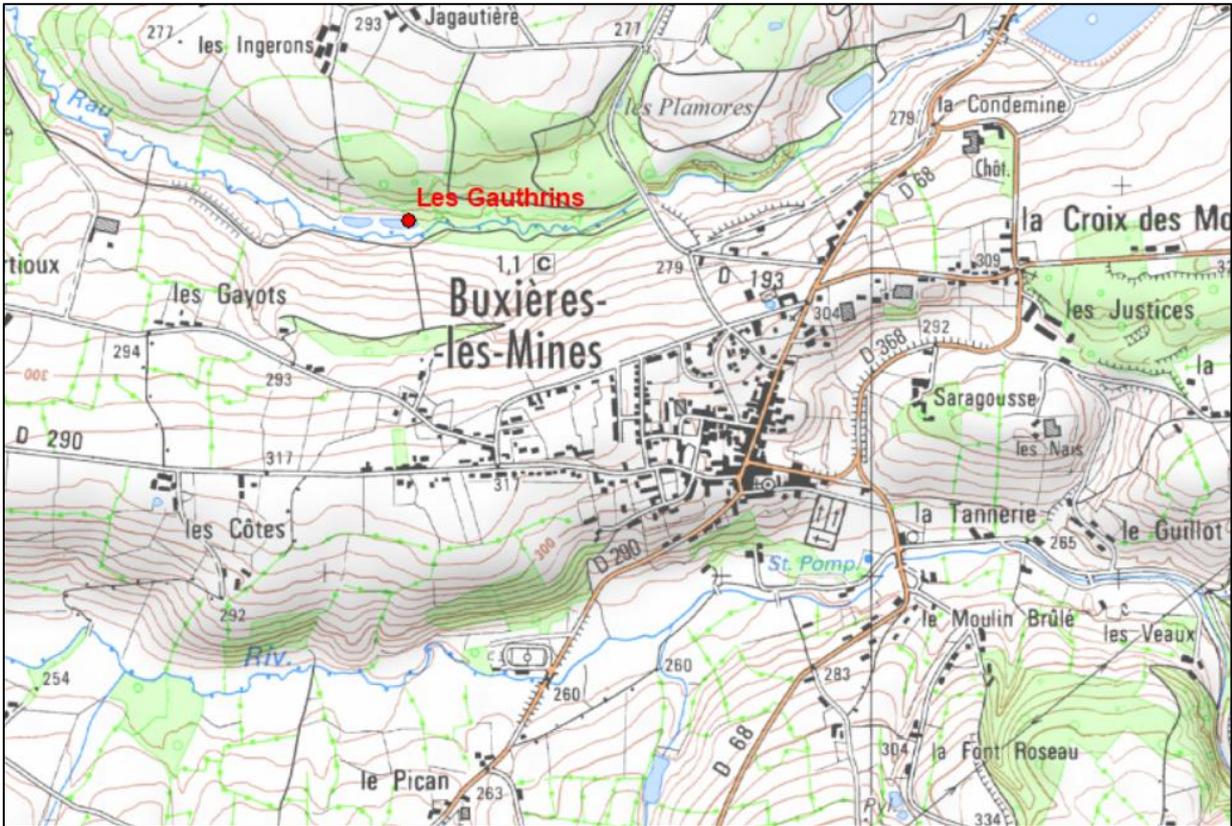


Figure 47 : Localisation de l'émergence minière des Gauthrins à Buxières-les-Mines.

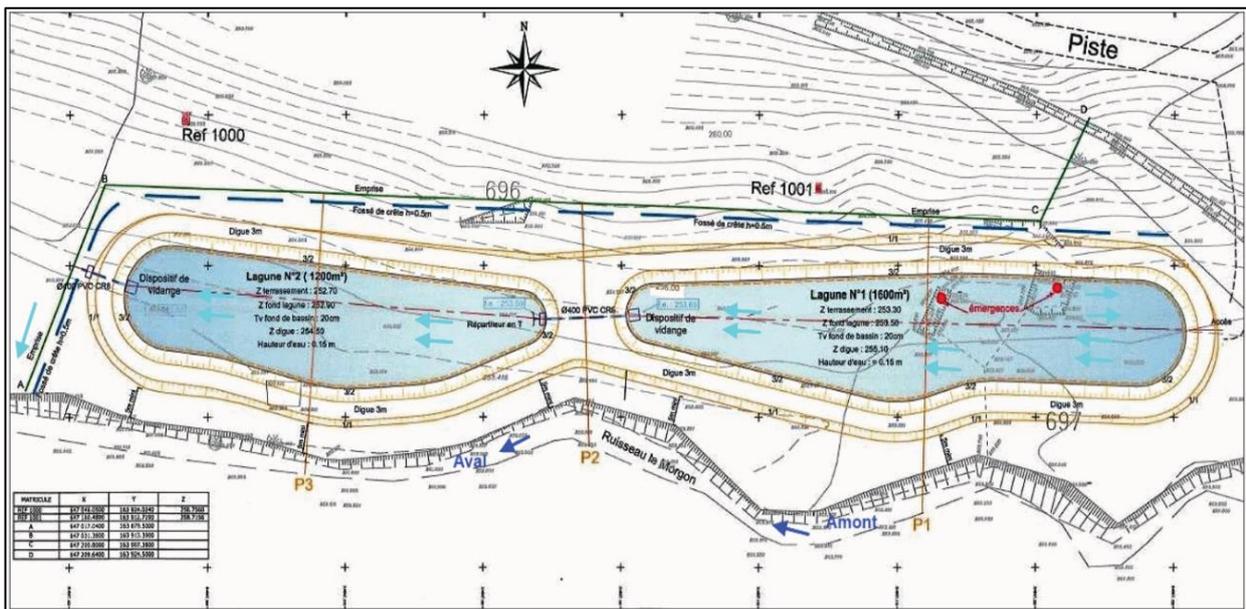


Figure 48 : Plan de la station de traitement des eaux des Gauthrins à Buxières-les-Mines.

**Le débit moyen de l'émergence est estimé à 16,6 m<sup>3</sup>/h** (variant peu de 15 à 18 m<sup>3</sup>/h) avec une tendance d'évolution considérée comme stable (Vaxelaire, 2017).

Depuis 2008, les valeurs moyennes sont de **13,1 °C pour la température**, 2948,1 µS/cm pour la conductivité et 6,2 pour le pH. Le suivi permet également de connaître les concentrations moyennes en sulfates (1714,5 mg/L), en fer (26,7 mg/L) et en manganèse (14,25 mg/L).

### 2.7.3. Département du Rhône (69) - Mines de Chessy (cuivre)

Localisé dans le département du Rhône, le BRGM/DPSM assure la surveillance du site de Chessy-les-Mines depuis 2018. La carte ci-dessous (source : Google Earth) permet de le localiser à environ 15 km au sud-ouest de Villefranche-sur-Saône.

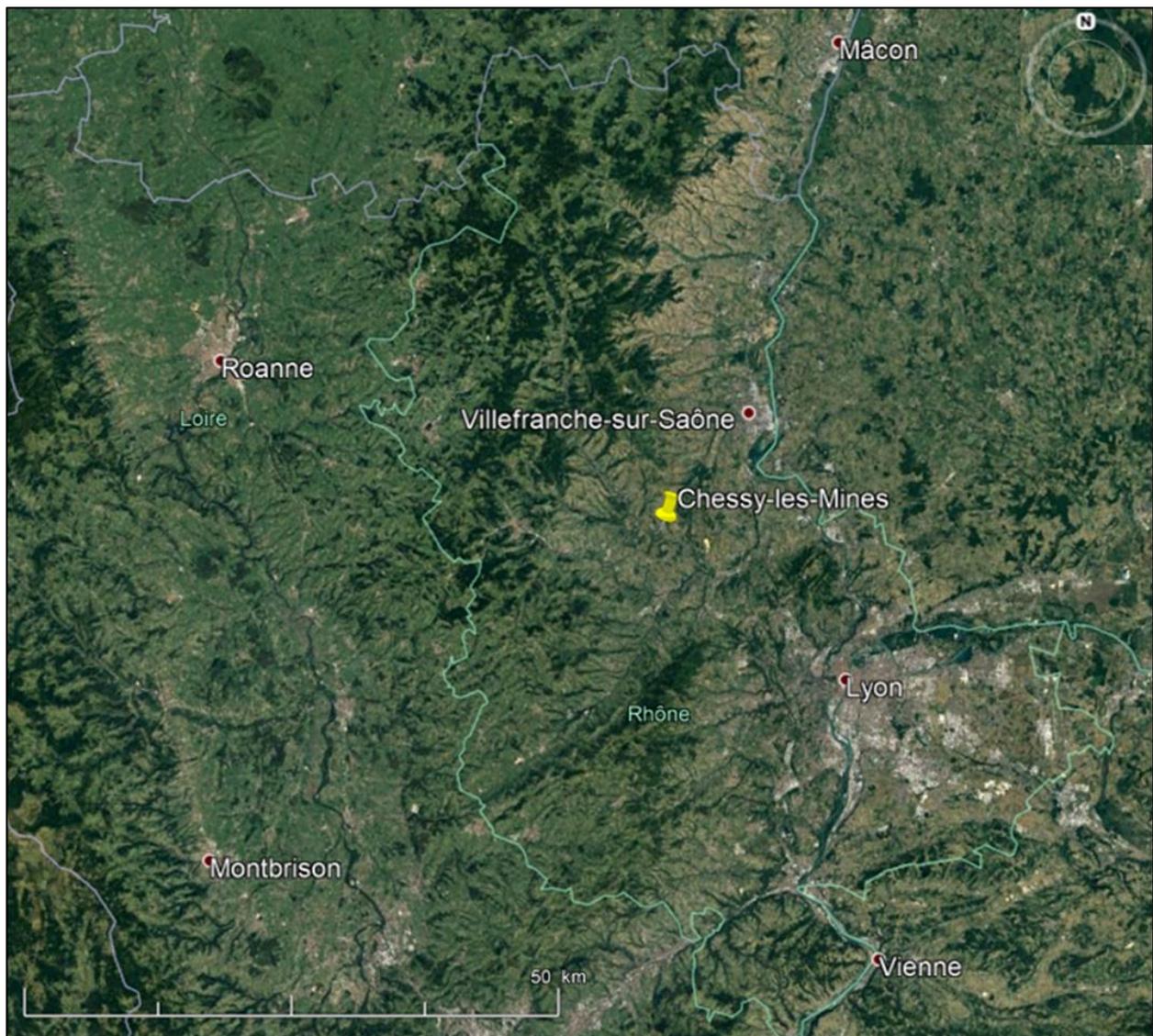


Figure 49 : Localisation du site de Chessy-les-Mines dans le département du Rhône.

Le site de Chessy a été principalement exploité pour le cuivre entre le début du 15<sup>ème</sup> siècle et 1877, date de l'effondrement de la mine (Nédellec *et al.*, 2018). Une station de traitement actif a été mise en place dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle au lieu-dit les Écublisses (cf. Figure 50).

Cet ancien site minier présente un réseau de galeries drainant des eaux acides chargées en sulfates et en métaux. Avant leur rejet dans un cours d'eau (l'Azergues), ces eaux subissent un traitement à la chaux dans une nouvelle station automatisée (mise en service en 2005) puis une filtration dans un bassin (Plat, 2019).

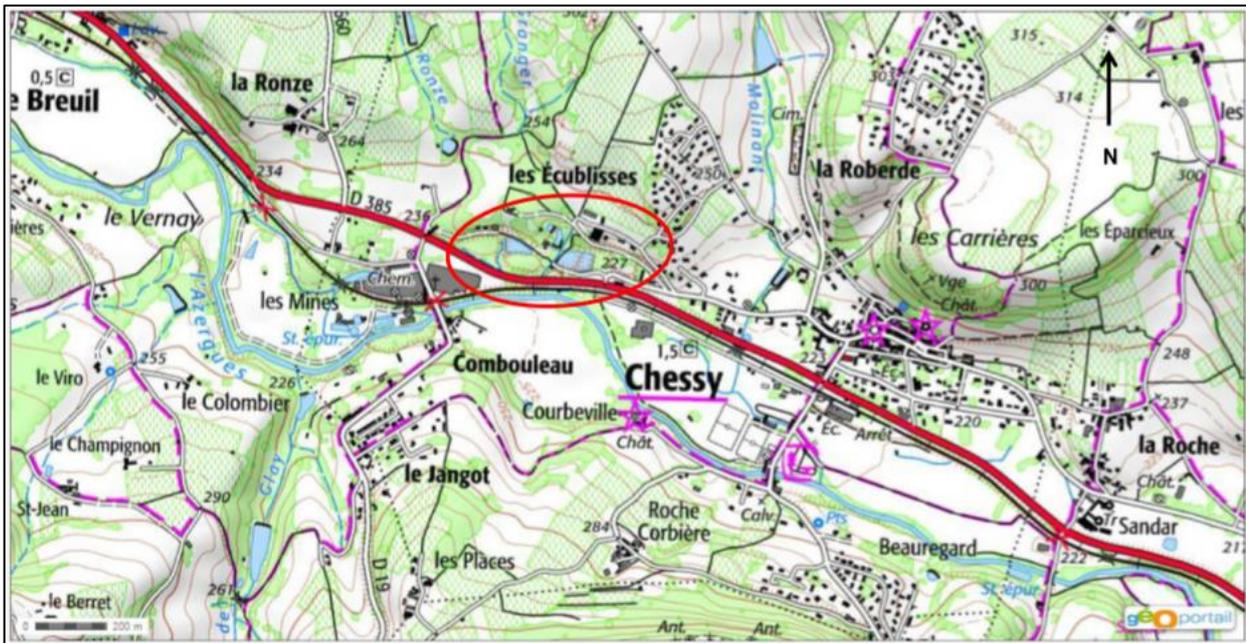


Figure 50 : Localisation de la station de traitement des eaux minières de Chessy-les-Mines.

Au niveau de la sortie de la galerie principale (entrée de station), les mesures réalisées en 2018 dans le cadre de cette nouvelle surveillance, indiquent **un faible débit moyen journalier (mesures automatisées), de l'ordre de 10 m<sup>3</sup>/h** (variant de 3 à 14 m<sup>3</sup>/h). **Les données de température du fluide ne sont pas renseignées.**

Le pH est acide (3) et les concentrations mesurées sont élevées pour les sulfates (1 500 à 2 000 mg/L), le fer (de l'ordre de 100 mg/L), le zinc (de 80 à 170 mg/L), le cuivre (7 à 58 mg/L) et l'aluminium (13 à 38 mg/L).

#### 2.7.4. Département de la Savoie (73) - Bassin houiller de Savoie (site de Côte-en-Velin)

Localisé sur la commune de Fourneaux en Savoie, le BRGM/DPSM assure la surveillance du site de Côte-en-Velin depuis 2014 (Nédellec *et al.*, 2018). La carte ci-dessous (source : Google Earth) permet de le localiser à environ 2 km au sud-ouest de Modane.

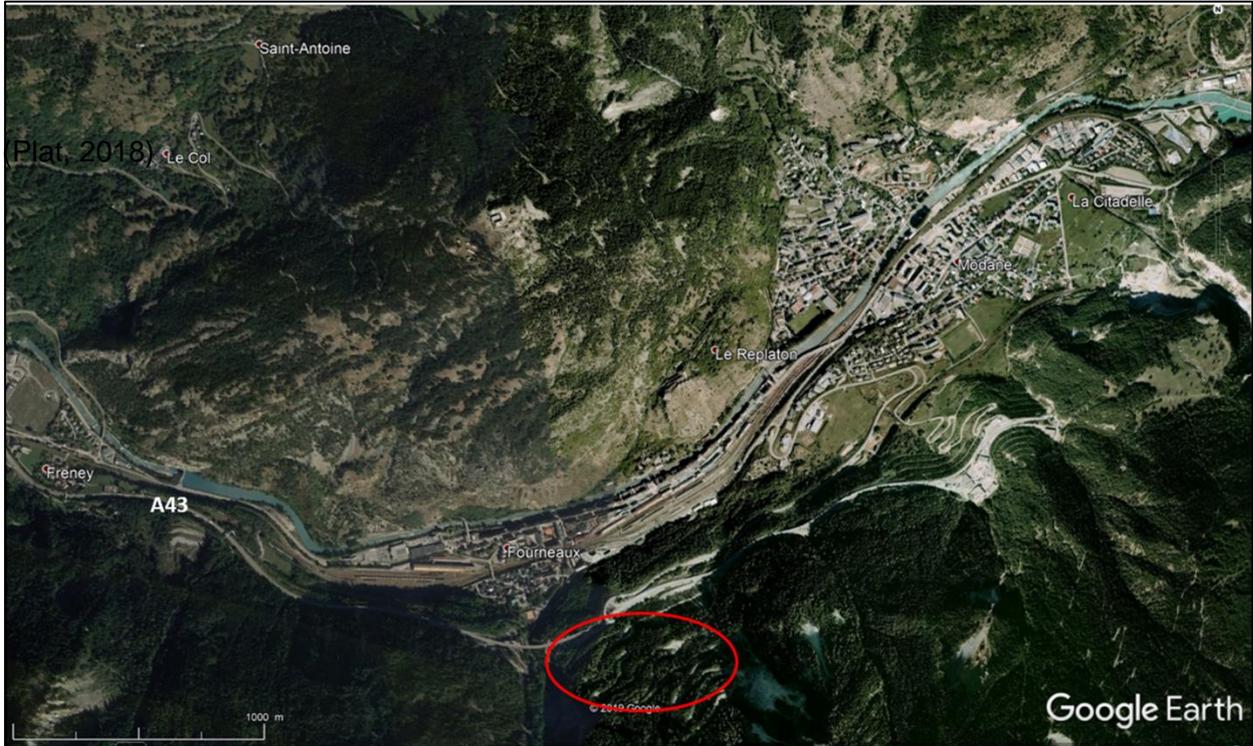


Figure 51 : Localisation du site de Côte-en-Velin dans le département de la Savoie.

À proximité immédiate du Viaduc autoroutier de Charmaix (A43), ce site correspond à une ancienne exploitation d’anthracite datée de 1858 à 1943 (Plat, 2018).

L’émergence minière est apparue en décembre 2000 suite au déboufrage spontané de la principale galerie d’accès aux anciens travaux miniers (cf. Figure 52). Des aménagements ont été réalisés en 2008 et en 2015 dans le cadre de la mise en sécurité du site (cf. Figure 53).

La surveillance annuelle comporte le contrôle visuel du fonctionnement du drainage des eaux de la galerie et des eaux de pluie, ainsi que la stabilité du talus. **Aucune donnée de débit et de température n’est enregistrée pour cette émergence.**

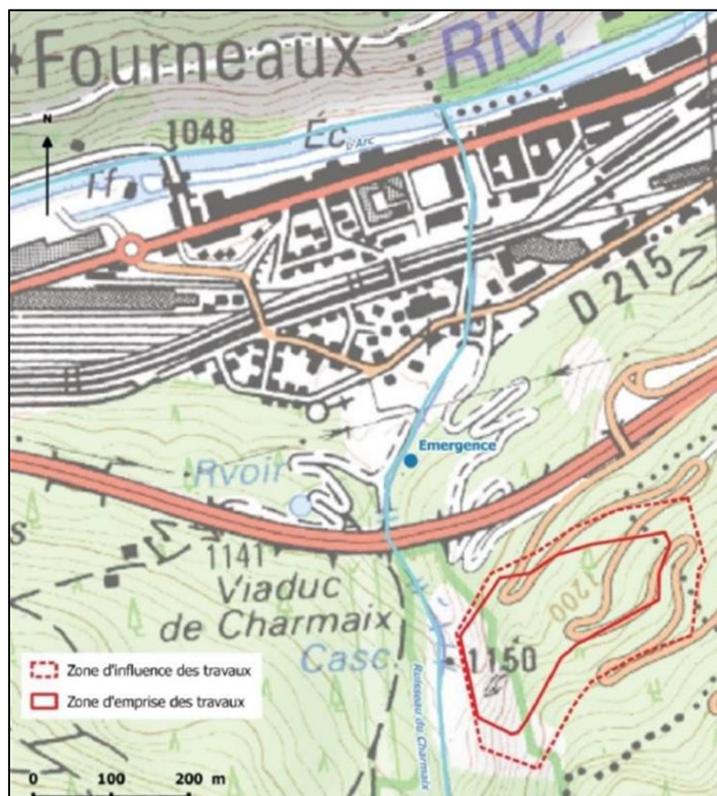


Figure 52 : Localisation des travaux miniers et de l'émergence du site de Côte-en-Velin.



Figure 53 : Vue des aménagements de l'émergence minière de Côte-en-Velin (mai 2017).

## 2.8. RÉGION NORMANDIE : DÉPARTEMENTS DU CALVADOS (14) ET DE L'ORNE (61) - BASSIN FERRIFÈRE DE NORMANDIE

La région Normandie compte neuf émergences minières suivies par le BRGM/DPSM, toutes associées au bassin ferrifère de Normandie. Huit émergences sont concentrées dans le département du Calvados (dans un rayon de 30 km au sud de Caen) et une seule émergence (La Ferrière-aux-Étangs) est située dans le département de l'Orne (à environ 10 km au sud-est de Flers).

La carte ci-dessous (source : Google Earth) permet localiser les neuf communes concernées.

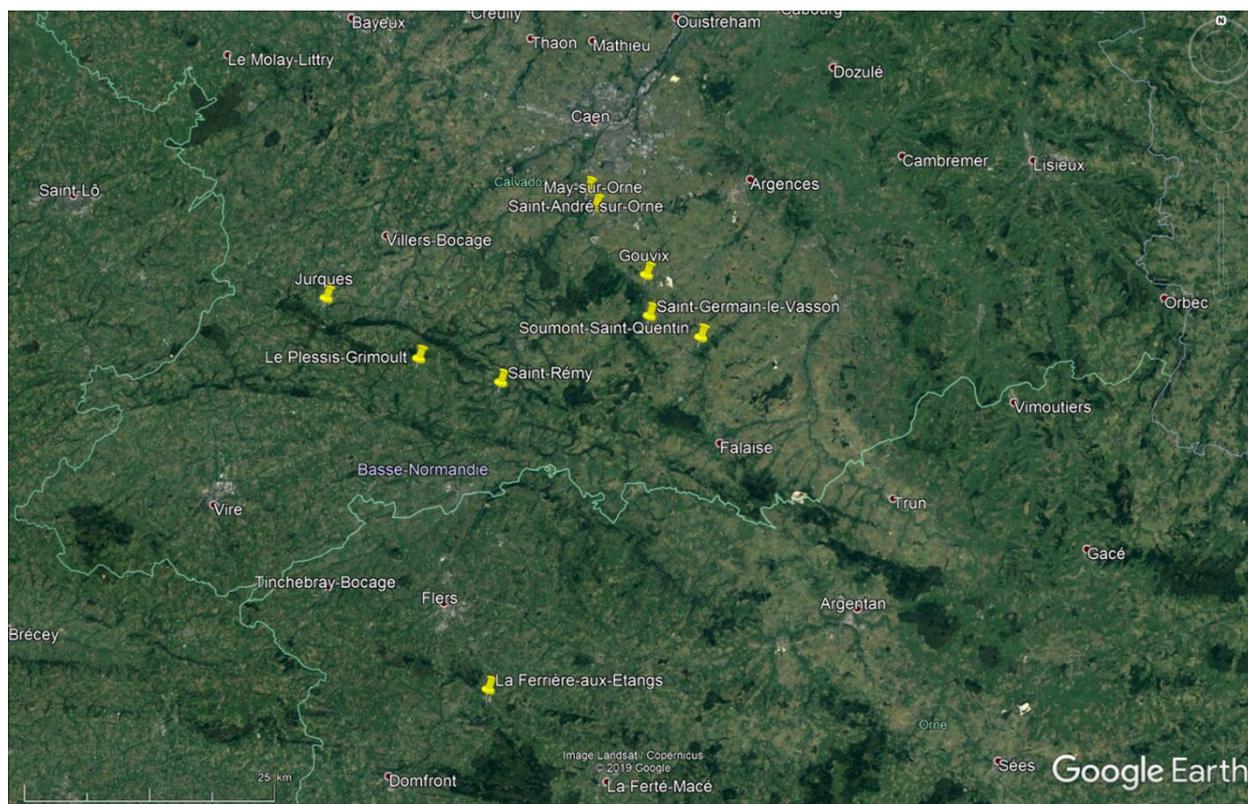


Figure 54 : Localisation des 9 émergences minières surveillées en Normandie.

### 2.8.1. Département du Calvados (14)

#### ➤ *Mine de fer de May-sur-Orne*

Connu depuis l'époque romaine, le site de May-sur-Orne est situé à environ 10 km au sud de Caen (cf. Figure 54). L'exploitation souterraine du gisement ferrifère a véritablement débuté à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. L'essentiel des travaux miniers a été réalisé entre 1896 et 1968 sur le flanc nord (3,5 km de long) et le flanc sud (6 km de long) du synclinal de May-sur-Orne jusqu'à 450 m de profondeur (cf. Figure 55).

La projection des travaux miniers en surface est représentée sur la carte suivante (cf. Figure 56).

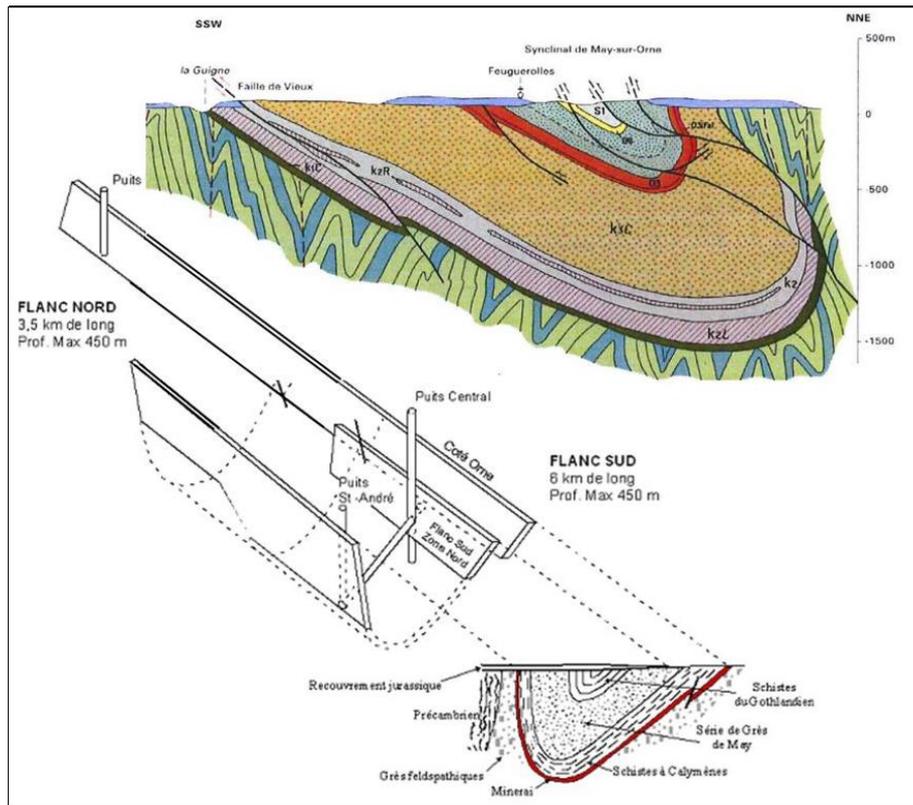


Figure 55 : Coupe géologique du synclinal de May-sur-Orne.

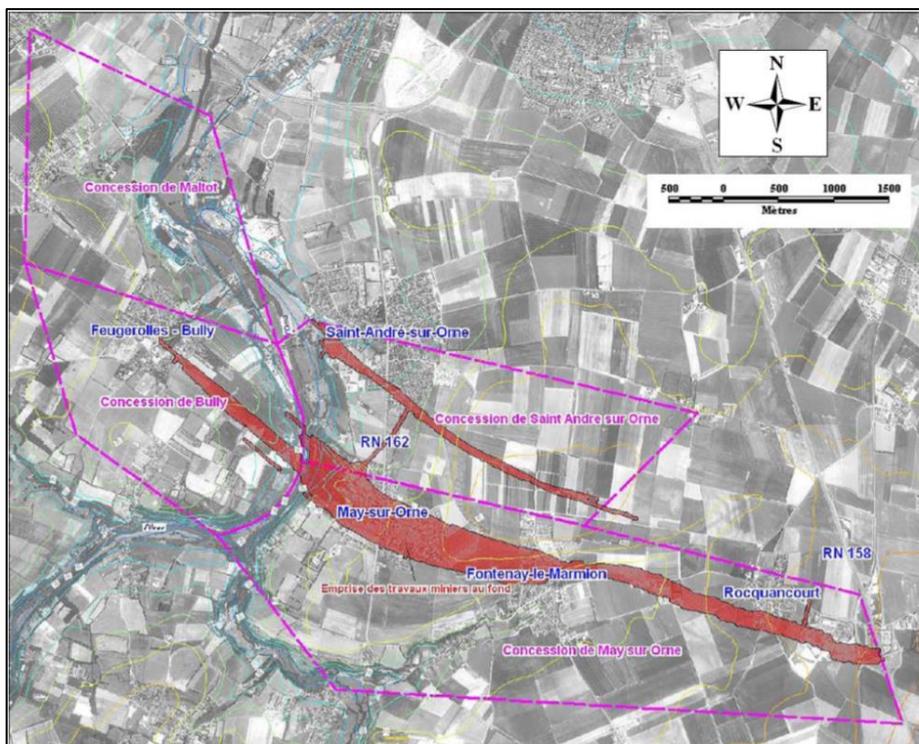


Figure 56 : Extension des travaux miniers (en rouge) du site de May-sur-Orne.

Le gisement ferrifère correspond à un minerai oolithique carbonaté siliceux d'âge ordovicien (Ère Primaire), d'une épaisseur de l'ordre de 2 à 4 m (jusqu'à 7 m localement sur le flanc nord) comprise entre des niveaux de grès feldspathiques (au mur) et de schistes (au toit). La structure synclinale est partiellement recouverte par un niveau calcaire du Jurassique (Ère Secondaire) pouvant atteindre 60 m d'épaisseur (Dietz, 2018).

À noter que le captage de l'eau circulant dans la nappe perchée des calcaires du Jurassique a été autorisé suite à des aménagements pour le pompage au puits Taraud (convention du 2 février 1961 pour alimenter l'agglomération caennaise, avec une gestion confiée au Syndicat d'exploitation des eaux de la mine de May-sur-Orne pour une durée de 99 ans) et au puits de Rocquancourt (convention du 2 juin 1965 pour une exploitation fruitière pour une durée de 99 ans).

Après l'exploitation du minerai de fer, les vides miniers de May-sur-Orne ont été utilisés pour le **stockage souterrain d'hydrocarbures liquides** par la société GEOMINES CAEN entre 1972 à 1993 (Maurin, 1999).

Selon une fiche d'information de la DRIRE Basse-Normandie portant sur l'historique du stockage de May-sur-Orne (DESS\GG 08-09-2004), **la capacité de stockage était évaluée à 5 millions de m<sup>3</sup>.**

Suite à la pollution du stockage par une activité microbienne productrice de méthane apparue en 1982, les vides miniers ont été vidangés jusqu'à fin 1988 et se sont progressivement remplis d'eau jusqu'en mars 1991.

En fin d'ennoyage, les émergences du réservoir minier sont apparues aux cotes topographiques + 10 m NGF au niveau de la galerie 1 du flanc Sud (cf. Figure 57) et + 15 m NGF au niveau de la galerie B du flanc Nord (cf. Figure 58).

Après une période d'observation, le rejet direct de ces deux émergences dans l'Orne a été autorisé le 10 août 1993.

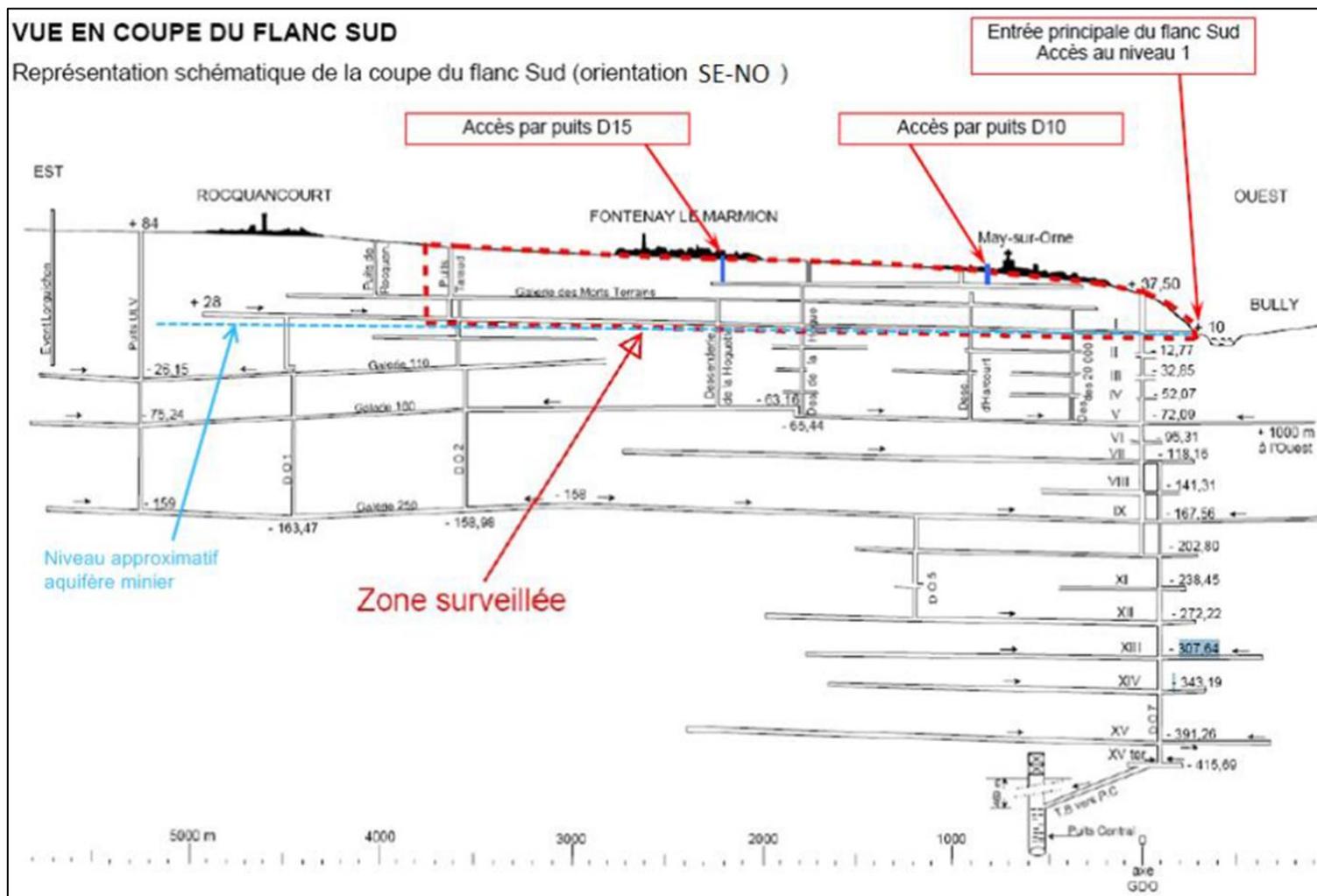


Figure 57 : Vue en coupe du flanc sud du bassin ferrifère de May-sur-Orne.

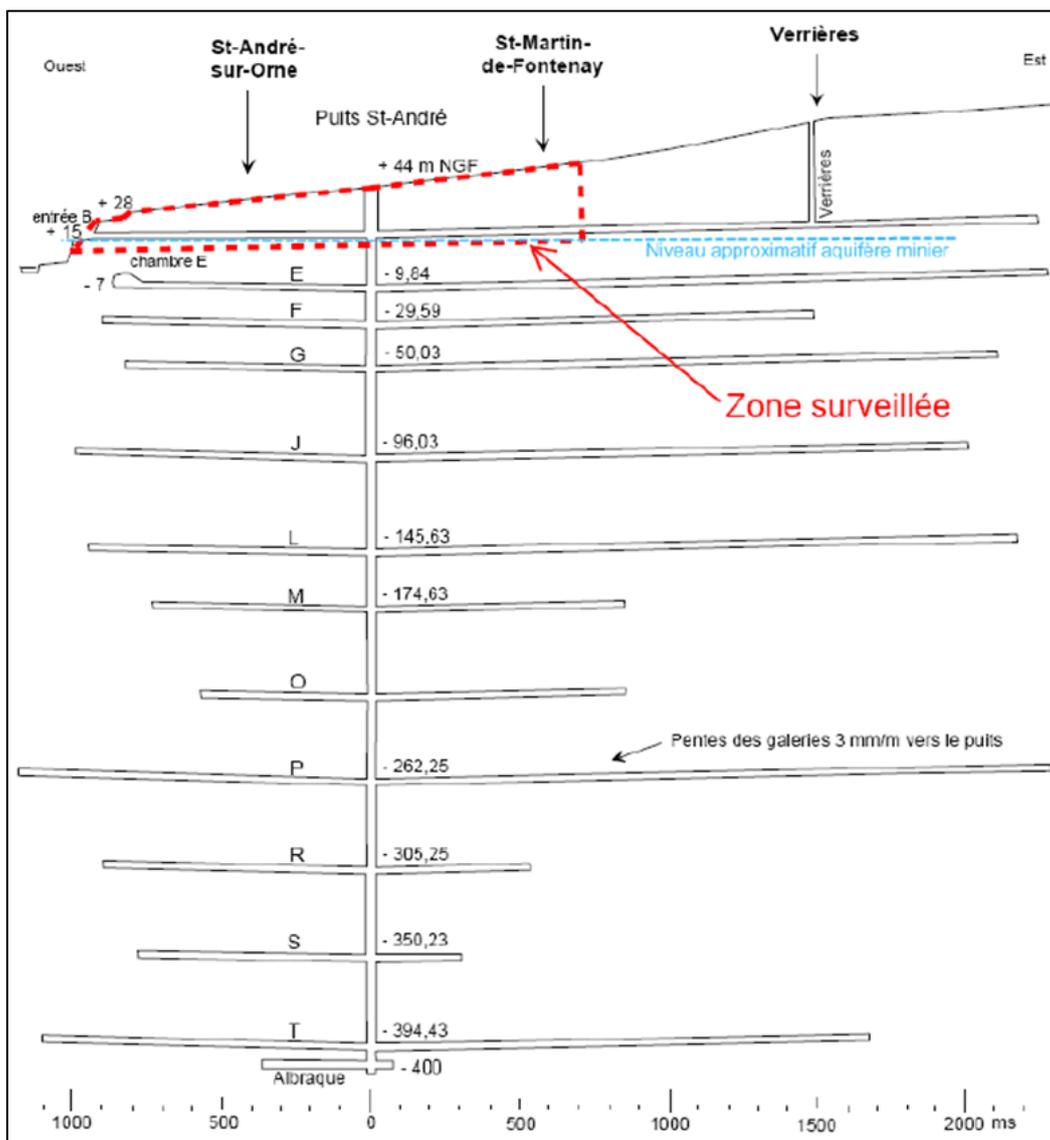


Figure 58 : Vue en coupe du flanc nord du bassin ferrifère de May-sur-Orne.

Depuis 2007, le BRGM/DPSM assure la surveillance du site de May-sur-Orne qui porte principalement sur l'évolution des cavités souterraines au droit des enjeux en surface (habitations, routes, lieux publics...). Des visites semestrielles sont réalisées dans les galeries et travaux encore accessibles par le fond et des inspections trimestrielles ou annuelles (selon l'état des cavités) par des sondages (2 pour le flanc nord et 4 pour le flanc sud) des cavités non accessibles par le fond pour des raisons de sécurité.

Au cours de ces visites, les écoulements sont simplement contrôlés visuellement au niveau des deux émergences minières, localisées sur la commune de May-sur-Orne pour l'émergence du flanc sud et sur la commune de Saint-André-sur-Orne pour l'émergence du flanc nord (cf. Figure 59).

**Aucune donnée de débit et de température n'est donc enregistrée pour ces deux émergences.**

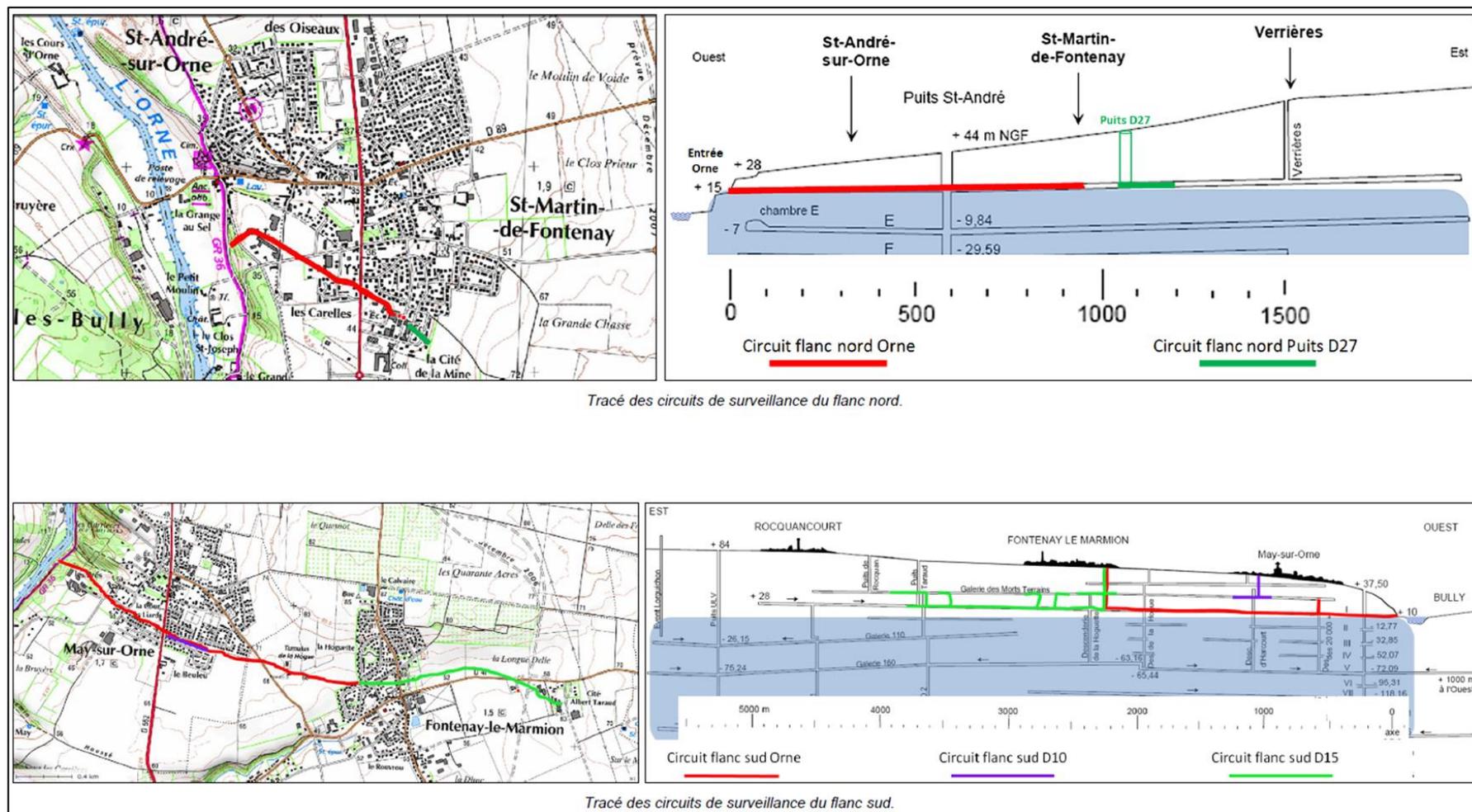


Figure 59 : Vues en plans et en coupes des deux émergences minières du site de May-sur-Orne.

➤ **Mine de fer de Soumont**

Le site de Soumont-Saint-Quentin est situé à environ 25 km au sud de Caen (cf. Figure 54). L'essentiel des travaux d'exploitation du minerai de fer a été réalisé entre 1907 et 1989 sur le flanc nord (3 km de long) et le flanc sud (14 km de long) du synclinal de Soumont-Urville jusqu'à 600 m de profondeur (Dietz, 2018).

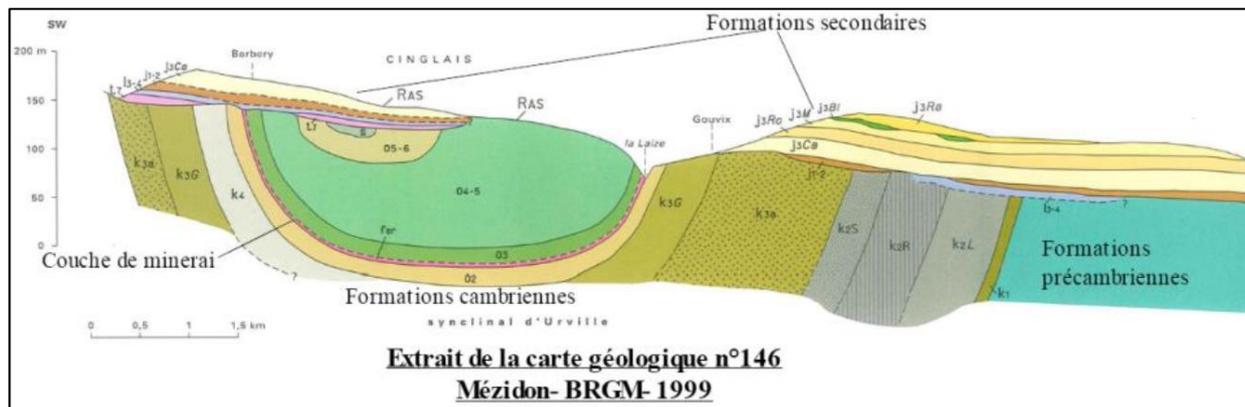


Figure 60 : Coupe géologique du synclinal de Soumont-Urville.

Le gisement ferrifère correspond à un minerai oolithique carbonaté siliceux et phosphoreux d'âge silurien (Ère Primaire), d'une épaisseur de l'ordre de 3 à 6 m comprise entre des niveaux de schistes et de grès. La mine de Soumont comprenait 22 accès aux travaux miniers depuis la surface (11 puits de mine, 5 descenderies et 6 galeries subhorizontales) qui ont tous fait l'objet de travaux de mise en sécurité. La mine n'est donc plus accessible par le fond.

Le bassin ferrifère de Soumont compte trois émergences minières (cf. Figure 61) :

- sur le flanc nord : **l'émergence de la galerie de Gouvix** (cote + 71 m NGF) située sur la commune du même nom. **Cette émergence a été équipée pour permettre le prélèvement continu d'une centaine de litres par seconde (soit 360 m<sup>3</sup>/h - moyenne calculée sur la période de 1998 à 2003)** destinée à l'alimentation en eau potable. Ce captage est géré par le syndicat « Eaux Sud Calvados » depuis janvier 2018. Le débit excédentaire de l'émergence s'écoule par gravité dans la rivière la Laize (Dietz, 2018) ;
- sur le flanc sud :
  - **l'émergence de la Descenderie du Livet** (cote + 97 m NGF) située sur la commune de Saint-Germain-le-Vasson. Le débit de cette émergence a été estimé à **120 m<sup>3</sup>/h en mai 2017** (Dietz, 2018),
  - **l'émergence de la galerie de Saint Quentin** (cote + 106 m NGF) située sur la commune de Soumont-Saint-Quentin. Compte tenu de sa cote topographique supérieure, cette **émergence secondaire** peut servir d'exutoire en période de très hautes eaux. **Aucun écoulement n'a été observé lors de la visite de mai 2017.**

La surveillance annuelle des émergences de ce site est limitée au contrôle du bon écoulement des eaux minières. **Aucune donnée de température n'est enregistrée pour ces trois émergences.**

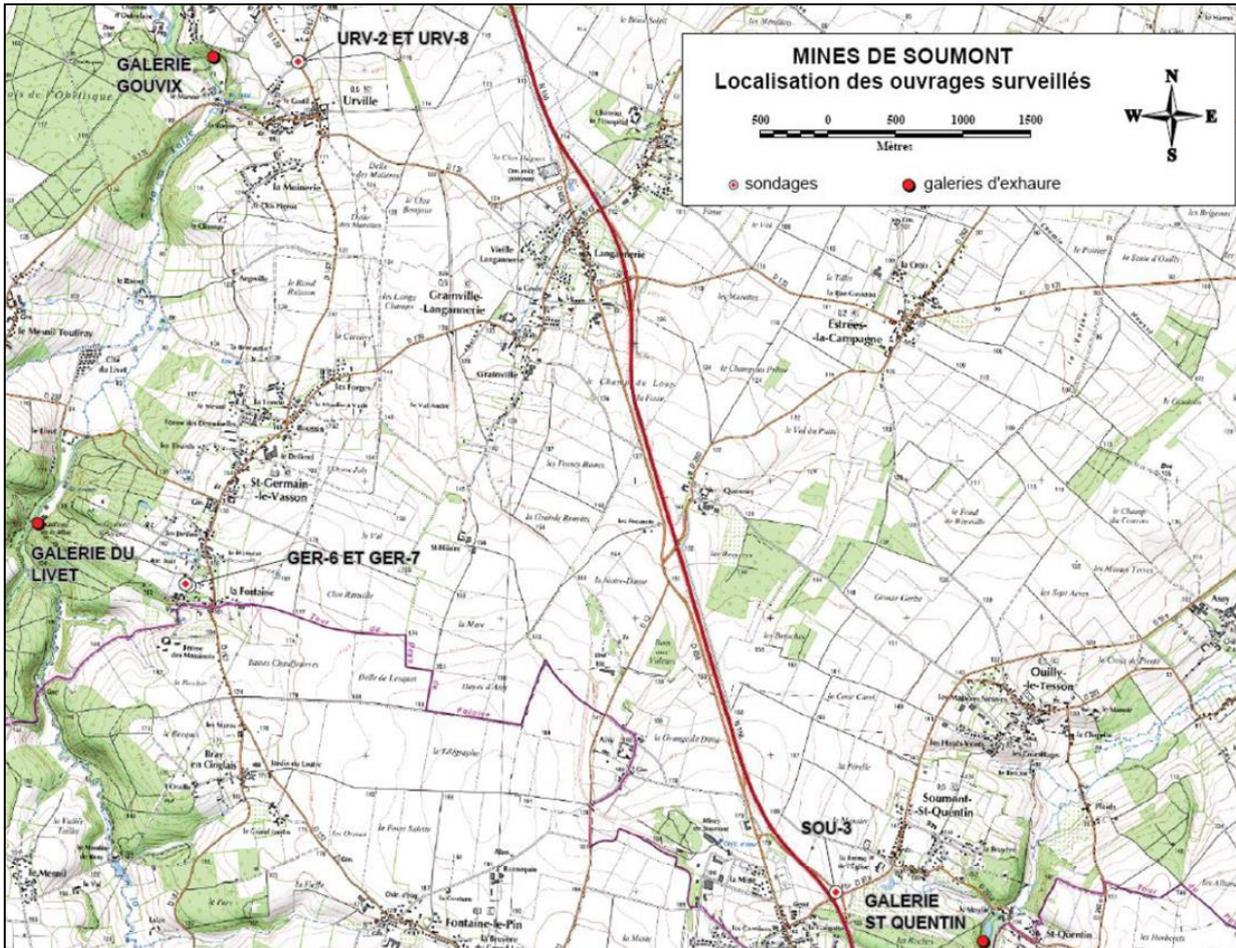


Figure 61 : Localisation des trois émergences minières du site de Soumont.

➤ **Mine de fer de Jurques et site de Mont-Pinçon**

Les sites de Jurques et de Mont-Pinçon (localisé au niveau de la commune Le Plessis-Grimoult) sont situés à environ 30 km au sud-ouest de Caen (cf. Figure 54). Ces gisements ferrifères sont associés aux formations du synclinal de Falaise.

La mine de fer de Jurques a fait l’objet de travaux miniers sur cinq périodes discontinues entre 1895 et 1940. L’**émergence TB 256**, située sur la commune de Jurques, constitue l’exhaure principale du réservoir minier. La galerie partiellement ennoyée est ouverte à l’extrémité d’une tranchée et l’émergence donne naissance à un ruisseau dénommé « Pissot de la Mine ». Son débit peut atteindre plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h à certaines saisons, ce qui correspond au débit de **20 à 30 m<sup>3</sup>/h estimé lors de la visite annuelle d’octobre 2017**.

Des travaux de recherche (par puits, descenderie et travers-bancs) ont été effectués à plusieurs reprises entre 1903 et 1961 sur le site de Mont-Pinçon (3 galeries sont actuellement accessibles), mais aucune exploitation n’a été réalisée compte tenu de la pauvreté du gisement (Dietz, 2018). L’**émergence TB Anguet**, située sur la commune Le Plessis-Grimoult, draine le réservoir minier (le travers banc d’une longueur de 190 m est fermé à 10 m de l’entrée par des remblais). Son débit a été estimé entre **5 et 10 m<sup>3</sup>/h lors de la visite annuelle d’octobre 2017**.

La surveillance annuelle de ces émergences est limitée au contrôle du bon écoulement des eaux minières. **Aucune donnée de température n'est enregistrée pour ces deux émergences.**

La carte ci-dessous permet de les localiser.



Figure 62 : Localisation des deux émergences minières des sites de Jurques (TB 256) et de Mont-Pinçon (TB Anguet).

➤ **Mine de fer de Saint-Rémy**

L'ancienne mine de fer de Saint-Rémy se situe à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Caen (cf. Figure 54).

Instituée en 1875, la concession de Saint-Rémy est la plus ancienne des mines de fer normandes. Son exploitation s'est poursuivie jusqu'en 1968 (Dietz, 2018).

Le gisement se trouve au sein d'un synclinal dissymétrique (le flanc nord est plus redressé que le flanc sud) peu étendu. La carte ci-dessous permet de visualiser l'emprise de la concession et des travaux miniers de Saint-Rémy, ainsi que de localiser l'émergence TB Orne qui draine le réservoir minier.

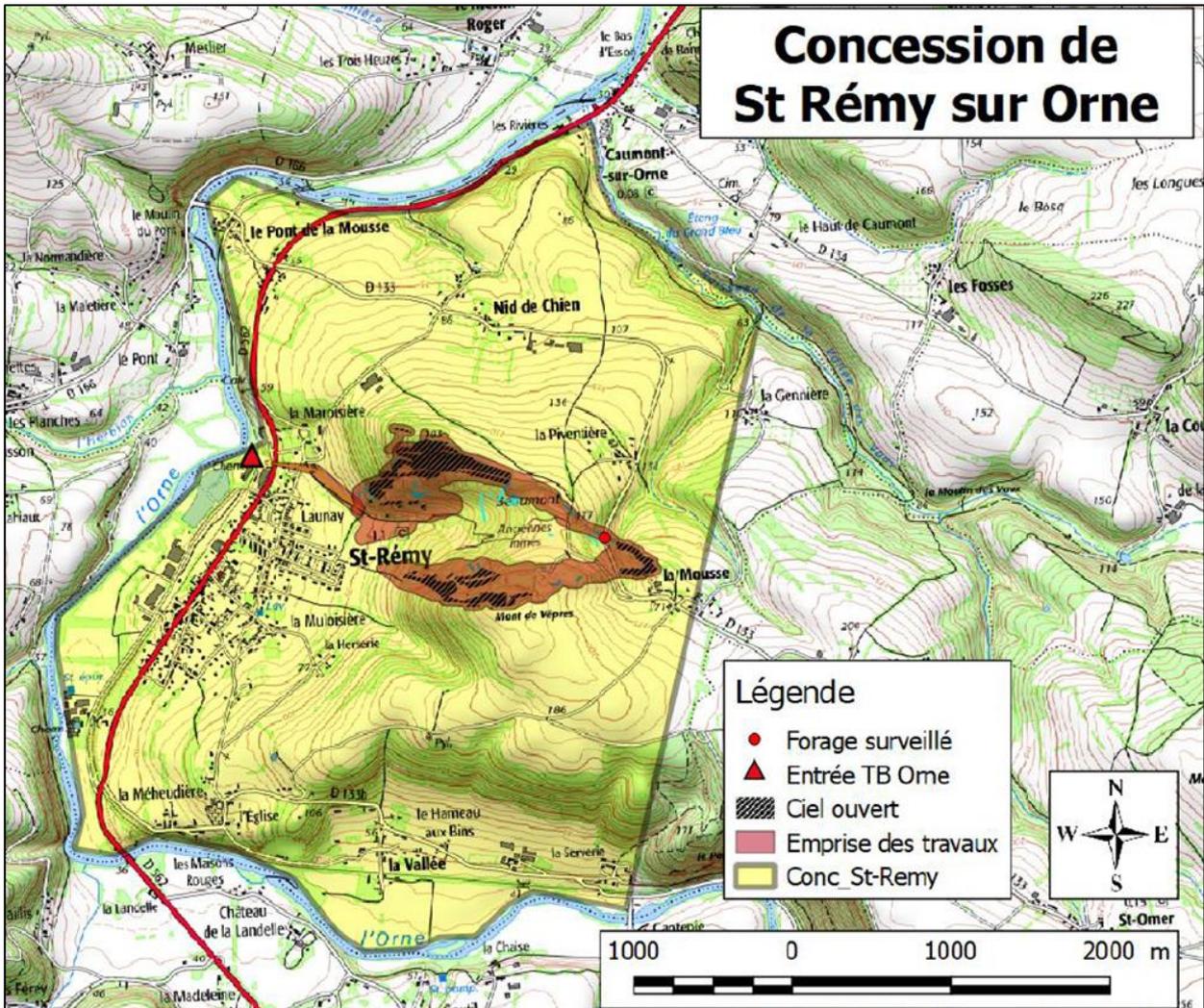


Figure 63 : Localisation de l'émergence minière TB Orne du site de Saint-Rémy.

La surveillance annuelle du site consiste à inspecter visuellement la galerie du Travers-Banc (TB) de l'Orne et à s'assurer du bon écoulement des eaux de la mine (cf. Figure 64).

Pour effectuer ces visites, les techniciens du BRGM/DPSM disposent de capteurs permettant de contrôler l'atmosphère (mesures du CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>) ainsi que de dosimètres individuels pour le contrôle de l'exposition au radon.

**Aucune donnée de débit et de température n'est enregistrée pour cette émergence.**



Figure 64 : Inspection visuelle du TB de l'Orne sur le site de Saint-Rémy.

## 2.8.2. Département de l'Orne (61)

### ➤ *Mine de La Ferrière-aux-Étangs*

Localisé dans le département de l'Orne, à une dizaine de kilomètres au sud-est de Flers (cf. Figure 54), le site de La Ferrière-aux-Étangs a été exploité de 1901 à 1970 (Dietz, 2018).

La couche de minerai de fer, d'une épaisseur de 2 à 5 m, se trouve dans les formations schisteuses (Schistes d'Angers) d'âge ordovicien (Ère Primaire) au sein du flanc sud du synclinal de La Ferrière-aux-Étangs (cf. Figure 65).

Le Travers Banc TB 220 draine le réservoir minier. La surveillance de cette émergence est limitée à l'observation visuelle de l'écoulement au niveau de l'exutoire (cf. Figure 66).

**Aucune donnée de débit et de température n'est enregistrée pour cette émergence.**

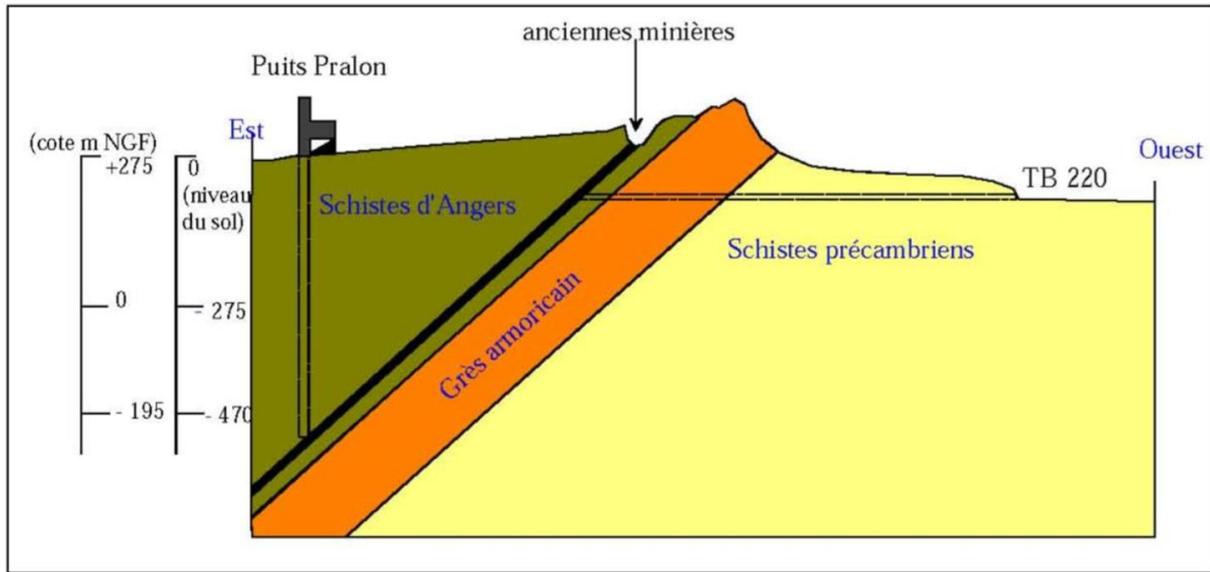


Figure 65 : Coupe géologique schématique de la formation ferrifère à La Ferrière-aux-Étangs.

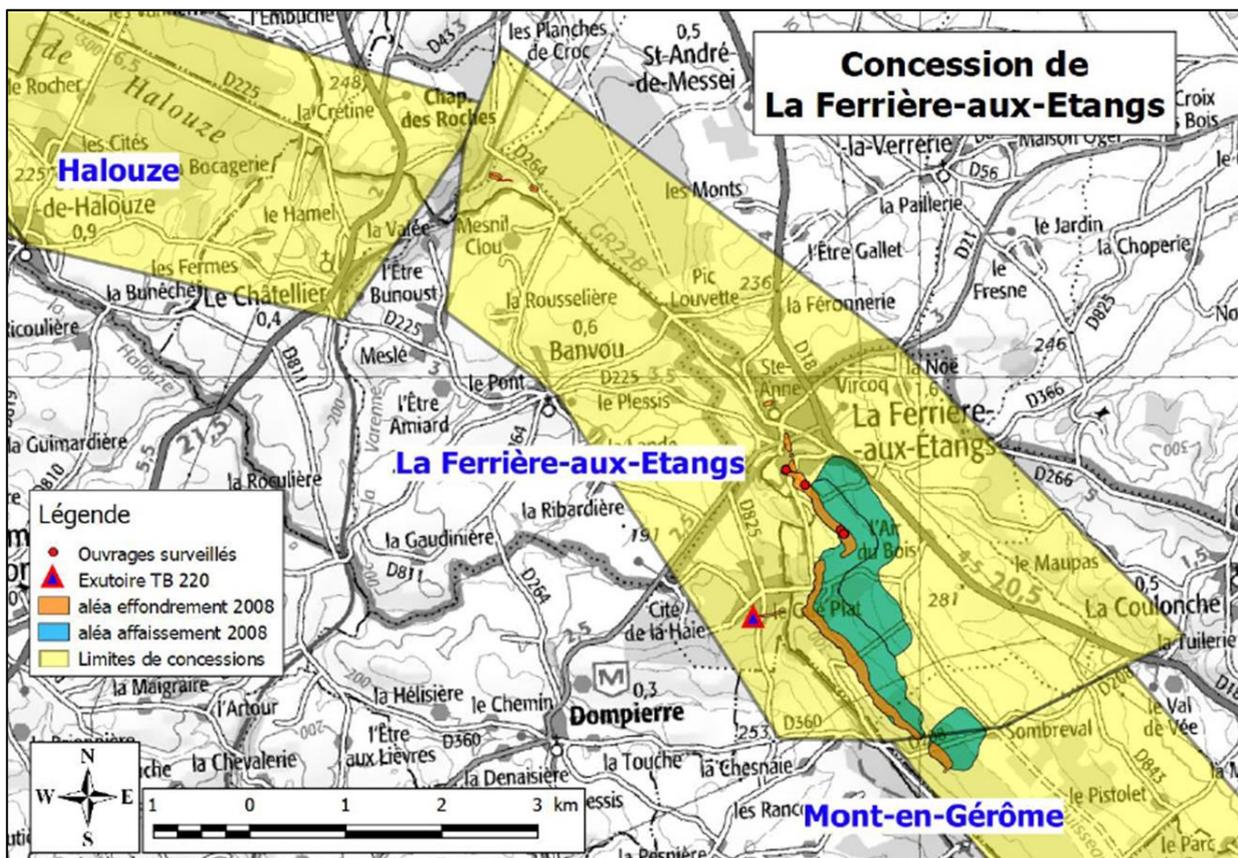


Figure 66 : Localisation de l'émergence TB 220 du site de La Ferrière-aux-Étangs.

## 2.9. RÉGION GRAND-EST : DÉPARTEMENTS DE MOSELLE (57) ET MEURTHE-ET-MOSELLE (54) - BASSIN FERRIFÈRE LORRAIN

La région Grand Est compte cinq émergences minières suivies annuellement par le BRGM/DPSM depuis 2008 dans la partie nord du bassin ferrifère lorrain (cf. Figure 67).

Ce secteur est subdivisé en trois bassins hydrauliques principaux, correspondant à trois réservoirs distincts drainés par des galeries et les émergences minières associées :

- le réservoir du bassin Nord drainé par la galerie de Knutange ;
- le réservoir du bassin Centre drainé par les galeries du Woigot et du Bois d'Avril ;
- le réservoir du bassin Sud drainé par l'ancienne galerie de Moyeuve et l'ouvrage vanné de Moyeuve-Grande.

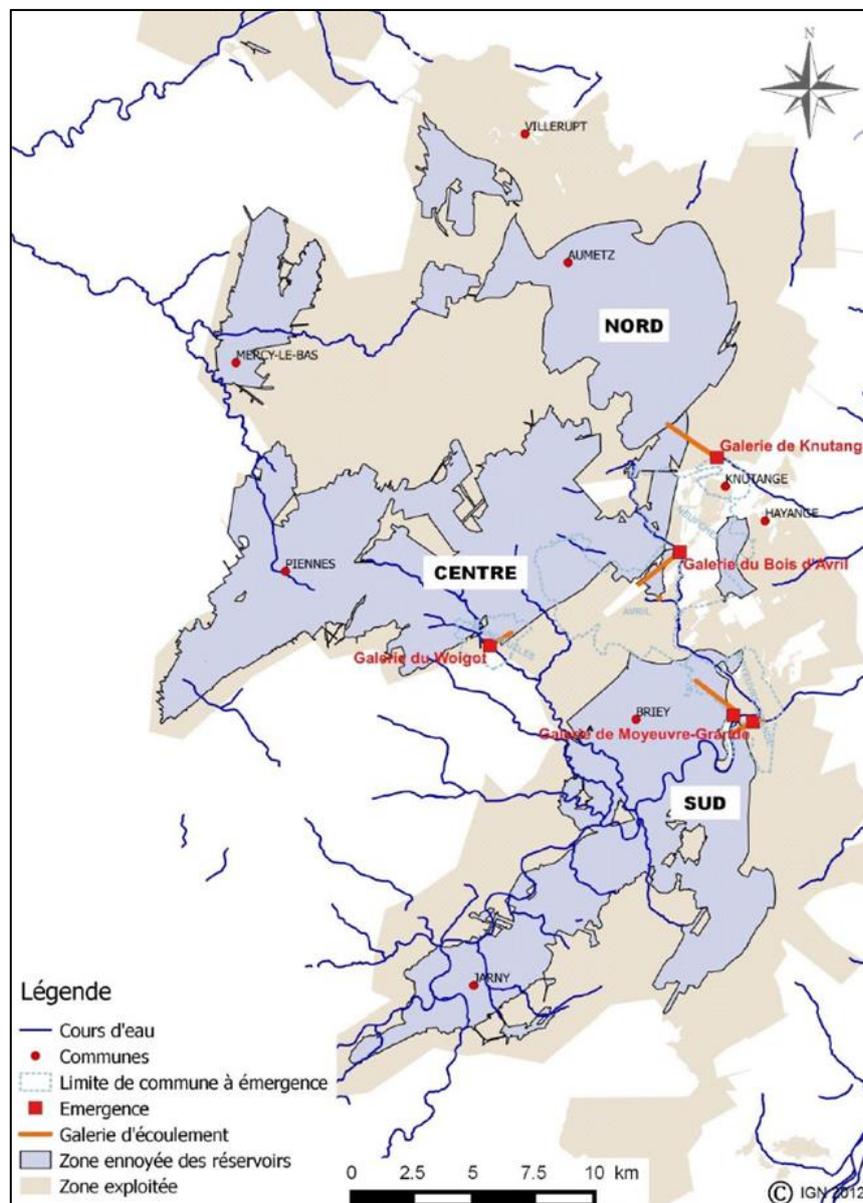


Figure 67 : Localisation des cinq émergences minières du bassin ferrifère lorrain.

L'émergence du bassin Nord et les deux émergences du bassin Sud se trouvent dans le département de la Moselle (57) et les deux émergences du bassin Centre sont localisées plus à l'ouest, dans le département de Meurthe-et-Moselle (54).

### 2.9.1. Contexte minier du site

La couche de minerai de fer, d'âge aalénien (premier étage géologique du Jurassique moyen (Dogger) - Ère Secondaire), affleure à l'est au niveau de la vallée de la Moselle et s'enfonce vers l'ouest (avec un pendage moyen de l'ordre de 3 %) jusqu'à une profondeur de 300 m au niveau de la zone exploitable (cf. Figure 68).

La partie nord du bassin ferrifère lorrain a été exploitée de la deuxième moitié du 19<sup>ème</sup> siècle jusqu'à 1997 (Gentil, 2014).

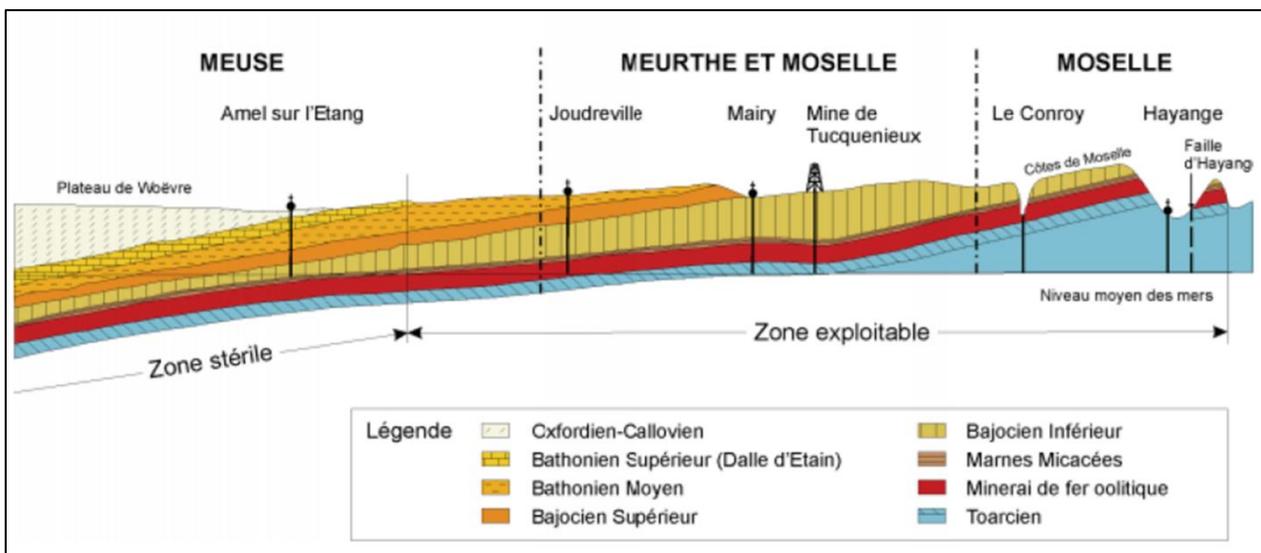


Figure 68 : Coupe géologique orientée ouest-est du bassin ferrifère lorrain.

### 2.9.2. Département de la Moselle (57)

#### ➤ Galerie de Knutange (commune de Fontoy)

Située sur la commune de Fontoy, l'exutoire de la galerie de Knutange correspond à l'émergence principale du bassin Nord. L'arrêt des pompages liés à l'exploitation minière date de 2004 et, suite à l'envoyage des vides miniers, le débordement par l'émergence a eu lieu en 2008.

**Le volume d'eau contenu dans le réservoir est estimé 53 millions de m<sup>3</sup>** (Gentil, 2014).

L'évacuation de l'eau de débordement vers un cours d'eau (La Fensch) s'effectue par deux galeries superposées et parallèles de 2,5 km de longueur, connectées au puits Havange (cf. Figure 69).

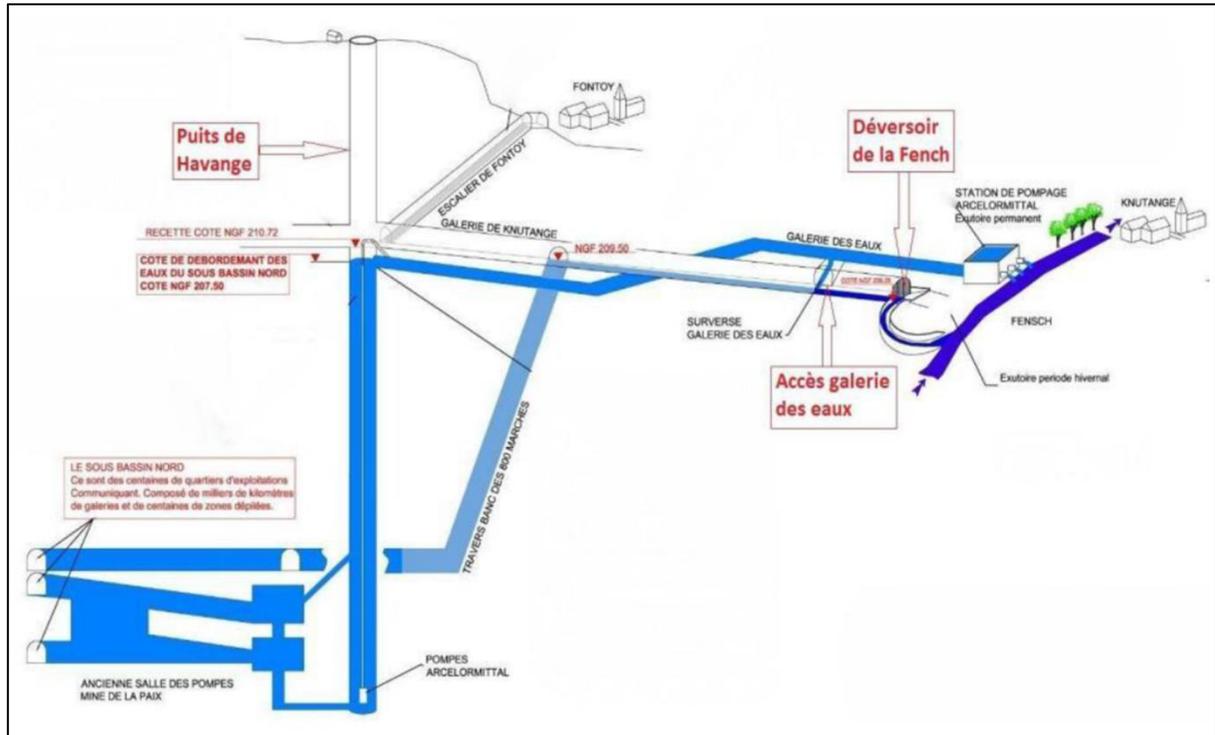


Figure 69 : Schéma de principe de fonctionnement de l'émergence minière de la galerie de Knutange (bassin ferrifère lorrain).

La galerie la plus basse topographiquement (cote + 207,47 m NGF), dénommée « Galerie des Eaux », a été réalisée pour évacuer les eaux d'exhaure pompées depuis le point le plus bas du réservoir Nord (cf. Figure 69 « Ancienne salle des pompes mine de la Paix »).

À noter que les eaux issues du réservoir du bassin Nord sont utilisées par l'entreprise Arcelor-Mittal au niveau de cet exutoire permanent (cf. Figure 69 « Station de pompage »).



Figure 70 : Vue de l'émergence de la galerie des eaux après l'installation d'Arcelor-Mittal.

**La galerie la plus haute topographiquement (cote + 209,5 m NGF) correspond à la galerie de Knutange, (également dénommée « Galerie de la Paix » ou « tunnel d'accès » car elle permettait l'accès des véhicules à la mine de la Paix). Cette galerie est alimentée par une surverse (déversoir interne) qui fonctionne lorsque le débit d'exhaure dépasse 2,13 m<sup>3</sup>/s (Ballié, 2018), soit plus de 7 500 m<sup>3</sup>/h.**

**Les données de débit et de température ne sont pas disponibles pour l'émergence minière de la galerie de Knutange.**

➤ **Ancienne galerie de Moyeuvre (commune de Moyeuvre-Grande)**

Située sur la commune de Moyeuvre-Grande, cette émergence correspond à l'exutoire secondaire du bassin Sud.

**Conservée comme exutoire de secours, cette émergence ne fonctionne plus depuis 2003, date de mise en service d'un ouvrage vanné correspondant à l'émergence de la galerie de Moyeuvre-Grande.**

La figure ci-dessous représente le fonctionnement hydrogéologique conceptuel du réservoir minier en communication avec la nappe des calcaires du Dogger sus-jacente (Gentil, 2014).

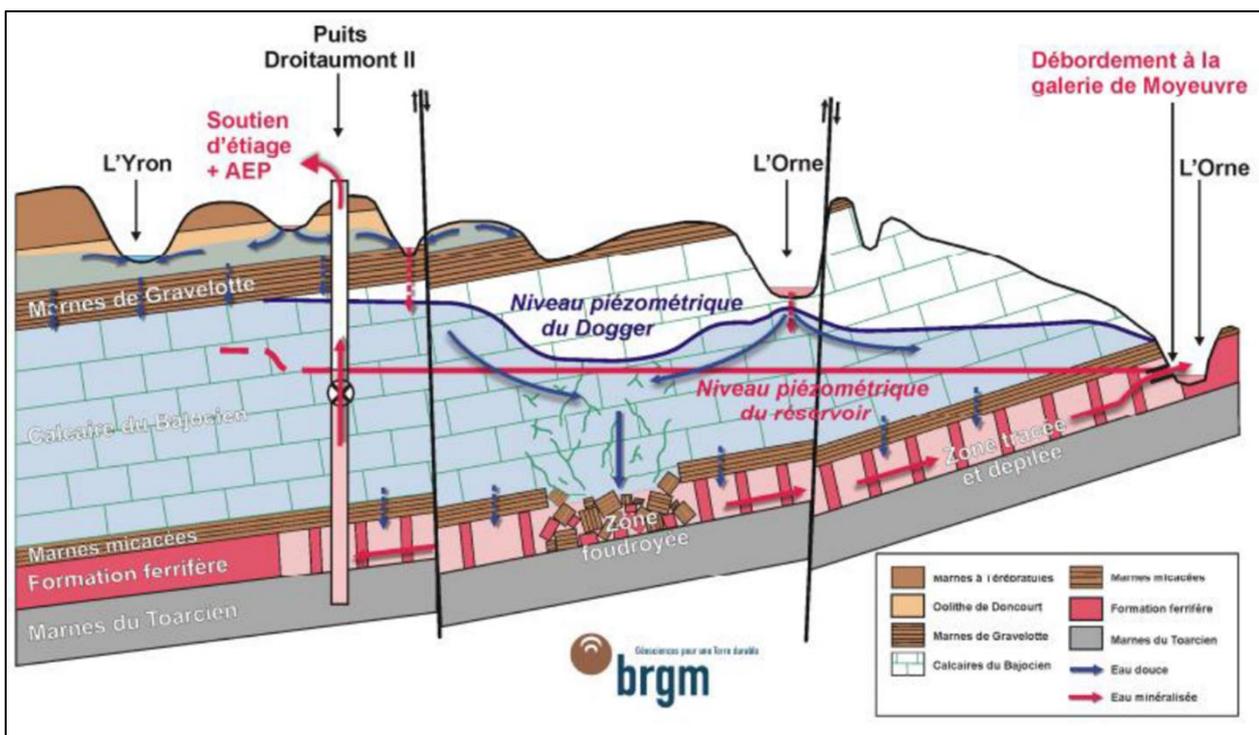


Figure 71 : Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique du réservoir du bassin Sud.

➤ **Galerie de Moyeuivre-Grande (commune de Moyeuivre-Grande)**

Cette émergence correspond à l'exutoire principal des eaux minières circulant dans le réservoir du bassin Sud. Mis en service en 2003 afin d'abaisser le niveau de la nappe dans ce secteur pour éviter l'inondation de caves, **l'ouvrage vanné de Moyeuivre-Grande** draine les eaux du réservoir à la cote topographique + 169,40 m NGF, soit 3 m en-dessous de la cote correspondant à l'ancien exutoire de galerie de Moyeuivre (Ballié, 2018 ; Gentil, 2014).

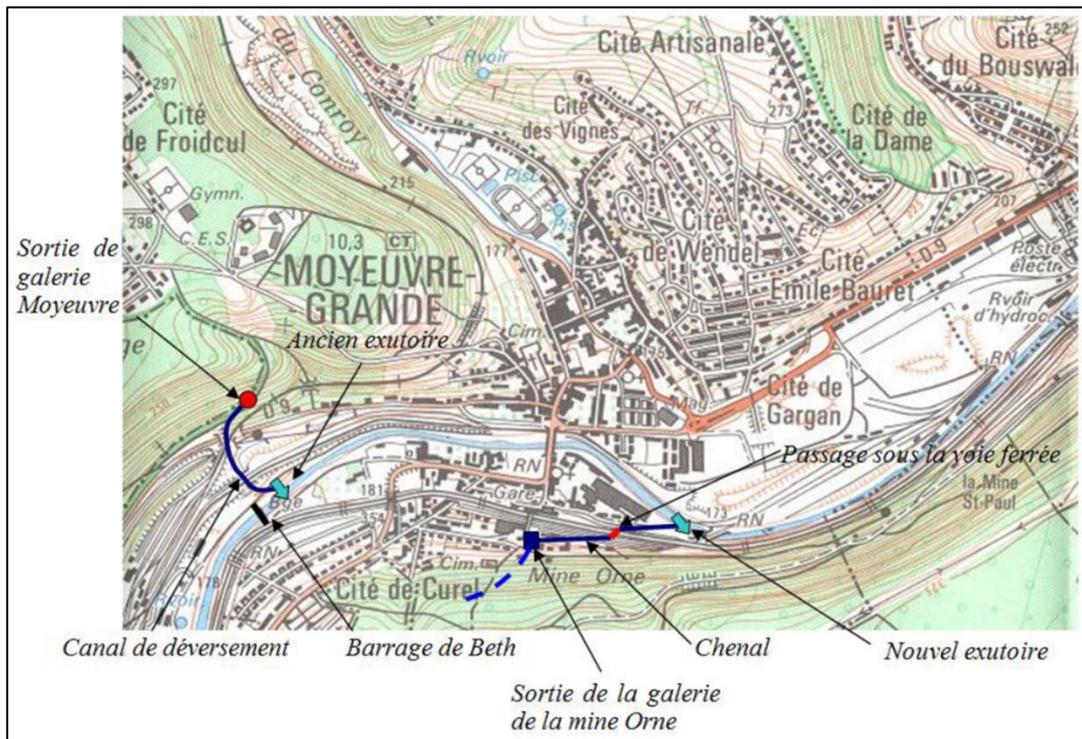


Figure 72 : Localisation de l'ouvrage vanné de la galerie de Moyeuivre-Grande.

En sortie de la galerie de la mine Orne, l'ouvrage s'étend sur un linéaire de 713 m et comporte une chambre à vannes (équipée de deux vannes à guillotines) et un chenal couvert jusqu'à l'ouvrage de rejet des eaux minières dans un cours d'eau (l'Orne).



Figure 73 : Vues des vannes à guillotines (à gauche) et du rejet dans l'Orne (à droite).

L'émergence fonctionne de manière continue depuis plusieurs années. La surveillance du site comporte l'enregistrement continu des niveaux d'eau. Les vannes à guillotines sont fermées lorsque le niveau de l'Orne s'élève au niveau de l'exhaure des eaux minières.

**Il n'y a pas d'enregistrement des données de débit et de température pour cette émergence.**

### 2.9.3. Département de Meurthe-et-Moselle (54)

Les deux émergences du réservoir minier associé au bassin Centre sont localisées dans le département de Meurthe-et-Moselle (54).

La figure ci-dessous permet d'identifier les quatre points de débordements de ce réservoir minier.

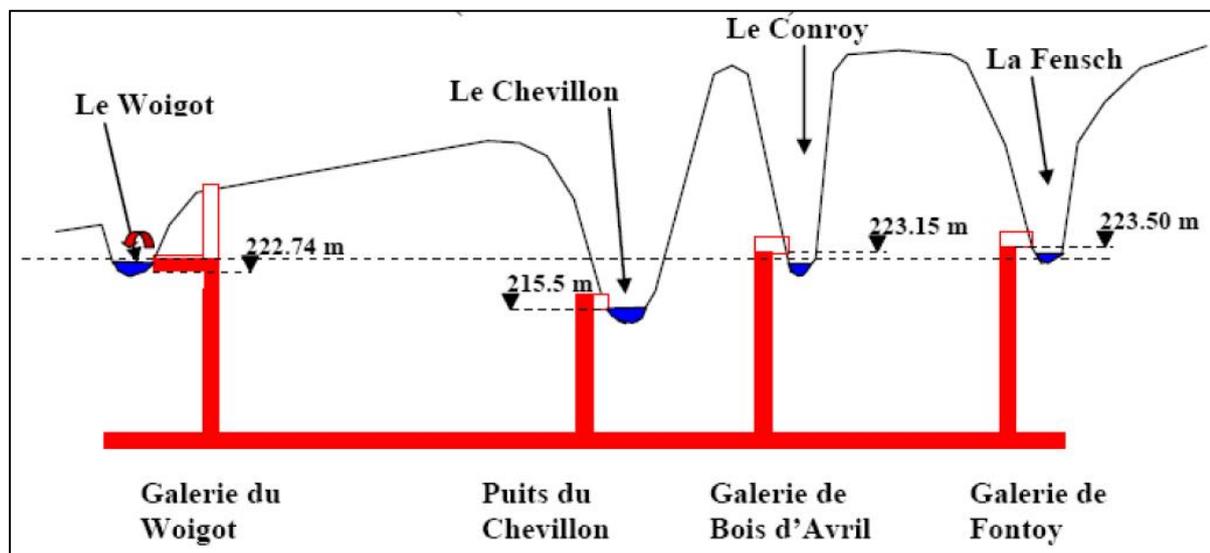


Figure 74 : Localisation des points de débordement du réservoir du bassin Centre.

Jusqu'en 2003, le puits du Chevillon (cote topographique + 215,5 m NGF) a été l'exutoire principal du réservoir. Ce puits a été fermé en 2011 en raison de la teneur en sulfates des eaux minières contaminant un captage AEP situé à l'aval du rejet (Gentil, 2014).

Aucun écoulement n'a été observé au niveau topographiquement plus haut de la galerie du Fontoy (+ 223,5 m NGF).

Seules les émergences de la galerie du Bois d'Avril et de la galerie du Woigot font actuellement l'objet d'une surveillance.

➤ **Galerie du Bois d'Avril (commune d'Avril)**

Localisée sur la commune d'Avril, cette émergence correspond à l'exutoire secondaire du réservoir minier associé au bassin Centre. Située sur le carreau de l'ancienne mine du Conroy, la galerie du Bois d'Avril (au sud-ouest immédiat de la commune de Neufchef ; cf. Figure 75) assure l'écoulement du trop-plein des hautes eaux du réservoir minier à la cote topographique + 223,15 m NGF (Gentil, 2014).

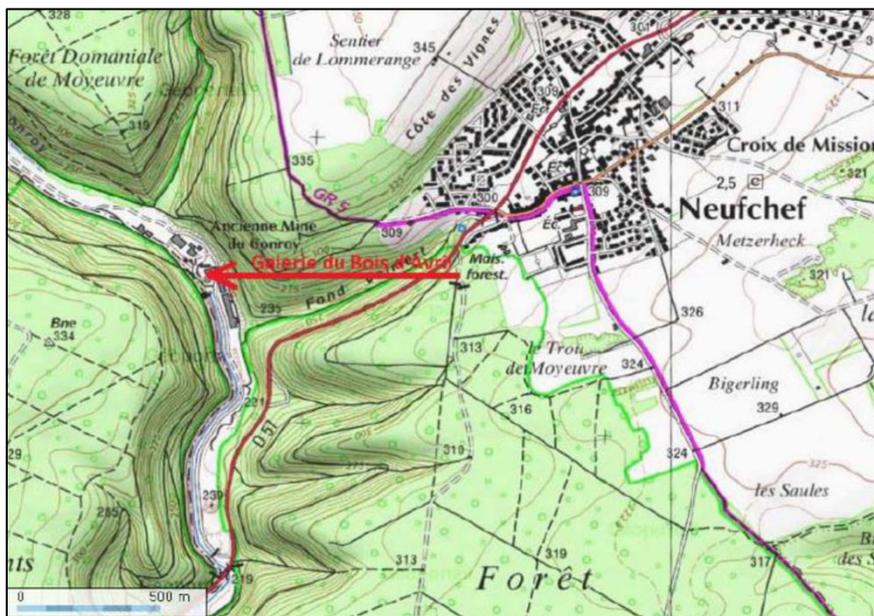


Figure 75 : Localisation de l'émergence minière de la galerie du Bois d'Avril.

**La galerie du Bois d'Avril fonctionne essentiellement entre janvier et mai**, de manière temporaire en fonction de la pluviométrie, **avec un débit pouvant atteindre 200 l/s, soit 720 m<sup>3</sup>/h** (Ballié, 2018).



Figure 76 : Vue de l'émergence minière de la galerie du Bois d'Avril.

➤ **Galerie du Woigot (commune de Mancieulles)**

Cette émergence localisée sur la commune de Mancieulles draine en permanence les eaux du réservoir minier associé au bassin Centre. Située à la cote topographique + 222,74 m NGF, elle correspond à l'exutoire principal de ce réservoir (Ballié, 2018).

Sur une distance d'environ 1 km, la galerie relie le puits Saint-Pierremont 2 (site de l'ancienne mine de Saint-Pierremont) au cours d'eau Le Woigot (Gentil, 2014). Ce puits appartient au Syndicat mixte de production d'eau du Woigot Sud (convention du 25 juillet 1986 avec LORMINES - Ballié, 2018).

**L'écoulement de cette émergence est permanent mais les valeurs de débit et de température ne sont pas mesurées.**

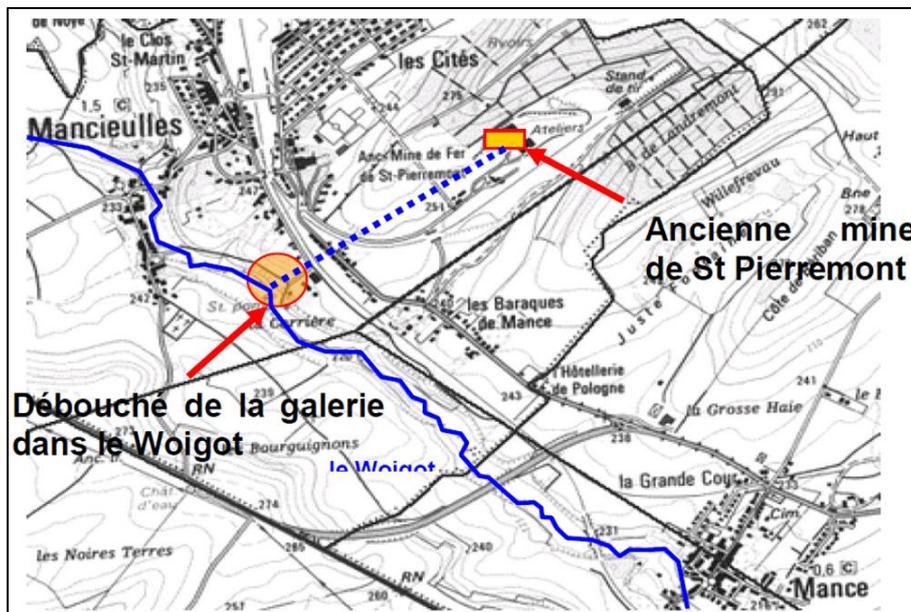


Figure 77 : Localisation de l'émergence minière de la galerie du Woigot.



Figure 78 : Vue de l'émergence minière de la galerie du Woigot.

## 2.10. RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR : DÉPARTEMENT DES BOUCHES-DU-RHÔNE (13) - BASSIN HOUILLER DE PROVENCE

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur compte 5 émergences minières suivies annuellement par le BRGM/DPSM. Ces émergences sont concentrées dans le département des Bouches-du-Rhône (13) et sont toutes associées au bassin houiller de Provence.

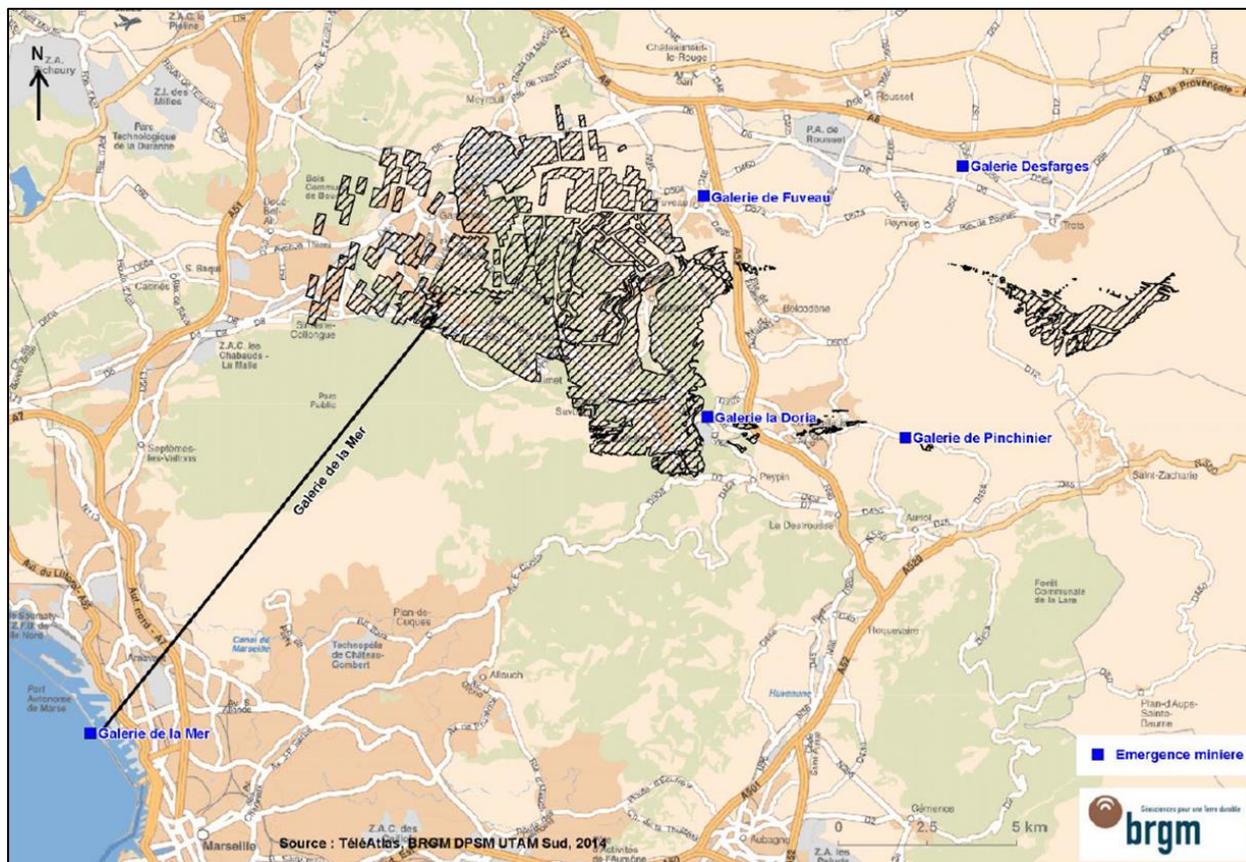


Figure 79 : Localisation des 5 émergences minières surveillées dans le bassin houiller de Provence.

Trois émergences (galerie de Fuveau, galerie de la Mer et galerie de La Doria) drainent les anciens travaux miniers de Gardanne. Plus à l'est, les travaux localisés et indépendants de la grande exploitation de Gardanne sont drainés par la galerie de Desfarges (réservoir minier de Trets) et par la galerie du Pinchinier en lien avec le réservoir éponyme (Nédellec, 2018).

### 2.10.1. Contexte minier du site

Le bassin houiller de Provence (ou « bassin minier de Gardanne ») est situé à l'est du département des Bouches-du-Rhône entre les agglomérations d'Aix-en-Provence au nord et de Marseille au sud. Il correspond au plus important site minier du sud-est de la France.

Exploité de manière artisanale à partir du 15<sup>ème</sup> siècle, la production industrielle du **gisement de lignite des mines de Gardanne** a véritablement débuté vers 1830. Son exploitation a été arrêtée début 2003. Plusieurs records de productivité charbonnière en Europe ont été enregistrés dans les années 70.

Le gisement se trouve dans une formation calcaire d'âge fuvélien (Crétacé supérieur - Ère Secondaire). Sept couches suffisamment épaisses ont fait l'objet d'une exploitation échelonnée sur plusieurs siècles, la couche dite de la « Grande Mine » étant la plus étendue, la plus épaisse (de 2,5 à 4 m) et la plus profonde. Les travaux miniers ont été étendus sur un peu plus de 60 km<sup>2</sup>, avec plus de 500 km de galeries et des niveaux exploités à plus de 1 350 m de profondeur (Nédellec, 2018).

Mise en service en 1905, la « galerie de la Mer » est un tunnel creusé sur une distance de 15 km, entre la commune de Mimet (à 270 m de profondeur au niveau de la recette fond du puits Gérard, + 18 m NGF) et le port de Marseille (cf. Figure 79). Elle permet de renvoyer directement en mer les eaux d'exhaure de la mine pompées au niveau du puits Gérard.

## **2.10.2. Caractéristiques des 5 émergences du département des Bouches-du-Rhône (13) surveillées par le BRGM/DPSM**

### **➤ Émergence de la galerie de Fuveau (commune de Fuveau)**

Située sur la commune de Fuveau, l'émergence de la galerie de Fuveau draine les anciens travaux du réservoir minier de Gardanne.

D'une longueur d'environ 3 km, la galerie de Fuveau (creusée à partir de 1842) recoupe le puits l'Huillier et le puits 15 avant de résurgir à la cote topographique + 230 m NGF où les écoulements se déversent dans le ruisseau du Vallat de Cauvet (Nédellec, 2018).

Depuis l'interconnexion de tous les travaux de la mine de Gardanne en 1960, cette galerie permet de réduire la part d'alimentation de la mine en interceptant une partie de l'eau météorique qui s'infiltré au travers des calcaires karstiques et en drainant les travaux miniers peu profonds dans ce secteur. Elle sert également d'exutoire de secours en cas (très peu probable) de colmatage du puits Gérard, de la galerie de la Mer et du puits Y.

Une cloison siphonide a été mise en place afin d'empêcher tout accès à l'ouvrage et les rejets de gaz, tout en maintenant son potentiel d'écoulement. Celui-ci a été évalué à un **débit de quelques dizaines à plusieurs centaines de m<sup>3</sup>/h en période de très hautes eaux** (Nédellec, 2018).

Des mesures réalisées en mars et octobre 2019 indiquent une **température proche de 14,5 °C**, une conductivité mesurée à 671 et 910 µS/cm et un pH de l'ordre de 7,2 (source : BRGM/DPSM).

### **➤ Émergence de la galerie de la Mer (commune de Marseille)**

Située dans une darse du port de commerce de Marseille au niveau du Cap Pinède, l'émergence de la galerie de la Mer (ou émergence du Cap Pinède) draine les anciens travaux du réservoir minier de Gardanne.

**Les eaux minières sont pompées au niveau du puits Gérard** (commune de Mimet), à la cote topographique - 50 m NGF, **par 4 pompes dont la capacité totale a été portée à 1 200 m<sup>3</sup>/h** en 2016 afin de contrôler le niveau d'eau dans le réservoir minier.

Ces eaux transitent par une conduite en PEHD (550 mm de diamètre), mise en place à l'intérieur de la galerie de la Mer, jusqu'à 3 forages horizontaux de 830 m (positionnés en parallèle sous le port de commerce de Marseille) qui permettent de refouler les eaux minières en pleine mer, à 80 m de la digue du port et par 30 m de fond. Ce dispositif permet d'éviter l'oxydation des eaux minières marquées par une forte concentration en fer (actuellement de 40 à 50 mg/L).

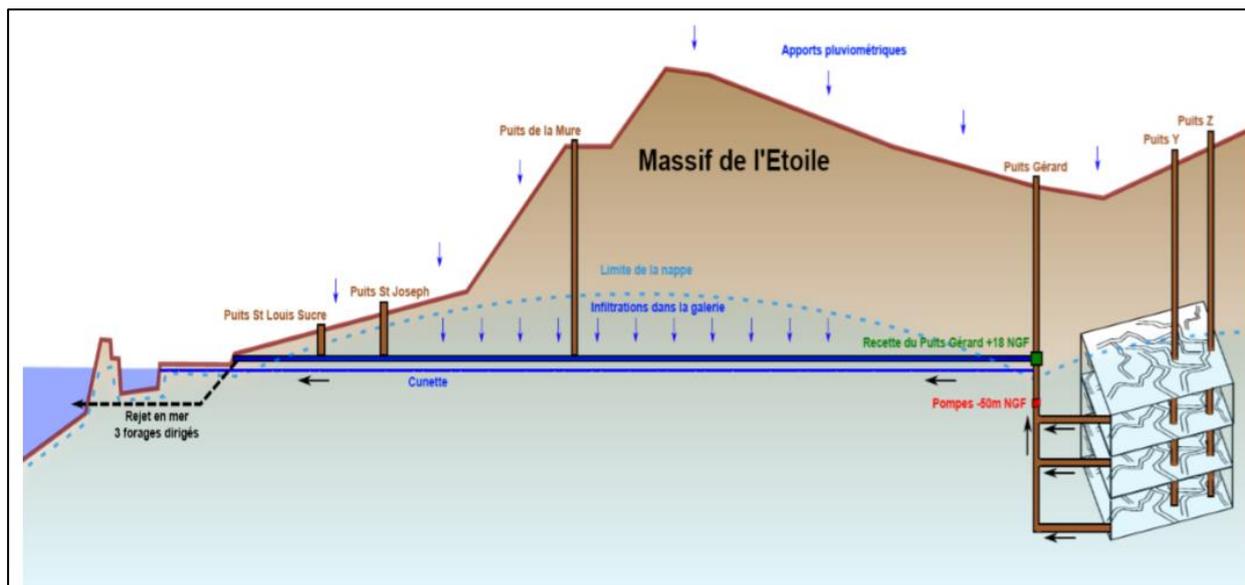


Figure 80 : Schéma de fonctionnement de la galerie de la Mer.

**En 2017, le débit moyen de pompage des eaux minières a été évalué à 930 m<sup>3</sup>/h (Nédellec, 2018).**

Depuis 2011, à partir des prélèvements effectués au niveau du Cap Pinède (vanne sur une soupape mise en place sur la conduite PEHD), les relevés pluri-hebdomadaires renseignent sur les valeurs moyennes mensuelles des principaux paramètres : **la température varie fortement entre 15,7 et 25,9 °C**, le pH varie de 6,5 à 6,9 et les teneurs en sulfates varient entre 1 900 et 2 100 mg/L.

Le suivi mensuel de la conductivité donne également des valeurs comprises entre 3 500 et 3 700 µS/cm.

À noter qu'un projet est actuellement en cours visant à utiliser pour partie cette ressource au Cap Pinède (avant le rejet en mer) comme source de refroidissement d'un Data Center.

➤ **Émergence de la galerie La Doria (commune de Peypin)**

Située sur la commune de Peypin, l'émergence de la galerie La Doria draine également les anciens travaux du réservoir minier de Gardanne.

D'une longueur de 1 240 m, la galerie La Doria (creusée en deux phases entre 1831 et 1871) recoupe les puits Saint-François, Saint-Joseph et Notre-Dame avant de résurger à la cote topographique + 259 m NGF, où les écoulements se déversent dans un ravin rejoignant le ruisseau Merlançon au niveau de la zone d'activité de Valdonne (Nédellec, 2018).

Depuis l'interconnexion de tous les travaux de la mine de Gardanne en 1960, les eaux du réservoir minier ne sont jamais remontées au niveau de cette galerie située à plus de 200 m au-dessus du niveau stabilisé par le pompage au puits Gérard. La galerie La Doria est considérée comme un ouvrage de surverse et de secours drainant les eaux météoriques qui s'infiltrent dans ce secteur. Une cloison siphonide a été mise en place afin d'empêcher tout accès à l'ouvrage et les rejets de gaz, tout en maintenant son potentiel d'écoulement. Celui-ci serait **limité à quelques semaines par an en période humide, avec un débit de quelques m<sup>3</sup>/h** (Nédellec, 2018).

Des mesures réalisées en mai 2018 et en octobre 2019 indiquent une **température de 14 à 15 °C**, une conductivité mesurée entre 928 et 1162 µS/cm et un pH de l'ordre de 7,2.

➤ **Émergence de la galerie Desfarges (commune de Trets)**

Située sur la commune de Trets, l'émergence de la galerie Desfarges draine les anciens travaux localisés du réservoir minier de Trets (indépendant des réservoirs de Gardanne et de Pinchinier).

Cette galerie (creusée entre 1879 et 1886) a une longueur d'environ 3 km entre la couche de la « Grande Mine » et son émergence (cote topographique + 220 m NGF) où les eaux minières se déversent dans un ruisseau (le Grenouillet) à proximité de sa confluence avec la rivière l'Arc. Equipée également d'une cloison siphonide, **les débits de la galerie Desfarges seraient très variables** (sans précision) selon les conditions météorologiques (Nédellec, 2018).

Les mesures (3) réalisées en 2018 et 2019 indiquent une **température variant de 14 à 15 °C**, des valeurs moyennes de conductivité de l'ordre de 1 000 µS/cm et de pH de 6,8.

➤ **Émergence de la galerie de Pinchinier (commune de La Bouilladisse)**

Située sur la commune de La Bouilladisse, l'émergence de la galerie de Pinchinier draine les anciens travaux localisés du réservoir minier éponyme (indépendant des réservoirs de Gardanne et de Trets).

Les eaux provenant de cette galerie (creusée entre 1814 et 1817), d'une longueur de 750 m, se déversent dans le ruisseau du Pinchinier vers la cote topographique + 273 m NGF au niveau d'une cave d'habitation. Le débit de l'émergence serait temporaire à la suite de très fortes pluies cumulées (Nédellec, 2018). **Aucune donnée n'est ainsi disponible pour cette émergence.**

## 2.11. RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ : DÉPARTEMENT DE SAÔNE-ET-LOIRE (71) - BASSIN HOILLER DE BLANZY-MONTCEAU

Au sein de la région Bourgogne-Franche-Comté, le département de Saône-et-Loire (71) compte 2 émergences minières associées au bassin houiller de Blanzky-Montceau.

Initiée au 16<sup>ème</sup> siècle, l'exploitation industrielle du charbon de ce bassin a véritablement débuté en 1751. Le dernier puits de mine a été fermé en 1992 et l'activité des découvertes s'est achevée en 2000 (Duré, 2018).

Le suivi de la remontée progressive de l'eau dans les vides miniers résiduels et au niveau des anciennes découvertes a permis de distinguer 3 compartiments hydrogéologiques distincts, dont le compartiment Rozelay (où se trouve l'émergence Ramus) et le compartiment Darcy (où se trouve l'émergence L'Ouche).

Dans le cadre de la surveillance du bassin houiller de Blanzky-Montceau réalisée par le BRGM/DPSM, seule l'émergence Ramus fait actuellement l'objet d'un suivi annuel. L'émergence dénommée « L'Ouche » a été sortie du périmètre de la surveillance suite au réexamen de 2014, les données du suivi antérieur sont néanmoins disponibles (Dheilly, 2014).

La localisation de ces deux émergences est précisée sur la carte ci-dessous (cf. Figure 82).

### ➤ *Émergence de L'Ouche (commune de Blanzky)*

Situé sur la commune de Blanzky, au nord du compartiment Darcy, le forage de L'Ouche (ancien ouvrage de dégazage réalisé en 1998) a recoupé le réservoir minier dont le niveau piézométrique s'est stabilisé en 2007 à la cote de débordement + 282,30 m NGF correspondant au haut du tubage (cf. Figure 81). L'écoulement rejoint un cours d'eau (la Sorme) à quelques mètres du forage.

Lors du suivi, **le débit de l'émergence était faible (0,1 à 0,3 m<sup>3</sup>/h) et la température variait de 10 à 14 °C**. La conductivité était stable (650 µS/cm) et le pH neutre (Dheilly, 2014).



Figure 81 : Photographie du forage de L'Ouche (émergence minière du bassin de Blanzky-Montceau).

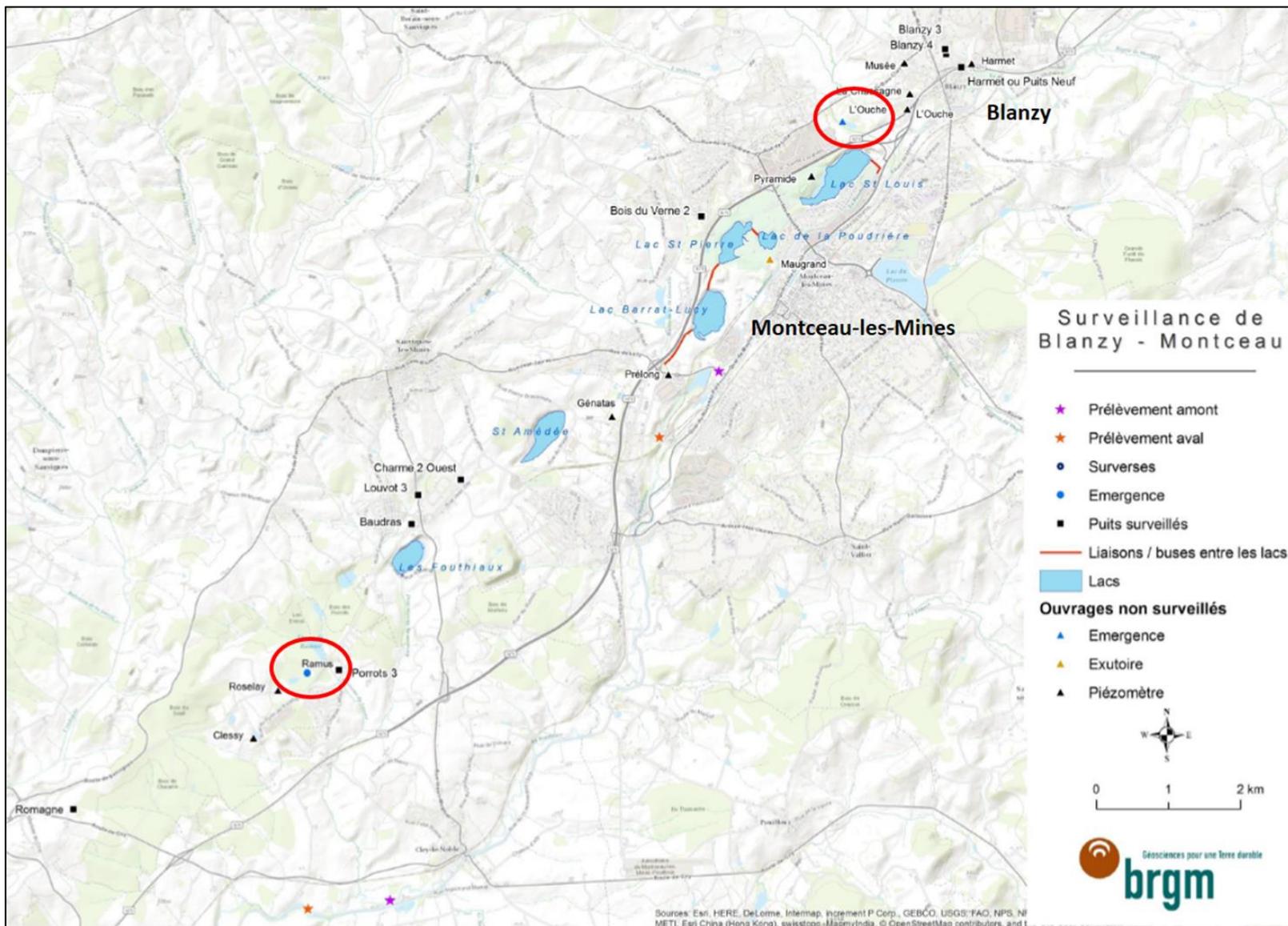


Figure 82 : Localisation des deux émergences minières Ramus et de L'Ouche du bassin houiller de Blanzy-Montceau.

➤ **Émergence Ramus (commune de Perrecy-les-Forges)**

Située sur la commune de Perrecy-les-Forges (à quelques kilomètres au sud-ouest de Montceau-les-Mines), le forage Ramus de 84 m de profondeur a recoupé les travaux miniers du compartiment Rozelay. Le niveau d'eau dans ce réservoir minier n'a encore jamais atteint la cote de débordement (+ 287 m NGF) correspondant au haut du tubage de ce forage. Ce débordement hypothétique est jugé peu probable (Duré, 2018).

**Il n'y a donc pas de donnée disponible pour cette émergence non active.**

## **2.12. SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DES ÉMERGENCES MINIÈRES RECENSÉES SUR LE TERRITOIRE NATIONAL**

Le tableau ci-dessous (Cf. Tableau 53) synthétise les principales caractéristiques des **83 émergences minières suivies par le BRGM/DPSM sur le territoire national**.

Selon une première approche territoriale d'évaluation du potentiel de valorisation géothermique de ces émergences minières, l'ordre de classement dans ce tableau synthétique est donné par le nombre le plus important d'émergences minières au sein des régions, puis des départements. L'ordre de classement des communes et des émergences suit ensuite un ordre alphabétique.

**Les valeurs de débit, de température, de conductivité et de pH renseignées dans ce tableau correspondent à la valeur moyenne des données ponctuelles** recueillies périodiquement par le BRGM/DPSM).

Un code couleur est appliqué aux données de débit et de température afin d'identifier les émergences minières représentant les potentiels de valorisation géothermique les plus intéressants.

Pour les valeurs de débit, le code couleur est le suivant :

- **valeur de débit moyen supérieure ou égale à 15 m<sup>3</sup>/h en jaune ;**
- **valeur de débit moyen supérieure ou égale à 50 m<sup>3</sup>/h en orange ;**
- **valeur de débit moyen supérieure ou égale à 100 m<sup>3</sup>/h en rouge.**

Pour les valeurs de température, le code couleur est le suivant :

- **valeur de température moyenne supérieure ou égale à 15 °C en jaune ;**
- **valeur de température moyenne supérieure ou égale à 20 °C en rouge.**

Région	Département	Gisement minier	Commune	Emergence minière	Débit moyen (m <sup>3</sup> /h)	Température moyenne (°C)	Conductivité moyenne (µS/cm)	pH moyen	
Occitanie	Gard (30)	Bassin houiller du Gard	Alès	Galerie La Royale 2	0,4	13,7	404	6,2	
				Galerie Nationale	-	-	-	-	
				Galerie Saint-Pierre	4,51	15	571	7,1	
			Bessèges	Galerias Saint-Illyde et Saint-François	45	18	1961	7,2	
					Chambon	Galerie Cornas	21	17,3	833
			19	14,8			670	6,7	
			77	15,9			2028	7,4	
			6,7	14,4			459	6,7	
			138	17,4			1189	6,8	
			24,7	13,8			806	6,8	
			La Grand-Combe	Galerie Verrerie	72,7	21,3	2369	6,9	
					99	20,8	1510	7	
					Martinet	Galerie des Esteyraings	1,8	12,5	284
			10,3	12,4			335	6,6	
			Molières-sur-Cèze	Galerie Chalmeton	45,9	15,6	2134	7,4	
					0,1	20,8	5949	7	
	Robiac-Rochessadoules	Galerie Saint-Hyppolite	6,8	14,1	994	7,3			
	Saint-Martin-de-Valgalmugues	Galerie La Royale	-	-	-	-			
	Vernarède	Galerie Burat	53,9	16,5	768	7,2			
	Aveyron (12)	Bassin houiller de Decazeville	Aubin	Écoulement Destresse	0,3	12,6	3071	3,5	
				Émergence Combes Feuillantines	1,1	12,1	1690	6,4	
				Émergence du Crol Bas	0,4	17,9	3800	6,6	
				Émergence du Gua	0,2	15,2	2973	6,1	
				Émergence du Moulin	4,4	14,7	2677	6,2	
				La Bouyssonie 2	2,3	20,3	2226	9,4	
			Cransac	Émergence Augustin	1,2	24,6	7075	6,7	
					0,1	13,4	1550	7,4	
					6,6	22,9	3416	7,1	
					0,8	15,1	1101	6,4	
					0,3	13,7	2702	7,5	
					Decazeville	Émergence de Fontverthes	70	16,7	1577
			17	17,7			1761	7,2	
			70	15,4			1000	6,9	
11,3			14,7	1266			7		
Hérault (34)			Bassin houiller de l'Hérault	Bousquet-d'Orb	70	16,7	1577	7	
	Puits Diebay	17		17,7	1761	7,2			
Ariège (08)	District polymétallique des Pyrénées Ariégeoises	Coufflens	Émergence de Salau	-	-	-	-		
		Lastouls	Émergence de la Caunette	5,73	15,64	1166,37	7,81		
Aude (11)	District aurifère de Salsigne								
Auvergne-Rhône-Alpes	Isère (38)	Bassin houiller du Dauphiné	Motte-d'Aveillans	Forage de Décharge	35,4	13,8	864,4	7	
				Galerie de la Faurie	75,8	12,7	1360	6,8	
				Galerie N4 Bis	0,2	7,3	970	7,6	
				Galerie N10 Bis	1,1	11,1	633	7	
				Galerie N14	8,1	13,8	1957	6,8	
				Motte-Saint-Martin	Galerie N3 sous La Molière	-	-	-	-
			8			13	2621	6,8	
			Prunières	Galerie Badier 1	0,4	10,5	1780	4,4	
					4,9	12,1	1437	7,4	
			Saint-Arey	Galerie de Combe Neveuse	53,1	10,9	899	7,2	
					-	17,2	2399	7,3	
			Susville	Galerie du Peychagnard N10	7,4	10,6	1302	7,52	
	2,8	10,4			976	6,9			
	Loire (42)	Bassin houiller de la Loire	Firminy	Bas Mas	102,8	16,3	1575	7,1	
					45	18	2031	6,5	
			Roche-la-Molière	Rieux	65,8	18,2	2705	6,8	
					15	14,7	1580	6,8	
			Saint-Étienne	La Massardière	28,3	15,3	1673	6,8	
					9,8	19,9	2945	7,3	
			Saint-Genest-Lerpt	Cluzel Haut	9,9	16,2	1730	7,9	
46,7					19,2	2397	7,2		
Villars	Villars	100	16,2	640,3	6,7				
		-	-	-	-				
Puy-de-Dôme (63)	Bassin houiller de Messeix	Messeix	Les Mouillières	-	-	-	-		
	Bassin houiller de Saint-Eloy-les-Mines	Saint-Eloy	Saint Eloy	-	-	-	-		
Allier (03)	Bassin houiller de l'Aumance	Buxières-les-Mines	Les Gauthrins	16,6	13,1	2848,1	6,2		
Rhône (69)	Mines de Chessy (cuivre)	Chessy-les-Mines	Entrée station Chessy	10	-	-	3		
Savoie (73)	Bassin houiller de Savoie	Fourneaux	Côte-en-Velin	-	-	-	-		
Normandie	Calvados (14)	Mine de May-sur-Orne (fer)	May-sur-Orne	Flanc Sud niv. 1	-	-	-	-	
			Saint-André-sur-Orne	Flanc Nord niv. B	-	-	-	-	
			Goux	Galerie de Goux	360	-	-	-	
		Mine de Soumont (fer)	Saint-Germain-le-Vasson	Descenderie du Livet	-	-	-	-	
			Soumont-Saint-Quentin	Galerie de Saint Quentin	0	-	-	-	
			Jurques	TB 256	25	-	-	-	
		Site de Mont-Pinçon (fer)	Le Plessis-Grimout	TB Anguet	10	-	-	-	
			Mine de Saint-Rémy (fer)	Saint-Rémy-sur-Orne	Exutoire TB Orne	-	-	-	-
		Orne (61)	Mine de la Ferrière aux Étangs (fer)	La Ferrière-aux-Étangs	Exutoire TB 220	-	-	-	-
		Grand-Est	Moselle (57)	Bassin ferrifère Lorrain	Fontoy	Galerie de Knutange	-	-	-
Moyeuvre-Grande	Ancienne galerie de Moyeuvre				-	-	-	-	
Meurthe-et-Moselle (54)	Bassin ferrifère Lorrain		Avril	Galerie du Bois d'Avril	720	-	-	-	
			Mancieulles	Galerie du Woigt	-	-	-	-	
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	Bouches-du-Rhône (13)	Bassin houiller de Provence	Fuveau	Galerie de Fuveau	-	14,2	790,5	7,2	
			Marseille	Galerie de la Mer (émergence du Cap Pinède)	930	20,8	3600	6,7	
			Peypin	Galerie la Dorja	-	14,5	1045	7,2	
			Trets	Galerie Desfarges	-	14,5	1001	6,8	
			La Bouilladisse	Galerie de Pinchinier	-	-	-	-	
Bourgogne-Franche-Comté	Saône-et-Loire (71)	Bassin de Blanzay-Montceau	Blanzay	L'Ouche	0,2	12	650	7	
			Perrecy-les-Forges	Ramus	-	-	-	-	

Tableau 53 : Synthèse des caractéristiques des 83 émergences minières suivies par le BRGM/DPSM.

### **3. Recensement et caractérisation des puits de mine suivis par le BRGM/DPSM sur le territoire national**

Les données disponibles au BRGM/DPSM ne permettent de répondre que partiellement aux objectifs du projet VALOR concernant cette tâche dédiée aux puits de mines. Les données relatives à l'accessibilité des puits, leur usage actuel, leur fermeture ou non en surface, la profondeur atteinte, la profondeur des galeries entrecoupées, ou l'état d'ennoyage (cf. chapitre 1.1.2) ne sont pas ou très peu disponibles.

Les données recherchées figurent probablement dans les dossiers d'archives minières, mais le nombre particulièrement élevé de puits (546) rend cette tâche extrêmement chronophage.

Au-delà de l'identification et de la localisation des puits de mine présentée dans le chapitre ci-dessous, les chapitres suivants se limitent donc à une présentation synthétique des informations collectées au cours du travail d'inventaire des émergences minières, concernant les puits en lien avec les stations de traitement des eaux minières gérées par le BRGM/DPSM (Vaxelaire, 2017).

D'autre part, le projet VALGEOMIN (Hamm et Bugarel, 2018) a permis de faire un état des lieux des projets de valorisation géothermique des anciennes mines qui concernaient notamment, au niveau national, les bassins ferrifère et houiller lorrains, le bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais et le bassin houiller de Provence (Gardanne). Les caractéristiques des puits de mine collectées dans le cadre de ces études, réalisées par les entités régionales du BRGM entre 2008 et 2017, sont également présentées dans les chapitres ci-dessous.

#### **3.1. RECENSEMENT DES PUIITS DE MINE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL**

Les informations disponibles dans le cadre de la surveillance réalisée au titre de l'après-mine par le BRGM/DPSM permettent d'identifier et de localiser 536 puits de mine (sur 546 recensés) sur le territoire national (Cf. Tableau 54).

Afin de compléter l'approche territoriale appliquée à l'évaluation du potentiel de valorisation géothermique des émergences minières (cf. chapitre 2), ce tableau synthétique suit le même ordre de classement par régions, départements et communes.

Les données figurant en rouge proviennent de la base de données du sous-sol (BSS) pour les puits identifiables par leur code BSS.

Parmi ces 546 ouvrages, la localisation des 10 derniers puits reportés en bas de tableau n'est pas renseignée. Ces puits sont simplement mentionnés pour mémoire.

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation		
Occitanie	Gard (30)	Saint-Martin-de-Valgalmgues	Puits Fontanes		09126X0273/PUITS	785 736	6 339 328	Matérialisé		
	Aveyron (12)	Cransac	Puits 1 Ancien		08596X0239/P1ANCI	642 753	6 380 990	Matérialisé		
Grand-Est	Moselle (57)	Audun-le-Tiche	PdM-Puits 2 de Saint Michel	91,4	01133X0074	914 444	6 933 473	Localisé		
			Aumetz	PdM-Puits François		01133X0098	915 073	6 929 977	Localisé	
		Carling	Puits 8 (dit Max)	597	01397X0003/S	971 081	6 902 823	Matérialisé		
			Creutzwald	Puits 1 La Houve	502,86	01397X0016/P1	968 272	6 907 515	Localisé	
		Puits 2 La Houve			01397X0076	968 237	6 907 477	Matérialisé		
		PUITS BARROIS		513	01397X0078/P	970 257	6 905 467	Localisé		
		Diesen	Puits TEST			968 697	6 904 316	Localisé		
			Folschviller	Alexandre Dreux n°1			969 598	6 892 058	Matérialisé	
		Alexandre Dreux n°2				969 552	6 891 942	Matérialisé		
		Forbach	Puits Marienau	Puits SIMON 1	875,56	01405X0147/P	982 813	6 905 091	Matérialisé	
				Puits SIMON 2	478,65	01405X0086/PUITS1	985 132	6 907 343	Matérialisé	
				Puits SIMON 3	498,84	01405X0105/PUITS2	985 098	6 907 331	Matérialisé	
				Puits SIMON 4	842,7	01405X0087/PUITS3	985 051	6 905 957	Matérialisé	
				Puits SIMON 5	1136,7	01405X0088/PUITS5	984 621	6 907 343	Matérialisé	
				Puits WENDEL 1	765,71	01405X0101/PUITS1	981 799	6 907 336	Matérialisé	
		Freyming-Merlebach	Puits CUVELETTE Nord	Puits CUVELETTE Sud	1288,82	01398X0007/CUV-N	976 599	6 900 972	Matérialisé	
				Puits PEYERIMHOFF	667,92	01398X0010/CUV-S	976 624	6 900 970	Matérialisé	
				Puits REUMAUX	800,57	01398X0053/PEY	975 212	6 902 640	Matérialisé	
				Puits VOUTERS 2	1138,28	01398X0054/REUMAU	977 960	6 901 939	Matérialisé	
				Puits L'Hôpital 1	1327,02	01398X0052/VOUT.2	977 374	6 900 979	Matérialisé	
		Hôpital	Puits L'Hôpital 2	Puits L'Hôpital 1	522,5	01397X0007/P1	973 120	6 901 714	Matérialisé	
				Puits L'Hôpital 2	615	01397X0074/P2	973 087	6 901 701	Matérialisé	
		Ottange	PdM-Puits 2 d'Ottange 2	116,34	01133X0046	918 899	6 930 306	Localisé		
		Petite-Rosselle	Puits GARGAN 1	Puits GARGAN 2	611,31	01405X0134/P1	982 212	6 907 966	Matérialisé	
				Puits St Charles 1	613	01405X0135/P2	982 183	6 907 945	Matérialisé	
				Puits St CHARLES 3	788,81	01405X0070/PUITS1	980 677	6 908 189	Matérialisé	
				Puits VUILLEMIN 1	679,52	01405X0133/PUITS3	980 654	6 908 214	Matérialisé	
				Puits VUILLEMIN 2	872,65	01405X0131/VUIL1	981 166	6 907 359	Matérialisé	
				Puits WENDEL 2	773,07	01405X0132/VUIL2	981 153	6 907 327	Matérialisé	
				Puits WENDEL 3	773,89	01405X0136/PUITS2	981 550	6 907 343	Matérialisé	
				Puits SAINT AVOLD	902	01405X0137/PUITS3	981 485	6 907 437	Matérialisé	
				Sainte-Marie-aux-Chênes	Puits SAINTE FONTAINE	675,98	01653X0100/P	971 242	6 898 317	Matérialisé
				Schoeneck	Puits 2 Ste Marie aux Chênes	1036,63	01398X0051/SF	975 339	6 901 778	Matérialisé
		Bas-Rhin (67)	Gunstett	PUITS 3	446,82	01405X0027/PIV	919 504	6 904 046	Matérialisé	
				PUITS 7	410,7	01983X0048/PIII	985 869	6 908 708	Matérialisé	
			Kutzenhausen	PUITS 6	410,7	01983X0087/PVII	1 050 657	6 879 423	Matérialisé	
				PUITS 8	405,1	01983X0087/PVII	1 050 706	6 879 370	Matérialisé	
			Merkwiller-Pechelbronn	PUITS 1	409,3	01984X1302/PVI	1 054 164	6 883 259	Matérialisé	
				PUITS 2	372	01984X0018/PVIII	1 053 690	6 880 753	Matérialisé	
				PUITS 3	151,9	01983X0030/PI	1 052 936	6 881 863	Matérialisé	
				PUITS 4	395,6	01983X2857/PII	1 052 411	6 880 894	Matérialisé	
		Preuschdorf	PUITS 5	210,5	01983X2858/PIV	1 052 728	6 881 828	Matérialisé		
			PUITS 6	234,2	01983X0086/PV	1 052 432	6 880 976	Matérialisé		
			Berrwiller	Puits Berrwiller	733	04131X0059/F	1 015 931	6 756 593	Matérialisé	
			Blodelsheim	Blodelsheim Nord	233	0434X0100/NORD	1 035 614	6 761 904	Matérialisé	
		Blodelsheim Sud		231,5	0434X0101/SUD	1 035 527	6 761 904	Matérialisé		
		Ensisheim	Puits Ensisheim 1	892	04132X0007/GT	1 024 251	6 759 876	Matérialisé		
			Puits Ensisheim 2	1042	04132X0008/GT	1 024 359	6 760 725	Localisé		
		Feldkirch	Puits Alex	666	04131X4001/GT	1 019 399	6 759 169	Matérialisé		
		Pulversheim	Puits Ensisheim 3	736	04132X0009/GT	1 022 945	6 759 088	Matérialisé		
Puits Rodolphe 1	741		04131X0005/P2	1 020 081	6 758 344	Localisé				
Puits Rodolphe 2	745		04131X0006/GT	1 020 161	6 758 363	Localisé				
Richwiller	Puits Max	577	04135X0004/GT	1 018 883	6 751 579	Matérialisé				
Ruelisheim	Puits Théodore	575	04132X4004/GT	1 023 474	6 756 635	Matérialisé				
	Puits Louise	664	04131X0003/GT	1 018 726	6 756 577	Matérialisé				
Staffelfelden	Puits Marie	698	04131X0002/GT	1 019 273	6 756 272	Matérialisé				
	Puits Staffelfelden	698	04131X0002/GT	1 019 273	6 756 272	Matérialisé				
	Puits Ungersheim 1	771	04132X0010/GT	1 020 974	6 761 074	Localisé				
Ungersheim	Puits Ungersheim 2	767	04132X0011/P2	1 020 884	6 761 035	Localisé				
	Wittelsheim	Puits Amélie 1	709	04131X4002/GT	1 017 940	6 752 287	Matérialisé			
Puits Amélie 2		682	04135X0001/P2	1 017 694	6 751 629	Matérialisé				
Wittenheim	Puits Anna Est	463	04132X0001/GT	1 022 322	6 752 948	Localisé				
	Puits Anna Ouest	474	04132X0002/F	1 022 122	6 752 900	Localisé				
	Puits Eugène	730	04132X4003/GT	1 023 770	6 756 183	Matérialisé				
	Puits Fernand Est	558	04132X0003/GT	1 023 995	6 753 393	Matérialisé				
	Puits Fernand Ouest	558	04132X0004/F	1 023 775	6 753 335	Matérialisé				
	Puits Schoenensteinbach	910	04132X0104/F	1 021 822	6 755 783	Matérialisé				

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation	
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	Bouches-du-Rhône (13)	Gréasque	PUITS BETHUNE		10216X0230/BETHUN	907 291	6 260 159	Localisé	
			PUITS PROSPER		10216X0228/PROSPE	907 200	6 261 262	Matérialisé	
		Mimet	PUITS GERARD		10215X0107/PUITSG	899 989	6 261 978	Matérialisé	
Bourgogne-Franche-Comté	Saône-et-Loire (71)	Blanzay	Blanzay 3	60	05785X0639/P3	806 259	6 623 434	Localisé	
		Montceau-les-Mines	BOIS DU VERNE 2		05785X0638/VERN2	802 862	6 621 208	Matérialisé	
		Perrecy-les-Forges	ROMAGNE		06004X0021/SONDAG	794 142	6 613 047	Matérialisé	
		Sanvignes-les-Mines	BAUDRAS		05778X0342/P	798 878	6 616 985	Matérialisé	
Hauts-de-France	Nord (59)	Abscon	[ANZIN] - LA PENSEE (47)		00281X0113/MN6681	721 686	7 026 699	Matérialisé	
			[AZINCOURT] - SAINT AUGUSTE (124)		00281X0138/AUGUST	719 669	7 025 260	Matérialisé	
		Anhiers	[FLINES LEZ RACHES] - FLINES 2 (177)		00208X0011	711 391	7 033 770	Matérialisé	
			[ANICHE] - AOUST (11)		00281X0126/MN6662	718 976	7 026 206	Matérialisé	
			[ANICHE] - ARCHEVEQUE (2)		00281X0137/MN6651	718 263	7 026 907	Matérialisé	
			[ANICHE] - FENELON (10)		00281X0119/MN6661	719 528	7 026 551	Matérialisé	
			[ANICHE] - SAINT HYACINTHE (3)		00281X0121/1-125	717 424	7 026 306	Matérialisé	
			[ANICHE] - SAINT LAURENT (8)		00281X0135/MN6641	717 681	7 025 415	Localisé	
			[ANICHE] - SAINT MATHIAS (4)		00281X0125/MN6641	717 448	7 025 435	Matérialisé	
			[ANICHE] - SAINT WAAST (6)		00281X0123/MN6641	717 396	7 025 789	Localisé	
			[ANICHE] - SAINTE BARBE (5)		00281X0122/MN6640	717 415	7 025 794	Matérialisé	
			[ANICHE] - SAINTE CATHERINE (7)		00281X0124/MN6641	717 433	7 025 530	Matérialisé	
			[ANICHE] - SAINTE THERESE (9)		00281X0132/MN6651	717 935	7 025 438	Matérialisé	
			[ANICHE] - TRAISNEL (1)		00281X0136/MN6651	718 266	7 027 394	Matérialisé	
			[AZINCOURT] - ETROEUNGT (127)		00281X0133/MN6642	717 675	7 025 059	Matérialisé	
			[AZINCOURT] - SAINT EDOUARD (125)		00281X0127/MN6652	718 719	7 025 353	Matérialisé	
			[AZINCOURT] - SAINTE MARIE (126)		00281X0128/MN6662	718 876	7 025 106	Matérialisé	
		Annoeullin	[NORD HORS CONCESSION] - 1 - 1 (360)		00201X0543	694 006	7 047 277	Matérialisé	
		Anzin	[RAISMES] - BARRIERE (258)		00284X0095	736 323	7 030 019	Localisé	
			[RAISMES] - BLEUSE BORNE (259)		00284X0093/MN6842	737 030	7 031 500	Matérialisé	
			[RAISMES] - CAVE (260)		00283X0240/MNG141	736 034	7 031 136	Matérialisé	
			[RAISMES] - CAVE AVALERESSE (610)		00283X0880	736 022	7 031 136	Matérialisé	
			[RAISMES] - GARDINS (261)		00284X0088	736 336	7 030 286	Localisé	
			[RAISMES] - LA CROIX NORD (274)		00284X0783/52002	736 570	7 030 537	Localisé	
			[RAISMES] - LA CROIX SUD (603)		00284X0784/52003	736 571	7 030 507	Localisé	
			[RAISMES] - LE MOULIN 1 (263)		00284X0793	736 644	7 031 303	Matérialisé	
			[RAISMES] - LE MOULIN 2 (262)		00284X0794	736 659	7 031 284	Matérialisé	
			[RAISMES] - MITANT		00284X0785/52005	736 209	7 030 578	Localisé	
			[RAISMES] - PAVE NORD (267)		00284X0090/MN6832	736 545	7 030 412	Matérialisé	
			[RAISMES] - PAVE SUD (266)		00284X0788	736 527	7 030 393	Matérialisé	
			[RAISMES] - RAISMES EPUISEMENT (269)		00283X0207	735 256	7 030 417	Localisé	
			[RAISMES] - RAISMES EXTRACTION (268)		00283X0874/52007	735 240	7 030 463	Localisé	
			[RAISMES] - SAINT JEAN (270)		00284X0092/MN6833	736 179	7 030 381	Matérialisé	
			[RAISMES] - SAINT LOUIS (271)		00284X0091/MN6832	736 509	7 030 996	Matérialisé	
			[RAISMES] - VERGER (272)		00283X0253/MNG51	735 850	7 029 971	Matérialisé	
			Auberchicourt	[ANICHE] - ESPERANCE (15)		00274X0083/MN663	716 052	7 025 924	Matérialisé
				[ANICHE] - SAINTE MARIE 1 (12)		00274X0115/GT	716 419	7 027 044	Matérialisé
				[ANICHE] - SAINTE MARIE 2 (13)		00274X0181/MN6631	716 489	7 027 026	Matérialisé
		Auby	[L'ESCARPELLE] - 8 - 8 (165)		00206X0568	703 150	7 035 003	Matérialisé	
		Bauvin	[MEURCHIN] - 1 - 1 (552)		00201C0043/P	692 177	7 045 009	Matérialisé	
		Bruille-Saint-Amand	[ODOMEZ] - TAFFIN (254)		00218X0023	737 668	7 040 867	Matérialisé	
		Condé-sur-l'Escaut	[VIEUX CONDE] - CHABAUD LA TOUR 1 (324)		00225X0040	742 944	7 040 843	Matérialisé	
			[VIEUX CONDE] - CHABAUD LA TOUR 2 (323)		00225X0041/MN6900	742 967	7 040 859	Matérialisé	
			[VIEUX CONDE] - CHABAUD LA TOUR 3 (322)		00225X0042/MN6900	742 992	7 040 876	Matérialisé	
			[VIEUX CONDE] - LEDOUX 1 (325)		00225X0043	744 060	7 040 028	Matérialisé	
			[VIEUX CONDE] - LEDOUX 2 (326)		00225X0044	744 022	7 040 039	Matérialisé	
		Dechy	[ANICHE] - DECHY 1 (17)		00273X0116/MN6591	709 089	7 028 994	Matérialisé	
			[ANICHE] - DECHY 2 (18)		00273X0117/MN6562	709 021	7 028 989	Matérialisé	
		Denain	[ANZIN] - BAYARD (51)		00282X0486	727 422	7 026 552	Localisé	
			[ANZIN] - BELLEVUE (52)		00282X0177/MN6741	726 960	7 027 352	Matérialisé	
			[ANZIN] - CASIMIR (53)		00282X0197/MN6743	727 112	7 025 752	Matérialisé	
			[ANZIN] - CHABAUD LA TOUR 57 (54)		00282X0482/51004	728 484	7 026 371	Matérialisé	
			[ANZIN] - CHABAUD LA TOUR 58 (55)		00282X0165/MN6751	728 502	7 026 396	Matérialisé	
			[ANZIN] - ERNESTINE (56)		00282X0164/MN6751	727 889	7 026 105	Matérialisé	
			[ANZIN] - JEAN BART (57)		00282X0172/MN6752	727 870	7 025 365	Matérialisé	
			[ANZIN] - JOSEPH PERIER (58)		00282X0174/MN6752	728 245	7 025 808	Matérialisé	
			[ANZIN] - MATHILDE (59)		00282X0176/MN6742	727 330	7 026 266	Matérialisé	
			[ANZIN] - NAPOLEON (60)		00282X0147/MN6742	726 811	7 026 192	Matérialisé	
			[ANZIN] - RENARD 1 (61)		00282X0182/MN6731	726 715	7 025 343	Matérialisé	
			[ANZIN] - RENARD 2 (62)		00282X0343/P	726 733	7 025 408	Matérialisé	
			[ANZIN] - TURENNE (63)		00282X0148/MN6742	727 305	7 025 998	Matérialisé	
			[ANZIN] - VILLARS EPUISEMENT (65)		00282X0166/MN6743	727 517	7 025 404	Matérialisé	
			[ANZIN] - VILLARS EXTRACTION (64)		00282X0481/51015	727 522	7 025 383	Matérialisé	
			[DENAIN] - ENCLOS 1 (150)		00282X0169/MN6752	728 109	7 024 773	Matérialisé	
			[DENAIN] - ENCLOS 2 (151)		00282X0341	728 137	7 024 762	Matérialisé	
			[DENAIN] - ORLEANS (149)		00282X0485/51003	727 056	7 025 084	Matérialisé	

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation	
Hauts-de-France	Nord (59)	Douai	[ANICHE] - BERNARD (19)		00207X4007/GT	709 957	7 033 598	Matérialisé	
			[L'ESCARPELLE] - 4 - 4 (166)		00273X0282/MN6532	705 889	7 032 545	Matérialisé	
			[L'ESCARPELLE] - 4 - 4 BIS (167)		00273X0566	705 906	7 032 525	Matérialisé	
		Douchy-les-Mines	[L'ESCARPELLE] - 5 - 5 (168)		00273X4001/GT	706 351	7 032 716	Matérialisé	
			[DOUCHY] - BOCA (152)		00286X0018/P	727 766	7 023 542	Matérialisé	
		Erchin	[DOUCHY] - DOUCHY (153)		00282X0186/MN6731	726 706	7 023 659	Matérialisé	
			[ANICHE] - SEBASTOPOL (20)		00274X0112/MN645	713 765	7 024 925	Matérialisé	
		Escaudain	[AZINCOURT] - AZINCOURT 2 (129)		00274X4009/GT	713 443	7 024 332	Matérialisé	
			[ANZIN] - AUDIFFRET PASQUIER 1 (66)		00282X4002/GT	724 542	7 027 660	Matérialisé	
			[ANZIN] - AUDIFFRET PASQUIER 2 (67)		00282X0340/P	724 525	7 027 697	Matérialisé	
			[ANZIN] - CUVETTE (68)		00282X0119/MN6720	725 261	7 025 866	Matérialisé	
			[ANZIN] - ELISE (69)		00282X0116/MN6711	723 934	7 026 519	Matérialisé	
			[ANZIN] - ESCAUDAIN (70)		00282X0117/MN6720	725 088	7 026 537	Matérialisé	
			[ANZIN] - ROEULX 1 (72)		00282X0189/MN6711	724 214	7 024 855	Matérialisé	
			[ANZIN] - ROEULX 2 (73)		00282X0344/P	724 229	7 024 874	Matérialisé	
			[ANZIN] - SAINT MARK 1 (74)		00281X0114/1-112	722 418	7 026 750	Matérialisé	
			[ANZIN] - SAINT MARK 2 (75)		00281X0185/MN6690	722 464	7 026 754	Matérialisé	
		Escautpont	[FRESNES] - CARNIAUX 1 (185)		00218X0521	739 497	7 037 043	Matérialisé	
			[FRESNES] - CARNIAUX 2 (613)		00218X0522	739 473	7 037 034	Matérialisé	
		Fenain	[ANZIN] - AGACHE 1 (77)		00281X0111/F66807	721 696	7 029 170	Matérialisé	
			[ANZIN] - AGACHE 2 (78)		00281X0184/MN6680	721 698	7 029 202	Matérialisé	
		Flers-en-Escrebieux	[L'ESCARPELLE] - 3 - 3 (169)		00207X0018/GT	706 039	7 033 664	Matérialisé	
		Flines-lez-Raches	[FLINES LEZ RACHES] - FLINES 1 (178)		00274X0106	712 886	7 032 769	Matérialisé	
		Fresnes-sur-Escaut	[ESCAUTPONT] - SOULT 1 (175)		00218X0110	741 209	7 037 101	Matérialisé	
			[ESCAUTPONT] - SOULT 2 (176)		00218X0520	740 933	7 036 925	Matérialisé	
			[FRESNES] - BONNE PART EPUISEMENT (181)		00218X0402/P13018	740 897	7 037 660	Matérialisé	
			[FRESNES] - BONNE PART EXTRACTION (180)		00218X0097/MN6876	740 884	7 037 672	Matérialisé	
			[FRESNES] - BRULEES EPUISEMENT (183)		00218X0523	740 754	7 037 903	Matérialisé	
			[FRESNES] - BRULEES EXTRACTION (182)		00218X0092/MN6875	740 762	7 037 887	Matérialisé	
			[FRESNES] - CAULIER		00218X0049/MN6861	739 486	7 038 731	Localisé	
			[FRESNES] - CLAUSIN EPUISEMENT (188)		00218X0532	739 587	7 039 033	Localisé	
			[FRESNES] - CLAUSIN EXTRACTION (187)		00218X0046/MN6860	739 578	7 039 038	Localisé	
			[FRESNES] - ELISABETH DAHIE COUCHANT		00218X0533	740 901	7 037 221	Localisé	
			[FRESNES] - ELISABETH DAHIE LEVANT		00218X0534	740 921	7 037 230	Localisé	
			[FRESNES] - JEANNE COLARD 1		00218X0053/MN6862	739 243	7 038 299	Localisé	
			[FRESNES] - JEANNE COLARD 2 (195)		00218X0053	739 270	7 038 275	Matérialisé	
			[FRESNES] - JEANNE COLARD 3		00218X0535	739 281	7 038 286	Localisé	
			[FRESNES] - LONG FARVA		00218X0050/MN6861	739 399	7 038 588	Localisé	
			[FRESNES] - PIERRONNE		00218X0058	739 665	7 037 795	Localisé	
			[FRESNES] - POINT DU JOUR		00218X0536	740 542	7 036 918	Localisé	
			[FRESNES] - RAMEAUX EPUISEMENT (211)		00218X0525	740 547	7 037 830	Matérialisé	
			[FRESNES] - RAMEAUX EXTRACTION (210)		00218X0093/MN6875	740 532	7 037 817	Matérialisé	
			[FRESNES] - ROUTARD EPUISEMENT (214)		00218X0526	739 256	7 038 431	Matérialisé	
			[FRESNES] - ROUTARD EXTRACTION (213)		00218X0052/MN6862	739 250	7 038 438	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT JACQUES (219)		00218X0114/MN6876	740 532	7 037 531	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT LAMBERT EPUISEMENT (224)		00218X0527	740 376	7 038 494	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT LAMBERT EXTRACTION (223)		00218X0085/MN6874	740 357	7 038 506	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT MATHIAS EPUISEMENT (228)		00218X0086/GT	740 087	7 038 681	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT MATHIAS EXTRACTION		00218X4006	740 078	7 038 696	Localisé	
			[FRESNES] - SAINT MATHIEU (229)		00218X0087	740 064	7 038 282	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT NICOLAS EPUISEMENT (230)		00218X0528	740 224	7 038 187	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT NICOLAS EXTRACTION (231)		00218X0088	740 230	7 038 189	Matérialisé	
			[FRESNES] - SAINT PIERRE		00218X0057	739 496	7 037 968	Localisé	
			[FRESNES] - SAINTE ANNE EXTRACTION		00218X0047	739 825	7 038 919	Localisé	
			[FRESNES] - SARTEAU 1 EPUISEMENT (235)		00218X0529	739 564	7 039 592	Matérialisé	
			[FRESNES] - SARTEAU 2 EXTRACTION (234)		00218X0045	739 590	7 039 578	Matérialisé	
			Guesnain	[ANICHE] - SAINT RENE 1 (21)		00273X4009/GT	710 355	7 027 805	Matérialisé
				[ANICHE] - SAINT RENE 2 (22)		00273X0123/MN6572	710 408	7 027 832	Matérialisé
			Haulchin	[DOUCHY] - DOUCHY 10 (154)		00282X0221/P10	729 144	7 023 986	Matérialisé
			Haveluy	[ANZIN] - HAVELUY 1 (79)		00282X0181/MN6761	728 940	7 028 552	Matérialisé
				[ANZIN] - HAVELUY 2 (80)		00282X0342/P	728 930	7 028 580	Matérialisé
			Hergnies	[VIEUX CONDE] - AMAURY (331)		00218X0035/MN6850	738 148	7 040 658	Matérialisé
				[VIEUX CONDE] - HERGNIES (328)		00218X0032/MN6850	738 571	7 041 421	Matérialisé
		[VIEUX CONDE] - LAURENT (329)			00218X0034/MN6850	738 295	7 041 049	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - SOPHIE (332)			00218X0515/51009	738 216	7 041 228	Matérialisé	
		Hérin	[ANZIN] - HERIN 1 (83)		00283X0210/MN6791	732 098	7 028 100	Localisé	
			[ANZIN] - HERIN 2 (82)		00283X0022	732 121	7 028 112	Matérialisé	
			[ANZIN] - HERIN 3 (81)		00284X0228/MN6791	732 128	7 028 142	Matérialisé	
		Hornaing	[ANZIN] - HEURTEAU 1 (85)		00282X0136/MN6710	724 285	7 030 937	Matérialisé	
			[ANZIN] - HEURTEAU 2 (84)		00282X4001/GT	724 274	7 030 976	Matérialisé	
		Lallaing	[ANICHE] - BONNEL 1 (23)		00274X0107/MN6583	711 693	7 031 384	Matérialisé	
			[ANICHE] - BONNEL 2 (24)		00274X0177/MN6583	711 639	7 031 394	Matérialisé	

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation
Hauts-de-France	Nord (59)	Lewarde	[ANICHE] - DELLOYE 1 (25)		00274X0111/GT	712 300	7 025 998	Matérialisé
			[ANICHE] - DELLOYE 2 (26)		00274X0180/MN6594	712 301	7 026 048	Matérialisé
		Lourches	[DOUCHY] - BEAUVOIS (157)		00282X0171/MN6721	724 892	7 023 900	Matérialisé
			[DOUCHY] - DESIREE (158)		00286X0013/F	724 833	7 023 561	Matérialisé
			[DOUCHY] - GANTOIS (159)		00282X0185/MN6721	725 284	7 023 854	Matérialisé
			[DOUCHY] - LA NAVILLE (160)		00282X0483/51007	725 781	7 023 710	Matérialisé
			[DOUCHY] - SAINT MATHIEU (161)		00282X0184/MN6720	725 159	7 024 101	Matérialisé
			[DOUCHY] - SCHNEIDER SAINTE BARBE (156)		00282X0190/MN6712	724 724	7 024 156	Matérialisé
		Marchiennes	[NORD HORS CONCESSION] - MARCHIENNES - 2 (367)		00215X0193	720 485	7 034 820	Matérialisé
		Masny	[ANICHE] - VUILLEMIN (27)		00274X0110/MN6611	714 489	7 026 759	Matérialisé
		Monchecourt	[AZINCOURT] - AZINCOURT 3 (131)		00274X0100/MN66	714 652	7 024 263	Matérialisé
			[AZINCOURT] - SAINT ROCH 1 (130)		00274X4008/GT	714 661	7 024 380	Matérialisé
		Onnaing	[SAINT SAULVE] - CUVINOT 1 (297)		00225X0319/51001	742 674	7 034 076	Matérialisé
			[SAINT SAULVE] - CUVINOT 2 (298)		00225X0022/MN6891	742 702	7 034 051	Matérialisé
		Ostricourt	[OSTRICOURT] - ALPHONSE LECOCQ 7 (585)		00206X0070	702 880	7 039 912	Matérialisé
			[OSTRICOURT] - ALPHONSE LECOCQ 7 BIS (586)		00206X0097	702 968	7 039 931	Matérialisé
			[OSTRICOURT] - CHARLES TILLOY 6 (584)		00206X0096	702 040	7 040 812	Matérialisé
		Pecquencourt	[ANICHE] - BARROIS 1 (28)		00274X0108/MN6601	713 800	7 030 595	Matérialisé
			[ANICHE] - BARROIS 2 (29)		00274X0178/MN6601	713 745	7 030 589	Matérialisé
			[ANICHE] - LEMAY 1 (30)		00274X0109/MN6630	716 080	7 030 003	Matérialisé
			[ANICHE] - LEMAY 2 (31)		00274X0179/MN6630	716 042	7 029 963	Matérialisé
		Petite-Forêt	[RAISMES] - SARTS		00283X0875/52008	733 911	7 030 705	Localisé
		Raismes	[RAISMES] - LA GRANGE 1 (280)		00218X0041/MN6851	738 768	7 035 734	Matérialisé
			[RAISMES] - LA GRANGE 2 (281)		00218X0040/GT	738 740	7 035 750	Matérialisé
			[RAISMES] - SABATIER 1 (282)		00217X0057/7-57	735 647	7 034 310	Matérialisé
			[RAISMES] - SABATIER 2 (283)		00217X0110/MN682	735 628	7 034 343	Matérialisé
			[VICOIGNE] - BOITELLE 1 (312)		00217X019	732 401	7 034 998	Matérialisé
			[VICOIGNE] - EVRARD 2 (313)		00217X0020/MN2	732 690	7 033 917	Matérialisé
			[VICOIGNE] - EW BANK 3 (314)		00217X0028/MN3	733 023	7 034 238	Matérialisé
			[VICOIGNE] - LE BRET 4 (315)		00217X0026/MN4	733 557	7 034 681	Matérialisé
			Roelx	[DOUCHY] - L'ECLAIREUR (164)		00282X0187/MN6712	724 529	7 023 924
		Roost-Warendin	[L'ESCARPELLE] - 1 - 1 (170)		00207X0022/GT	707 619	7 033 756	Matérialisé
			[L'ESCARPELLE] - 9 - 9 (171)		00207X0027/GT	707 351	7 034 890	Matérialisé
		Roucourt	[ANICHE] - ROUCOURT 1 (32)		00274X0048/MN65	710 663	7 025 967	Matérialisé
			[ANICHE] - ROUCOURT 2 (33)		00274X0175/MN6573	710 643	7 025 939	Matérialisé
		Saint-Saulve	[SAINT SAULVE] - THIERS 1 (303)		00218X0103/MN6877	739 994	7 034 345	Matérialisé
			[SAINT SAULVE] - THIERS 2 (304)		00218X0102/MN6877	740 007	7 034 366	Matérialisé
		Sentinelle	[ANZIN] - DAVY (88)		00283X0185/MN6802	733 306	7 028 251	Matérialisé
			[ANZIN] - DEMEZIERES (89)		00283X0186/MN6816	734 160	7 028 409	Matérialisé
			[ANZIN] - ERNEST (90)		00283X4003/GT	733 989	7 028 517	Matérialisé
			[ANZIN] - LA SENTINELLE (92)		00283X0192/MN6817	734 485	7 028 199	Matérialisé
			[ANZIN] - PAULINE (91)		00283X0190/MN6817	733 800	7 028 229	Matérialisé
			[ANZIN] - VEDETTE (93)		00283X0191/MN6817	733 978	7 028 057	Matérialisé
		Sin-le-Noble	[ANICHE] - DEJARDIN 1 (34)		00273X0120/MN6561	709 531	7 032 125	Matérialisé
			[ANICHE] - DEJARDIN 2 (35)		00273X0121/MN6561	709 576	7 032 099	Matérialisé
			[ANICHE] - MIDI (36)		00273X0101/GT	707 176	7 028 749	Localisé
		Somain	[ANICHE] - DE SESSEVALLE 1 (37)		00281X0110/1-110	718 623	7 030 258	Matérialisé
			[ANICHE] - DE SESSEVALLE 2 (38)		00281X0183/MN6650	718 643	7 030 323	Matérialisé
			[ANICHE] - LA RENAISSANCE (39)		00281X0082/F1	719 506	7 027 613	Matérialisé
			[ANICHE] - SAINT LOUIS (40)		00281X0120/MN6661	719 496	7 027 149	Matérialisé
			[ANZIN] - CASIMIR PERIER (94)		00281X0116/MN6680	720 854	7 027 187	Matérialisé
		Thivencelle	[SAINT AYBERT] - SAINT AYBERT (296)		00225X0004	745 729	7 039 218	Matérialisé
			[THIVENCELLE] - SAINT PIERRE GRAND PUIITS (310)		00225X4005/GT	744 028	7 038 899	Matérialisé
			[THIVENCELLE] - SAINT PIERRE PETIT PUIITS (311)		00225X0026/MN6911	744 056	7 038 911	Matérialisé

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation
Hauts-de-France	Nord (59)	Valenciennes	[ANZIN] - DUBOIS (96)		00283X0197/MN6824	734 962	7 029 953	Matérialisé
			[ANZIN] - DUTEMPLE 1 (98)		00283X0203/MN6814	734 219	7 029 422	Matérialisé
			[ANZIN] - DUTEMPLE 2 (97)		00283X0204/MN6814	734 221	7 029 413	Matérialisé
			[ANZIN] - GROSSE FOSSE (99)		00283X0198/MN6824	735 141	7 029 830	Matérialisé
			[ANZIN] - HENRI 1		00283X0220/MN6816	735 172	7 028 916	Localisé
			[ANZIN] - HENRI 2		00283X0876	735 172	7 028 880	Localisé
			[ANZIN] - LOMPRES EPUISEMENT (103)		00283X0779/P02138	734 861	7 028 638	Matérialisé
			[ANZIN] - LOMPRES EXTRACTION (102)		00283X0208/MN6826	734 854	7 028 740	Matérialisé
			[ANZIN] - MAMBOUR (104)		00283X0206/MN6825	735 116	7 029 595	Matérialisé
			[ANZIN] - MITANT (273)		00283X0213	735 729	7 029 662	Localisé
			[ANZIN] - PETITE MACHINE (106)		00283X0222/MN6824	735 108	7 029 657	Matérialisé
			[ANZIN] - PIED (107)		00283X0212	735 748	7 029 521	Localisé
			[ANZIN] - REGIE (108)		00283X0201	734 262	7 029 074	Localisé
			[ANZIN] - REUSSITE (109)		00283X0202/MN6816	734 255	7 028 780	Matérialisé
			[ANZIN] - SAINT CHARLES (110)		00283X0873/51050	734 910	7 028 500	Matérialisé
			[ANZIN] - SAINT CHRISTOPHE (111)		00283X0219/MN6826	735 687	7 029 083	Matérialisé
			[ANZIN] - SAINT JOSEPH SUD (112)		00283X0877	736 014	7 029 522	Localisé
			[ANZIN] - SAINT PIERRE (113)		00283X0199/MN6825	735 154	7 029 259	Matérialisé
			[ANZIN] - TINCHON NORD (114)		00283X0872/51053	735 054	7 029 445	Matérialisé
			[ANZIN] - TINCHON SUD (115)		00283X0205/MN6825	735 068	7 029 411	Matérialisé
			[RAISMES] - BEAUJARDIN EPUISEMENT (285)		00284X0789	736 792	7 030 189	Matérialisé
			[RAISMES] - BEAUJARDIN EXTRACTION (284)		00284X0096/MN6833	736 822	7 030 238	Matérialisé
			[RAISMES] - CHAUFOUR (286)		00284X0097/MN6834	736 642	7 029 969	Matérialisé
			[RAISMES] - MARAIS (288)		00284X0094	737 589	7 030 476	Localisé
			[RAISMES] - MOUTON NOIR MIDI (294)		00284X0098	736 562	7 029 744	Localisé
			[RAISMES] - MOUTON NOIR NORD (293)		00284X0786/52011	736 562	7 029 744	Localisé
			[RAISMES] - POIRIER (290)		00284X0101/MN6833	736 795	7 030 137	Matérialisé
			[RAISMES] - RIVIERETTE 1 (291)		00284X0087	736 909	7 030 502	Localisé
			[RAISMES] - RIVIERETTE 2 (292)		00284X0787/52013	736 909	7 030 502	Localisé
			[VIEUX CONDE] - BALIVE		00218X0078	740 812	7 040 110	Localisé
			[VIEUX CONDE] - GASPARD		00218X0108	741 190	7 039 816	Localisé
			[VIEUX CONDE] - GROS CAILLOU		00218X0074	740 072	7 040 574	Localisé
			[VIEUX CONDE] - HUVELLE EPUISEMENT (612)		00218X0516/51010	740 816	7 039 992	Matérialisé
		[VIEUX CONDE] - HUVELLE EXTRACTION		00218X0530	740 790	7 039 990	Localisé	
		[VIEUX CONDE] - LEONARD (341)		00218X0104/8-42	741 327	7 040 735	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - MARIE LOUISE (342)		00218X0072	740 915	7 040 611	Localisé	
		[VIEUX CONDE] - MILIEU		00218X0107	741 000	7 039 849	Localisé	
		[VIEUX CONDE] - MON DESIR NORD (346)		00218X0071/MN6871	740 473	7 040 694	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - MON DESIR SUD (345)		00218X0517/51013	740 473	7 040 678	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - NEUVE MACHINE (357)		00218X0076/MN6872	740 530	7 040 414	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - PIED (347)		00218X0075/MN6872	740 459	7 040 522	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - SAINT JEAN (349)		00218X0042/MN6860	739 653	7 040 906	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - SAINT ROCH (350)		00218X0070/MN6871	740 099	7 040 666	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - TROIS ARBRES EPUISEMENT (354)		00218X0518/51017	740 453	7 040 573	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - TROIS ARBRES EXTRACTION (353)		00218X0073/MN6871	740 451	7 040 567	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - TROU MARTIN (333)		00218X0043/MN6860	739 626	7 040 718	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - VIEILLE MACHINE 1 (355)		00218X0076/MN6872	740 482	7 040 417	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - VIEILLE MACHINE 2 (356)		00218X0519/51021	740 494	7 040 408	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - VIEUX CONDE 1 (359)		00218X0080/MN6873	740 742	7 039 543	Matérialisé	
		[VIEUX CONDE] - VIEUX CONDE 2 (358)		00218X0081/MN6873	740 800	7 039 496	Matérialisé	
		[ANZIN] - ARENBERG 1 (118)		00283X0193/MN1	730 283	7 031 997	Matérialisé	
		[ANZIN] - ARENBERG 2 (117)		00283X0871/51056	730 249	7 032 047	Matérialisé	
		[ANZIN] - ARENBERG 3-4 (116)		00283X0195/MN3	730 296	7 031 878	Matérialisé	
		[ANZIN] - LAMBRECHT 1 (119)		00282X0134/MN6730	726 474	7 028 314	Matérialisé	
[ANZIN] - LAMBRECHT 2 (120)		00282X0338/S	726 496	7 028 341	Matérialisé			
[ANZIN] - BLIGNIERES 1 (121)		00283X0870/51060	730 140	7 026 060	Matérialisé			
[ANZIN] - BLIGNIERES 2 (122)		00283X0225/MN6771	730 113	7 026 089	Matérialisé			
[ANICHE] - BERNICOURT 2 (42)		00273X4003/GT	707 997	7 031 754	Matérialisé			
[ANICHE] - GAYANT 1 (43)		00273X0118/GT	707 355	7 031 493	Matérialisé			
[ANICHE] - GAYANT 2 (44)		00273X0119/MN6542	707 340	7 031 419	Matérialisé			
[ANICHE] - NOTRE DAME 1 (45)		00273X0113/MN6551	707 889	7 030 582	Matérialisé			
[ANICHE] - NOTRE DAME 2 (46)		00273X0114/MN6551	707 895	7 030 655	Matérialisé			

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation
Hauts-de-France	Pas-de-Calais (62)	Angres	[LIEVIN] - 6 - 6 (520)		00197X0013/PH	683 464	7 033 911	Matérialisé
			[LIEVIN] - 6 - 6 BIS (521)		00197X0155/PH	683 432	7 033 896	Matérialisé
		Annequin	[GRENAVY] - 12 - 12 (467)		00197X0027/PH	679 364	7 043 556	Matérialisé
			[GRENAVY] - 9 - 9 (466)		00193X0041/PH	680 206	7 045 103	Matérialisé
		Auchel	[FERFAY] - MONTEBELLO 4 TER (458)		00184X0051	661 093	7 046 876	Matérialisé
			[MARLES] - 3 - 3 TER (538)		00184X0006/P	663 024	7 045 928	Matérialisé
			[MARLES] - 3 - SAINT ABEL (536)		00184X0007/P	663 037	7 046 026	Matérialisé
			[MARLES] - 3 - SAINT FIRMIN (537)		00184X0008/P	663 017	7 045 994	Matérialisé
			[MARLES] - 4 - 4 BIS (540)		00184X0590/51004	661 618	7 047 026	Matérialisé
			[MARLES] - 4 - SAINT-EMILE (539)		00184X0591/51005	661 623	7 047 012	Matérialisé
			[MARLES] - 5 - 5 BIS (542)		00184X0005/S	662 821	7 044 890	Matérialisé
			[MARLES] - 5 - 5 TER (543)		00184X0052/P	662 593	7 044 831	Matérialisé
			[MARLES] - 5 - SAINT AUGUSTIN (541)		00184X0048/P	662 851	7 044 910	Matérialisé
		Auchy-les-Mines	[MARLES] - 7 - 7 (544)		00184X0003/P	661 844	7 045 628	Matérialisé
			[GRENAVY] - 8 - 8 (468)		00193X0019/PH	684 730	7 045 078	Matérialisé
		Avion	[GRENAVY] - 8 - 8 BIS (469)		00193X0085/PH	684 695	7 045 105	Matérialisé
			[LENS] - 5 - 5 (487)		00198X0015/PH	688 101	7 036 092	Matérialisé
			[LENS] - 5 - 5 BIS (488)		00198X0573/51002	688 118	7 036 079	Matérialisé
			[LIEVIN] - 4 - 4 (522)		00198X0029/PH	688 500	7 034 754	Matérialisé
			[LIEVIN] - 4 - 4 BIS (523)		00198X0247/PH	688 472	7 034 727	Matérialisé
			[LIEVIN] - 7 - 7 (524)		00198X0030/PH	686 826	7 033 861	Matérialisé
			[LIEVIN] - 7 - 7 BIS (525)		00198X0245/FH	686 812	7 033 813	Matérialisé
		Barlin	[LIEVIN] - 8 - 8 (526)		00264X0075/PH	689 142	7 032 819	Matérialisé
			[NOEUX] - 5 - 5 BIS (562)		00196X0126/PH	673 634	7 039 739	Matérialisé
			[NOEUX] - 7 - 7 (559)		00195X0002/PH	671 130	7 039 337	Matérialisé
		Bénifontaine	[NOEUX] - 7 - 7 BIS (560)		00195X0147/PH	671 104	7 039 353	Matérialisé
			[LENS] - 13 - 13 BIS (489)		00198X0022/PH	687 301	7 042 387	Matérialisé
		Béthune	[NOEUX] - 11 - 11 BIS (563)		00192X0015/P	674 747	7 046 253	Matérialisé
		Billy-Berclau	[MEURCHIN] - 5 - 5 (553)		00194X0108/PH	689 380	7 045 808	Matérialisé
		Billy-Montigny	[COURRIERES] - 10 - 10 (408)		00205X0076/PH	693 339	7 035 031	Matérialisé
			[COURRIERES] - 10 - 20 (409)		00205X0077/PH	693 357	7 035 106	Matérialisé
			[COURRIERES] - 2 - 2 (410)		00205X0072/PH	693 212	7 035 454	Matérialisé
		Bouvigny-Boyeffles	[NOEUX] - 10 - 10 BIS (564)		00196X0014/PH	676 077	7 037 391	Matérialisé
			[PAS DE CALAIS HORS CONCESSION] - 1 - 1 (594)		00196X0007	677 731	7 035 428	Matérialisé
		Bruay-la-Buissière	[PAS DE CALAIS HORS CONCESSION] - 1 - 1 BIS (595)		00196X0123	677 791	7 035 427	Matérialisé
			[BRUAY] - 1 - 1 (379)		00195X0033/PH	667 898	7 042 664	Matérialisé
			[BRUAY] - 1 - 1 BIS (380)	351	00195X0143/PH	667 945	7 042 677	Matérialisé
			[BRUAY] - 2 BIS - 2 (381)		00195X0034/PH	667 997	7 043 561	Matérialisé
			[BRUAY] - 3 - 3 (382)		00195X0035/PH	666 342	7 043 102	Matérialisé
			[BRUAY] - 3 - 3 BIS (383)		00195X0139/PH	666 297	7 043 080	Matérialisé
			[BRUAY] - 3 - 3 TER (384)		00195X0140/PH	666 267	7 043 206	Matérialisé
			[BRUAY] - 4 - 4 (387)		00195X0036/PH	667 681	7 042 207	Matérialisé
			[BRUAY] - 4 - 4 BIS (386)		00195X0141/PH	667 722	7 042 175	Matérialisé
			[BRUAY] - 4 - 4 TER (385)		00195X0142/PH	667 665	7 042 096	Matérialisé
		Bully-les-Mines	[GRENAVY] - 1 - 1 (470)		00197X0018/PH	680 247	7 038 910	Matérialisé
			[GRENAVY] - 1 - 1 BIS (471)		00197X0157/PH	680 254	7 038 928	Matérialisé
			[GRENAVY] - 1 - 1 TER (472)		00197X0158/PH	680 178	7 038 955	Matérialisé
			[GRENAVY] - 2 - 2 (473)		00197X0019/PH	678 951	7 040 415	Matérialisé
		Calonne-Ricouart	[CAMBLAIN CHATELAIN] - SALONIQUE 2 (397)		00188X0084	662 541	7 043 207	Matérialisé
			[MARLES] - 2 - 2 TER (551)		00184X0175/P	664 845	7 044 372	Matérialisé
			[MARLES] - 6 - 6 (547)		00188X0027/S	664 098	7 043 140	Matérialisé
			[MARLES] - 6 - 6 BIS (546)		00188X0028/S	664 183	7 043 625	Matérialisé
			[MARLES] - 6 - 6 TER (545)		00188X0025/P	664 193	7 043 725	Matérialisé
		Carvin	[CARVIN] - 1 - 1 (402)		00201X0055/PH	696 165	7 045 335	Matérialisé
			[CARVIN] - 2 - 2 (403)		00201X0054/P	695 874	7 044 299	Matérialisé
			[CARVIN] - 3 - 3 (404)		00201X0050/PH	696 522	7 043 773	Matérialisé
			[CARVIN] - 4 - 4 (405)		00205X0088/PH	695 583	7 043 292	Matérialisé
[MEURCHIN] - 6 - 6 (554)			00205X0113/PH	693 829	7 043 573	Matérialisé		
[OSTRICOURT] - MAURICE TILLOY 4 (587)			00202X0010	698 613	7 043 651	Matérialisé		
Cauchy-à-la-Tour	[CAUCHY A LA TOUR] - 7 - 7 BIS (407)		00184X0592	660 513	7 046 048	Matérialisé		
	[CAUCHY A LA TOUR] - 7 - 7 TER (406)		00184X0294/P57011	660 551	7 046 068	Matérialisé		
Courcelles-lès-Lens	[COURCELLES LES LENS] - 7 - 7 (140)		00206X0103/FH	700 996	7 034 737	Matérialisé		
	[COURCELLES LES LENS] - 7 - 7 BIS (141)		00206X0080/FH	701 107	7 034 695	Matérialisé		
Courrières	[COURRIERES] - 1 - 1 (411)		00205X0083/PH	696 065	7 038 841	Matérialisé		
	[COURRIERES] - 8 - 16 (413)		00205X0080/PH	696 672	7 041 297	Matérialisé		
	[COURRIERES] - 8 - 8 (412)		00205X0081/PH	696 744	7 041 295	Matérialisé		
Divion	[BRUAY] - 5 - 5 (388)		00195X0039/PH	666 107	7 042 172	Matérialisé		
	[BRUAY] - 5 - 5 BIS (389)		00195X0138/PH	666 147	7 042 199	Matérialisé		
	[BRUAY] - 5 TER - 5 TER (390)		00195X0115/P	665 888	7 041 332	Matérialisé		
	[CAMBLAIN CHATELAIN] - LA CLARENCE 1 (398)		00188X0029/P	663 344	7 042 089	Matérialisé		
Douges	[CAMBLAIN CHATELAIN] - LA CLARENCE 1 BIS (399)		00188X0031/P	663 314	7 042 122	Matérialisé		
	[DOURGES] - 10 - 10 (433)		00206X0136/S	698 384	7 039 565	Matérialisé		

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation
Hauts-de-France	Pas-de-Calais (62)	Éleu-dit-Leauwette	[LIEVIN] - 3 - 3 (528)		00198X0028/PH	686 068	7 035 626	Matérialisé
			[LIEVIN] - 3 - 3 BIS (527)		00198X0284/PH	686 097	7 035 605	Matérialisé
			[LIEVIN] - 3 - 3 TER (529)		00198X0285/PH	686 063	7 035 696	Matérialisé
		Estevelles	[COURRIERES] - 24 - 24 (414)		00205X0064/PH	693 932	7 042 886	Matérialisé
			[COURRIERES] - 24 - 25 (415)		00205X0063/PH	693 979	7 042 923	Matérialisé
		Évin-Malmaison	[DOURGES] - 8 - 8 (434)		00206X0088/PH	701 518	7 037 840	Matérialisé
			[DOURGES] - 8 - 8 BIS (435)		00206X0195/S	701 551	7 037 891	Matérialisé
		Ferfay	[FERFAY] - DRUON 1-3 (461)		00184X0073	659 622	7 048 333	Matérialisé
			[FERFAY] - DRUON 1-4 (462)		00184X0050	659 716	7 048 328	Matérialisé
			[FERFAY] - LAHURE 1 (459)		00184X0072	660 097	7 047 340	Matérialisé
			[FERFAY] - LAHURE 1-2 (460)		00184X0054	660 109	7 047 363	Matérialisé
		Fouquières-lès-Béthune	[NOEUX] - 11 - 11 (565)		00192X0014/P	673 330	7 046 447	Matérialisé
			[COURRIERES] - 6 - 14 (417)		00205X0070/PH	693 354	7 036 589	Matérialisé
		Fouquières-lès-Lens	[COURRIERES] - 6 - 6 (416)		00205X0067/PH	693 352	7 036 545	Matérialisé
			[COURRIERES] - 7 - 19 (419)		00205X0069/PH	694 545	7 037 729	Matérialisé
			[COURRIERES] - 7 - 7 (418)		00205X0068/PH	694 545	7 037 793	Matérialisé
			[GRENAY] - 11 - 11 (475)		00197X0026/PH	682 193	7 038 322	Matérialisé
		Grenay	[GRENAY] - 11 - 11 BIS (474)		00197X0145/PH	682 226	7 038 357	Matérialisé
			[BRUAY] - 2 BIS - 2 BIS (391)		00195X0144/P	670 483	7 042 616	Matérialisé
		Haillicourt	[BRUAY] - 6 - 6 (392)		00195X0037/PH	669 179	7 040 904	Matérialisé
			[BRUAY] - 6 - 6 BIS (393)		00195X0145/P	669 137	7 040 878	Matérialisé
			[BRUAY] - 6 - 6 TER (394)		00195X0037/PH	669 221	7 040 932	Matérialisé
			[DOUVRIN] - 6 - 6 (450)		00194X0109/PH	686 074	7 046 164	Matérialisé
		Haisnes	[COURRIERES] - 21 - 21 (422)		00205X0090/PH	691 372	7 038 714	Matérialisé
			[COURRIERES] - 21 - 22 (423)		00205X0061/PH	691 395	7 038 656	Matérialisé
			[COURRIERES] - 9 - 17 (420)		00205X0108/PH	693 235	7 037 905	Matérialisé
			[COURRIERES] - 9 - 9 (421)		00205X0120/PH	693 128	7 037 906	Matérialisé
		Harnes	[DOURGES] - 2 BIS - 2 (438)		00205X0096/P	697 377	7 035 890	Matérialisé
			[DOURGES] - 2 BIS - 2 BIS (437)		00206X0130/PH	697 828	7 035 833	Matérialisé
			[DOURGES] - 3 - 3 (440)		00205X0098/PH	696 087	7 035 217	Matérialisé
			[DOURGES] - 3 - 3 BIS (439)		00205X0099/PH	695 990	7 035 233	Matérialisé
			[DOURGES] - 6 - 6 (441)		00205X0100/PH	695 140	7 035 702	Matérialisé
			[DOURGES] - 6 - 6 BIS (442)		00205X0106/PH	695 017	7 034 961	Matérialisé
			[DROCOURT] - 3 - 3 (452)		00205X0097	695 035	7 034 345	Matérialisé
			[DROCOURT] - 6 - 6 (453)		00206X0137	698 063	7 033 609	Matérialisé
			[DROCOURT] - 6 - 7 (454)		00206X0567	698 012	7 033 592	Matérialisé
			[DROCOURT] - LA PARISIENNE 1 (451)		00205X0095	695 500	7 033 900	Matérialisé
		Hénin-Beaumont	[NOEUX] - 10 - 10 (572)		00196X0015/PH	674 634	7 037 237	Matérialisé
			[NOEUX] - 2 - 2 (567)		00196X0009/PH	676 465	7 039 926	Matérialisé
			[NOEUX] - 2 - 2 BIS (566)		00196X0119/PH	676 478	7 039 963	Matérialisé
			[NOEUX] - 4 - 4 (568)		00196X0011/PH	675 300	7 038 558	Matérialisé
			[NOEUX] - 4 - 4 BIS (569)		00196X0121/PH	675 267	7 038 572	Matérialisé
			[NOEUX] - 5 - 5 (561)		00196X0012/PH	673 670	7 039 720	Matérialisé
			[NOEUX] - 9 - 9 (570)		00196X0013/PH	672 584	7 038 151	Matérialisé
			[NOEUX] - 9 - 9 BIS (571)		00196X0125/PH	672 571	7 038 201	Matérialisé
		Houdain	[BRUAY] - 7 - 7 (395)		00195X0038/PH	668 068	7 040 574	Matérialisé
			[BRUAY] - 7 - 7 BIS (396)		00195X0137/PH	668 022	7 040 683	Matérialisé
		Hulluch	[LENS] - 13 - 13 (491)		00194X0111/PH	686 512	7 043 852	Matérialisé
			[LENS] - 18 - 18 (492)		00198X0026/PH	686 194	7 043 365	Matérialisé
			[LENS] - 18 - 18 BIS (493)		00198X0258/PH	686 165	7 043 445	Matérialisé
		Labourse	[NOEUX] - 6 - 6 (574)		00192X0012/P	677 621	7 045 137	Matérialisé
			[NOEUX] - 6 - 6 BIS (573)		00192X0141/P	677 609	7 045 172	Matérialisé
Leforest	[L'ESCARPELLE] - 10 - 10 (174)		00207X0025/GT	704 146	7 038 468	Matérialisé		
	[L'ESCARPELLE] - 6 - 6 (173)		00207X0026/GT	704 561	7 037 146	Matérialisé		
	[L'ESCARPELLE] - DOUAY 2 (172)		00207X0014/GT	704 302	7 036 546	Matérialisé		
Lens	[LENS] - 1 - 1 LENS (494)		00198X0010/PH	687 213	7 037 305	Matérialisé		
	[LENS] - 12 BIS - 12 BIS (499)		00198X0021/PH	686 215	7 038 153	Matérialisé		
	[LENS] - 14 - 14 (500)		00198X0023/PH	687 293	7 038 899	Matérialisé		
	[LENS] - 2 - 2 (496)		00198X0011/PH	688 557	7 037 863	Matérialisé		
	[LENS] - 2 - 2 BIS (495)		00198X0012/PH	688 742	7 038 018	Matérialisé		
	[LENS] - 4 - 4 (497)		00198X0014/PH	687 368	7 036 399	Matérialisé		
	[LENS] - 9 - 9 (498)		00198X0017/PH	686 070	7 037 138	Matérialisé		
Libercourt	[OSTRICOURT] - 3 - 3 (590)		00206X0087	700 439	7 042 203	Matérialisé		
	[OSTRICOURT] - HENRI BUCHET 5 (591)		00206X0098	700 472	7 043 245	Matérialisé		
Liévin	[LENS] - 11 BIS - 11 BIS (504)		00197X0015/PH	684 262	7 037 892	Matérialisé		
	[LENS] - 16 BIS - 16 BIS (505)		00197X0017/PH	683 351	7 037 118	Matérialisé		
	[LENS] - 3 - 3 (502)		00197X0014/PH	684 324	7 036 519	Matérialisé		
	[LENS] - 3 - 3 BIS (501)		00197X0148/PH	684 326	7 036 559	Matérialisé		
	[LENS] - 9 - 9 BIS (503)		00198X0289/PH	685 529	7 036 795	Matérialisé		
	[LIEVIN] - 1 - 1 (531)		00197X0010/PH	684 033	7 036 164	Matérialisé		
	[LIEVIN] - 1 - 1 BIS (530)		00197X0150/PH	683 992	7 036 145	Matérialisé		
	[LIEVIN] - 1 - 1 TER (532)		00197X0151/PH	684 079	7 036 117	Matérialisé		
	[LIEVIN] - 2 - 2 (533)		00197X0011/PH	682 540	7 037 118	Matérialisé		
	[LIEVIN] - 5 - 5 (534)		00197X0012/PH	681 869	7 036 698	Matérialisé		
[LIEVIN] - 5 - 5 BIS (535)		00197X0147/PH	681 821	7 036 712	Matérialisé			

Région	Département	Commune	Nom du puits	Profondeur (m)	Code BSS	X (m)	Y (m)	Situation
Hauts-de-France	Pas-de-Calais (62)	Loison-sous-Lens	[LENS] - 2 TER - 2 TER (506)		00198X0013/PH	689 740	7 038 375	Matérialisé
		Loos-en-Gohelle	[GRENAY] - 5 - 5 (477)		00197X0022/P	682 912	7 039 181	Matérialisé
			[GRENAY] - 5 - 5 BIS (476)		00197X0144/PH	682 862	7 039 165	Matérialisé
			[LENS] - 11 - 11 (507)		00198X0019/PH	684 954	7 038 434	Matérialisé
			[LENS] - 12 - 12 (508)		00198X0020/PH	686 178	7 038 797	Matérialisé
			[LENS] - 14 BIS - 14 BIS (509)		00198X0024/PH	686 750	7 040 602	Matérialisé
			[LENS] - 15 - 15 (511)		00198X0025/PH	685 519	7 039 929	Matérialisé
			[LENS] - 15 - 15 BIS (510)		00198X0295/PH	685 499	7 039 913	Matérialisé
			[LENS] - 16 - 16 (512)		00197X0016/P	683 842	7 038 001	Matérialisé
			[LENS] - 19 - 19 (513)		00198X0027/PH	685 021	7 038 467	Matérialisé
		Marles-les-Mines	[MARLES] - 2 - 2 (549)		00184X0017/S	664 948	7 045 252	Matérialisé
			[MARLES] - 2 - 2 BIS (550)		00184X0018/S	664 905	7 044 418	Matérialisé
		Mazingarbe	[GRENAY] - 6 - 6 (480)		00197X0023/PH	680 632	7 040 097	Matérialisé
			[GRENAY] - 6 - 6 BIS (481)		00197X0024/PH	680 634	7 040 125	Matérialisé
			[GRENAY] - 7 - 7 (478)		00197X0025/PH	682 963	7 040 707	Matérialisé
			[GRENAY] - 7 - 7 BIS (479)		00197X0143/PH	682 562	7 040 573	Matérialisé
		Méricourt	[COURRIERES] - 3 - 15 (424)		00205X0058/PH	692 011	7 035 538	Matérialisé
			[COURRIERES] - 3 - 3 (425)		00205X0057/PH	691 935	7 035 538	Matérialisé
			[DROCOURT] - 4 - 4 (456)		00198X0070/PH	691 111	7 033 943	Matérialisé
		Meurchin	[DROCOURT] - 4 - 5 (455)		00198X0273	691 147	7 033 915	Matérialisé
			[MEURCHIN] - 2 - 2 (555)		00201X0068/PH	693 374	7 044 520	Matérialisé
		Meurchin	[MEURCHIN] - 2 - 7 (556)		00201X0069/PH	693 356	7 044 549	Matérialisé
			[DOURGES] - 7 - 7 (444)		00205X0093/PH	695 668	7 036 540	Matérialisé
		Montigny-en-Gohelle	[DOURGES] - 7 - 7 BIS (443)		00205X0094/PH	695 634	7 036 508	Matérialisé
			[NOEUX] - 1 - 1 (575)		001966X0008	676 680	7 041 504	Matérialisé
		Noeux-les-Mines	[NOEUX] - 1 - 1 BIS (576)		00196X0118/PH	676 731	7 041 473	Matérialisé
			[NOEUX] - 3 - 3 (577)		00196X0010/PH	676 892	7 042 730	Matérialisé
			[NOEUX] - 3 - 3 BIS (578)		00196X0117/PH	676 860	7 042 747	Matérialisé
		Noyelles-Godault	[DOURGES] - 4 - 4 (446)		00206X0082/FH	699 471	7 035 070	Matérialisé
			[DOURGES] - 4 - 4 BIS (445)		00206X0091/FH	699 493	7 035 131	Matérialisé
		Noyelles-sous-Lens	[COURRIERES] - 23 - 23 (426)		00205X0119/PH	691 558	7 036 932	Matérialisé
			[DOURGES] - 9 - 9 (448)		00206X0090/PH	699 072	7 040 377	Matérialisé
		Oignies	[DOURGES] - 9 - 9 BIS (449)		00206X0095/GT	699 089	7 040 431	Matérialisé
			[OSTRICOURT] - AUGUSTE DUPIRE 1 (588)		00206X0152	700 781	7 040 741	Matérialisé
			[OSTRICOURT] - HENRI CHARVET 2 (589)		00206X0084	699 816	7 041 673	Matérialisé
		Rouvroy	[DROCOURT] - 2 - 2 (457)		00205X0143	693 725	7 034 395	Matérialisé
		Ruitz	[NOEUX] - 7 TER - 7 TER (579)		00195X0320/51021	671 973	7 041 031	Matérialisé
		Sains-en-Gohelle	[GRENAY] - 10 - 10 (483)		00196X0017/P	678 001	7 038 265	Matérialisé
			[GRENAY] - 10 - 10 BIS (482)		00196X0122/PH	677 967	7 038 232	Matérialisé
			[NOEUX] - 13 - 13 (580)		00196X0016/PH	676 569	7 039 074	Matérialisé
			[NOEUX] - 13 - 13 BIS (581)		00196X0120/PH	676 607	7 039 157	Matérialisé
		Sallaumines	[COURRIERES] - 13 - 13 (431)		00198X0076/PH	689 229	7 035 800	Matérialisé
			[COURRIERES] - 13 - 18 (432)		00198X0271/PH	689 262	7 035 750	Matérialisé
			[COURRIERES] - 4 - 11 (428)		00198X0272/P	690 718	7 035 415	Matérialisé
			[COURRIERES] - 4 - 4 (427)		00198X0078/P	690 749	7 035 417	Matérialisé
			[COURRIERES] - 5 - 12 (429)		00198X0270/PH	690 042	7 036 264	Matérialisé
			[COURRIERES] - 5 - 5 (430)		00198X0077/PH	689 995	7 036 259	Matérialisé
		Vendin-le-Vieil	[LENS] - 10 - 10 (516)		00198X0018/P	690 991	7 042 294	Matérialisé
			[LENS] - 10 - 10 BIS (517)		00198X0261/PH	691 001	7 042 263	Matérialisé
			[LENS] - 8 - 8 (514)		00198X0016/PH	689 184	7 039 598	Matérialisé
		Vermelles	[LENS] - 8 - 8 BIS (515)		00198X0264/PH	689 202	7 039 624	Matérialisé
			[GRENAY] - 3 - 3 (484)		00197X0020/PH	681 678	7 041 929	Matérialisé
			[GRENAY] - 4 - 4 (485)		00197X0021/PH	682 403	7 043 346	Matérialisé
		Wingles	[GRENAY] - 4 - 4 BIS (486)		00193X0018/P	681 974	7 045 029	Matérialisé
[LENS] - 7 - 7 (519)			00194X0110/PH	689 080	7 044 279	Matérialisé		
[LENS] - 7 - 7 BIS (518)			00194X0222/PH	689 088	7 044 274	Matérialisé		
[MEURCHIN] - 3-4 - 3 (558)			00194X0106/PH	690 662	7 045 229	Matérialisé		
		[MEURCHIN] - 3-4 - 4 (557)		00194X0107/PH	690 691	7 045 239	Matérialisé	
		[VENDIN-LES-BETHUNE] - 1 - 1 (596)					Matérialisé	
	Saône-et-Loire (71)	Blanzy	BLANZY 4					Localisé
	Saône-et-Loire (71)	Sanvignes-les-Mines	CHARME 2 OUEST					Localisé
	Saône-et-Loire (71)	Blanzy	HARMET					Localisé
	Saône-et-Loire (71)	Sanvignes-les-Mines	LOUVOT 3					Localisé
			MOULIN (FRESNES)					Localisé
			MOULINET					Localisé
	Saône-et-Loire (71)	Ciry-le-Noble	PORROTS 3					Localisé
			Puits Béthunes					Localisé
			Puits Gustavschacht			979 128	6 908 539	Localisé

Tableau 54 : Identification de 546 puits de mine (source : BRGM/DPSM – en rouge données complémentaires extraites de la BSS).

### 3.2. RÉGION OCCITANIE : BASSIN HOULLER DU GARD

Liée au fonctionnement hydraulique de quatre émergences minières et à la station de traitement de Destival, la **station de pompage du puits Fontanes, située sur la commune de Saint-Martin-de-Valgalgues** (30), a été décrite précédemment dans le chapitre dédié aux émergences surveillées du département du Gard (cf. chapitre 2.1.2).

### 3.3. RÉGION GRAND EST : BASSINS FERRIFÈRE ET HOULLER LORRAINS

#### 3.3.1. Bassin ferrifère lorrain

L'étude du potentiel de valorisation géothermique du bassin ferrifère lorrain (Vaute *et al.*, 2017) a notamment permis d'identifier 34 points d'accès aux 11 réservoirs miniers du bassin ferrifère (représentant un **volume d'eau cumulé estimé à plus de 450 millions de m<sup>3</sup>**), parmi lesquels **16 puits sont dénombrés** (cf. Tableau 55).

**Le puits Amermont III correspond à l'ouvrage le plus profond (287 m) et à la température la plus élevée (16,6 °C).**

	Réservoir minier	Numéro point de surveillance	Nom du point d'accès	Code BSS	Profondeur (m)	Température (°C) mesurée (2014 ou 2015)
1	Sud	S04	Galerie du Chenal de Moyeuve	01374X0273/G	48	12,2
2		S05	Galerie St-Paul (AEP)	01374X0234/TUNNEL		
3		S06	Galerie du Tunnel de Moyeuve	01377X0099/FM		
4		S19	Puits Auboué I (AEP)	01374X0176/P	136,2	12,4
5		S20	Puits Droitaumont II (AEP)	01376X0148/P2	231,4	14,7
6		S21	Puits Moyeuve-Petite (AEP)	01373X0129/PREL-7		
7		S22	Puits Paradis V (AEP)	01377X0213/P5	242	13
8		S23	Puits Roncourt I (AEP)	01378X0121/RC1	163,6	12,4
9			Forage Valleroy (AEP)	01377X0210/FR2		
10			Forage Valleroy (AEP)	01377X0217/F-AEP		
11	Centre	C02	Forage Route blanche	01137X0157/PUITS	158	11,4
12		C03	Galerie de Bois d'avril	01373X0134/EXHAUR	45	12
13		C04	Galerie de Fontoy	01137X0151/S		
14		C05	Galerie du Woigot	01372X0197/EX	210	13,2
15		C13	Puits Amermont III	01364X0042/P3	287,2	16,58
16		C14	Puits Anderny II	01136X0148/P	210	12,8
17		C15	Puits Chevillon	01373X0136/P		
18		C16	Puits St-Pierremont II	01372X0198/P2	210	13,6
19	C17	Puits Tucquegnieux I	01372X0196/EX			
20	Nord	N02	Piézomètre François Brune	01133X0094/SR2	198	11,8
21		N03	Puits Ferdinand Grise	01137X0143/S	279,2	13,5
22		N05	Puits Cheminée Sud Grise	01137X0175/PTS-5	257,5	13,2
23		N06	Puits Boulange Grise	01137X0099/P1	222	11,7
24		N07	Piézomètre Angevillers Grise	01137X0169/PZ-7		
25		N09	Puits Bure Jaune Sauvage	01133X0052/P1		
26		N11	Piézomètre Cheminée Sud	01137X0171/PZ-11	260	14,7
27		N14b	Galerie des eaux de Knutange (La Paix)	01138X0184/G14BIS	176	13,2
28		N18	Galerie de Metzange (Charles)	01138X0147/P	41	12,3
29		N3BIS	Puits Ferdinand Jaune	01137X0182/N3BIS		
30	Burbach	bu1	Galerie de Burbach	01138X0172/BURBAC		
31	Errouville	N17	Puits Errouville III	01132X0164/PUITS	213,5	13,35
32	Godbrange	G01	Galerie de Godbrange	01132X4002/GT	161	10,7
33	Hayange Sud	Ha1	Piézomètre Hayange Sud	01374X0268/S	142	10,5
34	Serrouville	Se1	Pts Serrouville	01136X0150/EXHAUR	64,7	9,7

Tableau 55 : Identification des 34 points d'accès aux réservoirs miniers du bassin ferrifère lorrain.

### 3.3.2. Bassin houiller lorrain

Dans le cadre du projet Interreg IIB N-W Europe « MINEWATER » portant sur l'étude du potentiel de valorisation géothermique du bassin houiller de Lorraine (2004-2008), un descriptif technique de 15 puits (sur 58 existants) ayant atteint une profondeur supérieure à 800 m a été réalisé (Cartannaz et Fourniguet, 2008).

Parmi ces 15 puits, un puits se trouve en Allemagne (puits Merlebach Nord sur la commune de Sarre) et 4 puits ne sont pas répertoriés dans les données de surveillance du BRGM/DPSM (cf. Tableau 54) : les puits Faulquemont 1 et 2 situés sur la commune de Créhange et les puits Folschviller 1 et 2 situés sur la commune de Folschviller.

Les 10 autres puits sont les suivants : Marienau, Simon 3 et Simon 5 (situés sur la commune de Forbach), les puits Cuvelette Nord, Peyerimhoff, Reumaux et Vouters 2 (commune de Freyding-Merlebach), les puits Vuillemin 1 et Wendel 3 (commune de Petite-Rosselle) et le puits Sainte Fontaine (commune de Saint-Avold).

L'ensemble des informations recherchées dans le cadre du projet VALOR figurent sur les fiches techniques produites dans le cadre de cette étude. **Les fiches des 14 puits situés en France, tous dans le département de la Moselle (57), sont reportées en Annexe 2 de ce rapport.**

Le suivi effectué par le BRGM/DPSM des stations de pompage et de traitement des eaux minières du bassin ferrifère lorrain (Koeberlé, 2018) permet de compléter les informations relatives aux puits Simon 5 (lié à la station de traitement Simon) et Vouters 2 (station de traitement Vouters), ainsi que le puits dénommé Puits 1, situé sur la commune de Creutzwald (57), dont les eaux pompées sont traitées à la station de traitement de La Houve (Kaiser et Heitz, 2018).

La carte ci-dessous permet de les localiser. À noter que le pompage au forage F28 indiqué sur cette carte (en lien avec la station Creutzwald) a été arrêté en décembre 2016.

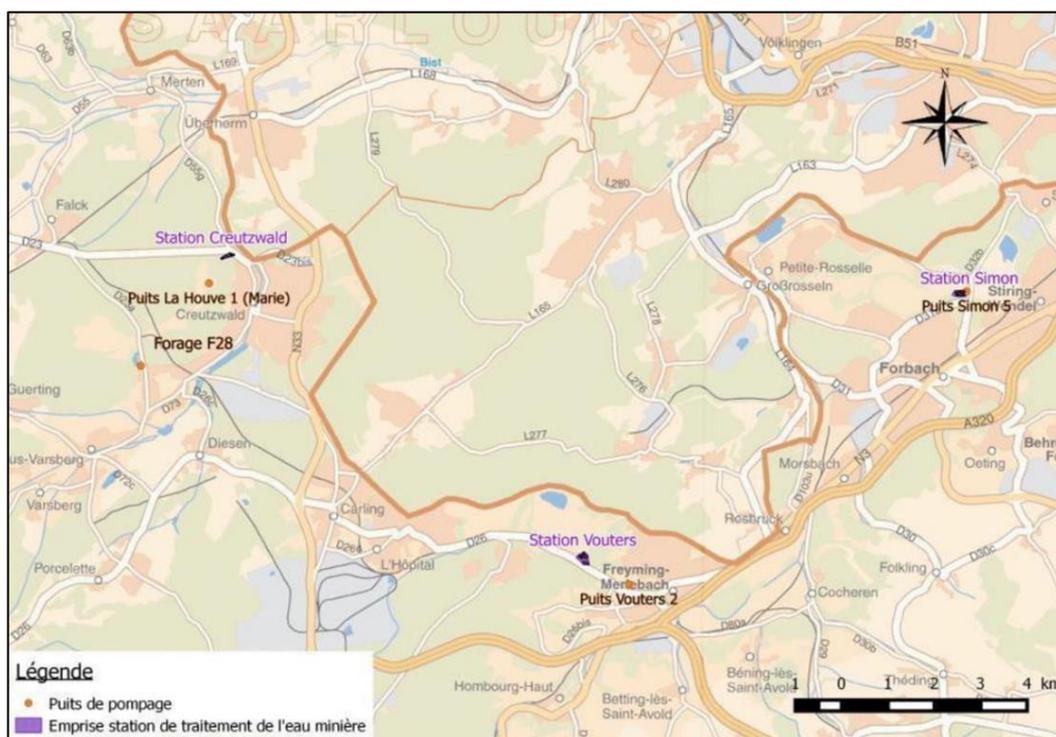


Figure 83 : Localisation des 3 stations de pompage et de traitement du bassin ferrifère lorrain.

➤ **Station de pompage de Simon (commune de Forbach)**

Le pompage au puits Simon 5, localisé sur la commune de Forbach (57), a été mis en service en novembre 2012.

**En 2017, le volume d'eau pompée a été évalué à près d'un million de m<sup>3</sup>** (près de 5 millions de m<sup>3</sup> depuis la mise en service) **avec un débit moyen annuel proche de 120 m<sup>3</sup>/h** (Koeberlé, 2018).

Depuis 2012, la valeur moyenne annuelle du débit a varié entre 58 et 132 m<sup>3</sup>/h. Le débit annuel de pompage devrait augmenter dans les années à venir au fur et à mesure de l'envolement du réservoir minier et de la remontée du niveau de la nappe des Grès du Trias Inférieur (GTI) sus-jacente (Vaxelaire, 2017).

En entrée de la station de traitement des eaux, les concentrations moyennes en fer et en manganèse ont été évaluées respectivement à 12,34 et 1,36 mg/L pour l'année 2017 (Koeberlé, 2018).

En 2016 ces valeurs étaient légèrement supérieures (respectivement 19 et 2 mg/L) et les valeurs moyennes annuelles suivantes ont été enregistrées (Vaxelaire, 2017) pour la **température (19,2 °C)**, le pH (7,3), la conductivité (3 332,5 µS/cm), ainsi que pour les concentrations en sulfates (712,7 mg/L) et en chlorures (580,8 mg/L).

➤ **Station de pompage de Vouters (commune de Freyming-Merlebach)**

Le pompage au puits Vouters 2, localisé sur la commune de Freyming-Merlebach (57), a été mis en service en juillet 2015 (cf. Figure 84).

**En plus du puits Simon 5, la station de Vouters complète le dispositif de pompage dans le réservoir minier « Centre Est » pour atteindre à son terme un débit total de prélèvement de 950 m<sup>3</sup>/h** (450 m<sup>3</sup>/h dans le puits Simon 5 et 500 m<sup>3</sup>/h dans le puits Vouters).

**En 2017, le volume d'eau pompée a été évalué à près de deux million de m<sup>3</sup>** (un peu plus de 4,5 millions de m<sup>3</sup> depuis la mise en service) **avec un débit moyen annuel proche de 220 m<sup>3</sup>/h**.

En entrée de la station de traitement des eaux, les concentrations moyennes en fer et en manganèse ont été évaluées respectivement à 12,11 et 2,4 mg/L pour l'année 2017 (Koeberlé, 2018).

En 2016 ces valeurs étaient légèrement supérieures (respectivement 14,6 et 3,4 mg/L) et les valeurs moyennes annuelles suivantes ont été enregistrées (Vaxelaire, 2017) pour la **température (21,5 °C)**, le pH (7,4), la conductivité (4413 µS/cm), ainsi que pour les concentrations en sulfates (360 mg/L) et en chlorures (1 104 mg/L).



Figure 84 : Vues de la station de pompage et de traitement de Vouters.

➤ **Station de pompage de La Houve (commune de Creutzwald)**

Le pompage au puits dénommé Puits 1, localisé sur la commune de Creutzwald (57), a été mis en service en novembre 2009.

**En 2017, le volume d'eau pompée a été évalué à environ 850 000 m<sup>3</sup>** (près de 6 millions de m<sup>3</sup> depuis la mise en service) **avec un débit moyen annuel proche de 100 m<sup>3</sup>/h** (Koeberlé, 2018).

Depuis 2010, la valeur moyenne annuelle du débit a varié entre 51 et 98 m<sup>3</sup>/h. Le débit annuel de pompage augmente régulièrement chaque année (Kaiser et Heitz, 2017).

En entrée de la station de traitement des eaux, les concentrations moyennes en fer et en manganèse ont été évaluées respectivement à 26,5 et 2,07 mg/L pour l'année 2017 (Koeberlé, 2018).

En 2016, ces valeurs étaient sensiblement équivalentes (respectivement 28 et 2,2 mg/L) et les valeurs moyennes annuelles suivantes ont été enregistrées (Vaxelaire, 2017) pour la **température (14,3 °C)**, le pH (7), la conductivité (2 072,3 µS/cm), ainsi que pour les concentrations en sulfates (543,3 mg/L) et en chlorures (310,8 mg/L).

### **3.4. RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D’AZUR : BASSIN HOULLER DE PROVENCE**

#### **3.4.1. Opération de valorisation géothermique du puits Y. Morandat (Gardanne)**

Dans le bassin houiller de Provence, le projet de valorisation géothermique de l’ancienne mine de Gardanne (13) a conduit à la réalisation d’une opération en 2018 (Hamm et Bugarel, 2018).

Les dimensions du **puits Yvon Morandat (10 m de diamètre, 800 m de hauteur ennoyée) et la température des eaux minières de 28 °C permettent de valoriser ce réservoir de 60 000 m<sup>3</sup> d’eau pour une production évaluée initialement à 1,3 GWh par saison (hiver / été).**

Cette opération de géothermie non conventionnelle prévoit d’alimenter en chaleur et en froid la ZAC Morandat comprenant 65 500 m<sup>2</sup> de bâtiments dédiés essentiellement à des activités tertiaires et économiques (Lesueur, 2016).

#### **3.4.2. Station de pompage de la galerie de la Mer**

Le **puits Gérard** situé sur la commune de Mimet est utilisé pour le pompage des eaux minières.

Son fonctionnement a été décrit précédemment dans le paragraphe dédié à la caractérisation de l’émergence minière surveillée de la galerie de la Mer (cf. 2.10.2).

### **3.5. RÉGION HAUTS-DE-FRANCE : BASSIN HOULLER DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS**

La région Hauts-de-France compte 459 puits de mine sur les 546 suivis par le BRGM/DPSM : 254 dans le département du Nord et 205 dans le département du Pas-de-Calais (cf. Tableau 54).

L’exploitation potentielle des eaux de ce bassin houiller est très fortement contrainte par la production résiduelle du gaz de houille qui accompagne l’ennoyage du bassin toujours en cours.

Celui-ci pourrait se poursuivre, selon les secteurs considérés, sur une très longue période (horizon 2150). La surveillance exercée par l’État et la mission du BRGM/DPSM, ainsi que les permis d’exploitation et de recherche des sociétés exploitant le gaz, limitent fortement l’accès à la ressource géothermale potentielle (Hamm et Bugarel, 2018).

L’étude du potentiel des anciennes mines de charbon des Hauts-de-France (Louart *et al.*, 2017) a néanmoins montré que la ressource pourrait potentiellement être valorisée au niveau de 3 communes (Waller, Anzin et Quiévrechain) à l’horizon 2020, et 4 communes (Raismes, Condé-sur-Escaut, Fresnes-sur-Escaut et Saint-Saulve) à l’horizon 2030. Ces communes sont toutes situées à l’est du département du Nord, au nord de Valenciennes. Selon les secteurs considérés, **la température du fluide serait de l’ordre de 20 à 30 °C à une profondeur de 550 à 1 050 m.**

## 4. Conclusions et perspectives

### 4.1. POTENTIEL DE VALORISATION GÉOTHERMIQUE DES ÉMERGENCES MINIÈRES

L'évaluation du potentiel de valorisation géothermique des ouvrages miniers identifiés dans le cadre de ce projet peut se décliner au niveau de chacune des émergences minières (83) et au niveau d'un bassin minier selon une approche territoriale.

#### 4.1.1. Estimation du potentiel géothermique intrinsèque des émergences minières

En prenant en compte les contraintes liées aux objectifs de la surveillance de ces anciens sites miniers (assurer le drainage du réservoir minier) et à la sécurité des personnes (risque d'émanation de gaz : CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S et CO<sub>2</sub> notamment), chaque émergence minière représente un potentiel de valorisation géothermique sachant que :

- le principal avantage du dispositif géothermique serait de **bénéficier de la production en surface d'eau minière sans avoir l'obligation de réinjecter le fluide dans le réservoir minier** ;
- les inconvénients majeurs sont liés à la capacité de l'émergence à **conserver un débit constant et à la qualité chimique du fluide minier** (phénomènes d'encrassement et de corrosion potentiels des équipements), ainsi qu'à la **contrainte liée à la proximité nécessaire entre le point de prélèvement et son utilisation géothermique**.

**Sur la base des valeurs moyennes annuelles des débits et des températures disponibles** (cf. Tableau 53), **qui correspondent aux mesures ponctuelles** réalisées lors des visites par les agents du BRGM/DPSM, les potentiels de valorisation peuvent être estimés en considérant les couples débit / température de chaque émergence et en prenant l'hypothèse d'un delta de température de 5 °C prélevée sur la ressource.

**En terme de débit**, sur les 83 émergences minières répertoriées, **28 émergences ont un débit moyen supérieur à 15 m<sup>3</sup>/h** (soit 34 %), **9 ont un débit supérieur à 50 m<sup>3</sup>/h** (11 %) et **7 présentent des débits supérieurs à 100 m<sup>3</sup>/h** (8 %). Trois émergences présentant des débits moyens particulièrement importants :

- **360 m<sup>3</sup>/h pour l'émergence de la galerie de Gouvix** (mine de fer de Soumont) localisée sur la commune de Gouvix (14) ;
- **720 m<sup>3</sup>/h pour l'émergence de la galerie du Bois d'Avril** (bassin ferrifère lorrain) localisée sur la commune d'Avril (57) ;
- **930 m<sup>3</sup>/h pour l'émergence de galerie de la Mer** (bassin houiller de Provence) alimentée par le pompage au puits Gérard situé sur commune de Mimet (13).

**Compte tenu de son débit extrêmement élevé, et avec une température moyenne de 20,8 °C** (les valeurs de température ne sont pas connues pour les émergences de Gouvix et du Bois d'Avril), **l'émergence de la galerie de la Mer représente le potentiel géothermique le plus élevé : 5,4 MW**. À noter qu'un projet est actuellement en cours visant à utiliser pour partie cette ressource au Cap Pinède (avant le rejet en mer) comme source de refroidissement d'un Data Center.

**En termes de température**, sur les 83 émergences minières répertoriées, **30 émergences ont une température moyenne supérieure à 15 °C (36 %)** et **8 présentent une température supérieure à 20 °C (10 %)**.

Parmi ces dernières, dans le bassin houiller du Gard, deux émergences présentent un potentiel géothermique de l'ordre de 500 kW :

- **574 kW pour l'émergence des Esteyraings** (99 m<sup>3</sup>/h – 20,8 °C) localisée sur la commune de Martinet (30) ;
- **422 kW pour l'émergence de la galerie Verrerie** (72,7 m<sup>3</sup>/h – 21,3 °C) située sur la commune de La Grand-Combe (30).

En considérant des couples débit / température intermédiaires (supérieurs à 50 m<sup>3</sup>/h et 15 °C), 5 émergences présentent des potentiels compris entre 300 et 500 kW :

- **447 kW pour l'émergence de la galerie Mas Blanc** (77 m<sup>3</sup>/h – 15,9 °C) localisée sur la commune de La Grand-Combe (30) ;
- **406 kW** pour deux émergences localisées dans le département de l'Hérault (34) correspondant à la **galerie du TB 250** (70 m<sup>3</sup>/h – 16,7 °C) située sur la commune du Bousquet-d'Orb et la **galerie du TB Grand Champ** (70 m<sup>3</sup>/h – 15,4 °C) située sur la commune de Graissessac ;
- **382 kW pour l'émergence Rieux** (65,8 m<sup>3</sup>/h – 18,2 °C) localisée sur la commune de Roche-la-Molière (42) ;
- **313 kW pour l'émergence de la galerie Burat** (53,9 m<sup>3</sup>/h – 16,5 °C) située sur la commune de Vernarède (30).

Pour les couples débit / température inférieurs (supérieurs à 15 m<sup>3</sup>/h et 15 °C), les potentiels thermiques varient de 100 à 300 kW :

- **266 kW pour la galerie Chalmeton** (45,9 m<sup>3</sup>/h – 15,6 °C) située sur la commune de Molières-sur-Cèze (30) et la galerie Villars (46,7 m<sup>3</sup>/h – 19,2 °C) située à Villars (42) ;
- **261 kW pour les galeries Saint-Illyde et Saint-François** (45 m<sup>3</sup>/h – 18 °C) localisées sur la commune de Bessèges (30) et la **galerie Fendue Lyon** (45 m<sup>3</sup>/h – 18 °C) à Ricamarie (42) ;
- **122 kW pour la galerie Cornas** (21 m<sup>3</sup>/h – 17,3 °C) à Chambon (30).

#### **4.1.2. Potentiel de valorisation géothermique des émergences minières selon une approche territoriale (bassins miniers)**

La densité des émergences minières sur un territoire donné, associé à un bassin minier particulier, confère à ce territoire un potentiel de valorisation géothermique *a priori* plus important si l'on considère la probabilité plus grande qu'une émergence puisse être localisée à une distance suffisante d'un utilisateur pour être exploitée.

D'autre part, la présence de plusieurs émergences sur un territoire donne des informations (température et minéralisation notamment) plus complètes sur les caractéristiques hydrogéologiques du réservoir minier et son accessibilité directe (par l'intermédiaire des ouvrages existants) ou indirecte (par le biais de nouveaux ouvrages à réaliser, forages par exemple).

Ces informations peuvent être encore complétées par l'ensemble des ouvrages miniers existants ou ayant existé sur ce même bassin (puits de mine, OCP ou PCS ; cf. 1.2.4).

La répartition géographique des **83 émergences minières** (associées à **22 bassins miniers** distincts) fait apparaître les éléments suivants :

- **6 régions, 17 départements et 53 communes** sont concernées par la présence d'au moins une émergence minière sur leur territoire ;
- **les régions Occitanie (36 émergences recensées) et Auvergne-Rhône-Alpes (26)** se détachent très nettement au niveau national, par rapport à 4 autres régions : Normandie (9), Grand Est (6), Provence-Alpes-Côte d'Azur (5) et Bourgogne-Franche-Comté (2) ;
- **au sein de la région Occitanie, les départements du Gard (centré la commune d'Alès) et de l'Aveyron (centré la commune de Decazeville) comptent le plus grand nombre d'émergences, respectivement 19 et 11 ;**
- **au sein de la région Auvergne-Rhône-Alpes, les départements de l'Isère (bassin houiller du Dauphiné) et de la Loire (centré sur la commune de Saint-Étienne) comptent respectivement 13 et 8 émergences minières.**

L'ensemble des territoires concerné par la présence d'une émergence minière peut présenter localement un intérêt pour la valorisation géothermique d'une ressource potentielle plus ou moins importante.

Une émergence peut en effet donner des informations utiles concernant le volume d'eau accessible au sein d'un réservoir minier particulier, comme par exemple **450 millions de m<sup>3</sup> (sur 11 réservoirs distincts) dans le bassin ferrifère lorrain de la région Grand Est, ou 5 millions de m<sup>3</sup> dans les anciennes mines de May-sur-Orne du bassin ferrifère en Normandie.**

## 4.2. POTENTIEL DE VALORISATION GÉOTHERMIQUE DES PUIITS DE MINE

L'évaluation du potentiel de valorisation des puits de mine reste très largement incomplète au stade de cette étude. En effet, tous les puits de mine réalisés en France ne font pas l'objet d'une surveillance par le BRGM/DPSM, celle-ci se limitant aux ouvrages permettant de répondre aux besoins et aux objectifs de la surveillance actuelle d'un certain nombre d'anciens sites miniers déterminé.

Les informations disponibles dans le cadre de la surveillance réalisée au titre de l'après-mine par le BRGM/DPSM, ont néanmoins permis de localiser **536 puits** (sur 546 recensés) sur le territoire national et de relever un certain nombre d'éléments relatifs à la valorisation géothermique potentielle d'anciens sites miniers par l'intermédiaire des puits de mine.

La répartition géographique est la suivante :

- **région Hauts-de-France (459)** : 254 dans le département du Nord et 205 dans le département du Pas-de-Calais ;
- **région Grand Est (67)** : 35 en Moselle, 8 dans le Bas-Rhin et 24 dans le Haut-Rhin ;
- région Bourgogne-Franche-Comté : 4 dans le département de Saône-et-Loire ;
- **région Occitanie (3)** : 1 dans le département du Gard et 2 en Aveyron ;
- région Provence-Alpes-Côte d'Azur : 3 dans le département des Bouches-du-Rhône.

La très grande majorité de ces puits de mine (84 %) est localisée dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais.

**Dans la région des Hauts-de-France**, l'exploitation potentielle des eaux de ce bassin houiller est très fortement contrainte par la production résiduelle du gaz de houille qui accompagne l'ennoyage du bassin toujours en cours et loin d'être terminé. La surveillance exercée par l'État et la mission du BRGM/DPSM, ainsi que les permis d'exploitation et de recherche des sociétés exploitant le gaz limitent fortement l'accès à la ressource géothermale potentielle. **À l'échéance 2020-2030, la ressource pourrait potentiellement être valorisée au niveau de quelques communes (7) situées à l'est du département du Nord, au nord de Valenciennes.** Selon les secteurs considérés, la **température du fluide serait de l'ordre de 20 à 30 °C à une profondeur de 550 à 1050 m.**

**Dans la région Grand Est, un volume d'eau de plus de 450 millions de m<sup>3</sup>** a été évalué dans les 11 réservoirs miniers du bassin ferrifère lorrain. Parmi les 34 points d'accès identifiés, **16 puits ont été dénombrés. Le puits Amermont III correspond à l'ouvrage le plus profond (287 m) et à la température la plus élevée (16,6 °C).**

**Dans le bassin houiller lorrain, 14 puits situés dans le département de la Moselle (57) ont été caractérisés en détail** (accessibilité, usage actuel, fermeture ou non en surface, profondeur atteinte, profondeur des galeries entrecoupées, état d'ennoyage) dans le cadre d'une étude antérieure portant sur le potentiel de valorisation géothermique (cf. Annexe 2).

**Dans la région Occitanie**, la production d'eau minière permanente au niveau du **puits Fontanes (commune de Saint-Martin-de-Valgalgues)** à un débit moyen de 220 m<sup>3</sup>/h et une température de 23,4 °C permettrait d'atteindre une **puissance thermique de 1,3 MW** accessible via une pompe à chaleur prélevant 5 °C sur la ressource.

**Dans le bassin houiller de Provence**, une opération de géothermie non conventionnelle a été lancée en 2018 pour la valorisation géothermique de l'ancienne mine de Gardanne (13). Le **puits Yvon Morandat** (10 m de diamètre, 800 m de hauteur ennoyée) **et la température des eaux minières de 28 °C** permettent de valoriser ce réservoir de 60 000 m<sup>3</sup> d'eau pour une **production alternative de chaud et de froid évaluée initialement à 1,3 GWh par saison (hiver / été).**

#### 4.3. PERSPECTIVES

L'inventaire des 83 émergences minières présenté dans le cadre de ce rapport peut permettre de susciter l'intérêt d'un utilisateur potentiel pour valoriser localement cette ressource énergétique.

Une étude de faisabilité technico-économique serait à réaliser pour valider la pertinence de cette opportunité vis-à-vis des besoins thermiques à couvrir et des contraintes d'utilisation des eaux minières. Cette étude devra nécessairement intégrer des mesures de débit et de température pour vérifier l'évolution annuelle de ces paramètres, les valeurs utilisées dans le cadre de ce rapport n'étant que des données ponctuelles.

Suivant une approche territoriale, le potentiel de valorisation géothermique des anciens sites miniers pourrait être étudié à l'échelle des bassins miniers, en intégrant l'ensemble des données (émergences, puits de mine, ouvrages de contrôle profond, points de contrôle en surface) disponibles pour caractériser le ou les réservoir(s) minier(s) cible(s) et définir les conditions optimales pour la réalisation d'un nouveau projet.

Les potentialités démontrées dans le cadre d'études antérieures (bassins houillers de Provence, de Lorraine et du Nord-Pas-de-Calais et bassin ferrifère lorrain notamment) pourraient être complétées afin de relancer ou susciter de nouveaux projets.

## 5. Bibliographie

### Rapports publics

Cartannaz C., Fourniguet G. (2008) – PROJET MINEWATER. Descriptif technique des puits (profondeur supérieure à 800 m) du Bassin houiller lorrain appliqué à la préfaisabilité géothermique. BRGM/RP-56096-FR, 67 p., 29 fig. 3 ann.

Gairoard S. (2009) – Contribution à l'étude de l'impact des anciens travaux miniers de charbon sur les eaux souterraines : application à la région d'Alès (Gard). Thèse de doctorat en génie civil, hydrosystèmes, géotechnique, sous la direction de V. Merrien-Soukatchoff, Ecole des Mines d'Alès, 162 p., 13 ann.

Hamm V. et Bugarel F. (2018) – Projet VALGEOMIN. Potentiel de VALorisation GEOthermique des anciens sites MINiers. Etat des lieux en Europe et en France. Rapport final. BRGM/RP-67529-FR, 142 p., 69 fig., 20 tab.

Koeberlé N., collab. Rugiero M. (2018) – Compte-rendu d'activités DPSM. Année 2017 – Grand Est. BRGM/RP-67705-FR, 159 p., 183 ill., 50 tab.

Lesueur H. (2016) – Utilisation géothermique du puits Yvon Morandat - Gardanne. Rapport final. BRGM/RP-65723-FR, 218 p., 104 fig., 26 tab., 5 ann.

Louart J., Louart O., Delacroix D., Beckelynck J. (2017) – Potentiel géothermique basse énergie sur aquifères profonds et sur eaux de mines en région Hauts-de-France. Rapport final. BRGM/RC-66768-FR, tomes 1, 2 et 3.

Maurin G. (1999) – Concession des mines de fer de May-sur-Orne (Calvados). Rapport de visite et diagnostic sécuritaire. Rapport BRGM R 40759, 135 p., 17 ann.

Mauroux B., Nédellec J.L., collab. Arathoon L., Bézégues-Courtade S., Bonjour A., Brigati B., Delmas B., Hoang V., Huron Y., Lauger A., Le Loher F., Pierre A. (2018) – Compte rendu d'activité DPSM - Année 2017 - Région Occitanie. Rapport BRGM/RP-68402-FR, 182 p., 132 ill., 21 tab., 6 ann.

Nédellec J-L., Mauroux B., Sabourault Ph., collab. Arathoon L., Bardon Ph., Bonjour A., Bézégues-Courtade S., Deroualle M., Dietz M., Girardeau I., Huron J., Lauger A., Marquette C., Martel H., et Pidon A. (2018) – Compte rendu d'activités DPSM - Année 2017 - Région Auvergne-Rhône-Alpes. Rapport BRGM/RP-68407-FR, 163 p., 147 ill., 6 ann.

Sabourault Ph., collab. Bardon Ph., Deroualle M., Duré F., Girardeau I., Huron J. (2018) – Compte-rendu annuel d'activités 2017 du DPSM en Pays-de-Loire. Rapport final. BRGM/RP-68167-FR, 45 p., 43 ill., 2 ann.

Vaute L., Fourniguet G., Giuglaris E., Loredo C., Demangeon G. (2017) – Etude du potentiel géothermique du bassin ferrifère lorrain. Rapport BRGM/RP-67079-FR, 47 p., 14 ill., 5 ann.

### **Rapports à accès réservé (à destination de l'Administration)**

Arathoon L. (2017) – Bassin Houiller de la Loire (42) – Rapport annuel de surveillance – Année 2017. Rapport final. BRGM/RP-67973-FR, 84 p., 48 ill., 27 tab., 12 ann. (volume séparé).

Ballié P. (2018) – Bassin ferrifère lorrain – Suivi 2017 des émergences minières. Rapport de surveillance. BRGM/RP-67710-FR, 114 p., 11 ill., 8 ann.

Bézelgues-Courtade S. (2015) – Bassin houiller de Decazeville (Aveyron) - Rapport annuel de surveillance 2014. Rapport final BRGM/RP-64905-FR., 305 p., 165 ill., 7 ann.

Bézelgues-Courtade S. (2015) – BRGM. Rapport annuel de surveillance DPSM - année 2014 - Bassins houillers des Alpes du Nord. BRGM/RP-64722-FR, 303 p., 49 ill., 23 tab., 34 ph., 3 ann.

Bézelgues-Courtade S., collab. Huron J., Pierre A., Huron Y., Martel H. (2017) – Bassin minier de Decazeville (Aveyron) - Rapport annuel de surveillance - Année 2017. Rapport final. BRGM/RP-68234-FR, 75 p., 54 ill., 14 ann. (volume séparé), 1 CD-Rom.

Bézelgues-Courtade S. (2018) – Bassin minier du Dauphiné - Rapport annuel de surveillance - Année 2017. Rapport final. BRGM/RP-68016-FR, 127 p., 14 ill., 6 ann., 1 CD.

Défossez P., Dheilly A., Hoang V., (2013) – Revisitation des ouvrages surveillés de Decazeville (12) : émergences, lac Lassalle, quartiers Vialarels et Saint-Michel, terrils et ouvrages gaz. Rapport final. BRGM/RP-62364-FR, 285 p., 194 ill., 9 ann., CD.

Dheilly A., collab. Hehn D. (2014) – Revisitation des ouvrages surveillés de la concession de Blanzay-Montceau (71). Rapport final. BRGM/RP-62614-FR, 122 p., 59 ill., 3 ann.

Dheilly A., collab. Duré F. (2015) – Revisitation de la surveillance par le DPSM sur le Bassin houiller de Saint-Etienne (42). Rapport final. BRGM/RP-64799-FR, 210 p., 154 ill., 1 ann.

Dietz M. (2018) – Surveillance et prévention des risques miniers des galeries du synclinal de May-sur-Orne (Normandie). Rapport annuel 2017. BRGM/RP-67617-FR, 63 p., 15 ill., 17 ann., 1 CD.

Dietz M. (2018) – Surveillance et prévention des risques miniers – Concessions de Saint-Rémy, Soumont, Urville, Barbery, La Ferrière-aux-Etangs, Jurques, Mont-Pinçon (Normandie). Rapport annuel 2017. BRGM/RP-67618-FR, 91 p., 21 ill., 12 ann., 1 CD.

Duré F., collab. Huron J. (2017) – Surveillance et prévention des risques miniers dans le bassin de Blanzay-Montceau. Rapport annuel 2017. BRGM/RP-68142-FR., 53 p., 45 ill., 3 ann., 1 CD.

Gentil P. (2014) – Revisitation des émergences des mines de fer en Lorraine – Bassin de Briey. Rapport final. BRGM/RP-63924-FR, 66 p., 20 ill., 3 ann, 1 CD.

Hoang V. (2019) – Bassins houillers des Cévennes - Département du Gard (30) et de l'Hérault (34). Rapport annuel de surveillance 2017. BRGM/RP-68264-FR, 286 p. 5 ann.

Kaiser J., Heitz S. (2018) – Bassin houiller lorrain - Gestion 2017 des stations de pompage et de traitement des eaux minières de la Houve - Commune de Creutzwald 57150 - Secteur ouest. Rapport de surveillance. BRGM/RP-67686-FR – 109 p., 17 fig., 32 tab., 19 ann. (dont 3 ann. sur CD).

Le Loher F. (2018) – District aurifère de Salsigne (11) - Rapport annuel de surveillance 2017. Rapport final, BRGM/RP-67825-FR, 151 p., 144 ill. 24 tabl., 16 ann. (1 volume séparé), 1 CD.

Nédellec J.-L., collab. Bonjour A., Pierre A. (2018) – District polymétallique des Pyrénées ariégeoises - Ancienne mine de tungstène de Salau à Couflens-Salau (09) - Rapport annuel de surveillance - Année 2017. Rapport BRGM/RP-68200-FR, 52 p., 51 ill., 1 tab.

Nédellec J.-L. (2018) – Bassin houiller de Provence (Bouches-du-Rhône) - Rapport annuel de surveillance 2017. BRGM/RP-68350-FR, 136 p., 118 ill., 4 tab., 8 ann. (volumes séparés).

Plat E. Arathoon L., Bézègues-Courtade S., collab. Pierre A. (2018) – Bassins houillers de Savoie (73) - Rapport annuel de surveillance - Année 2017. Rapport final. BRGM/RP-67931-FR, 65 p., 15 ill., 3 ann.

Plat E., collab. Huron Y. (2019) – IHS de Chessy-les-Mines (69) - Rapport annuel de surveillance - année 2018. Rapport final. BRGM/RP-69064-FR, 102 p., 36 ill., 5 ann.

Vaxelaire S. (2017) – Etat des lieux des stations de traitement passives des eaux minières gérées par le DPSM. Rapport final. BRGM/RP-67554-FR, 155p., 38 fig., 53 tab., 8 ann.

Vuidart I. (2017) – Référentiel métier de vocabulaire relatif à la gestion des risques miniers applicable au sein du DPSM. Rapport BRGM/RP-67463-FR, 77 p., 1 fig., 8 ann.

## **Cartes géologiques**

Becq-Giraudon, J.F., Boiteau, A., Bogdanoff, S. (1982) - Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Bédarieux (988). CART/FRGEO050F-0594, 1 feuille, notice 105 p.

Roig J.Y., Alabouvette B., Collomb P., Couturié J.P., Bogdanoff S., Monchoux P., Genna A., Ciszak R. (2001) – Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Decazeville (859). Orléans : BRGM. Notice explicative par J.Y. Roig et al. (2001), 94 p.

Roig J.Y., Alabouvette B., Collomb P., Bogdanoff S., Guérangé-Lozes J., Genna A., Couturié J.P., Monchoux P., Ciszak R. (2001) – Notice explicative, Carte géol. France à 1/50 000, feuille Decazeville (859). Orléans : BRGM, 94 p. Carte géologique par J.Y. Roig et al. (2001).

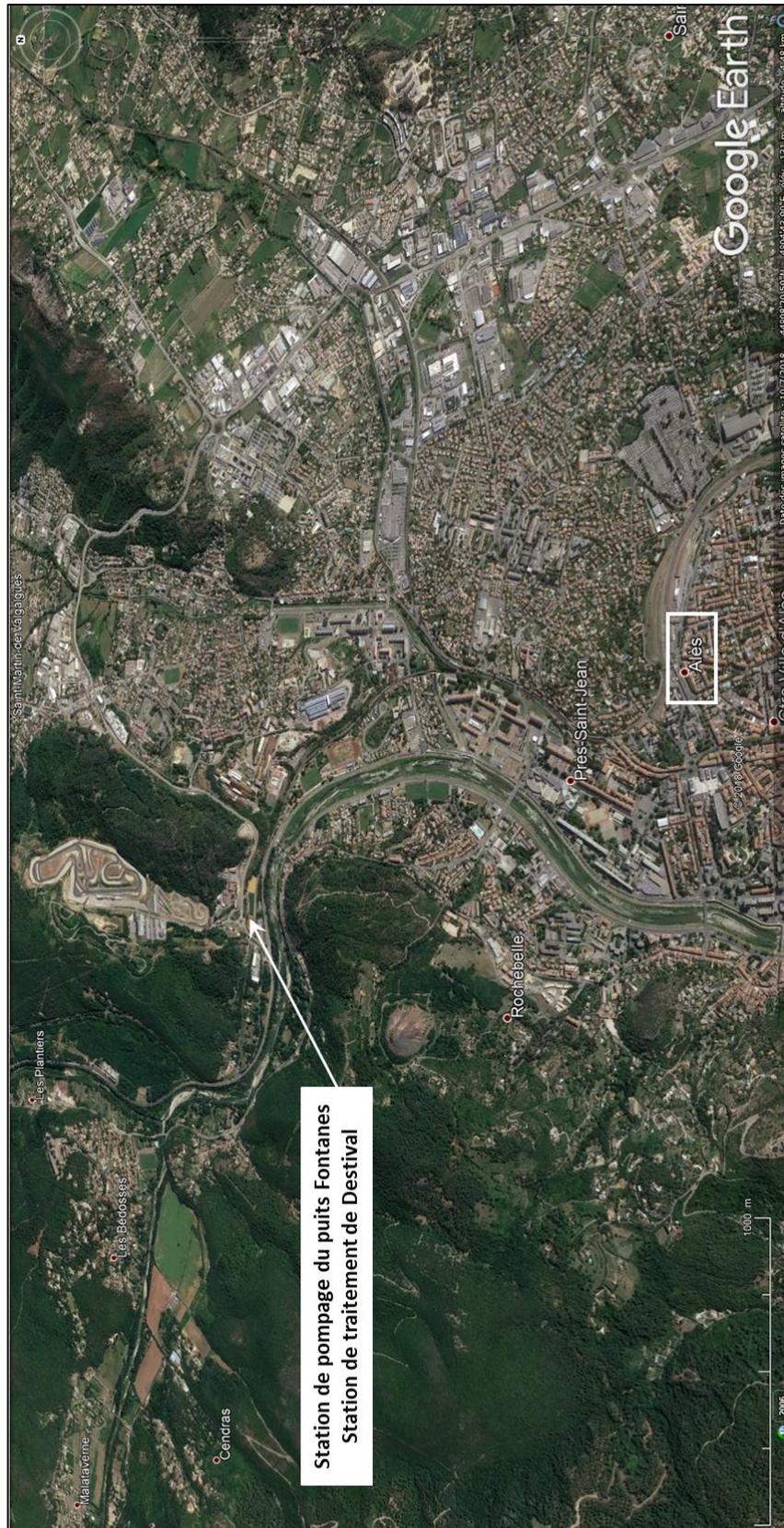


## **Annexe 1**

# **Station de pompage du puits Fontanes (bassin houiller du Gard)**



**Localisation de la station de pompage du puits Fontanes et de la station de traitement de Destival par rapport au centre-ville d'Alès (source : Google Earth)**



**Vue aérienne de la station de pompage du puits Fontanes (sous le chevalement) et de la station de traitement de Destival (source : Google Earth)**

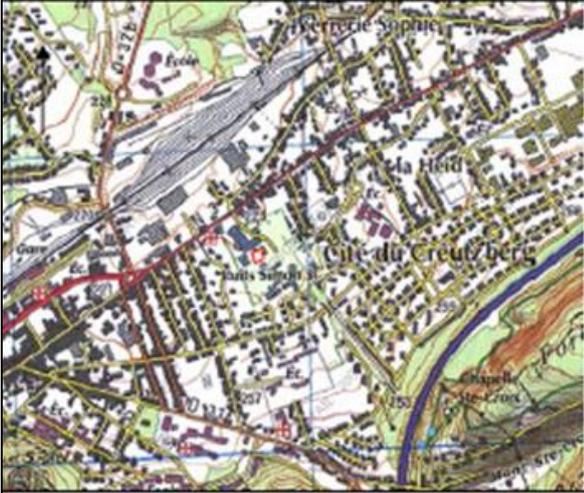


## **Annexe 2**

### **Fiches techniques des 15 puits du bassin houiller lorrain ayant atteint une profondeur supérieure à 800 m (source : Cartannaz et Fouriguet, 2008)**



X = 931023	<b>Puits Marienau</b> Y = 174741	Fermé en : 07/2006 Z sol = 214 m	Commune : Forbach Profondeur = 875.56 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p> <p><u>Usage actuel :</u> puits de pompage de gaz et de surveillance de la remontée des eaux</p> <p><u>Type de fermeture :</u> bétonnage intégral</p> <p><u>Accessibilité à partir de la surface :</u> conduites de captage de gaz (diamètre de 150 mm à 300 mm) Une infrastructure de 7 conduits reliant la surface avec les étages 420, 560, 660, 750 et 850.</p> <p><u>Type de cuvelage :</u> béton et corset béton étanche de la surface jusqu'à la cote NGF -86 m</p> <p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p> <p><u>Nombre de galeries :</u> 5</p> <p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 850 m</p> <p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u> Galeries : galeries 560 et 850 non comblées ; galeries 420, 560 et 750 fermées par un barrage (bois, brique, béton...) Champs Marienau : foudroyage 58%, remblayage 42%</p> <p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u> Emprise géographique = 1.797 km<sup>2</sup> Volume exploitation = 21.5 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation = 4.7 millions m<sup>3</sup> Volume des Galeries = 0.8 millions m<sup>3</sup> Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 5.5 millions m<sup>3</sup></p> <p><b>Particularités géologiques :</b> Remontée du flanc SE du synclinal de Marienau</p> <p><b>Hydrogéologie :</b> <u>Bloc :</u> DMT/ANTEA = Bloc Marienau, (CdF = Bloc Forbach) <u>Date de début d'ennoyage :</u> juin 2006 <u>Remarques :</u> néant</p> <p><b>Réseau de chaleur :</b> <u>Société gestionnaire de chaleur :</u> ELYO <u>Distance par rapport au puits :</u> plus de 2 km de la centrale</p>			

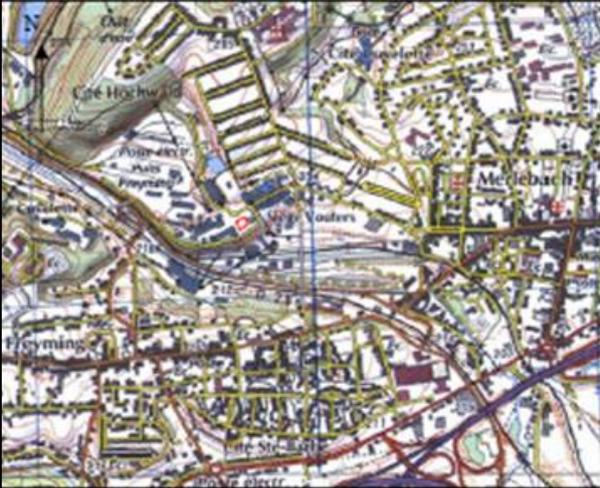
X = 923593	<b>Puits Simon 3</b>	Fermé en : 28/10/2002	Commune : Forbach
Y = 171345		Z sol = 217.81 m	Profondeur = 1036.63 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<b>Caractéristiques du puits :</b>			
<u>Usage actuel :</u> puits équipé d'une soupape protego (conduite de sécurité d'échappement de gaz) de diamètre 150 mm			
<u>Type de fermeture :</u> bouchon béton de 52 m d'épaisseur, une cloison bétonnée de 2.3 m d'épaisseur à 200 m et 440 m de profondeur			
<u>Accessibilité à partir de la surface :</u> soupape protego (diamètre 150 mm) Deux conduites qui traversent le bouchon (diamètre 125 mm) Une conduite qui traverse la cloison bétonnée à 200 m de profondeur (diamètre 125 mm)			
<u>Type de cuvelage :</u> fonte jusqu'à 200 m de profondeur puis béton jusqu'au fond			
<b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b>			
<u>Nombre de galeries :</u> 7			
<u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 850 m			
<u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u> Galeries : fermées par un barrage (bois, brique, béton ?) sauf pour la galerie 850 et 440 Champs : foudroyage 28%, remblayage 62%			
<u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u> Emprise géographique : 6.6 km <sup>2</sup> Volume exploitation = 81.8 millions m <sup>3</sup> , volume vide résiduel exploitation = 18.62 millions m <sup>3</sup> Volume des Galeries = 3.29 millions m <sup>3</sup> Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 21.91 millions m <sup>3</sup>			
<b>Particularités géologiques :</b> Localisé sur l'anticlinal de Simon (flanc NW penté de 38°, flanc SE de 75°)			
<b>Hydrogéologie :</b> <u>Bloc :</u> DMT/ANTEA = Bloc Simon sud, (CdF = Bloc Forbach) <u>Date de début d'envoyage :</u> juin 2006 <u>Remarques :</u> néant			
<b>Réseau de chaleur :</b> <u>Société gestionnaire de chaleur :</u> ELYO <u>Distance par rapport au puits :</u> 300 m du réseau de chaleur. 1 km de la centrale.			

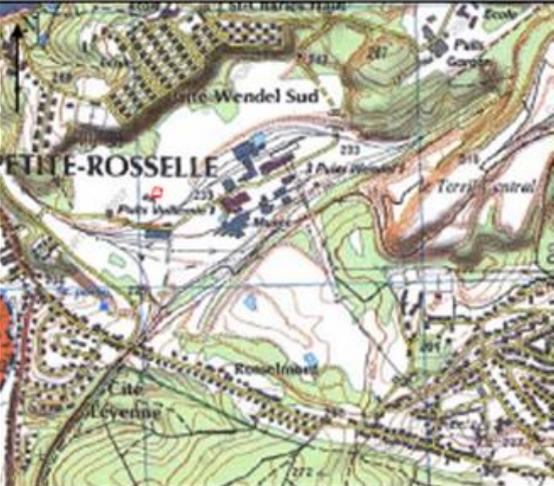
X = 932805	<b>Puits Simon 5</b> Y = 177008	Fermé en : 07/2006 Z sol = 258.20 m	Commune : Forbach Profondeur = 1136.7 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p> <p><u>Usage actuel</u> : puits équipé d'une soupape protego (conduite de sécurité d'échappement de gaz) de diamètre 150 mm + surveillance de la remontée des eaux</p> <p><u>Type de fermeture</u> : bouchon en béton de 20 m d'épaisseur</p> <p><u>Accessibilité à partir de la surface</u> : 5 conduites traversent le bouchon                  Deux conduites de 125 mm de diamètre                  Deux conduites de 150 mm de diamètre                  Un canar de 800 mm</p> <p><u>Type de cuvelage</u> : béton</p>			
<p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p> <p><u>Nombre de galeries</u> : 8</p> <p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde</u> : 1050 m</p> <p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture</u> :</p> <p>Galeries : non comblées, galeries 240, 580, 750 et 850 fermées (bois, brique, béton ?)</p> <p>Champs : foudroyage 28%, remblayage 62%</p> <p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée</u> :</p> <p>Emprise géographique : 6.6 km<sup>2</sup>                  Volume exploitation = 81.8 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation = 18.62 millions m<sup>3</sup>                  Volume des Galeries = 3.29 millions m<sup>3</sup>                  Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 21.91 millions m<sup>3</sup></p>			
<p><b>Particularités géologiques :</b></p> <p>Localisé sur l'anticlinal de Simon (flanc NW penté de 38°, flanc SE de 75°)</p>			
<p><b>Hydrogéologie :</b></p> <p><u>Bloc</u> : DMT/ANTEA = Bloc Simon sud, (CdF = Bloc Forbach)</p> <p><u>Date de début d'envoyage</u> : juin 2006</p> <p><u>Remarques</u> : Après l'envoyage complet, un rabattement de la nappe des GTI par pompage dans le puits est prévu</p>			
<p><b>Réseau de chaleur :</b></p> <p><u>Société gestionnaire de chaleur</u> : ELYO</p> <p><u>Distance par rapport au puits</u> : à 700 m de la centrale de chaleur</p>			

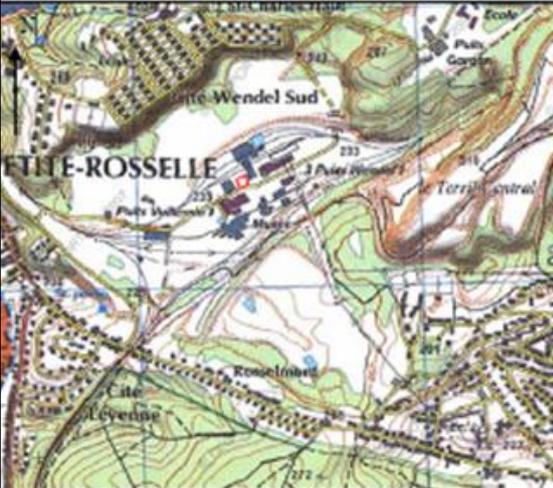
X= 924953	<b>Puits Cuvelette Nord</b> Y=177059	Fermé en : 06/2006	Commune : Freyming-Merlebach Z sol = 225.83 m Profondeur = 1288.82 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b><u>Caractéristiques du puits :</u></b>  <i>Usage actuel :</i> puits de pompage de gaz  <i>Type de fermeture :</i> intégralement bétonné  <i>Accessibilité à partir de la surface :</i> conduites de captages gaz (diamètre 150 mm à 250 mm)              Une conduite prélèvement gaz aux étages 505, 545, 593, 1036 et 1250              Une conduite prélèvement gaz à l'étage 420  <i>Type de cuvelage :</i> béton sur l'ensemble du puits</p> <p><b><u>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</u></b>  <i>Nombre de galeries :</i> 13  <i>Profondeur de la galerie la plus profonde :</i> 1250 m  <i>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</i>              Galeries : non comblées              Champs: foudroyage 0%, remblayage 100%  <i>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</i>              Emprise géographique : 7.338342 km<sup>2</sup>              Volume exploitation = 183.4 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation= 36.7 millions m<sup>3</sup>              Volume des Galeries = 3.4 millions m<sup>3</sup>              Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 40.2 millions m<sup>3</sup></p> <p><b><u>Particularités géologiques :</u></b>              Zone exploitée subverticale localisée sur le flanc SE de l'anticlinal de Merlebach et délimitée au NW par la faille imperméable de Hombourg.</p> <p><b><u>Hydrogéologie :</u></b>  <i>Bloc :</i> DMT/ANTEA = Bloc Vouters, (CdF = Bloc Merlebach)  <i>Date de début d'envoyage :</i> juin 2006  <i>Remarques :</i> néant</p> <p><b><u>Réseau de chaleur :</u></b>  <i>Société gestionnaire de chaleur :</i> SODEVAR  <i>Distance par rapport au puits :</i> à proximité de la centrale de chaleur haute température</p>			

X = 923454	<b>Puits Peyerimhoff</b> Y = 172181	Fermé en : 1990	Commune : Freyming-Merlebach	Z sol = 230.02 m Profondeur = 800.57 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :				
				
<b>Caractéristiques du puits :</b>				
<u>Usage actuel</u> : aucun usage				
<u>Type de fermeture</u> : bouchon béton de 120,5 m d'épaisseur				
<u>Accessibilité à partir de la surface</u> : 6 conduites traversent le bouchon, diamètres = 350 mm, 250 mm (3) et 200 mm (2)				
<u>Type de cuvelage</u> : béton jusqu'à 480 m de profondeur et claveaux jusqu'au fond				
<b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b>				
<u>Nombre de galeries</u> : 7				
<u>Profondeur de la galerie la plus profonde</u> : 760 m				
<u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture</u> :				
Galeries : non comblées				
Champs : foudroyage 75%, remblayage 25%				
<u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée</u> :				
Emprise géographique : 2.7 km <sup>2</sup>				
Volume exploitation = 30.16 millions m <sup>3</sup> , volume vide résiduel exploitation = 8.38 millions m <sup>3</sup>				
Volume des Galeries = 1.44 millions m <sup>3</sup>				
Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 9.82 millions m <sup>3</sup>				
<b>Particularités géologiques :</b>				
Zone exploitée pentée de 28° vers l'ouest				
<b>Hydrogéologie :</b>				
<u>Bloc</u> : DMT/ANTEA = Bloc Ste Fontaine, (CdF = Bloc Merlebach)				
<u>Date de début d'envoyage</u> : juin 2006				
<u>Remarques</u> : néant				
<b>Réseau de chaleur :</b>				
<u>Société gestionnaire de chaleur</u> : pas de réseau de chaleur				
<u>Distance par rapport au puits</u> : plus de 2 km de la centrale				

X = 926196	<b>Puits Reumaux</b>	Fermé en : 06/2004	Commune : Freyming-Merlebach
Y = 171563		Z sol = 284.05 m	Profondeur = 1138.28 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<b>Caractéristiques du puits :</b>			
<u>Usage actuel :</u> puits de pompage de gaz			
<u>Type de fermeture :</u> remblayage intégral en béton			
<u>Accessibilité à partir de la surface :</u> conduites de captage du gaz (diamètre de 150 mm à 400 mm)			
Une conduite prélèvement gaz à l'étage 315			
Une conduite prélèvement gaz aux étages 686 et 1036			
Une conduite prélèvement gaz à l'étage 826			
Une conduite prélèvement gaz à l'étage 1036			
<u>Type de cuvelage :</u> béton armé jusqu'à 500 m de profondeur, puis béton			
<b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b>			
<u>Nombre de galeries :</u> 14			
<u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 1036 m			
<u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u>			
Galeries : non comblées			
Champs : foudroyage 85%, remblayage 15%			
<u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u>			
Emprise géographique : 2.873 km <sup>2</sup>			
Volume exploitation = 32.4 millions m <sup>3</sup> , volume vide résiduel exploitation = 6.5 millions m <sup>3</sup>			
Volume des Galeries = 2.2 millions m <sup>3</sup>			
Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 8.6 millions m <sup>3</sup>			
<b>Particularités géologiques :</b>			
Zone exploitée sur la terminaison SW péri-anticlinal de Simon (flanc NW penté de 25°, flanc SE de 60°) et délimitée au NW par la faille imperméable de Hombourg			
<b>Hydrogéologie :</b>			
<u>Bloc :</u> DMT/ANTEA = Bloc Reumaux, (CdF = Bloc Merlebach)			
<u>Date de début d'envoyage :</u> juin 2006			
<u>Remarques :</u> le puits Reumaux est localisé à 2 km à l'ouest du champs Reumaux			
<b>Réseau de chaleur :</b>			
<u>Société gestionnaire de chaleur :</u> SODEVAR			
<u>Distance par rapport au puits :</u> 200 m du circuit de réseau de chaleur, 1 km de la centrale de chaleur			

X = 925593	<b>Puits Vouters 2</b>	Fermé en : 06/2006	Commune : Freyming-Merlebach
	Y = 177055	Z sol = 537.59 m	Profondeur = 1327.02 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p> <p><u>Usage actuel :</u> puits de surveillance de la remontée des eaux</p> <p><u>Type de fermeture :</u> bouchon en béton de 27 m d'épaisseur</p> <p><u>Accessibilité à partir de la surface :</u> 6 conduites</p> <p>Trois conduites de 150 mm de diamètre</p> <p>Deux conduites de 125 mm de diamètre</p> <p>Un canar de 800 mm de diamètre</p> <p><u>Type de cuvelage :</u> béton</p>			
<p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p> <p><u>Nombre de galeries :</u> 10</p> <p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 1250 m</p> <p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u></p> <p>Galeries : non comblées</p> <p>Champs : foudroyage 0%, remblayage 100%</p> <p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u></p> <p>Emprise géographique : 6.96 km<sup>2</sup></p> <p>Volume exploitation = millions 183.4 m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation = 36.7 millions m<sup>3</sup></p> <p>Volume des Galeries = 3.4 millions m<sup>3</sup></p> <p>Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 40.2 millions m<sup>3</sup></p>			
<p><b>Particularités géologiques :</b></p> <p>Zone exploitée subverticale localisée sur le flanc SE de l'anticlinal de Merlebach et délimitée au NW par la faille imperméable de Hombourg</p>			
<p><b>Hydrogéologie :</b></p> <p><u>Bloc :</u> DMT/ANTEA = Bloc Vouters, (CdF = Bloc Merlebach)</p> <p><u>Date de début d'envoyage :</u> juin 2006</p> <p><u>Remarques :</u> Après l'envoyage complet, un rabattement de la nappe des GTI par pompage dans le puits est prévu</p>			
<p><b>Réseau de chaleur :</b></p> <p><u>Société gestionnaire de chaleur :</u> SODEVAR</p> <p><u>Distance par rapport au puits :</u> 100 m de la centrale de chaleur</p>			

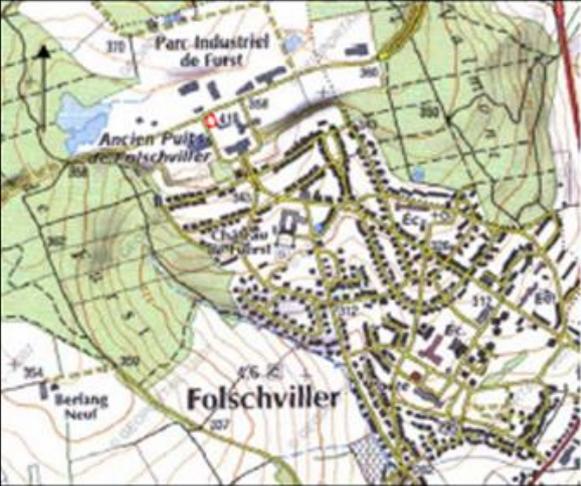
X = 929351	<b>Puits Vuillemin 1</b>	Fermé en : 01/1990	Commune : Petite Rosselle
	Y = 176988	Z sol = 231.45 m	Profondeur = 872.65 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p> <p><u>Usage actuel :</u> aucun usage</p> <p><u>Type de fermeture :</u> bouchon sable de 22 m d'épaisseur retenu par bouchon de béton conique de 3.90 m d'épaisseur          Bouchon en béton de 0.8 m d'épaisseur à 87 m de profondeur          Bouchon en béton de 1.90 m d'épaisseur à 379 m de profondeur</p> <p><u>Accessibilité à partir de la surface :</u> 3 conduites          Une conduite de diamètre inconnu traverse le bouchon de sable          Deux conduites de diamètre inconnu traversent le bouchon en béton à 87 m de profondeur</p> <p><u>Type de cuvelage :</u> fonte étanche jusqu'à 90 m de profondeur puis béton</p> <p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p> <p><u>Nombre de galeries :</u> 16</p> <p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 850 m</p> <p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u>          Galeries : non comblées, galeries 850, 540, 347 et 208 fermées (brique, bois, béton ?)          Champs : foudroyage 5%, remblayage 95%</p> <p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u>          Emprise géographique champs : 3.96 km<sup>2</sup>          Volume exploitation = 27.4 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation = 6.02 millions m<sup>3</sup>          Volume des Galeries = 1.13 millions m<sup>3</sup>          Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 7.15 millions m<sup>3</sup></p> <p><b>Particularités géologiques :</b>          Le champ d'exploitation lié au puits Vuillemin est localisé sur le flanc SE de l'anticlinal de Merlebach. Il est délimité au NW par la faille imperméable de Hombourg</p> <p><b>Hydrogéologie :</b>  <u>Bloc :</u> DMT/ANTE = Bloc Vuillemin, (CdF = Bloc Forbach)  <u>Date de début d'envoyage :</u> juin 2006  <u>Remarques :</u> le puits Vuillemin est localisé dans le bloc Wendel</p> <p><b>Réseau de chaleur :</b>  <u>Société gestionnaire de chaleur :</u> pas de réseau de chaleur  <u>Distance par rapport au puits :</u> plus de 2 km de la centrale</p>			

X = 929670	<b>Puits Wendel 3</b>	Fermé en : 24/01/2002	Commune : Petite Rosselle
	Y = 177059	Z sol = 225.83 m	Profondeur = 1288.82 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p> <p><u>Usage actuel :</u> aucun usage</p> <p><u>Type de fermeture :</u> bouchon béton de 22 m d'épaisseur et second bouchon de 7 m d'épaisseur à 40 m de profondeur</p> <p><u>Accessibilité à partir de la surface :</u> trois conduites</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une conduite de 400 mm de diamètre</li> <li>Deux conduites de 150 mm de diamètre</li> </ul> <p><u>Type de cuvelage :</u> béton</p>			
<p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p> <p><u>Nombre de galeries :</u> 3</p> <p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 850 m</p> <p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Galeries : non comblées</li> <li>Champs : foudroyage 28%, remblayage 72%</li> </ul> <p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emprise géographique : 4.877 km<sup>2</sup></li> <li>Volume exploitation = 58.46 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation = 13.5 millions m<sup>3</sup></li> <li>Volume des Galeries = 2.08 millions m<sup>3</sup></li> <li>Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 15.58 millions m<sup>3</sup></li> </ul>			
<p><b>Particularités géologiques :</b></p> <p>Le champ d'exploitation lié au puits Wendel est localisé sur le flanc SE de l'anticlinal de Merlebach. Il est délimité au NW par la faille imperméable de Hombourg</p>			
<p><b>Hydrogéologie :</b></p> <p><u>Bloc :</u> DMT/ANTEA = Bloc Wendel, (CdF = Bloc Forbach)</p> <p><u>Date de début d'envoyage :</u> juin 2006</p> <p><u>Remarques :</u> néant</p>			
<p><b>Réseau de chaleur :</b></p> <p><u>Société gestionnaire de chaleur :</u> pas de réseau de chaleur</p> <p><u>Distance par rapport au puits :</u> plus de 2 km de la centrale</p>			

X = 923593	<b>Puits Ste Fontaine</b>	Fermé en : 1990, jet grouting 2003 Z sol = 217.81 m	Commune : Saint-Avoid Profondeur = 1036.63 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<b><u>Caractéristiques du puits :</u></b>			
<i>Usage actuel :</i> aucun usage			
<i>Type de fermeture :</i> bouchon en béton de 15 m d'épaisseur			
<i>Accessibilité à partir de la surface :</i> deux conduites de diamètre inconnu traversent le bouchon			
<i>Type de cuvelage :</i> fonte jusqu'à 230 m de profondeur, maçonnerie jusqu'à 600 m de profondeur, puis béton			
<b><u>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</u></b>			
<i>Nombre de galeries :</i> 8			
<i>Profondeur de la galerie la plus profonde :</i> accès descenderie à 850 m et galerie à 760 m			
<b><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u></b>			
Galeries : non comblées			
Champs : foudroyage 75%, remblayage 25%			
<b><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u></b>			
Emprise géographique : 2.7 km <sup>2</sup>			
Volume exploitation = 30.16 millions m <sup>3</sup> , volume vide résiduel exploitation = 8.38 millions m <sup>3</sup>			
Volume des Galeries = 1.44 millions m <sup>3</sup>			
Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 9.82 millions m <sup>3</sup>			
<b><u>Particularités géologiques :</u></b>			
Zone exploitée pentée de 30° vers l'ouest			
<b><u>Hydrogéologie :</u></b>			
<i>Bloc :</i> DMT/ANTEA = Bloc Ste Fontaine, (CdF = Bloc Merlebach)			
<i>Date de début d'envoyage :</i> juin 2006			
<i>Remarques :</i> néant			
<b><u>Réseau de chaleur :</u></b>			
<i>Société gestionnaire de chaleur :</i> pas de réseau de chaleur			
<i>Distance par rapport au puits :</i> plus de 2 km de la centrale			

X = 910924 Y = 162308	<b>Puits Faulquemont 1</b> Fermé en : 09/1990 Z sol = 372.20	Commune : Créhange profondeur = 967.6
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :		
<b>Caractéristiques du puits :</b>		
<u>Usage actuel :</u> aucun usage		
<u>Type de fermeture :</u> bouchon conique en béton épais de 4 m, surmonté d'un bouchon de sable de 62 m d'épaisseur depuis la surface		
<u>Accessibilité à partir de la surface :</u> 5 conduits qui atteignent les profondeurs de 100, 580, 682, 685, et 696 m. (diamètre des conduits inconnu)		
<u>Type de cuvelage :</u> Maçonnerie, et fonte entre 308.07 m et -152.5 m (cote NGF). Diamètre puits = 6.5 m		
<b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b>		
<u>Nombre de galeries :</u> 5		
<u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 960 m		
<u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u>		
Galeries : non comblées		
Champs : foudroyage 30%, remblayage 70%		
<u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u>		
Emprise géographique : 10.59 km <sup>2</sup>		
Volume exploitation = 27.6 millions m <sup>3</sup> , volume vide résiduel exploitation = 6.07 millions m <sup>3</sup>		
Volume des Galeries = 2 millions m <sup>3</sup>		
Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 8.07 millions m <sup>3</sup>		
<b>Particularités géologiques :</b>		
Couches géologiques pentées de 20° vers le sud		
<b>Hydrogéologie :</b>		
<u>Date de début d'ennoyage :</u> fin 1989		
<u>Remarques :</u> La concession Faulquemont-Folschviller est complètement ennoyée		
<b>Réseau de chaleur :</b>		
<u>Société gestionnaire de chaleur :</u> pas de réseau de chaleur		
<u>Distance par rapport au puits :</u> néant		

X = 910924	<b>Puits Faulquemont 2</b> Y = 162308	Fermé en : 07/1990 Z sol = 372.20	Commune : Créhange profondeur = 987.6 m
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p>			
<p><u>Usage actuel</u> : aucun usage</p>			
<p><u>Type de fermeture</u> : remblayage de sable de la cote -480 m jusqu'à la surface, bouchon en béton de 1 m d'épaisseur à -160 m et bouchon en béton de 4 m d'épaisseur à -305 m</p>			
<p><u>Accessibilité à partir de la surface</u> : pas d'accès possible</p>			
<p><u>Type de cuvelage</u> : Maçonnerie, béton et fonte entre 309 m et -162 m (cote NGF)</p>			
<p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p>			
<p><u>Nombre de galeries</u> : 5</p>			
<p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde</u> : 960 m</p>			
<p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture</u> :</p>			
<p>Galeries : Etages 848 et 960 non comblées ; étages 590, 680 et 785 comblées avec du sable</p>			
<p>Champs : foudroyage 30%, remblayage 70%</p>			
<p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée</u> :</p>			
<p>Emprise géographique : 10.59 km<sup>2</sup></p>			
<p>Volume exploitation = 27.6 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation= 6.07 millions m<sup>3</sup></p>			
<p>Volume des Galeries = 2 millions m<sup>3</sup></p>			
<p>Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 8.07 millions m<sup>3</sup></p>			
<p><b>Particularités géologiques :</b></p>			
<p>Couches géologiques pentées de 20° vers le sud</p>			
<p><b>Hydrogéologie :</b></p>			
<p><u>Date de début d'envoyage</u> : fin 1989</p>			
<p><u>Remarques</u> : la concession Faulquemont-Folschviller est complètement envoyée</p>			
<p><b>Réseau de chaleur :</b></p>			
<p><u>Société gestionnaire de chaleur</u> : pas de réseau de chaleur</p>			
<p><u>Distance par rapport au puits</u> : néant</p>			

<b>Puits Folschviller 1</b> X = 916629	<b>Fermé en : 1972</b> Y = 162889	<b>Commune : Folschviller</b> Z sol = 356.3	<b>profondeur = 907.00 m</b>
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<p><b>Caractéristiques du puits :</b></p> <p><u>Usage actuel :</u> aucun usage</p> <p><u>Type de fermeture :</u> bouchon de schiste et sable jusqu'à 30 m de profondeur + plancher en béton de 5 m d'épaisseur à 80 m de profondeur</p> <p><u>Accessibilité à partir de la surface :</u> aucune accessibilité</p> <p><u>Type de cuvelage :</u> inconnu</p> <p><b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b></p> <p><u>Nombre de galeries :</u> 3 (609, 690 et 760)</p> <p><u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 760</p> <p><u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u></p> <p>Galeries : non comblées</p> <p>Champs : foudroyage 6%, remblayage 94%</p> <p><u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u></p> <p>Emprise géographique: 3.9 km<sup>2</sup></p> <p>Volume exploitation = 11.2 millions m<sup>3</sup>, volume vide résiduel exploitation= 2.46 millions m<sup>3</sup></p> <p>Volume des Galeries = 0.8 millions m<sup>3</sup></p> <p>Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 3.26 millions m<sup>3</sup></p> <p><b>Particularités géologiques :</b></p> <p>Couches géologiques pentées de 20° vers le sud</p> <p><b>Hydrogéologie :</b></p> <p><u>Date de début d'envoyage :</u> fin 1989</p> <p><u>Remarques :</u> le puits est complètement envoyé</p> <p><b>Réseau de chaleur :</b></p> <p><u>Société gestionnaire de chaleur :</u> pas de réseau de chaleur</p> <p><u>Distance par rapport au puits :</u> néant</p>			

<b>Puits Folschviller 2</b> X = 916700	<b>Fermé en : 1972</b> Y = 162925	<b>Commune : Folschviller</b> Z sol = 356.45	<b>profondeur = 885.00 m</b>
Localisation sur carte IGN au 1/25000 et situation par rapport à l'ensemble des puits :			
			
<b>Caractéristiques du puits :</b>			
<u>Usage actuel :</u> aucun usage			
<u>Type de fermeture :</u> bouchon de schiste et sable jusqu'à 30 m de profondeur + plancher en béton de 5 m d'épaisseur à 80 m de profondeur			
<u>Accessibilité à partir de la surface :</u> aucune accessibilité			
<u>Type de cuvelage :</u> inconnu			
<b>Caractéristiques des galeries et champs d'exploitation :</b>			
<u>Nombre de galeries :</u> 3 (609, 690 et 760)			
<u>Profondeur de la galerie la plus profonde :</u> 760			
<u>Etat des galeries et des zones exploitées (champs) à la fermeture :</u>			
Galeries : non comblées			
Champs : foudroyage 6%, remblayage 94%			
<u>Emprise géographique et volume de la zone exploitée :</u>			
Emprise géographique: 3.9 km <sup>2</sup>			
Volume exploitation = 11.2 millions m <sup>3</sup> , volume vide résiduel exploitation= 2.46 millions m <sup>3</sup>			
Volume des Galeries = 0.8 millions m <sup>3</sup>			
Volume vide résiduel galeries plus champs d'exploitation = 3.26 millions m <sup>3</sup>			
<b>Particularités géologiques :</b>			
Couches géologiques pentées de 20° vers le sud			
<b>Hydrogéologie :</b>			
<u>Date de début d'envoyage :</u> fin 1989			
<u>Remarques :</u> le puits est complètement envoyé			
<b>Réseau de chaleur :</b>			
<u>Société gestionnaire de chaleur :</u> pas de réseau de chaleur			
<u>Distance par rapport au puits :</u> néant			



**Centre scientifique et technique**  
**Direction des Géoressources**  
3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)