



Document à accès immédiat

# Compte rendu Annuel Régional d'Activité 2024 – Région Provence- Alpes-Côte d'Azur

Rapport final

**BRGM/RP-74738-FR**

Version 1 du 4 septembre 2025

Opérations réalisées dans le cadre des missions opérationnelles annuelles du DPSM pour le compte de l'État, sur subvention pour charges de Service public

**BRGM**

1.89 3740.46 -625.5

Ce rapport a été vérifié le 29/07/2025 et approuvé le 08/08/2025 selon la procédure interne en vigueur au sein du BRGM, qui garantit le respect de ses engagements contractuels, de l'intégrité et de l'impartialité du contenu scientifique et technique du présent rapport, de l'éthique et de la déontologie du BRGM, ainsi que des dispositions réglementaires et législatives auquel il est soumis pour l'exercice de son activité.

## Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu contractuellement.

Le demandeur assure lui-même la diffusion qu'il souhaite des exemplaires de ce tirage initial, dont il est seul propriétaire.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur, ainsi que par les termes de la convention.

Les justificatifs du contrôle qualité de ce rapport (auteur, vérificateur, approbateur) peuvent être communiqués à titre confidentiel au destinataire du rapport, à sa demande et dans le strict respect de la réglementation applicable au traitement des données à caractères personnels.

Le BRGM ne saurait être tenu responsable de la divulgation du contenu total ou partiel de ce rapport à un tiers non-autorisé qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

## Votre avis nous intéresse

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

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctq> ou par ce code :



**Mots clés :** Après-mine, Surveillances, Mise en sécurité, Travaux, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

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

**BRGM** 2025. Compte rendu Annuel Régional d'Activité 2024 – Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport final V1. BRGM/RP-74738-FR, 95 p., 41 ill., 18 tab., 5 ann.

## Synthèse

Le présent document constitue le rapport annuel d'activité de la mission après-mine exercée pour le compte de l'État, au cours de l'année 2024, par le Département Prévention et Sécurité Minière du BRGM dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Il dresse la synthèse de cette mission et reprend les principales conclusions pour chacune des activités concernées.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la mission du BRGM/DPSM concerne en 2024 la surveillance et la gestion de 17 installations hydrauliques de sécurité (Cf. Annexe 3) et de 36 installations et équipements de surveillance et de prévention des risques miniers (Cf. Annexe 4). Les communes concernées sont listées en Annexe 2.

Pour la plupart des ouvrages surveillés, aucune évolution significative n'a été constatée en 2024 lors des surveillances exercées au titre des articles L.163 et L.174 du Code Minier.

Il convient de noter les points suivants :

- en matière de pluviométrie, l'année 2024 a été dans la moyenne de la période 1991-2020 avec un cumul de 600,3 mm ;
- les 5 émergences du bassin houiller de Provence (13) ont été inspectées et ne montrent pas d'anomalie ;
- la station de relevage du bassin des Sauvaires (Gardanne - 13) fonctionne correctement. Le mouvement de basculement du mur de soutènement, constaté depuis 2010 environ, montre une vitesse constante l'ordre de 5 mm/an et ne présente pas de signe d'accélération. ;
- concernant la gestion et l'exploitation du dispositif de rejet des eaux minières du bassin des houillères de Provence par la Galerie de la Mer (13) :
  - avec la capacité théorique d'exhaure de 1200 m<sup>3</sup>/h, le niveau de l'eau s'est maintenu en position basse entre -25,66 m et -30,35 m NGF. La « hauteur de sécurité » constituée depuis plusieurs années permet de pallier sans dommage à toute hausse significative du niveau d'eau qui serait liée à de fortes pluies ou à des pannes prolongées de matériel,
  - les travaux d'amélioration de la recette fond ont été réalisés en 2024 avec la réfection du plancher et la modification du dispositif de collecte des eaux d'infiltration issues du plafond,
  - aucune anomalie environnementale n'a été observée sur les eaux transitant dans la Galerie de la Mer, ni sur le milieu récepteur en mer,
  - la baisse de la concentration en fer, dans les eaux de mine, s'est poursuivie lentement avec une concentration moyenne de l'ordre de 31,4 mg/L contre 32,9 en 2023,
  - le volume total d'eau pompé au niveau du Puits Gérard est estimé à 6 339 266 m<sup>3</sup> (contre 5 721 488 m<sup>3</sup> en 2023), pour un débit moyen annuel de l'ordre de 721 m<sup>3</sup>/h. La consommation électrique des installations de la Galerie de la Mer (pompes et équipements liés, ventilateur) a été de 2 806 676 kWh, soit légèrement supérieure à la consommation 2023 ;
- le contrôle de la canalisation passant sous le terril de Madame d'André (communes de Fuveau et de Gréasque - 13) ne montre pas d'évolution particulière. L'opération de curage de la

canalisation en aval du terril a été réalisée en octobre 2024. Si la majorité a pu être curée, au niveau de la partie busée, la rencontre d'un bouchon de calcite particulièrement induré n'a pas permis de finir l'opération. Les travaux devront reprendre avec des moyens d'hydrocurage plus puissants. Une solution sera étudiée avec l'entreprise courant 2025 ;

- les 8 exutoires de gaz de mine surveillés dans le bassin houiller de Provence (13) n'émettent plus de CH<sub>4</sub> depuis plusieurs années. La composition des gaz présents en souterrain est désormais très proche de celle de l'atmosphère extérieure. Il n'existe plus d'indice de production de gaz de mine. Le programme de surveillance est resté à fréquence semestrielle, avant démantèlement progressif du dispositif à moyen terme ;
- concernant la surveillance microsismique dans le bassin houiller de Provence (13), en 2024, le BRGM/DPSM, assisté de l'INERIS, a géré un réseau permanent de 4 antennes microsismiques permanentes. Sur l'année 2024, 217 événements microsismiques ont été enregistrés contre 221 en 2023. À noter l'absence de crise du niveau de celles vécues fin 2012 ou fin 2014. L'année 2024 hors zones de surveillance a toutefois été marquée par 11 événements "forts" (qualification de l'INERIS pour des événements de magnitude (locale) > 1,8), dont 7 entre le 1<sup>er</sup> et le 11 mai. La sismicité (notamment la petite "crise" de mai 2024) semble toujours en relation avec l'existence probable d'une zone de failles actives naturelles de direction nord-ouest/sud-est située sous les anciens vides miniers ;
- les 4 terrils de Provence (13) sous surveillance n'ont pas montré d'évolution préjudiciable. La piste d'accès au terril du Grapon endommagée a été entièrement reprise. Sur la banquette et le talus remodelés et drainés début 2023 sur ce même terril, le phénomène de fissuration a repris malgré ces travaux et se poursuit lentement. Un suivi topographique et un diagnostic géotechnique de la zone seront lancés en 2025. Sur le terril du Défens, la zone historique de dégazement de H<sub>2</sub>S a été clôturée fin 2024. Un second secteur d'émission de gaz a été localisé en octobre 2024. Une clôture sera mise en place afin d'en sécuriser l'accès au premier semestre 2025 ;
- concernant les bassins de stockage de résidus du site de l'ancienne mine de fluorine de Fontsante (83), l'année 2024 n'a pas montré d'évolution à caractère préjudiciable tant du point de vue environnemental que géotechnique, malgré une pluviométrie excédentaire sur le secteur ;
- l'ancienne mine de soufre des Camoins, située dans les faubourgs Est de Marseille (13), a montré la survenue, entre les deux campagnes de surveillances, de chutes de blocs pluri-décimétriques dans les zones qui n'ont pas encore été comblées au niveau de la zone 1. Les travaux de comblement d'une partie de la mine et de sécurisation du pilier 4 sont envisagés pour 2026 ;
- sur le site de l'ancienne mine de Ventabren situé dans le bassin houiller de Védèse-La-Fare (13), un contrôle d'une galerie par forage (inspection caméra) et une surveillance par le fond de la descenderie ont été réalisés en septembre. L'inspection de la galerie n'a pas montré de risque d'effondrement imminent, néanmoins il a été observé, comme en 2023, des chutes de blocs d'une dizaine de centimètres dans l'emprise de l'ouvrage. En novembre 2024, l'entrée de la descenderie a été sécurisée par la mise en place d'un dispositif de filets fixé par des panneaux en bois. La comparaison des relevés caméra en forage entre septembre 2024 et novembre 2023 a permis d'identifier une dégradation significative, à savoir la chute d'un bloc de 2,6 m de largeur sur 1,3 m de longueur et 0,55 m d'épaisseur, soit un volume de 1,6 m<sup>3</sup>, à une distance d'environ 2,5 m de l'emprise de l'habitation. Cette évolution marquante met en évidence le caractère évolutif de cette galerie. Les travaux de comblement des cavités minières (descenderie et cavité inaccessible) sont envisagés pour fin 2025 ;
- la surveillance permanente du site de Bois-d'Asson (04) a montré une température annuelle moyenne des fumerolles (18,2 °C) dans la gamme des valeurs de référence définies par

GEODERIS. Les analyses réalisées sur les gaz prélevés ont montré un taux de sulfure d'hydrogène 4 fois plus élevé que le maximum analysé (2023). Cette tendance sera surveillée dans les prochaines années. Une réévaluation de la situation a été demandée par la DREAL à GEODERIS pour redéfinir, si nécessaire, le logigramme de gestion du site et préciser les actions requises en cas de dépassement des seuils de température ou de concentrations en gaz ;

- galerie de la Gare à Manosque (04), la surveillance s'effectuant à une fréquence quinquennale, la prochaine inspection est programmée en 2028. À l'occasion d'un passage dans le secteur en 2023, le BRGM/DPSM n'avait pas constaté d'éléments inhabituels au niveau de la sortie de cette galerie ;
- concernant les bassins de stockage de résidus du site de l'ancienne mine de fluorine de Fontsante (83), l'année 2024 n'a pas montré d'évolution à caractère préjudiciable tant du point de vue environnemental que géotechnique, malgré une pluviométrie excédentaire sur le secteur ;
- pour le site du Thoronet (83), le suivi réalisé en 2024 n'a pas montré d'évolution. Des difficultés ont été rencontrées avec le prestataire en charge des suivis, et des pénalités ont été appliquées. La situation semble être rentrée dans l'ordre au 2<sup>e</sup> semestre 2024.

En matière de travaux de mise en sécurité, 10 opérations ont été entamées, poursuivies ou menées à bien en 2024 (Cf. Annexe 5) :

- bassin houiller de Provence (13) : réalisation d'un forage au Puits Gérard pour une alimentation de secours des pompes – maîtrise d'œuvre relancée en 2024 ;
- bassin houiller de Provence (13) : étude de faisabilité pour la sécurisation de la conduite passant sous le terril de Madame d'André – étude restituée à la DREAL en 2023, avec un point réglementaire à éclaircir avant de définir les suites à donner ;
- bassin houiller de Provence (13) : étude du mur de soutènement des Sauvaires : étude de stabilité rendue en 2023. Maîtrise d'œuvre de conception et de suivi des travaux à lancer en 2025 ;
- bassin houiller de Provence (13) : travaux de remise en état d'un treuil au Puits Gérard. Les travaux préparatoires (diagnostic amiante, plomb, création d'une ouverture) ont eu lieu en 2024. La livraison du treuil est programmée à l'été 2025 ;
- bassin minier de Fontsante (83) : travaux de reprofilage des couvertures des dépôts réalisés au printemps 2023. La garantie de parfait achèvement a été prolongée de décembre 2024 à juin 2025 pour permettre la reprise de petits défauts, sur les caniveaux notamment ;
- bassin minier des Camoins (13) :
  - création de forages de surveillance : premier forage réalisé en 2021, en attente de la décision du Tribunal Administratif suite à expertise judiciaire pour les suites à donner au niveau du second sondage de plus faible diamètre,
  - comblement et mise en sécurité d'un pilier : la phase de conception des travaux a été réalisée en 2024, mais nécessite des investigations complémentaires (levé sonar sur galerie ennoyée) pour être finalisée. Les travaux de comblement sont envisagés pour 2026 ;
- bassin houiller de Védès-La-Fare (13) : Mise en sécurité d'une descenderie sous une habitation. Lancement de la maîtrise d'œuvre en 2024 ;
- bassin minier polymétallique du massif des Maures (83) – Concession de Vaucron : travaux de sécurisation de dépôts de résidus – la maîtrise d'œuvre a été lancée en 2024. À noter qu'en octobre 2024, une crue exceptionnelle a frappé le site, érodant fortement les berges du

ruisseau du Langoustaou. Le dimensionnement des travaux se poursuivra début 2025 pour une réalisation envisagée en 2026 ;

- bassin minier polymétallique du massif des Maures (83) – Concession des Bormettes : mise en sécurité du Puits Saint-Victor. La maîtrise d'œuvre n'a pas pu être lancée en 2024, et est reportée à 2025.

Les communes concernées sont listées en Annexe 2.

Enfin, en 2024, le BRGM/DPSM a répondu à 252 demandes de renseignement minier, toutes sur des communes des Bouches-du-Rhône, soit une baisse très marquée par rapport à 2023 (1125 demandes).

## Sommaire

<b>1. Mission</b> .....	<b>13</b>
<b>2. Budget</b> .....	<b>15</b>
<b>3. Organisation géographique</b> .....	<b>17</b>
3.1. ORGANIGRAMME 2024 DE L'UTAM SUD.....	18
<b>4. Activités de surveillance et de travaux</b> .....	<b>19</b>
4.1. PRÉAMBULE .....	19
4.2. BASSIN HOUILLER DE PROVENCE (13).....	19
4.2.1. Contexte minier.....	19
4.2.2. Installations hydrauliques de sécurité (art. L.163-11 du code minier) .....	19
4.2.3. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (Art. L.174-1 à 4 du code minier).....	28
4.2.4. Maîtrise d'ouvrage déléguée (MOD) de travaux de mise en sécurité .....	37
4.3. BASSIN MINIER DE FONTSANTE (83) .....	41
4.3.1. Contexte minier.....	41
4.3.2. Installations hydrauliques de sécurité (art. L.163-11 du code minier) .....	41
4.3.3. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier).....	46
4.3.4. Maîtrise d'ouvrage déléguée des travaux de mise en sécurité .....	48
4.4. BASSIN MINIER DES CAMOINS (13).....	51
4.4.1. Contexte minier.....	51
4.4.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier).....	51
4.4.3. Maîtrise d'ouvrage déléguée (MOD) de travaux de mise en sécurité .....	53
4.5. BASSIN HOUILLER DE VÈDES-LA-FARE (13) .....	54
4.5.1. Contexte minier.....	54
4.5.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (Art. L.174-1 à 4 du code minier).....	55
4.5.3. Maîtrise d'ouvrage déléguée (MOD) de travaux de mise en sécurité .....	59
4.6. BASSIN MINIER DU DAUPHIN - BOIS D'ASSON (04).....	59
4.6.1. Contexte minier.....	59
4.6.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier).....	59
4.7. BASSIN HOUILLER DE MANOSQUE (04).....	61
4.7.1. Contexte minier.....	61
4.7.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier).....	61
4.8. BASSIN MINIER POLYMÉTALLIQUE DU MASSIF DES MAURES.....	62
4.8.1. Contexte minier.....	62
4.8.2. Maîtrise d'ouvrage déléguée des travaux de mise en sécurité .....	63
4.9. BASSIN DE BAUXITE DU VAR .....	65
4.9.1. Contexte minier.....	65

4.9.2. Origine de la surveillance .....	65
4.9.3. Installations hydrauliques de sécurité (art. L.163-11 du code minier).....	66
4.9.4. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier).....	67
<b>5. Autres missions .....</b>	<b>69</b>
5.1. EXPROPRIATIONS ET MESURES DE SAUVEGARDE (ART. L.174-6 A 11 DU CODE MINIER).....	69
5.2. GESTION DE L'INFORMATION TECHNIQUE .....	69
5.2.1. Base GerMinAI (archives techniques intermédiaires minières) .....	69
5.2.2. Bases BDSURV et BDLT (Ouvrages Surveillés au titre des articles L.163-11 et L.174-1 à 4 du Code minier, ou au titre du Code de l'Environnement conformément à des arrêtés ministériels annuels).....	69
5.2.3. Base de Plans .....	69
5.2.4. Base Textes de procédures d'arrêt des travaux miniers .....	70
5.2.5. Base Dossiers de Transfert .....	70
5.2.6. Base BSS (Banque de données du Sous-Sol).....	70
5.2.7. Base ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines) .....	70
5.3. INTERVENTION APRÈS SINISTRE MINIER (ART. L.175-3 ET 4 DU CODE MINIER) – ÉTABLISSEMENT D'ÉQUIVALENT DE DOSSIER D'ARRÊT (ART. L.163-1 À 9 DU CODE MINIER) RÉALISÉS DANS LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR.....	71
5.3.1. Dossiers d'arrêt .....	71
5.3.2. DT – DICT .....	71
5.3.3. Renseignement Minier.....	71
5.3.4. Dégâts Miniers .....	71
5.4. AUTRES ACTIVITÉS .....	71
5.4.1. Consultations d'archives.....	71
5.4.2. Foncier .....	71
<b>6. Perspectives.....</b>	<b>73</b>
<b>7. Lexique .....</b>	<b>75</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Organisation territoriale du BRGM/DPSM.....	17
Illustration 2 : Bâtiment de l'UTAM Sud - Gardanne (13). ....	18
Illustration 3 : Organigramme de l'UTAM Sud (décembre 2024).....	18
Illustration 4 : Pluies mensuelles à Aix-en-Provence (13) - Écarts 2024 par rapport à la normale (données Météo-France).....	20
Illustration 5 : Bassin des Sauvaires - Commune de Gardanne (13).....	21
Illustration 6 : Station de relevage des Sauvaires – Capture d'écran Logiciel de télégestion – temps de marche des pompes 2024 et pluviométrie - Gardanne (13).....	22
Illustration 7 : Mesures d'inclinaison du mur de soutènement (courbe orange) et de température extérieure (courbe bleue) entre 2018 et 2024. ....	22
Illustration 8 : Tracé de la Galerie de la Mer (13).....	23
Illustration 9 : Évolution du niveau d'eau dans le Puits Gérard janvier 2023 à fin 2024 (Mimet – 13). ....	24
Illustration 10 : Galerie de la mer (13) - Évolution mensuelle de la teneur en fer dans les eaux de mine de 2010 à 2024. ....	26
Illustration 11 : Extrait de l'inspection caméra de la canalisation – vue sur le bouchon de calcite partiellement percé sur sa partie gauche.....	27
Illustration 12 : Visite de la galerie d'Audibert vue depuis l'aval – vue sur la sortie de la canalisation curée jusqu'à 42 m – terril de Mme d'André – Fuveau (13) (19/12/2024).....	28
Illustration 13 : Zones surveillées par dispositif microsismique dans le bassin houiller de Provence (13).....	31
Illustration 14 : Évolution interannuelle 2008-2024 de l'activité microsismique dans le bassin houiller de Provence (13). Zone 1 = secteur de Gardanne, Zone 2 = secteur de Fuveau, Zones 4 et 5 = secteur de Gréasque. ....	33
Illustration 15 : Rampe d'accès au bassin avant (photo du haut, 23/03/2023) et après (13/03/2024) travaux à l'amiable – terril des Sauvaires (Gardanne – 13). ....	34
Illustration 16 : Vue drone des travaux réalisés (photo de gauche) et marques d'érosion longeant le nouveau caniveau provenant du parc photovoltaïque sur le terril du Défens – Commune de Meyreuil (13) – 12/12/2024. ....	35
Illustration 17 : Vue drone de la zone historique d'émanation de sulfure d'hydrogène clôturée (photo de gauche) et panneau d'information (photo de droite) sur le terril du Défens – commune de Meyreuil (13) – 12/12/2024. ....	35
Illustration 18 : Piste d'accès avant (photo de gauche, 03/04/2024) et après (photo de droite, 22/10/2024) travaux sur le terril du Grapon – commune de Meyreuil (13). ....	36
Illustration 19 : Fissures métriques sur la zone remodelée en 2023 sous le caniveau 4 (photo de gauche) et plurimétriques au-dessus du caniveau 5 (photo aérienne, côté droit) sur le talus du terril du Grapon – Commune de Meyreuil (13) – 21/11/2024. ....	37

Illustration 20 : Investigations géotechniques autour du mur de soutènement du terril des Sauvaires : sondage pressiométrique en amont du mur (gauche) et puits de reconnaissance en pied de mur à l'aval (droite) – Gardanne (13) .....	40
Illustration 21 : Puits Gérard - Éléments du chevalement présentant des traces de plomb – Mimet (13) .....	41
Illustration 22 : Implantation des piézomètres et des ouvrages hydrauliques surveillés du bassin Lenté - Fontsante - Tanneron (83) .....	42
Illustration 23 : Suivi 2023-2024 des niveaux piézométriques du bassin Lenté – Fontsante - Tanneron (83) .....	43
Illustration 24 : Analyse dans les eaux de surface - Point P1 – Fontsante – Tanneron (83) .....	44
Illustration 25 : Concentrations en arsenic total en fonction de la distance depuis le point P2 – Fontsante – Tanneron (83) .....	45
Illustration 26 : Concentrations en fluorures en fonction de la distance depuis le point P2 – Fontsante – Tanneron (83) .....	45
Illustration 27 : Teneurs en arsenic et en fluor en fonction de la distance depuis le point P2 – Fontsante – Tanneron (83) .....	46
Illustration 28 : Pluviomètre enregistreur installé sur le dépôt du Lenté – Fontsante – Tanneron (83) .....	47
Illustration 29 : Planches photo illustrant les principales étapes du chantier de Fontsante – Tanneron (83) .....	50
Illustration 30 : Cartographie des zones définies sur l'ancienne mine des Camoins – Marseille (13) .....	52
Illustration 31 : Pilier en bon état (photo de gauche), secteur effondré avec écoulement argileux (photo de droite) – Marseille (13) .....	53
Illustration 32 : Situation des bâtiments sur le plan des travaux de la concession de Coudoux – 13 (doc. GEODERIS) .....	55
Illustration 33 : Vue en perspective du relevé de la surface et des travaux souterrains (dirigé vers le nord-est) – 13 (doc. GEODERIS) .....	56
Illustration 34 : a : Entrée de la descenderie, b : décrochement de bloc au toit et dans le parement, c : système de ventilation mis en place pour éliminer le risque d'asphyxie – Ventabren (13) .....	57
Illustration 35 : Visite de surveillance de la descenderie en septembre 2024 et sécurisation de l'entrée en novembre 2024 – Photo a : suivi de la fracturation ; photo b : fermeture de l'entrée de la descenderie – Ventabren (13) .....	57
Illustration 36 : Situation de la chute du toit et coupe de la galerie relevée par forage – Ventabren (13) .....	58
Illustration 37 : a : Dispositif mis en place pour le scan3D de la cavité depuis la tête du sondage SD1, b : Vue de la principale évolution identifiée (chute de toit) – Ventabren (13) .....	58
Illustration 38 : Bois d'Asson –Suivi des températures Galerie et Fumerolle jusqu'en 2024 – Saint-Maime (04) .....	60
Illustration 39 : Vaucron – Exemple de dépôt de résidus à stabiliser – Vidauban (83) .....	64

Illustration 40 : Coupe géologique au droit de la colline de la Darboussière – Le Thoronet (83) .....	65
Illustration 41 : Coupe schématique des surfaces de glissement – Le Thoronet (83).....	66

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Budget 2024 pour la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.....	15
Tableau 2 : IHS du bassin houiller de Provence (13) - Extrait de l'arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024. ....	20
Tableau 3 : Pluviométrie, consommation électrique et volume d'eau pompée depuis 2021.....	24
Tableau 4 : Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité du bassin houiller de Provence (13) - Extrait de l'arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024. ....	29
Tableau 5 : Liste des travaux 2024 dans le bassin houiller de Provence.....	37
Tableau 6 : IHS du bassin minier de Fontsante (83) - Extrait de l'arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.....	42
Tableau 7 : Bassin minier de Fontsante (83) - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024. ....	47
Tableau 8 : Liste des travaux 2023 dans le bassin minier de Fontsante.....	48
Tableau 9 : Bassin minier des Camoins (13) - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.....	51
Tableau 10 : Liste des travaux 2024 dans le bassin minier des Camoins.....	53
Tableau 11 : Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité du bassin houiller de Védes-La-Fare (13) - Extrait de l'arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.....	56
Tableau 12 : Liste des travaux 2023 dans le bassin houiller de Ventabren (13). ....	59
Tableau 13 : Bassin minier du Dauphin – Bois d'Asson - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024. ....	60
Tableau 14 : Bassin houiller de Manosque - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024. ....	62
Tableau 15 : Liste des travaux 2024 dans le bassin minier du massif des Maures. ....	63
Tableau 16 : Bassin de bauxite du Var (83) – IHS - Extrait de l'Arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.....	66
Tableau 17 : Bassin de bauxite du Var (83) - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.....	67
Tableau 18 : État d'avancement des dossiers de transfert en PACA.....	70

## Liste des annexes

Annexe 1 : Indicateurs de performance - maîtrise des coûts Indicateur « Écart moyen entre les devis et le coût des travaux » .....	77
Annexe 2 : Liste des communes concernées par une surveillance après-mine et/ou travaux de mise en sécurité en région PACA .....	81
Annexe 3 : Localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.163 du Code Minier.....	85
Annexe 4 : Localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 du Code Minier.....	89
Annexe 5 : Localisation des travaux de mise en sécurité d'ouvrages miniers.....	93

## 1. Mission

Les dispositions du Code minier confèrent à l'État un large champ de responsabilités, notamment techniques après la fin de l'exploitation.

Les décrets n° 2006-402 du 4 avril 2006, n° 2016-933 du 7 juillet 2016<sup>1</sup> et n° 2022-977 du 1<sup>er</sup> juillet 2022<sup>2</sup> ont modifié le décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959<sup>3</sup> relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM, désormais codifié aux articles R333-13 à R333-31 du code de la recherche, pour lui permettre d'assurer, pour le compte de l'État, les missions opérationnelles d'Après-Mine. Le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM a été créé spécifiquement pour cette mission. Le DPSM est devenu une Direction au sein du BRGM au 1<sup>er</sup> janvier 2025 (Direction Prévention et Sécurité Minière).

C'est dans ce cadre que depuis le 1<sup>er</sup> mai 2006 le BRGM gère des installations hydrauliques de sécurité et met en œuvre des équipements de prévention et de surveillance d'anciens sites miniers, appartenant à l'État ou ayant été transférés à ce dernier par les anciens exploitants. De plus, le BRGM fait exécuter les ouvrages et travaux de sécurité que l'État lui demande de réaliser en tant que maître d'ouvrage délégué.

Le BRGM assure la gestion des activités opérationnelles après-mine issues de tout opérateur minier et toute substance pour le compte de l'État. Cette mission est régie par voie de convention pour les dépenses « d'intervention » et par décision attributive de subvention pour les dépenses de « fonctionnement » avec le Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT).

Les activités techniques couvrent :

- la gestion d'installations hydrauliques de sécurité et de traitement des eaux mises en place par les exploitants miniers qui n'ont pas été reprises par les collectivités locales, après renonciation à concession, et qui ont été transférées à l'État ;
- la surveillance de zones à risques d'instabilité de surface et d'accumulation de gaz dangereux, ou plus généralement présentant des risques pour les biens et les personnes ;
- la gestion, la remise en état et la surveillance d'installations soumises au code de l'environnement se trouvant sur des sites miniers ;
- la maîtrise d'ouvrage déléguée pour des travaux de mise en sécurité (après sinistre ou non) ou d'implantation ou de démantèlement d'ouvrages de surveillance et de prévention ;
- la suppléance des exploitants miniers défaillants ou disparus, notamment en matière de constitution de dossier technique ;
- l'accompagnement technique consécutif à une procédure d'expropriation ;

<sup>1</sup> Décret n° 2016-933 du 7 juillet 2016 modifiant le décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM.

<sup>2</sup> Décret n° 2022-977 du 1<sup>er</sup> juillet 2022 modifiant le décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM.

<sup>3</sup> Décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM modifié notamment par le décret n° 2006-402 du 4 avril 2006.

- la gestion de l'information (renseignement minier, archives, plans et documentations minières, bases de données et SIG<sup>4</sup> ;
- l'appui technique aux services de l'État tant pour l'instruction des dossiers relatifs aux dégâts miniers que pour des études techniques ;
- la gestion du patrimoine foncier mis en dotation ;
- la gestion des archives techniques intermédiaires minières nécessaires à l'exercice des missions.

Les listes des installations surveillées au titre des trois premiers items ci-dessus sont publiées annuellement par arrêté interministériel<sup>5</sup>.

Les activités de cette mission après-mine sont couvertes par un financement spécifique sur budget de l'État au sein de la mission « *Écologie, développement et mobilité durables* » du MTECT, programme LOLF181 : « *Prévention des risques* ».

Cette mission fait l'objet d'une comptabilité séparée au sein des budgets et des comptes de l'établissement public BRGM.

---

<sup>4</sup> Système d'Information Géographique.

<sup>5</sup> Arrêté du 15 février 2024 modifiant l'arrêté du 5 octobre 2016 fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1<sup>er</sup> du décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du Bureau de recherches géologiques et minières.

## 2. Budget

L'activité du Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM est financée par l'État. Les dépenses, dans le cadre des dispositions de la LOLF, s'inscrivent au sein de la mission « *Écologie, développement et mobilité durables* » du Ministère de la Transition Écologique.

Le programme 181 : « *prévention des risques* » comporte quatre actions. L'action n° 11 : « *Gestion de l'après-mine et travaux de mise en sécurité, indemnisations et expropriations sur les sites* » assure le financement des activités confiées au BRGM/DPSM.

Ces dépenses relèvent des « *dépenses de fonctionnement* » et de deux catégories : « *subventions pour charges de service public* » pour un montant de 24,955 M€ et « *dépenses de fonctionnement autres que celles de personnel* » pour les travaux de mise en sécurité pour un montant de 8,8 M€.

Ces budgets font l'objet en 2024 :

- d'une décision attributive de subvention pour charges de service public n° 2104274931 des 1<sup>er</sup> février et 6 décembre 2024, pour les dépenses de « fonctionnement » de 24,955 M€ ;
- d'une convention financière n° 181 SU 2201463430 relative à la gestion de l'après-mine – missions et travaux prescrits par la DGPR et les DREAL, du 8 avril 2024, convention pluriannuelle dite « *de travaux* » pour les dépenses « *d'intervention* » de 8 M€ ;
- d'une convention financière complémentaire n° 181 SU 2201503157 relative à la gestion de l'après-mine – missions et travaux prescrits par la DGPR et les DREAL, du 18 décembre 2024, convention pluriannuelle dite « *de travaux* » pour les dépenses « *d'intervention* » de 0,8 M€.

En région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, l'État a consacré, en 2024, à l'après-mine, par l'intermédiaire du BRGM/DPSM, un montant de 2 756 k€ dont 503 k€ de charges de sous-traitance pour les travaux de mise en sécurité et de remédiation (Cf. Tableau 1).

Région	Dépenses 2024 (en k€)		
	Dépenses totales <sup>(1)</sup>	dont charges externes opérationnelles	
		Fonctionnement <sup>(2)</sup>	Travaux <sup>(3)</sup>
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	2 756	1 750	503

Tableau 1 : Budget 2024 pour la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

(1) dépenses totales : dépenses comptabilisées dans l'année comprenant les charges opérationnelles de travaux et de fonctionnement de chaque région ainsi que les charges de fonctionnement (personnel et structure) des Unités Territoriales Après Mine proratisées sur chaque région en fonction du nombre de journées de ces Unités Territoriales consacrées à ces régions.

(2) charges opérationnelles externes de surveillance comptabilisées dans l'année dans chaque région (hors charges inter-régions).

(3) charges opérationnelles externes de travaux comptabilisées dans l'année dans chaque région.



### 3. Organisation géographique

L'Unité Territoriale Après-Mine Sud (UTAM Sud) du BRGM/DPSM intervient dans le tiers Sud du territoire national métropolitain, approximativement sous une ligne virtuelle tracée entre Bordeaux et Lyon. De façon plus détaillée, les zones d'intervention se répartissent de la façon suivante d'ouest en est (Cf. la zone bleue sur l'Illustration 1) :

- au sein de la région Nouvelle-Aquitaine, sur l'ex-région Aquitaine ;
- sur l'intégralité de la région Occitanie ;
- au sein de la région Auvergne-Rhône-Alpes, sur l'ex-région Rhône-Alpes ;
- sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur ;
- sur la région Corse.

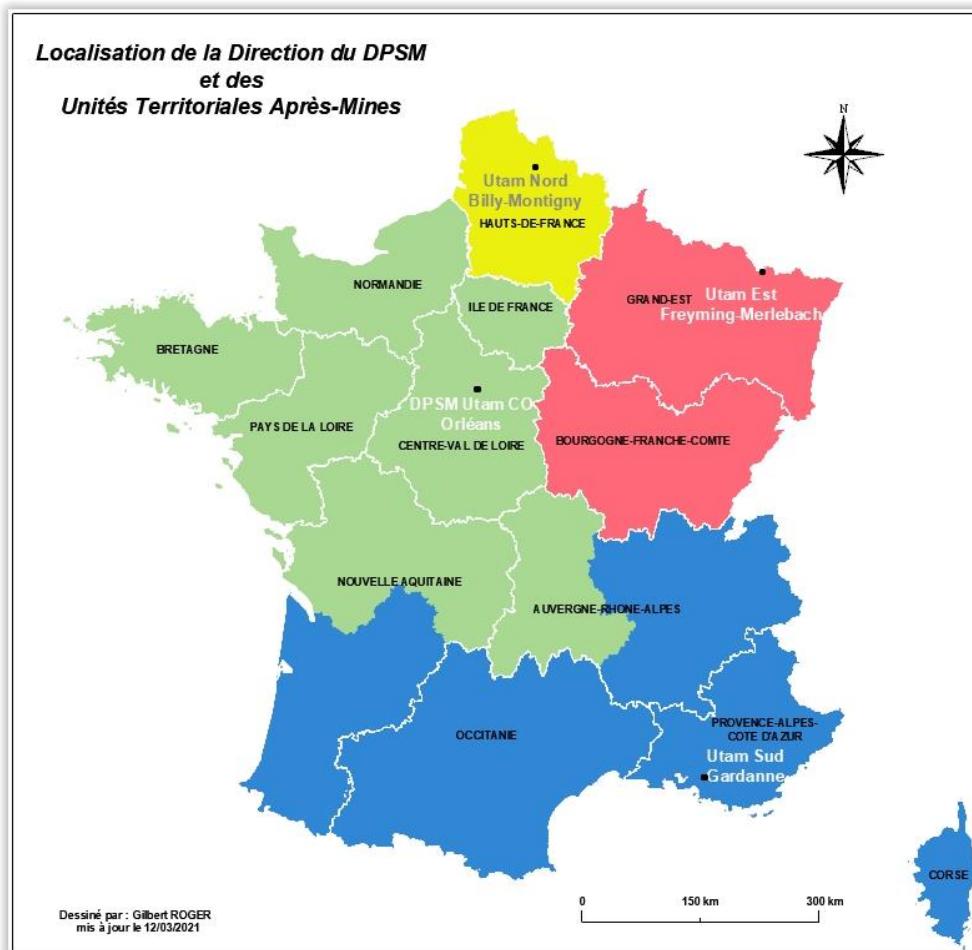


Illustration 1 : Organisation territoriale du BRGM/DPSM.

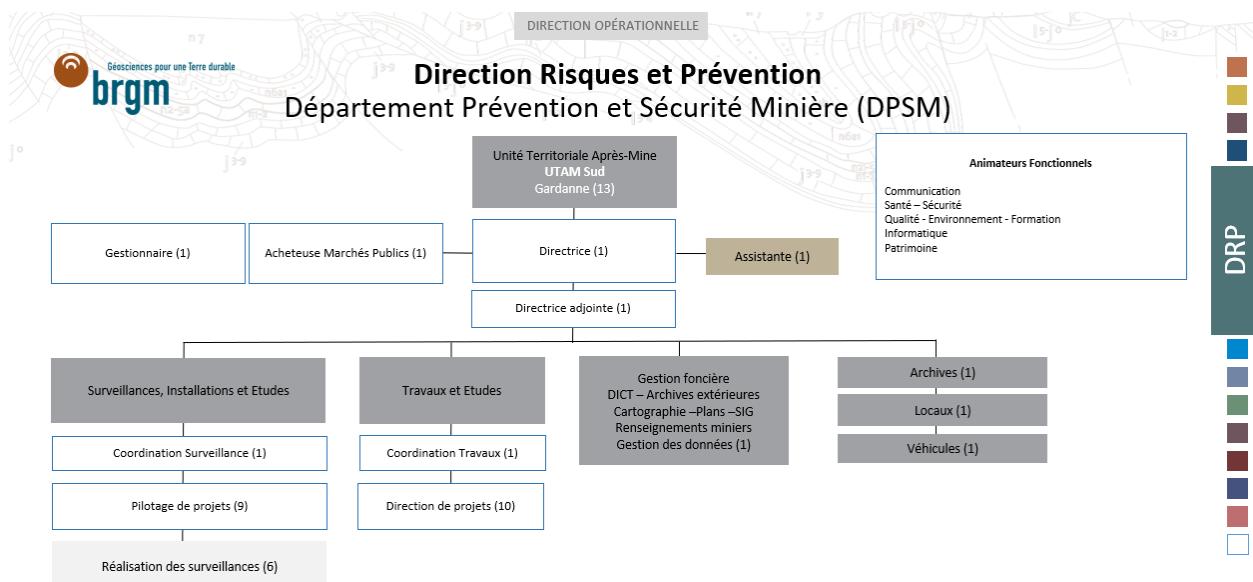
L'UTAM Sud est basée à Gardanne (13) au niveau du carreau de mine du Puits Yvon Morandat, dans des locaux ayant appartenu à l'ancienne compagnie Charbonnages de France, et désormais propriété de la ville de Gardanne (Cf. Illustration 2).



*Illustration 2 : Bâtiment de l'UTAM Sud - Gardanne (13).*

### 3.1. ORGANIGRAMME 2024 DE L'UTAM SUD

Fin 2024, le DPSM/UTAM-Sud était composée de 23 collaborateurs et comprend 11 ingénieurs et 6 techniciens (Cf. Illustration 3).



*Illustration 3 : Organigramme de l'UTAM Sud (décembre 2024).*

## 4. Activités de surveillance et de travaux

### 4.1. PRÉAMBULE

L'arrêté ministériel du 15 février 2024 fixe la liste des installations gérées par le BRGM/DPSM au titre de sa mission après-mine, à savoir :

- les installations hydrauliques de sécurité (IHS) relevant de l'article L.163-11 du code minier ;
- les installations et équipements de surveillance et de prévention des risques miniers relevant des articles L.174-1 à 4 du code minier ;
- les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), relevant du code de l'environnement et gérées par le BRGM/DPSM au titre de sa mission après-mine.

### 4.2. BASSIN HOUILLER DE PROVENCE (13)

#### 4.2.1. Contexte minier

Les premières exploitations artisanales du lignite du bassin de Provence ont débuté timidement vers le XV<sup>e</sup> siècle dans sa partie Est où les veines de charbon sont proches de la surface. Il faudra attendre les années 1830 et la multiplication des machines à vapeur permettant un rabattement efficace de la nappe pour observer une réelle industrialisation de la filière. De 45 000 tonnes en 1856, la production annuelle de charbon passera à 694 000 t en 1913, soit une multiplication par 15 en moins de 60 ans. Le charbon alors extrait industriellement par la technique des chambres et piliers, et remonté en surface par des puits verticaux, alimentera avant tout le tissu industriel provençal demandeur de cette énergie pour faire fonctionner ses ateliers mécanisés de fabrication (savonneries etc.). Des records d'Europe de productivité charbonnière seront plusieurs fois battus dans les mines de Gardanne à partir des années 70, le dernier en date étant de 11,656 tonnes par mineur et par poste de 8 h. À partir des années 60, environ 1,5 millions de tonnes de charbon étaient extraites annuellement par les houillères de Provence grâce à la méthode mécanisée des longues tailles rabattantes. L'extraction cessera définitivement début 2003, rapidement suivie par un arrêt des pompages. Elle sera relayée pendant quelques années par la poursuite du démantèlement et la mise en sécurité des installations minières.

Avec plus de 500 km de galeries et des niveaux exploités jusqu'à plus de 1350 m de profondeur, la mine de Gardanne constitue le premier domaine minier du Sud-Est de la France.

#### 4.2.2. Installations hydrauliques de sécurité (art. L.163-11 du code minier)

##### a) *Liste des ouvrages surveillés*

Les installations hydrauliques de sécurité gérées par le BRGM/DPSM sur le bassin houiller de Provence pour l'année 2024, sont détaillées dans le Tableau 2 :

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Émergences minières	C3	Fuveau	Galerie de Fuveau
		C8	Peypin	Galerie la Doria
		C11	Trets	Galerie Desfarges
		C12	La Bouilladisse	Galerie de Pinchinier
		Hors concession C4-C5	Marseille-Mimet-Simiane	Galerie de la Mer
	Piézomètres	C4	Gardanne	Puits Y
		C5	Mimet	Puits Gérard
	Canalisations	C3	Fuveau-Gréasque	Madame d'André
	Stations de relevage des eaux	C3	Gardanne	des Sauvaires
	Stations de pompage	C4	Mimet	Puits Gérard
	Stations de traitement des eaux	Hors concession C4-C5	Marseille-Mimet-Simiane	Galerie de la Mer complétée par 3 sondages en mer

Tableau 2 : IHS du bassin houiller de Provence (13) - Extrait de l'arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.163-11 est donnée en Annexe 3. Cette liste reste inchangée par rapport à celle de 2023.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections qui suivent. Les perspectives pour l'année 2025 sont exposées au chapitre 6.

### b) **Précipitations en 2024**

La pluviométrie de l'année 2024 a été dans la moyenne de la période 1991-2020 avec un cumul de 600,3 mm pour une valeur normale de 608,8 mm (Cf. Illustration 4). Cette valeur moyenne est principalement liée à la pluviométrie élevée relevée lors des mois de février et mars qui compensent les autres mois globalement déficitaires.

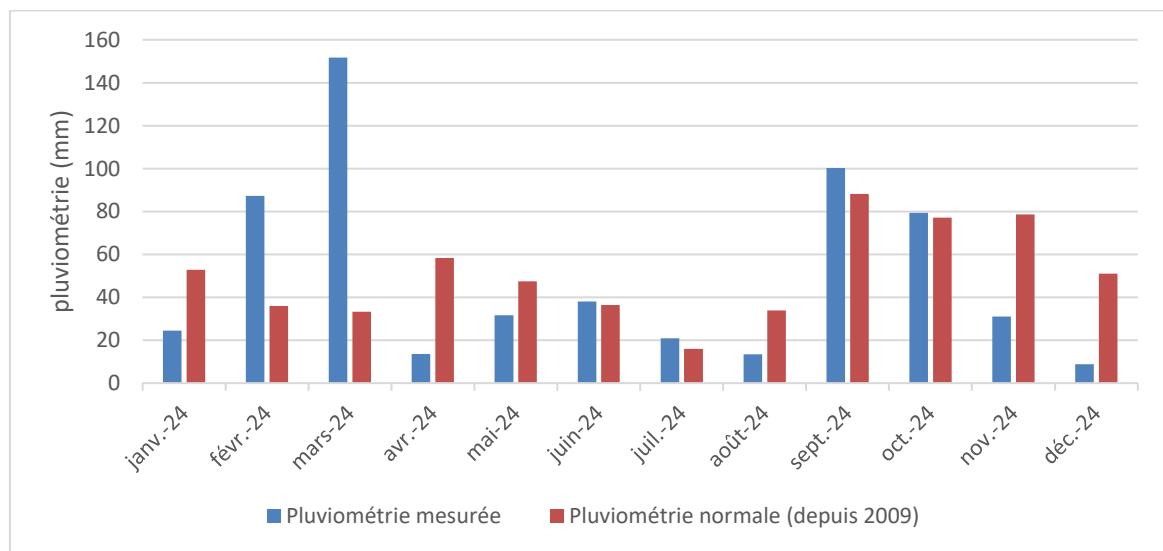


Illustration 4 : Pluies mensuelles à Aix-en-Provence (13) - Écarts 2024 par rapport à la normale (données Météo-France).

**c) Émergences minières**

La surveillance annuelle des émergences minières (hors Galerie de la Mer), réalisée les 12 et 19 décembre 2024, a montré un débit habituel par rapport aux surveillances précédentes sur les émergences Fuveau et Desfarges. Aucun écoulement n'a été observé au droit de l'émergence Pinchinier (ce qui est classique). Concernant l'émergence de La Doria, le comportement observé est conforme à son rôle de drain pluvial : un écoulement important a été observé en mars 2024 à la suite d'un épisode pluvieux important et aucun écoulement n'était observé lors de la surveillance annuelle de décembre.

Un panneau indiquant le risque d'asphyxie et l'interdiction d'accès a été apposé par le BRGM/DPSM en décembre 2024 au niveau de l'émergence de Fuveau.

**d) Station de relevage des eaux**

La station de relevage des eaux dite « des Sauvaires » (Cf. Illustration 5), implantée sur la commune de Gardanne (13), est intégrée au marché d'entretien des équipements de pompage de la Galerie de la Mer. À ce titre, le prestataire en charge du marché passe tous les mois afin d'assurer des essais de fonctionnement.



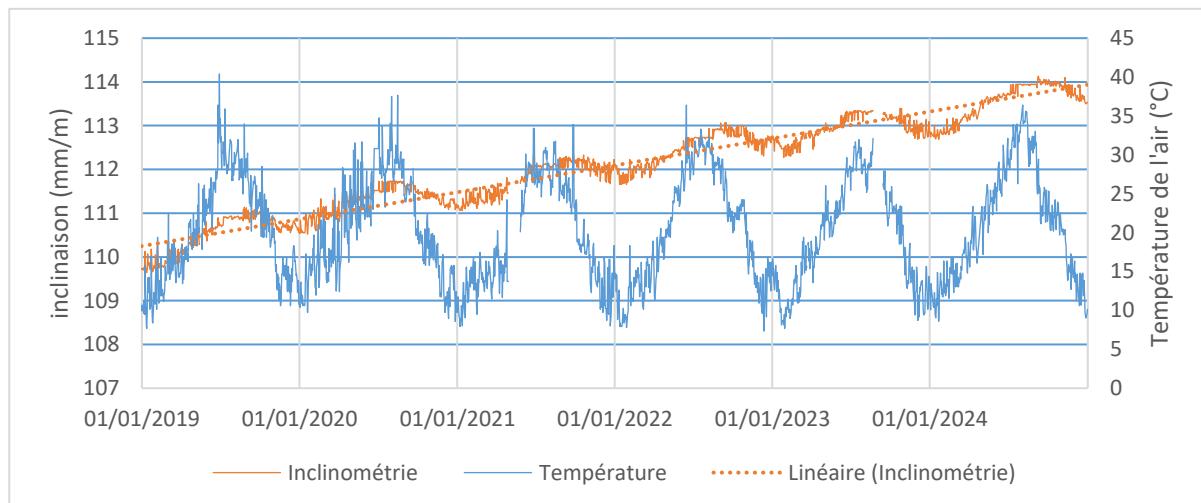
Illustration 5 : Bassin des Sauvaires - Commune de Gardanne (13).

Cette IHS, mise en place par l'ancien exploitant, permet de renvoyer les eaux pluviales du bassin de collecte (situé à l'amont du terril des Sauvaires – Cf. Illustration 5) vers l'aval du terril.

Cet équipement a montré un fonctionnement normal courant 2024, les déclenchements automatiques de la pompe s'étant réduits à quelques brefs épisodes, principalement en début d'année (entre le 9 et le 11/03, puis entre le 31/03 et le 02/04) (Cf. Illustration 6).



Le mouvement de basculement du mur de soutènement (hauteur de 7 m), constaté depuis 2010 environ, et faisant l'objet de mesures automatiques depuis 2018, montre sur la totalité du suivi (2018-2024), une vitesse d'évolution de l'ordre de 5 mm/an (Cf. Illustration 8/ Illustration 7). Cela correspond à environ 3 cm de surplomb additionnel observés en tête de mur. L'évolution est constante et ne présente pas de signe d'accélération.



Une opération de travaux portant sur la réfection du mur a été lancée en 2022. Les détails de l'avancement sont présentés dans le § 4.2.4.d.

#### e) Station de pompage et piézomètres du bassin houiller de Provence

La Galerie de la Mer est un ouvrage souterrain visitable de près de 15 km de longueur partant de l'ancien bassin houiller de Provence, dans le secteur de Gardanne (lieu-dit du « Puits Gérard »), pour rejoindre le Port de commerce de Marseille (Cf. Illustration 8).

Cette galerie sert principalement à l'évacuation des eaux de mine vers la Méditerranée où elles sont dispersées à 30 m de profondeur sans qu'il n'y ait d'impact sur le milieu récepteur. Depuis le 4 août 2010, les eaux de mine sont pompées en tête de galerie au niveau du Puits Gérard, puis refoulées jusqu'à la mer par l'intermédiaire d'une conduite forcée parcourant l'intégralité de l'ouvrage souterrain.



Illustration 8 : Tracé de la Galerie de la Mer (13).

*A priori*, il est prévu de maintenir ce dispositif de pompage encore plusieurs années, le temps que les eaux de mines retrouvent une faible teneur en fer dissous, écartant ainsi tout risque de coloration des eaux du port de commerce de Marseille.

Outre la maintenance des installations hydrauliques, la gestion globale du site intègre la surveillance de la qualité des eaux pompées, le suivi de l'impact en mer du rejet et la gestion des infrastructures souterraines (galerie, tubing), sous-marines (diffuseurs en mer) et de surface (bâtiments).

Sur cette installation, il convient de souligner, pour 2024, les opérations décrites ci-après.

#### ▪ **Exploitation**

Depuis la mise en service de la station de pompage au débit de 600 m<sup>3</sup>/h en 2010, il s'est révélé nécessaire de faire évoluer son potentiel pour l'adapter au débit réel entrant dans le réservoir minier, celui-ci étant supérieur aux premières prévisions issues des études réalisées par l'ancien exploitant minier. Depuis mi-2016, la capacité théorique de pompage du dispositif d'exhaure est de 1200 m<sup>3</sup>/h ce qui permet de développer un débit réel d'exhaure de plus de 1100 m<sup>3</sup>/h au regard de la hauteur d'eau à compenser.

Depuis lors, l'ennoyage des travaux miniers doit être considéré comme stabilisé entre les cotes -25 à -30 m NGF permettant de correctement prévenir toute remontée rapide de nappe du fait d'intempéries exceptionnelles ou en raison de pannes sur une ou plusieurs pompes.

Au cours de l'année 2024, la cote générale de l'aquifère minier mesurée au niveau du Puits Gérard a varié approximativement entre -25,66 m NGF et -30,35 m NGF (Cf. Illustration 9). L'absence d'épisode de précipitations exceptionnelles a permis de parfaitement contrôler le niveau des eaux de mines grâce à l'emploi simultané de 3 pompes sur 4 disponibles. Le suivi de la nappe au niveau du puits Y a révélé une tendance tout à fait similaire.

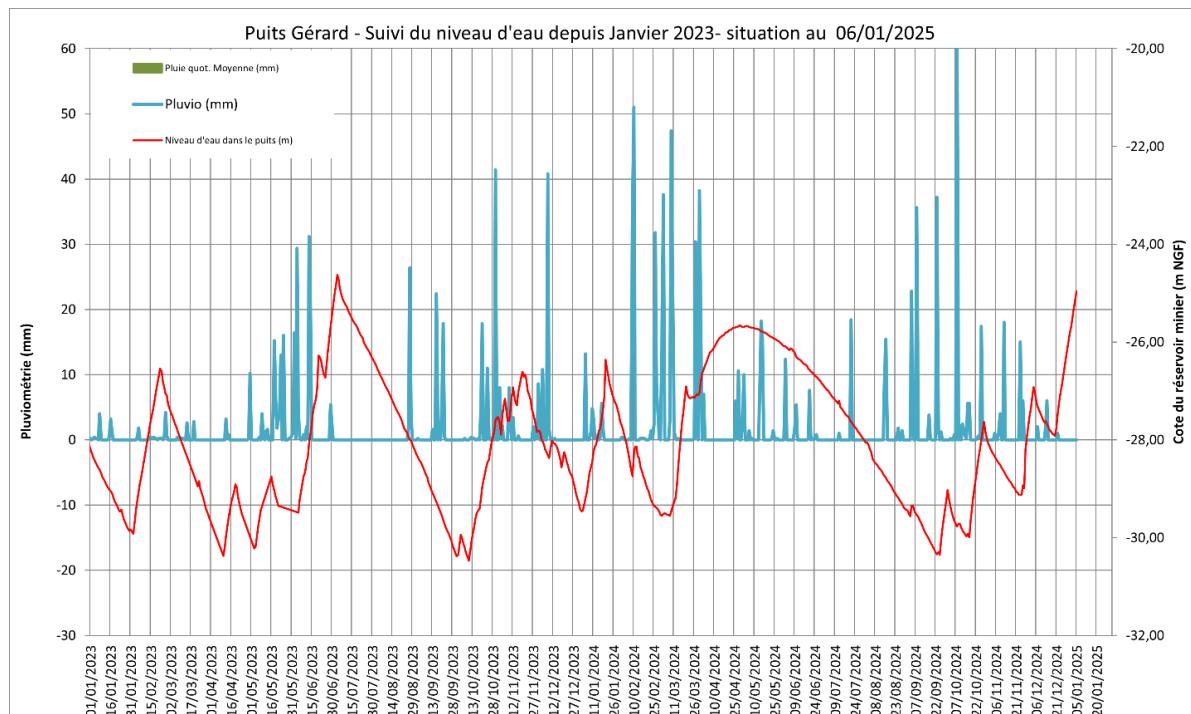


Illustration 9 : Évolution du niveau d'eau dans le Puits Gérard janvier 2023 à fin 2024 (Mimet – 13).

Au cours de l'année 2024, le volume total des eaux pompées au niveau du Puits Gérard a été de 6 339 266 m<sup>3</sup>, ce volume lissé sur l'année donne un débit moyen annuel de l'ordre de 721 m<sup>3</sup>/h. La consommation électrique des installations de la Galerie de la Mer (pompes et équipements liés, ventilateur) a été de 2 806 676 kWh, soit une valeur supérieure à la consommation de 2022 et 2023 et sensiblement équivalente à celle de 2021 qui présentait une pluviométrie analogue (Cf. Tableau 3).

À noter que l'année 2021 montre un volume d'eau pompé inférieur à celui de 2022, pour une consommation électrique supérieure. Cela peut être lié à l'état des pompes, à la hauteur d'eau du réservoir minier, ou encore au temps de marche du ventilateur.

	Pluviométrie (mm)	Consommation Electrique (Kwh)	Volume d'eau pompé (m <sup>3</sup> )	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /h)
2021	604,8	2 754 478	5 200 906	593,71
2022	407,5	2 488 305	5 907 881	674,42
2023	398,7	2 409 469	5 721 488	653,14
2024	600,3	2 806 676	6 339 266	721,77

Tableau 3 : Pluviométrie, consommation électrique et volume d'eau pompée depuis 2021.

#### ▪ ***Interventions***

Les opérations d'entretien des installations liées au pompage ont été réalisées en 2024 sur l'ensemble des équipements hydrauliques de la conduite d'évacuation des eaux minières (ventouses, soupapes) lors des visites mensuelles effectuées par le Prestataire en charge de l'entretien en mer. L'entretien courant des diffuseurs en « becs de canard », les cages de protection et les bouées de surface et de subsurface ont également fait l'objet de contrôles et d'un nettoyage par plongeurs.

À noter qu'au Puits Saint-Joseph, propriété de la métropole Aix-Marseille-Provence, l'ascenseur a présenté un fonctionnement correct avec quelques pannes rapidement prises en compte par le prestataire qui intervient dans le cadre de sa délégation de service public auprès de la métropole Aix Marseille Provence.

Il est rappelé que concernant les moyens de levage et de transport de personnel du Puits Gérard, en raison de la vétusté des câbles et du matériel, le transport à l'aide des treuils a été interdit à partir de juillet 2021. Les travaux de réhabilitation du treuil prévoient initialement une date de mise en service en octobre 2024. Toutefois, en raison de retard dans la conception de l'ouvrage, la réception est prévue courant 2025.

En 2024, les faits marquants sur les installations sont les suivants :

- le remplacement des capteurs de mesure de la qualité de l'air de la centrale de contrôle de gaz de Cap pinède ;
- la réfection du plancher de la recette +18 m NGF du Puits Gérard dont certaines parties structurelles présentaient des pertes d'épaisseur nécessitant leur remplacement ;
- la modification du dispositif de collecte des eaux d'infiltration s'écoulant depuis le plafond de la recette fond afin de protéger des équipements de pompages et les infrastructures de la recette fond,

#### ▪ ***Surveillance - Autres actions***

Les opérations ci-après ont été réalisées en 2024 :

- le suivi de l'impact du rejet en mer des eaux minières sur le milieu récepteur n'a pas mis en évidence de dégradation (derrière la grande digue du port de Marseille par -30 m de fond) tant au niveau hydrologique, que sédimentologique et biologique. Au vu de l'absence d'impact relevé sur le milieu récepteur depuis le démarrage des campagnes de suivi en 2010, le BRGM/DPSM présentera une note proposant de réduire la fréquence de réalisation des campagnes de rejet en mer qui sera transmise à la DREAL durant le premier semestre 2025 ;
- le suivi de la qualité des eaux de mine n'a également pas montré d'anomalie par rapport aux années antérieures. Néanmoins, depuis mi-2016 (fin des travaux de remplacement des quatre pompes dans le Puits Gérard), une tendance à la baisse progressive de la teneur en fer dans les eaux minières est observée (Cf. Illustration 10). Ainsi, en 2024, la concentration moyenne en fer issue des analyses était de l'ordre de 31,4 mg/L soit un niveau inférieur aux années précédentes (moyenne 2023 : 32,9 mg/l, moyenne 2022 : 35,8 mg/l ;

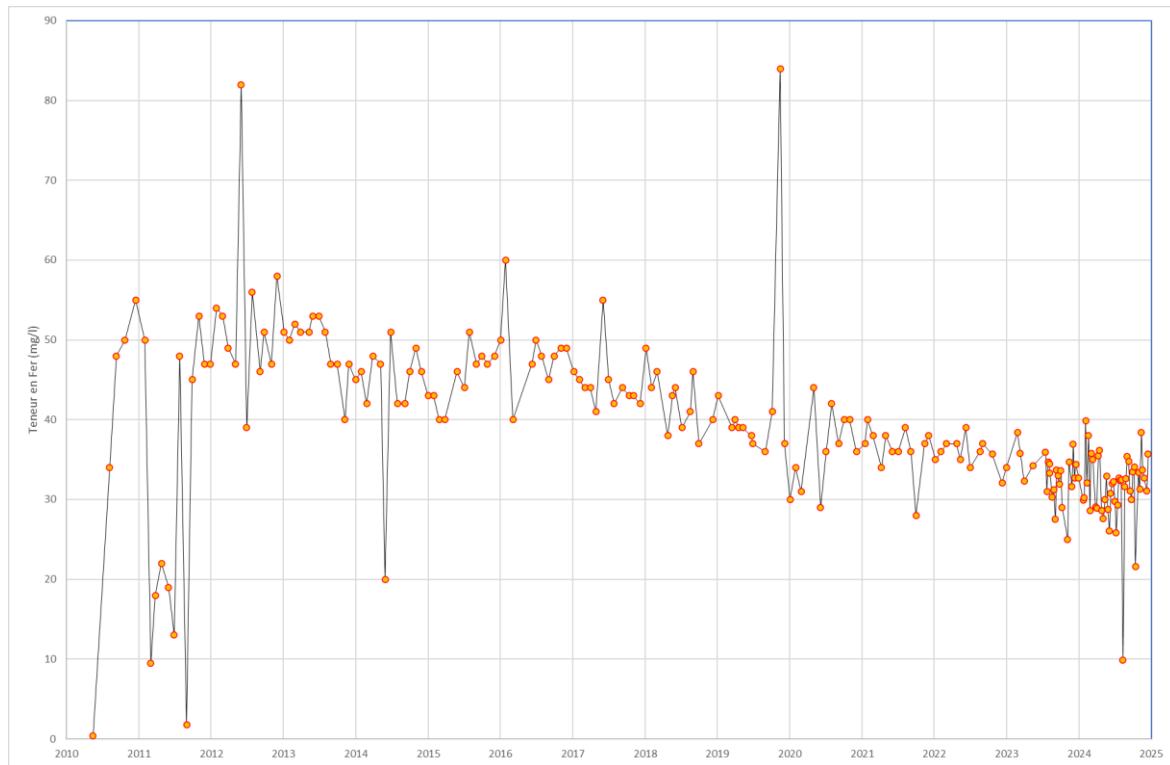


Illustration 10 : Galerie de la mer (13) - Évolution mensuelle de la teneur en fer dans les eaux de mine de 2010 à 2024.

- la surveillance visuelle de l'ouvrage souterrain (parements et radier) et des installations annexes (Puits Gérard, Puits de la Mure, Puits Saint-Joseph et Cap Pinède) ne montre pas de nouvelles évolutions. Néanmoins, sur plusieurs portions de la galerie, les grillages en voûtes sont quasiment saturés de pierres et nécessitent une purge. Sur un tronçon de près de 400 m, des chutes de blocs (centimétriques à décimétriques) sont régulièrement relevées. Également, l'état du radier montre des signes d'usure particulièrement marqués, avec de nombreuses ouvertures dans les éléments de dalle en béton sur près de 2 km de long. Afin de pouvoir maintenir l'usage de la galerie à long terme, un diagnostic géotechnique des tronçons concernés par ces désordres sera lancé en 2025. Ce diagnostic permettra de planifier des travaux d'entretien qui seront à réaliser dans la galerie dans les années à venir ;
- la vitesse de formation des concrétions de calcite formées à l'intérieur du tubing du Puits est actuellement assez faible. Depuis la dernière opération de nettoyage de ces concrétions réalisées en 2020, un suivi de l'état du tubing est réalisé ponctuellement lors des descentes dans l'ouvrage. Aucune intervention de nettoyage n'a été nécessaire en 2024 ;
- des opérations de débroussaillage et de nettoyage ont été menées sur les installations surveillées de surface. Le pourtour du bâtiment du Puits Gérard a été débroussaillé dans le cadre des obligations légales pour la prévention des incendies de forêts ;
- la flottille de véhicules électriques mis à disposition dans la galerie de la mer est toujours fonctionnelle. En 2024, deux nouveaux véhicules électriques (SWINGO-GOSPEED©) ont été acheminés entre le Puits Saint-Joseph et le Puits Gérard. Un véhicule permettant le transport de blessé en position couchée a été commandé et sera mis à disposition des services de secours dans la galerie de la mer en 2025.

## f) Canalisations

En octobre 2024, une opération de curage a été effectuée pour retirer les obstacles au bon écoulement des eaux sous le terril de Mme d'André. Cette opération a porté sur (de l'aval vers l'amont) :

- la buse (environ 8 ml) sous la route entre les portails des 9bis, 9, 10 et 12 du chemin du Jas (Gréasque) ;
- le fossé (environ 80 ml) en propriété privée recueillant les eaux à l'aval du site ;
- l'ouvrage (environ 22 ml) situé sous l'ancienne voie ferrée en sortie de bassin ;
- le bassin de décantation situé en aval du terril ;
- la partie busée située en amont de ce bassin de décantation : 42 mètres (sur 115) ont pu être curés avant de rencontrer un bouchon de calcite (Cf. Illustration 11) trop induré pour les puissants moyens d'hydrocurage (500 bars de pression d'eau) qui avaient pourtant fonctionné lors du précédent curage réalisé en 2017.



Illustration 11 : Extrait de l'inspection caméra de la canalisation – vue sur le bouchon de calcite partiellement percé sur sa partie gauche.

Au final, ce sont 35 Tonnes de calcite égouttée qui ont été évacuées. Le retour d'expérience de ce blocage montre que cette opération nécessite une fréquence plus élevée.

Début 2025, le BRGM/DPSM étudiera les options à même de finaliser ce chantier (robot de fraisage, intervention de spéléologue équipé d'un burineur etc.), la difficulté résidant dans l'impossibilité d'intervenir depuis l'amont.

Lors de la visite semestrielle en décembre 2024, le BRGM/DPSM a constaté la bonne évacuation des matériaux accumulés dans la galerie et la partie aval de cette canalisation. En quelques semaines, environ une dizaine de centimètres de boues s'était déjà accumulés dans le bassin aval. La galerie en elle-même ne montre pas de signes d'instabilité (Cf. Illustration 12).



*Illustration 12 : Visite de la galerie d'Audibert vue depuis l'aval – vue sur la sortie de la canalisation curée jusqu'à 42 m – terril de Mme d'André – Fuveau (13) (19/12/2024).*

Une étude de faisabilité de mise en sécurité de cette canalisation a été lancée (Cf. § 4.2.4.b).

#### **4.2.3. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (Art. L.174-1 à 4 du code minier)**

##### **a) Liste des ouvrages surveillés**

La liste des installations et équipements de surveillance et de prévention des risques miniers gérés par le BRGM/DPSM sur le bassin houiller de Provence pour l'année 2024 est décrite dans le Tableau 4.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 4.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après. Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont données au chapitre 6.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Exutoires de gaz de mine	C3	Gréasque	Puits Béthune
				Puits Prosper
		C4	Gardanne	Forage Gardanne
		C6	Mimet	Forage Mimet 3
		C8	Peypin	Forage Champisse
				Forage Lecas
		C14	Fuveau	Forage Fuveau 2
				Puits L'Huillier
	Réseaux de nivellation	C4-C2-C3-C6-C8-C9-C10-C14-EG	Aix-en-Provence - Allauch-Belcodène - Bouc Bel Air-Cadolive – Fuveau - Gardanne-Gréasque – La Bouilladisse - Mimet – Peypin –Simiane - Saint-Savournin	Provence
	Zones surveillées par microseismique	C4	Gardanne-Mimet	Biver
		C8	Cadolive-Saint-Savournin	Cadolive
		C9	Cadolive-Peypin	Peypin
		C10	Saint-Savournin	Saint-Savournin
		C10	Gréasque	Station du stade
		C10	Gréasque	Station du Vallat
		C14	Fuveau	Fuveau
Dépôt de minerai ou de résidus	C3	Fuveau	Madame d'André	
		Gardanne	des Sauvaires	
	C2	Meyreuil	Terril du Grappon	
	C2	Meyreuil	Le Défens	

Tableau 4 : Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité du bassin houiller de Provence (13) - Extrait de l'arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.

### b) Exutoires de gaz

La surveillance des exutoires gaz des Bouches-du-Rhône est faite à fréquence semestrielle.

La plupart des ouvrages suivis montre une tendance à la stabilisation. Certains montrent encore des phénomènes de variations saisonnières, tels que Béthune, Prosper et l'Huillier. Ces phénomènes tendent toutefois à la stabilisation, voire à la décroissance. Les ouvrages sont tous en équilibre avec la pression atmosphérique extérieure.

Depuis décembre 2011, les mesures gaz réalisées sur les ouvrages n'ont pas détecté de CH<sub>4</sub> dans les événements surveillés.

Des tests de fermeture des vannes achevés en 2020 ont confirmé l'absence d'alimentation en gaz de mine des exutoires du bassin houiller de Provence. Sur la base de ce résultat, l'abandon de la surveillance de ces ouvrages est désormais programmé, dès que les travaux de fermeture définitive des événements auront été réalisés. Les ouvrages sont maintenus en position fermée depuis 2020, sans pour autant montrer d'accumulation de gaz de mine.

Les ouvrages présentant des niveaux d'eau observables n'ont pas montré de différence significative en comparaison des années précédentes.

L'entretien des ouvrages est assuré et la plupart d'entre eux ne nécessite pas de débroussaillage.

**c) Réseaux de nivellation**

Suite à la révision en 2015 par GEODERIS des cartes d'aléa affaissement dans le bassin houiller de Provence, et suivant les recommandations de GEODERIS pour la poursuite de la surveillance du risque affaissement, deux secteurs caractérisés par un risque « affaissement souple » de niveau moyen ont été équipés début 2021 de repères de nivellation (secteurs de La Bouilladisse et de Peypin (Valdonne)). Une campagne de levé de nivellation sur ces deux secteurs est réalisée tous les deux ans par un géomètre topographe. La mesure de 2021 constitue l'état 0 « référence » ; la mesure réalisée en 2023 n'a montré aucun mouvement significatif. La prochaine mesure sera réalisée en 2025.

Le réseau de nivellation « historique » couvrant l'essentiel du bassin minier, et qui était relevé tous les 2 ans jusqu'en 2013, n'est plus exploité, au profit d'une méthode alternative, l'interférométrie radar satellitaire (InSAR). Les données InSAR sont exploitées à la demande, ce qui n'a pas été le cas en 2024.

**d) Zones surveillées par microsismique**

L'expérience acquise par l'industrie minière a mis en évidence que les secteurs exploités par la méthode dite « en chambres et piliers » pouvaient parfois se révéler instables mécaniquement, notamment en présence d'eau avec fluctuations de la nappe minière. En effet, avec le temps, les piliers laissés en place par les exploitants se dégradent, et la présence d'eau a tendance à accélérer ce processus, ce qui peut parfois se traduire par une rupture brutale d'un ou de plusieurs piliers. Dans ce cas, un effondrement plus ou moins important du toit de la mine est possible, pouvant dans de rares cas se répercuter jusqu'en surface.

Afin de pouvoir identifier un éventuel risque de rupture de piliers avec des effets en surface (affaissements dit « cassants ») le plus tôt possible, et ainsi protéger au mieux les populations, l'État a répertorié les zones à enjeux les plus exposées aux risques d'effondrements souterrains dans le bassin houiller de Provence. Ces zones (5) font depuis 2008 l'objet d'une surveillance microsismique afin de détecter les ruptures profondes (Cf. Illustration 13).

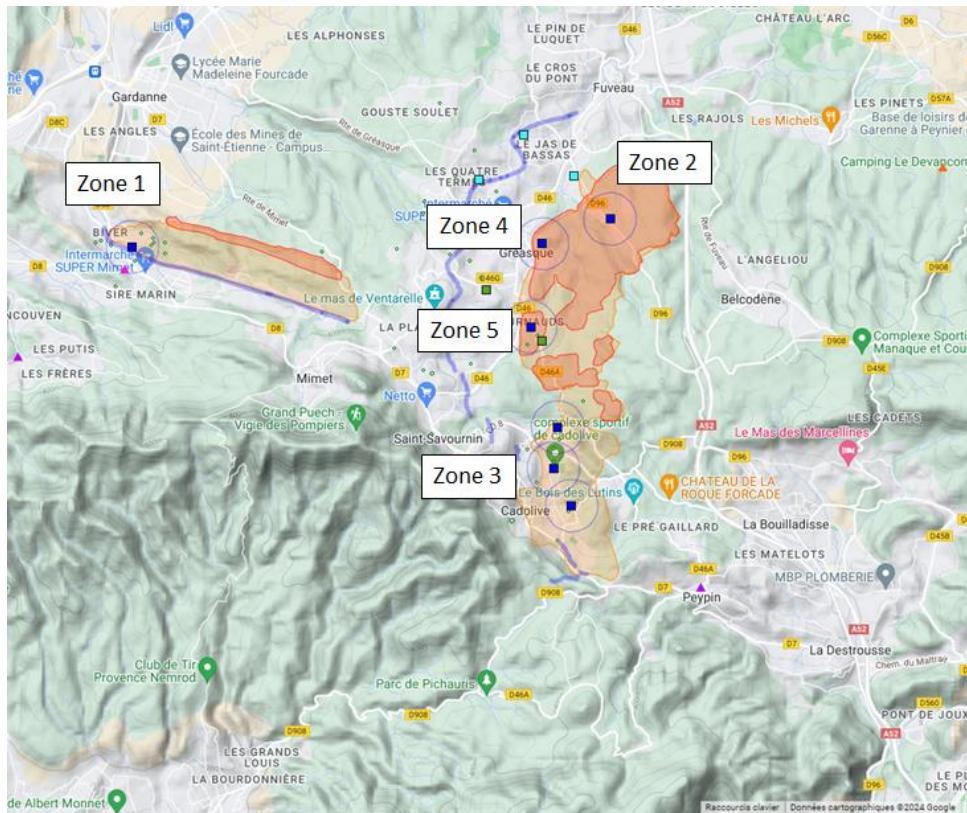


Illustration 13 : Zones surveillées par dispositif microsismique dans le bassin houiller de Provence (13).

La révision en 2015 par GEODERIS des cartes d'aléa affaissement dans le bassin houiller a abouti à la suppression de l'aléa « affaissement cassant » (rupture brutale par cisaillement du toit des travaux souterrains le long de ses appuis, pouvant se répercuter en surface sous la forme de crevasses en bordure de la cuvette d'affaissement, nécessitant une surveillance des signes précurseurs par microsismique) sur le secteur de Saint-Savournin, Cadolive et Peypin correspondant à la zone 3 de surveillance microsismique. Cet aléa a cependant été confirmé sur le secteur de Gréasque, jusqu'alors insuffisamment couvert par le dispositif de surveillance microsismique. Suivant les recommandations de GEODERIS pour la poursuite de la surveillance du risque affaissement, deux nouvelles stations de surveillance microsismique ont été installées sur la commune de Gréasque à l'automne 2022 et sont intégrées à la surveillance depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023 (constituant les zones 4 et 5). À l'inverse, la zone 3 ne fait plus partie depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024 des zones de surveillance, mais les stations de Saint-Savournin, Cadolive et Peypin sont maintenues comme réseau « d'observation ». Les événements enregistrés dans le périmètre historique de surveillance de ces stations (anciennement zone 3) sont désormais considérés « hors zone » de surveillance.

En 2024, le BRGM/DPSM, assisté de l'INERIS, a géré ainsi à la demande de l'État, un réseau permanent de 4 antennes microsismiques permanentes réparties sur les communes de Gardanne, Fuveau et Gréasque. De façon simplifiée, ces antennes sont constituées de plusieurs capteurs de vibration très sensibles positionnés en profondeur dans des sondages dédiés.

Le bilan de la surveillance pour l'année 2024 est le suivant :

- 217 événements microsismiques ont été enregistrés au total (contre 221 en 2023) ;
- 33 événements sont localisés dans les zones de surveillance (contre 78 en 2023) : ce plus faible nombre d'événements par rapport aux années précédentes est à mettre en relation avec

la sortie de la zone 3 des zones de surveillance ; les événements enregistrés en zone 3 sont désormais considérés hors zone, d'où le plus grand nombre d'événements hors zone en 2024 (184, contre 143 en 2023) ;

- 1 seul évènement dépassant le critère de vigilance, en zone 2, dont aucun ne dépasse le critère d'alerte. Aucun désordre en surface n'a été constaté.

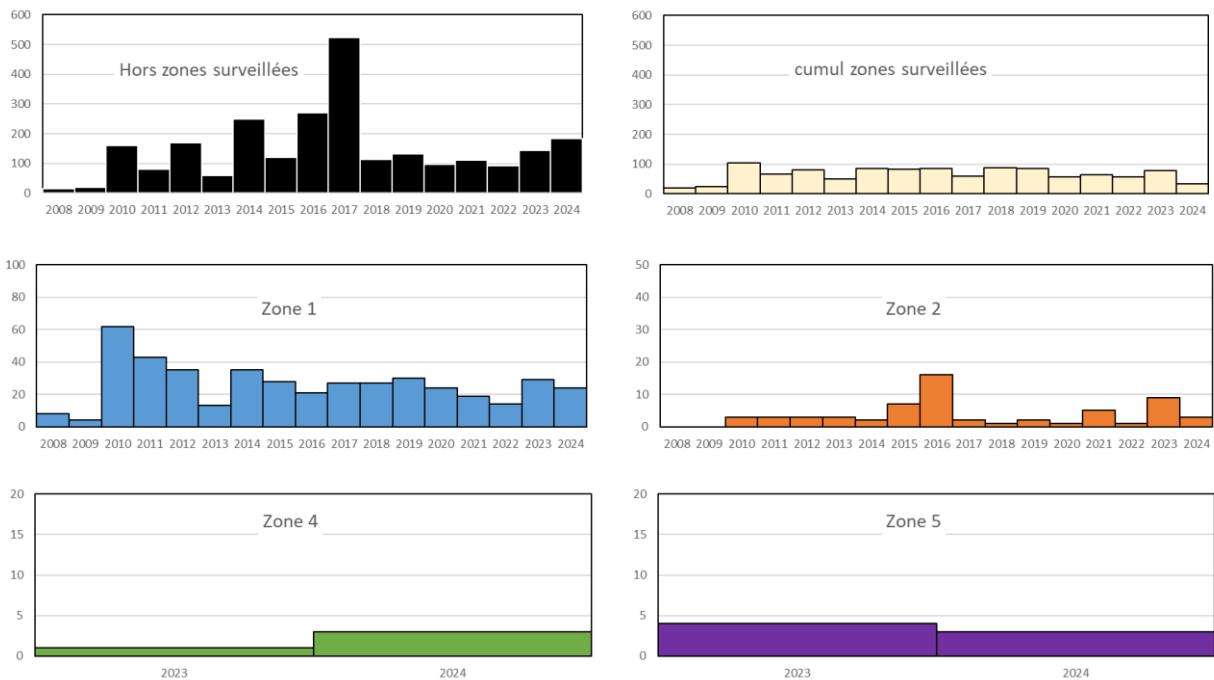
La sismicité générale en 2024 est équivalente à celle de 2023, en prenant en compte le fait que la zone 3 ne fait plus partie des zones surveillées en 2024, les événements qui y sont détectés étant dorénavant considérés comme hors zone (Cf. Illustration 14). L'activité a baissé en zone surveillée 1 (Gardanne, 24 événements, contre 29 en 2023) et 2 (Fuveau, 3 événements, contre 9 en 2023). Les nouvelles zones instrumentées (zones 4 et 5 à Gréasque) montrent une faible activité, constante (3 événements pour chacune des zones en 2024, contre respectivement 1 et 4 événements sur 2023). L'activité hors zone surveillée est mathématiquement supérieure du fait de l'intégration des événements enregistrés dans la zone 3.

L'année 2024 hors zones de surveillance a toutefois été marquée par 11 événements "forts" (qualification de l'INERIS pour des événements de magnitude (locale)  $> 1,8$ ), dont 7 entre le 1<sup>er</sup> et le 11 mai. Certains de ces événements, principalement localisés dans l'essaim historique de Fuveau-Gréasque, ont été ressentis par la population. Ces événements, situés hors zones à risque mouvement de terrain, n'ont donné lieu à aucun désordre en surface.

L'activité générale reste très nettement inférieure à celle des années 2016-2017, grâce à la maîtrise du niveau de la nappe minière pendant toute l'année 2024 (Cf. § 4.2.2.e.).

Conformément aux constats réalisés depuis plusieurs années, ce sont avant tout les secteurs situés en dehors du périmètre surveillé par l'instrumentation positionnée en forage qui se révèlent les plus actifs (184 événements contre 33 en zones surveillées, pour rappel la zone 3 n'est plus une zone surveillée).

La sismicité semble toujours (notamment la petite "crise" de mai 2024) en relation avec l'existence probable d'une zone de failles actives naturelles de direction nord-ouest/sud-est située sous les anciens vides miniers. Les événements enregistrés ne résultent donc a priori pas de ruptures éventuelles de piliers dans la mine, ni d'effondrement souterrain de grande dimension.



*Illustration 14 : Évolution interannuelle 2008-2024 de l'activité microsismique dans le bassin houiller de Provence (13).*

*Zone 1 = secteur de Gardanne, Zone 2 = secteur de Fuveau,  
Zones 4 et 5 = secteur de Gréasque.*

## e) Amas de minerai ou de résidus

### ▪ Contrôles thermographiques périodiques

Seuls les terrils de charbon des Sauvaires (commune de Gardanne), de Madame d'André (Fuveau et Gréasque) et du Défens (Meyreuil) font l'objet d'une surveillance thermographique.

La fréquence d'acquisition générale est biennale. La dernière campagne de surveillance exhaustive s'étant déroulée début 2023, les conclusions de la campagne de début 2025 seront présentées dans le Compte rendu Annuel Régional d'Activité 2025.

Dans l'intervalle, des contrôles thermographiques au sol sont maintenus sur les zones en échauffement qui sont déjà caractérisées. Les principaux résultats du suivi effectué depuis 2023 sont les suivants :

- la réactivation d'une ancienne zone en échauffement a été mise en évidence sur le terril « des Sauvaires ». Il est suspecté que l'aménagement et la pratique non autorisée de motocross soit au moins partiellement responsable de cette réactivation ;
- le terril « Le Défens » montre des phénomènes d'échauffement légers sur différentes zones.

La surveillance se poursuivra selon les modalités suivantes :

- le maintien de la surveillance thermographique du terril « Le Défens » à une fréquence biennale et la vérification trimestrielle des indices d'échauffement ;
- le maintien de la surveillance thermographique du terril « des Sauvaires » à une fréquence biennale et vérification annuelle des indices d'échauffement ;

- le maintien à une fréquence biennale de la surveillance du terril « Mme d'André » ;
- le maintien des inspections visuelles à fréquence semestrielle sur ces trois terrils.

▪ ***Observations lors des visites semestrielles des terrils***

Deux visites semestrielles ont été réalisées en 2024 (avril et novembre) pour inspecter les quatre anciens terrils (des Sauvaires, Madame d'André, Défens, et Grapon) afin de contrôler l'évolution des sites et l'état des réseaux hydrauliques.

**Concernant le terril des Sauvaires**, la mairie de Gardanne poursuit ses interventions pour maintenir en état de fonctionnement le réseau hydraulique de surface selon les recommandations du BRGM/DPSM. Suite à l'éboulement début 2023 de matériaux en provenance de la parcelle voisine du bassin de gestion des eaux amont, l'entreprise exploitant l'activité de criblage voisine a consolidé sa plateforme et remis en état la clôture en 2024. Toutefois, ces travaux ont induit une élévation du niveau du sol rendant l'accès véhiculé au bassin impossible (rampe d'accès trop pentue et instable, malgré les compactages réalisés courant 2024) (Cf. Illustration 15). L'accès au bassin est nécessaire en cas de remplacement du système de pompage. Une solution alternative sera étudiée en 2025 avec l'exploitant de la station de pompage.



Illustration 15 : Rampe d'accès au bassin avant (photo du haut, 23/03/2023) et après (13/03/2024) travaux à l'amiable – terril des Sauvaires (Gardanne – 13).

Une opération travaux portant sur la réfection du mur de soutènement du terril des Sauvaires a été lancée en 2022. Les détails de l'avancement sont présentés dans le § 4.2.4.d.

Le déshuileur sur le flanc Nord du terril des Sauvaires a été vidangé en novembre 2024.

**Sur le terril du Défens (Meyreuil),** la ravine d'environ 70 m de long provenant de la bordure Est du parc photovoltaïque a fait l'objet de travaux par l'exploitant Urbasolar. Un collecteur d'eau et une descente d'eau bétonnée sur tout le linéaire ont été créés, toutefois des travaux complémentaires devront être réalisés afin de gérer l'érosion des terrains bordant ce caniveau (Cf. Illustration 16). Les échanges avec Urbasolar se poursuivront début 2025 pour finaliser ce chantier.



*Illustration 16 : Vue drone des travaux réalisés (photo de gauche) et marques d'érosion longeant le nouveau caniveau provenant du parc photovoltaïque sur le terril du Défens – Commune de Meyreuil (13) – 12/12/2024.*

La zone historique de dégazement de H<sub>2</sub>S sur le Défens a été clôturée (Cf. Illustration 17) en novembre-décembre 2024 par un prestataire du BRGM/DPSM à la demande de la DREAL.



*Illustration 17 : Vue drone de la zone historique d'émanation de sulfure d'hydrogène clôturée (photo de gauche) et panneau d'information (photo de droite) sur le terril du Défens – commune de Meyreuil (13) – 12/12/2024.*

Une seconde zone d'émission de sulfure d'hydrogène a été localisée en octobre 2024. Cette zone H<sub>2</sub>S n° 2 est de taille plus réduite mais à proximité immédiate de la piste d'accès au sommet du terril. Le BRGM/DPSM y fera poser une clôture au premier semestre 2025 pour limiter les risques d'exposition des promeneurs.

La mairie de Meyreuil poursuit ses interventions régulières pour entretenir le site : le caniveau principal longeant la piste d'accès a fait l'objet à l'automne 2024 de plusieurs réparations dans les zones les plus endommagées.

**Concernant le terril de Madame d'André (communes de Gréasque et Fuveau),** un curage partiel de la canalisation permettant le transit du ruisseau de l'amont vers l'aval a été réalisé à l'automne 2024 (pour plus de détails, Cf. § 4.2.2. f). Une intervention de débroussaillage a été menée en amont du terril par la mairie de Fuveau ou celle de Gréasque afin de réduire le risque de formation d'embâcles dans le lit du ruisseau d'Audibert. Le reste du terril n'appelle pas de remarques particulières.

**Concernant le terril du Grapon (commune de Meyreuil, propriété de l'Etat),** la piste d'accès endommagée a été entièrement reprise (Cf. Illustration 18) à l'aide d'un liant hydraulique routier et par la mise en place de revers d'eau. Une surveillance plus fréquente des caniveaux a été mise en place afin de retirer les bouchons d'épines et de sédiments pouvant se former au niveau des dégrilleurs, et ainsi prévenir les débordements d'eau et donc l'érosion sur la piste.



Illustration 18 : Piste d'accès avant (photo de gauche, 03/04/2024) et après (photo de droite, 22/10/2024) travaux sur le terril du Grapon – commune de Meyreuil (13).

Sur la banquette et le talus situés en contrebas du caniveau n° 4 délestés, remodelés et drainés début 2023, le phénomène de fissuration en crête a repris et se poursuit lentement (Cf. Illustration 19). Une consultation pour suivi topographique et diagnostic géotechnique de la zone sera lancée en 2025. Des fissures plus anciennes, de dimensions 10 m x 0, 30 m environ, ont également été répertoriées grâce à l'utilisation d'un drone lors de la visite semestrielle de novembre 2024.



*Illustration 19 : Fissures métriques sur la zone remodelée en 2023 sous le caniveau 4 (photo de gauche) et plurimétriques au-dessus du caniveau 5 (photo aérienne, côté droit) sur le talus du terril du Grapon – Commune de Meyreuil (13) – 21/11/2024.*

#### 4.2.4. Maîtrise d'ouvrage déléguée (MOD) de travaux de mise en sécurité

##### a) Liste des travaux

En 2024, dans le bassin houiller de Provence, 4 opérations étaient en cours (Cf. Tableau 5).

Bassin minier	Avancement	Nature des travaux	Concession	Commune	Nom de l'installation et de la zone surveillée
Sud	En cours	Forage profond	Provence C3 - C10 - C14	Mimet	Forage entre la surface et la recette fond au niveau du Puits Gérard
	En cours	Étude de faisabilité	Provence C3 - C10 - C14	Fuveau - Gréasque	Canalisation sous le terril de Madame d'André
	En cours	Étude du soutènement du terril des Sauvaires	Provence C3	Gardanne	Station de relevage des eaux
	En cours	Travaux de remise en état d'un treuil au Puits Gérard	Provence C5	Mimet	Station de pompage

*Tableau 5 : Liste des travaux 2024 dans le bassin houiller de Provence.*

La localisation des travaux de mise en sécurité est donnée en Annexe 5.

Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

**b) *Mimet (13) – Réalisation d'un forage entre la surface et la recette fond du Puits Gérard***

Les quatre pompes d'exhaure des eaux minières situées dans le Puits Gérard sont alimentées depuis la surface par des câbles électriques implantés dans des fourreaux positionnés dans l'annulaire bétonné entre le tubing et le parement de l'ancien puits. Or, une concrétion naturelle de calcite s'est développée dans ces fourreaux, provoquant un échauffement des câbles de puissance dont la ventilation naturelle n'est plus assurée. Cette anomalie perdure en dépit de diverses tentatives pour désobstruer ces fourreaux (mécaniquement ou chimiquement), ce qui induit un risque de défaut électrique pour l'alimentation électrique de la station de pompage.

Il est donc envisagé de réaliser un forage de 270 m de profondeur entre les deux recettes (surface et fond) du Puits Gérard afin de pouvoir y passer de nouveaux câbles électriques et sécuriser à long terme les opérations de pompages.

Fin 2024, une nouvelle maîtrise d'œuvre a été lancée. Elle doit permettre de concevoir dans le détail l'opération et suivre le chantier. Le projet se révèle plus complexe que prévu et mobilise de nombreux aspects techniques et besoins en compétences (dimensionnement électrique, techniques de forage pour garantir la trajectoire, anticipation des aléas). Des premières propositions de solutions techniques chiffrées sont attendues pour 2025.

**c) *Fuveau/Gréasque (13) – Étude de faisabilité de la sécurisation de la canalisation passant sous le terril Madame d'André***

La canalisation passant sous le terril Madame d'André montre depuis des années des arrivées d'eau chargée en chaux éteinte. Une inspection par moyens spéléologiques réalisée en 2017 a permis de mettre en évidence que toute la section centrale non busée était parcourue par un vaste réseau de fissures traversant le parement maçonner. Ces anomalies favorisent le drainage du terril mais également les arrivées de chaux en quantité provenant de la poudre de carbonate de calcium qui était ajoutée en centrale thermique au charbon avant brûlage pour abattre les émanations de soufre dans les fumées de cheminées. Cette chaux, se retrouvant dans les cendres, est contenue dans les terrils et est à l'origine des dépôts blanchâtres résurgents par la canalisation Madame d'André.

Suite à ce diagnostic, et même si la tenue de la canalisation ne semblait pas menacée, il a été proposé de lancer une étude de faisabilité en vue de concevoir un dispositif d'étanchéification et de sécurisation de l'ouvrage. Cette étude a été finalisée en juillet 2022.

Au regard des enjeux identifiés au démarrage de l'étude, liés notamment à la sécurité des travailleurs, il a été proposé d'examiner des solutions supplémentaires. De fait, à l'issue de cette première phase d'orientation, quatre scenarii ont été définis :

- réaliser des travaux de confortement par l'intérieur ;
- gestion par la surface avec mise en œuvre d'une station de relevage en amont du terril et rejet dans le fossé en aval du dépôt ;
- réalisation d'une galerie visitable à l'aide d'un microtunnelier ;
- réalisation d'un forage dirigé.

Une présentation de l'étude de faisabilité a été faite par le BRGM/DPSM en octobre 2023 auprès de la DREAL PACA. À ce stade des connaissances, et au regard des estimatifs financiers conséquents, il paraissait nécessaire d'affiner les solutions par la réalisation d'une étude hydraulique plus fine.

Une note d'avancement a été transmise le 30 septembre 2024 présentant les 4 scénarios.

Après un échange avec la DREAL et la DDT, il apparaît qu'au stade actuel d'avancement du projet, les points identifiés suivants doivent être précisés :

- le contexte réglementaire et les contraintes hydrauliques sont à définir afin de pouvoir poursuivre l'étude ;
- une étude hydraulique s'appuyant notamment sur un levé topographie et des observations de terrain permettrait de préciser cette faisabilité et les hypothèses de dimensionnement voire envisager une gestion gravitaire de tout ou partie des eaux.

Bien que l'objectif de l'IHS soit d'assurer la transparence hydraulique, la dissémination de chaux serait également à considérer. Cela peut notamment passer par une meilleure compréhension du mécanisme de circulation de l'eau dans le terril. Cela est d'autant plus pertinent que dans 3 des solutions envisagées dans l'étude, la fermeture de la galerie actuelle devrait être examinée

La DREAL envisage de solliciter GEODERIS pour une éventuelle réactualisation de l'étude. Une réunion d'échange devra donc être programmée courant 2025 avec GEODERIS afin de fiabiliser la démarche et identifier d'éventuels besoins (levé topographie, etc.).

**d) Gardanne (13) : Étude du soutènement du terril des Sauvaires**

Le mur de soutènement protégeant la station de pompage des Sauvaires (Cf. Illustration 20), présente depuis plusieurs années, des indices de mouvements, se traduisant par un basculement lent mais continu du mur. Une étude géotechnique du mur de soutènement, comprenant un diagnostic de stabilité et la définition de solutions de confortement pérenne, a été réalisée en 2023. Une campagne d'investigations a été menée à cette occasion (sondage pressiométrique en arrière du mur jusqu'au substratum rocheux et puits à la pelle dans le bassin).

L'étude conclut :

- que le basculement est très localisé et ne relève pas d'un glissement d'ensemble du terril. Cependant, il n'est pas possible de prédire quand le phénomène s'accélérera ;
- à la nécessité de renforcer le mur de soutènement, et propose une technique de renforcement par clouage.

Une consultation pour une maîtrise d'œuvre de conception et de suivi des travaux doit être lancée courant 2025. Les travaux de confortement se tiendront vraisemblablement en 2026.



*Illustration 20 : Investigations géotechniques autour du mur de soutènement du terril des Sauvaires : sondage pressiométrique en amont du mur (gauche) et puits de reconnaissance en pied de mur à l'aval (droite) – Gardanne (13).*

**e) Mimet (13) : Travaux de remise en état d'un treuil au Puits Gérard**

Le Puits Gérard, initialement utilisé par Charbonnage de France comme ouvrage d'aérage, a été busé à la fermeture de l'exploitation, en diamètre 1,5 m sur environ 250 m de profondeur, soit de la surface (+283 m NGF) jusqu'à quasiment la recette fond actuelle (+18 m NGF).

Les treuils précédemment utilisés pour le transport de personnes (treuil de 3,5 t) et de matériel (14 t) n'étant plus fonctionnels, une opération de réhabilitation des installations de levage a été lancée. La maîtrise d'œuvre a été attribuée en 2022.

En 2023, le prestataire de travaux a été sélectionné.

En 2024, un diagnostic amiante et plomb a été réalisé sur le bâtiment et le chevalement du Puits Gérard. Celui-ci a mis en évidence l'absence d'amiante, mais la présence de peinture contenant du plomb sur certains éléments de la structure métallique (Cf. Illustration 21).

L'ouverture en façade nord du bâtiment a été créée en septembre 2024. Elle permettra la mise en place du nouveau treuil lorsque celui-ci sera livré.

La livraison du treuil ayant pris du retard, son installation est prévue à l'été 2025.

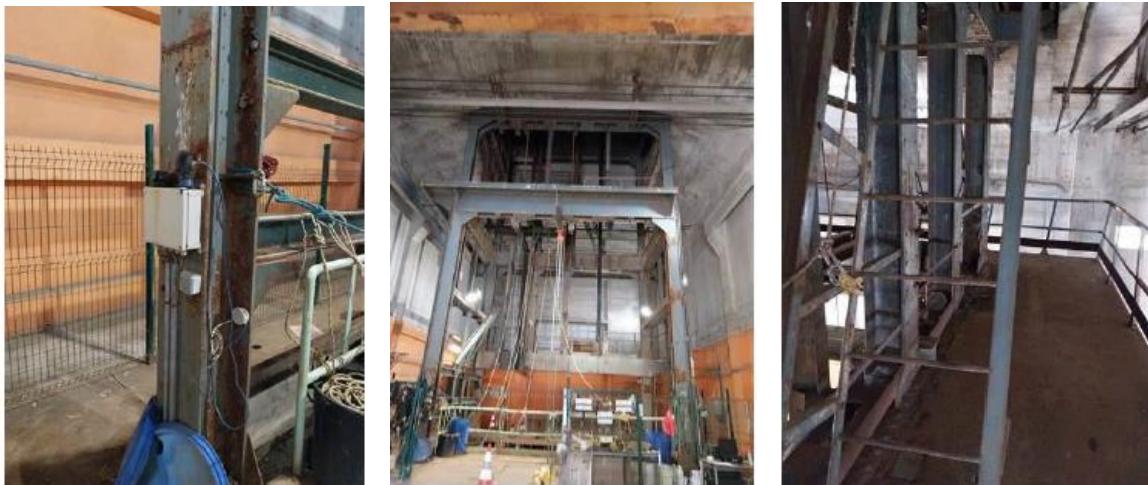


Illustration 21 : Puits Gérard - Éléments du chevalement présentant des traces de plomb – Mimet (13).

### 4.3. BASSIN MINIER DE FONTSANTE (83)

#### 4.3.1. Contexte minier

Le gisement filonien de fluorine de Fontsante, situé sur la commune de Tanneron dans le Var, était connu depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Après 1970, l'exploitation intensive s'est développée y compris en profondeur, grâce au fonçage d'un puits et d'une descenderie. L'exploitation était réalisée par chambres-magasins. La déclaration d'abandon des travaux fut prononcée en 1987. Au total, la mine de fluorine a produit 1 800 000 t de mineraux. Deux bassins de décantation (Saint-Barthélemy et Lenté) de résidus de traitement ont été édifiés sur site.

#### 4.3.2. Installations hydrauliques de sécurité (art. L.163-11 du code minier)

##### a) Liste des ouvrages surveillés

La liste des ouvrages surveillés au titre de l'article L.163 sur le bassin minier de Fontsante est précisée dans le Tableau 6 et leur localisation est donnée en Annexe 3.

Cette liste a évolué par rapport à celle établie pour l'année 2023. En effet, suite aux travaux de reprise du réseau hydraulique sur les 2 bassins de résidus (Cf. § 4.3.4.b), 4 points de prélèvement d'eaux de surface et de sédiments ont été ajoutés :

- amont du site (P2) ;
- au droit du site (P3 et P22) ;
- aval du site (P12).

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections qui suivent. Les perspectives pour l'année 2025 sont exposées au chapitre 6.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Piézomètres	Fontaine	Tanneron / Callian	Bassin Lenté	PZ1
					PZ2
					PZ3
					PZ4
Sud	Prélèvement d'eaux de surface	Fontaine	Tanneron / Callian	confluent fossé ruisseau des Charretiers	P1
				Bassin Lenté	Amont du site
					Au droit du site
					Aval du site

Tableau 6 : IHS du bassin minier de Fontaine (83) - Extrait de l'arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.

### b) Piézomètres

Sur le site de l'ancienne mine de fluorine de Fontaine, les deux bassins de résidus de traitement sont surveillés pour en vérifier la stabilité au glissement. Le bassin du Lenté fait l'objet d'un suivi du niveau d'eau par l'intermédiaire de quatre piézomètres (Cf. points désignés « PZ » sur l'illustration 22) avec enregistreurs automatiques.

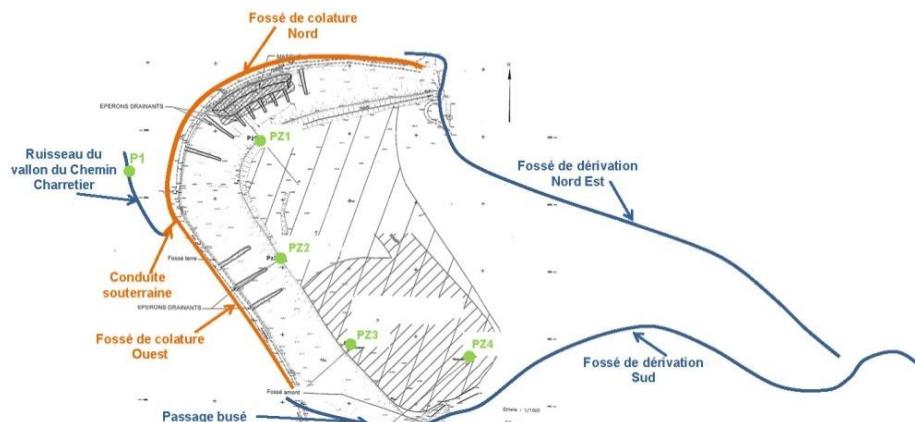
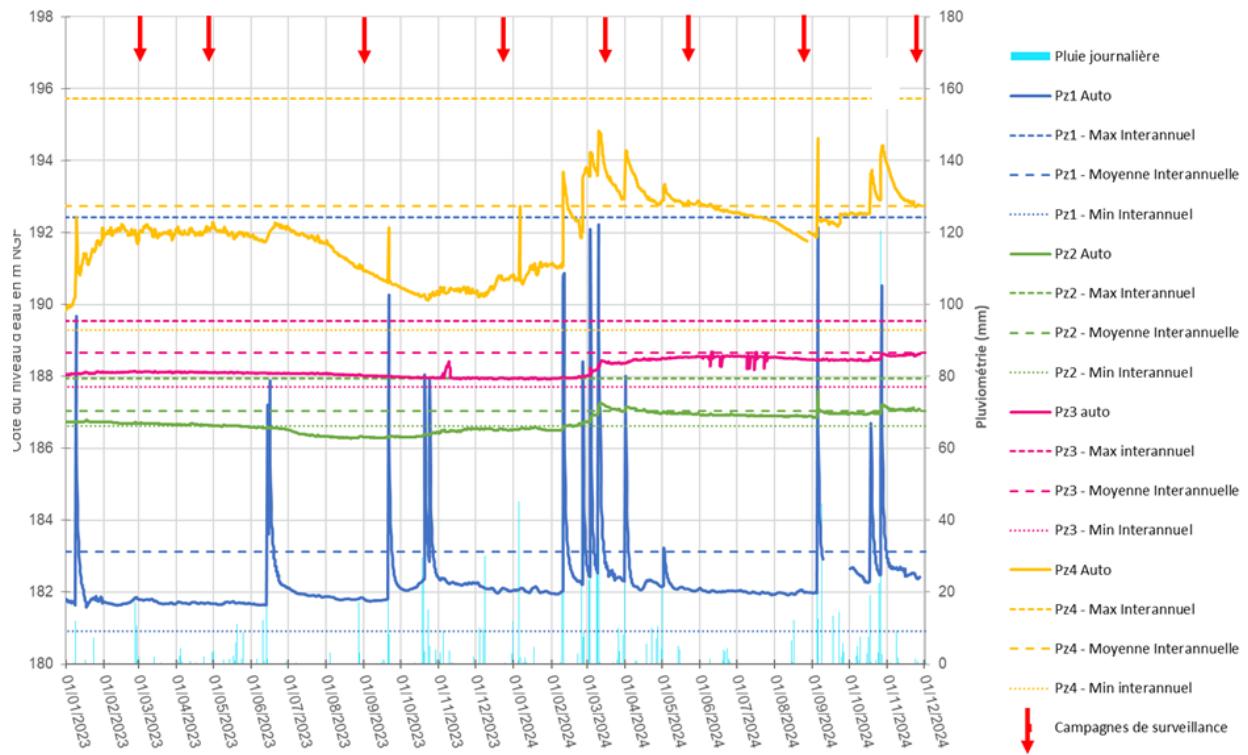


Illustration 22 : Implantation des piézomètres et des ouvrages hydrauliques surveillés du bassin Lenté - Fontaine - Tanneron (83).

La pluviométrie dans l'est du Var est globalement excédentaire sur l'année 2024. Les niveaux piézométriques ont augmenté par rapport à 2023. Les niveaux d'eau de PZ2 et PZ3 sont proches des moyennes interannuelles contrairement au PZ4 où le niveau d'eau a dépassé la valeur moyenne. Il y a des variations de niveau pouvant atteindre 10 mètres pour PZ1 qui sont liées à des épisodes pluvieux. Les niveaux d'eau des 4 piézomètres restent néanmoins inférieurs aux valeurs maximales interannuelles (Cf. Illustration 23). Ces résultats montrent que la mise en charge de la nappe à l'intérieur du dépôt n'est pas de nature à constituer une menace sur la stabilité des digues de contention. Les variations du niveau d'eau du PZ1 restent toutefois à surveiller.



*Illustration 23 : Suivi 2023-2024 des niveaux piézométriques du bassin Lenté – Fontsante - Tanneron (83).*

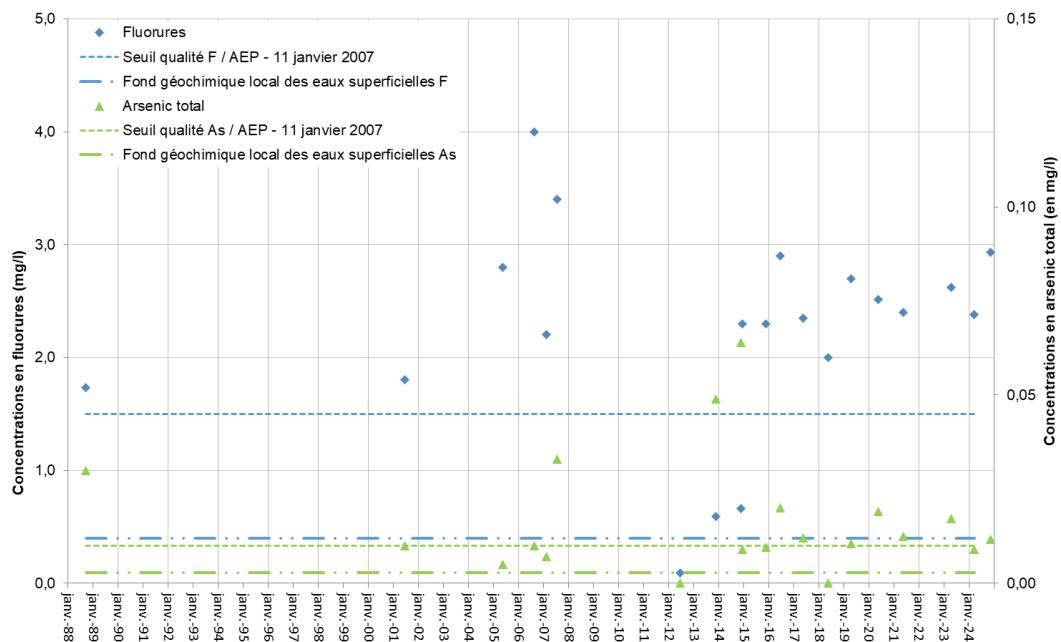
### c) Prélèvements d'eau de surface

Le programme de surveillance environnementale sur le site de Fontsante prévoit la réalisation d'une analyse chimique des eaux circulant en aval des deux dépôts de résidus dans le ruisseau du Vallon du Chemin Charretier (Cf. point P1 sur l'Illustration 24). 4 nouveaux points ont été ajoutés au programme de surveillance (P2, P3, P22 et P12). Des prélèvements sont réalisés désormais deux fois par an pour les 4 nouveaux points ainsi que le P1. En 2024, le prélèvement a été réalisé en mars et en novembre. Les résultats des analyses mettent en évidence les éléments suivants (Cf. Illustration 24) :

- les eaux du ruisseau du Charretier présentent ponctuellement une signature traduisant un transfert d'éléments métalliques depuis les amas de résidus de traitement. Ce point n'est pas nouveau dans la mesure où les investigations menées par GEODERIS dans les années 2000 l'avaient déjà mis en évidence. Néanmoins, compte tenu de la réalisation des travaux de reprise du réseau hydraulique finalisés en 2024, un impact positif sur les mesures devrait à l'avenir être enregistré compte tenu de l'amélioration de la gestion des eaux de surface au travers des dépôts ;
- concernant l'arsenic total (Cf. Illustration 25), la concentration mesurée au P1 est très proche de la limite réglementaire fixée pour des eaux potables (10 µg/L depuis 2007), ce qui montre le faible impact sur le cours d'eau. La valeur moyenne en arsenic total au point P3 (aval du dépôt du Saint-Barthélemy) est de 0,0183 µg/L. La valeur moyenne des concentrations en arsenic total au point P12 (aval du site) est de 0,00608 µg/L soit environ 3 fois moins élevé qu'au point P3 ;
- la contamination en fluorures (Cf. Illustration 26) reste toujours dans la même gamme de valeurs au P1 et diminue en aval du site (en 2024 moyenne de 5,8 mg/L au P3 en aval du dépôt du Saint-Barthélemy et moyenne de 2,25 mg/L au point P12 en aval du site).

Ces résultats sont en accord avec l'interprétation faite depuis plusieurs années, à savoir que :

- les résurgences apparaissant à la périphérie des dépôts de Fontsante, en contexte de pluviométrie excédentaire, et influencent de façon sporadique les teneurs en éléments métalliques dans l'eau du ruisseau en aval immédiat des stockages ;
- hormis lors de ces évènements singuliers, la qualité de l'eau redevient conforme aux référentiels réglementaires en vigueur en aval immédiat ou proche du site de Fontsante, avant d'atteindre la retenue de Saint-Cassien.



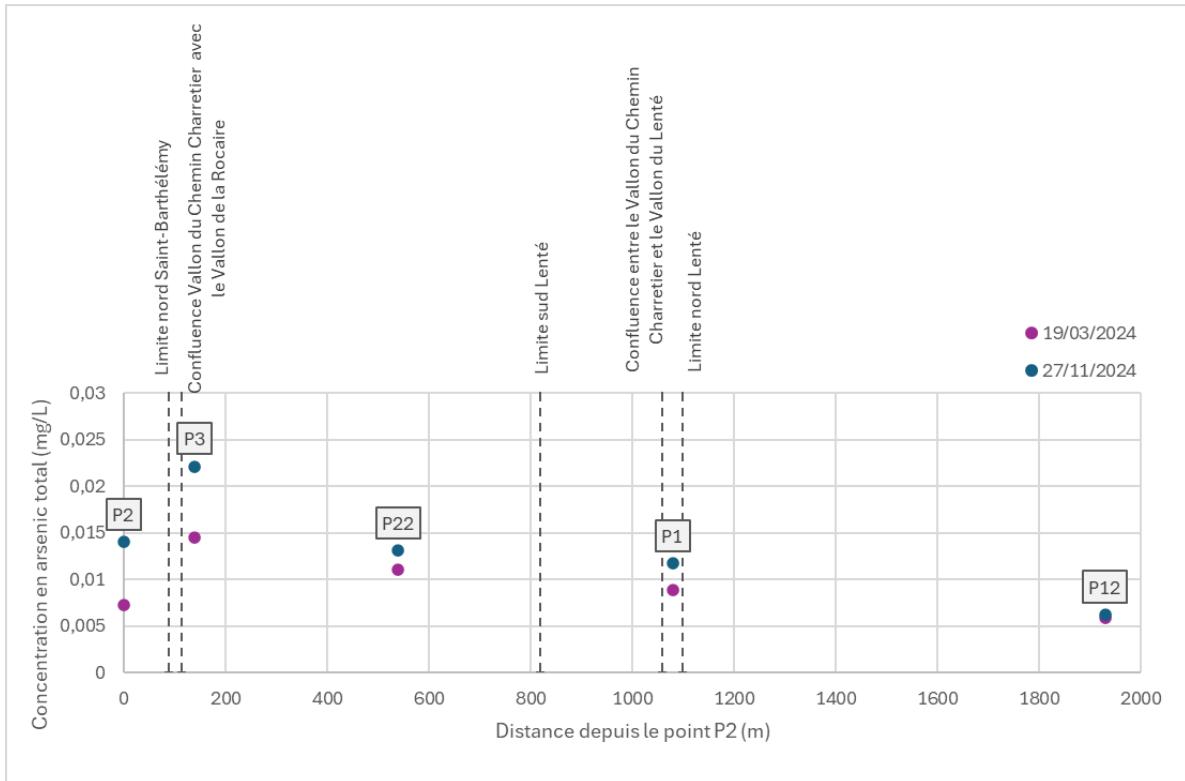


Illustration 25 : Concentrations en arsenic total en fonction de la distance depuis le point P2 – Fontsante – Tanneron (83).

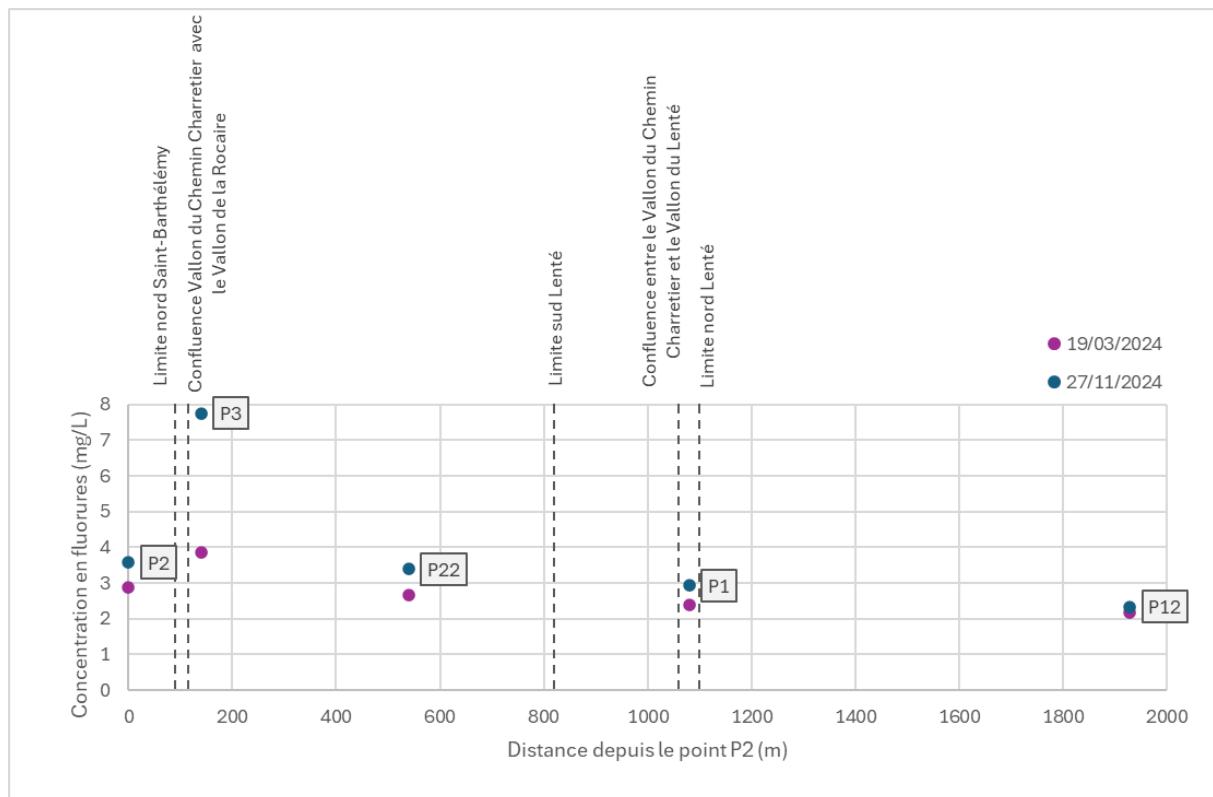


Illustration 26 : Concentrations en fluorures en fonction de la distance depuis le point P2 – Fontsante – Tanneron (83).

#### d) **Prélèvements de sédiments**

Le programme de surveillance environnementale de Fontsante prévoit depuis 2024 l'analyse des sédiments sur les mêmes points de prélèvement des eaux en rivière (P2, P3, P22, P1 et P12). Deux campagnes de prélèvement sont prévues par an. En 2024 elles ont eu lieu en mars et novembre aux mêmes dates que les prélèvements d'eau de surface. Les résultats d'analyse de l'arsenic et du fluor sont présentés sur l'Illustration 27. Les teneurs en fluor sont les plus faibles en aval éloigné du site, au point P12. La teneur est en moyenne environ 3 fois inférieure au point P12 par rapport au point P1 en amont.

Les teneurs en arsenic dépassent légèrement le niveau S1 fixé à 30 mg/kg d'arsenic dans l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets. Il est cependant à noter qu'il y a une incertitude importante vis-à-vis de l'échantillonnage et de l'analyse des sédiments en laboratoire.

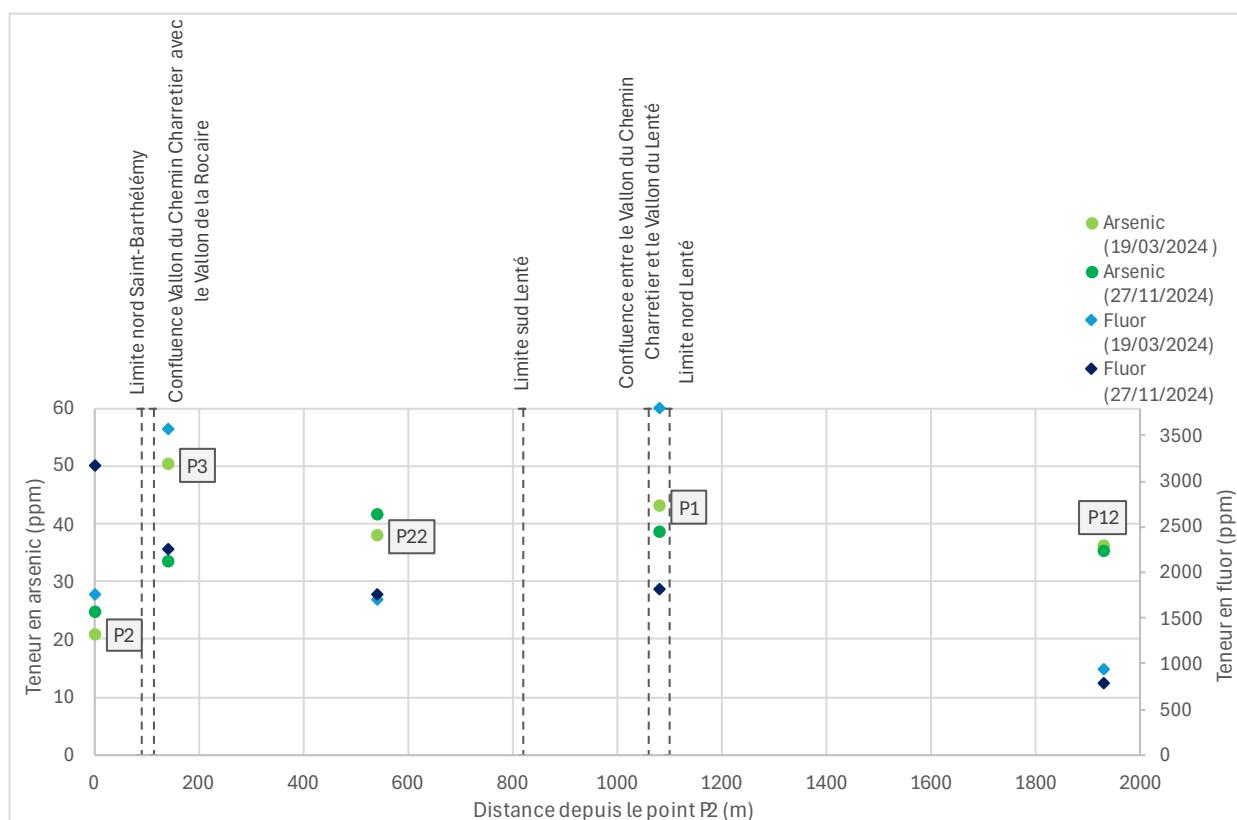


Illustration 27 : Teneurs en arsenic et en fluor en fonction de la distance depuis le point P2 – Fontsante – Tanneron (83).

#### 4.3.3. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier)

##### a) **Liste des ouvrages surveillés**

Sur le bassin minier de Fontsante, deux dépôts de minerais ou de résidus sont surveillés (Cf. Tableau 7).

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Dépôts de résidus	Fontsante	Tanneron/Callian	Bassin du Lenté
				Bassin St Barthélémy

Tableau 7 : Bassin minier de Fontsante (83) - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.

Par rapport à 2023, la liste 2024 des ouvrages à surveiller n'a pas été modifiée.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 4.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après. Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

### **b) Amas de minerai ou de résidus**

Le suivi se fait normalement par une simple inspection visuelle annuelle. La surveillance porte sur la stabilité des dépôts de résidus et le bon fonctionnement du réseau de collecte et de drainage jouxtant ces dépôts.

La campagne de surveillance des dépôts s'est déroulée fin août 2024. Le suivi visuel des dépôts n'a pas mis en évidence d'évolution préjudiciable en matière de stabilité.

Le pluviomètre enregistreur installé sur le site est en bon état (Cf. Illustration 28).



Illustration 28 : Pluviomètre enregistreur installé sur le dépôt du Lenté – Fontsante – Tanneron (83).

#### 4.3.4. Maîtrise d'ouvrage déléguée des travaux de mise en sécurité

##### a) Liste des travaux

En 2024, dans le bassin minier de Fontsante, une seule opération était engagée (Cf. Tableau 8).

Bassin minier	Avancement	Nature des travaux	Concession	Commune	Nom de l'installation et de la zone surveillée
Sud	En cours	Sécurisation d'amas de résidus et gestion des eaux	Fontsante	Tanneron (83)	Bassin du Lenté et bassin de Saint-Barthélemy

Tableau 8 : Liste des travaux 2023 dans le bassin minier de Fontsante.

La localisation des travaux de mise en sécurité est donnée en Annexe 5.

Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

##### b) Tanneron (83) - Sécurisation d'amas de résidus et gestion des eaux

Afin de mieux maîtriser les performances environnementales du site, mais également pour sécuriser la tenue des digues de contention des résidus du site du Lenté, des travaux ont été programmés afin de reprendre les couvertures des deux dépôts de résidus en les reprofilant et en améliorant le réseau de fossés de collecte et d'évacuation des eaux de pluies, ceci dans le but de limiter la part d'infiltration dans les stockages. En effet, une étude menée en 2019 avait mis en évidence que les couvertures des deux bassins étaient très hétérogènes, tant en termes de perméabilité, d'épaisseur, et de profil.

En 2021, un maître d'œuvre a été désigné pour réaliser les études d'avant-projet (y compris la réalisation d'un diagnostic faune/flore), les études de projet et pour assurer le suivi des travaux de réhabilitation des réseaux hydrauliques des dépôts de résidus minier du Lenté et de Saint-Barthélemy.

Les travaux proprement dits ont démarré à l'automne 2022 avec un objectif d'achèvement à la fin du premier trimestre 2023 pour tenir compte des contraintes liées au cycle de vie des espèces animales protégées sur le site (amphibiens). Une mission d'accompagnement écologique a également été mise en œuvre pour mener des opérations de prévention des impacts environnementaux du chantier. Les travaux ont été réceptionnés partiellement en mai 2023, sous réserve de la production du dossier de recollement de l'entreprise et de la réalisation d'une campagne de ré-ensemencement à l'automne 2023. Le dossier a été remis en novembre 2023 et l'ensemencement a été réalisé en décembre de cette même année. La réception sans réserve a été prononcée en décembre 2023.

Les travaux ont été réalisés en plusieurs étapes (Cf. Illustration 29) :

- défrichement initial ;
- terrassements sur le dépôt du Lenté : décapage de terre végétale, décroûtement d'une piste en enrobé (aéromodélisme), création d'une cellule de stockage de résidus issus du chantier, comblements de cuvettes topographiques, reprofilage de la couverture (création d'un dôme topographique) ;
- terrassements sur le dépôt Saint Barthélemy : reprofilage de la partie ouest de la couverture ;

- création et réhabilitation d'ouvrages hydrauliques sur les deux dépôts : confortements par enrochements et reprofilages localisés de fossés existant, création de caniveaux béton, création de tranchées drainantes, création de pièges à fines aux exutoires des réseaux hydrauliques, avant rejet dans le milieu naturel ;
- confortement de zones d'érosion localisées : digue du dépôt du Lenté et talus Sud du dépôt Saint-Barthélemy ;
- mesures de sauvegarde floristique par balisage et mise en défend d'aires d'intérêt, par transplantation de spécimens, et par récolte et réensemencement de graines ;
- mesures de sauvegarde faunistique (amphibiens) par piégeage et déplacement ;
- fermeture des accès au site : mise en place de barrières et de clôtures.

La Garantie de Parfait Achèvement des travaux initialement prévue en décembre 2024, a été prolongée à juin 2025 compte-tenu de travaux de reprise sur descentes d'eau relevés restant à réaliser par l'entreprise de travaux.



Terrassement du dépôt du Lenté



Réhabilitation d'ouvrages hydrauliques



Création d'ouvrages hydrauliques



Confortement de zones d'érosion



Mesures de sauvegarde faunistique



Fermeture des accès

*Illustration 29 : Planches photo illustrant les principales étapes du chantier de Fontsante – Tanneron (83).*

## 4.4. BASSIN MINIER DES CAMOINS (13)

### 4.4.1. Contexte minier

La mine de soufre des Camoins a été exploitée entre 1895 et 1963 sur deux concessions : les Camoins à l'Est, et les Accates à l'Ouest. Cette mine a été déclarée comme renoncée le 13 mai 1968 par arrêté préfectoral.

La mine a été exploitée à faible profondeur principalement sur 2 niveaux, en quasi-totalité hors nappe, généralement entre 20 et 30 m de profondeur. L'exploitation s'est faite essentiellement par galeries et chambres d'environ 8 m de hauteur pour les plus hautes. Quelques piliers massifs ont été laissés par les exploitants au niveau des chambres les plus vastes.

### 4.4.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier)

#### a) Liste des ouvrages surveillés

Sur le bassin minier des Camoins, le BRGM/DPSM est en charge de la surveillance d'une cavité (Cf. Tableau 9).

Par rapport à 2024, la liste 2025 des ouvrages à surveiller n'a pas été modifiée.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 4.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après. Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Cavités	Les Camoins - Les Accates	Marseille	Les Camoins

Tableau 9 : Bassin minier des Camoins (13) - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.

#### b) Cavités

L'ancienne mine de soufre des Camoins, située dans le 11<sup>e</sup> arrondissement de Marseille, fait l'objet d'un protocole de surveillance par le fond depuis 2012 pour suivre l'évolution des désordres et détecter d'éventuelles dégradations supplémentaires (Cf. Illustration 30). Les points de contrôle en souterrain se répartissent selon trois secteurs distincts (zones 1 à 3 d'ouest en est) accessibles via deux puits (Sylvander et Delmas).

La surveillance de la zone 2 a été arrêtée suite à la réévaluation des niveaux de risque par GEODERIS en 2019, qui a mis en évidence l'absence de menace réelle eu égard aux enjeux identifiés en surface (présence de jardins sans occupation humaine permanente).

Un quatrième secteur, nommé zone 4, non accessible depuis les travaux de comblement de 2008, est partiellement surveillé par un forage de contrôle. Un second forage de contrôle est néanmoins nécessaire (Cf. § 4.4.3.b).

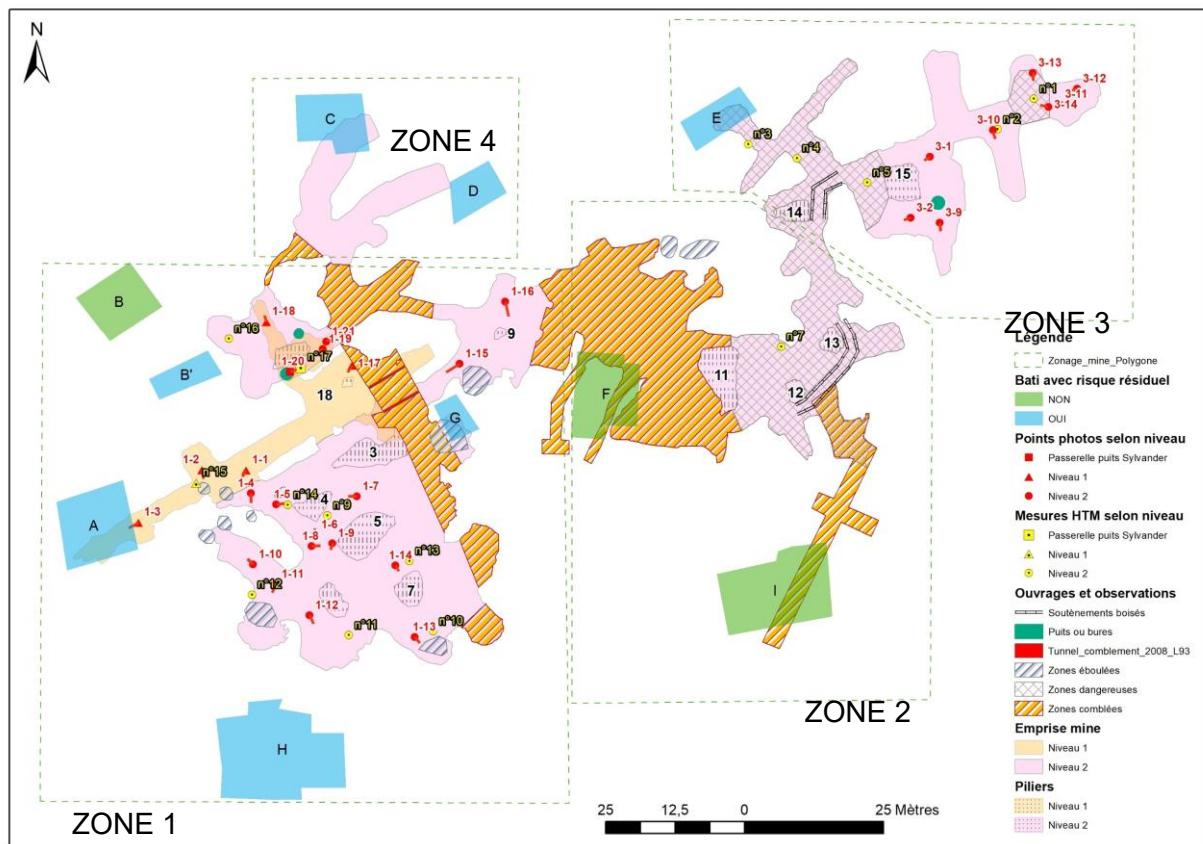


Illustration 30 : Cartographie des zones définies sur l'ancienne mine des Camoins – Marseille (13).

Deux visites semestrielles ont été effectuées en 2024 (mars et septembre 2024).

Depuis la mise en évidence en 2021 de la non-conformité des accès en matière de sécurité, liée notamment à l'usure des ancrages des échelles, la sécurisation de la descente du personnel est assurée par des prestataires externes (entreprise de cordistes).

À noter que la surveillance de la zone 3 a nécessité de mettre en place un dispositif de ventilation adapté compte tenu des taux élevés de CO<sub>2</sub>.

Concernant la zone 1, l'année 2024 a été marquée par plusieurs chutes de blocs, remarquables par leur volume. En effet, à chacune des visites il a pu être observé une chute de toit conséquente, avec des blocs de volume supérieur à 100 litres, et de dimensions pluridécimétriques. Ces phénomènes restent cependant très localisés, et il n'a pas été observé de signes laissant penser à une évolution ultérieure de ces phénomènes. En dehors de ces chutes de blocs observées lors de la 2<sup>nde</sup> visite de surveillance, la cavité reste globalement saine, avec des phénomènes stabilisés (Cf. Illustration 31).



*Illustration 31 : Pilier en bon état (photo de gauche), secteur effondré avec écoulement argileux (photo de droite) – Marseille (13).*

#### 4.4.3. Maîtrise d'ouvrage déléguée (MOD) de travaux de mise en sécurité

##### a) Liste des travaux

En 2024, dans le bassin minier des Camoins, deux opérations de travaux étaient en cours (Cf. Tableau 10).

Bassin minier	Avancement	Nature des travaux	Concession	Commune	Nom de l'installation et de la zone surveillée
Sud	En cours	Création de forages de surveillance	Les Camoins - Les Accates	Marseille (13)	Mine des Camoins
	En cours	Comblement et mise en sécurité d'un pilier	Les Camoins - Les Accates	Marseille (13)	Mine des Camoins

*Tableau 10 : Liste des travaux 2024 dans le bassin minier des Camoins.*

La localisation des travaux de mise en sécurité est donnée en Annexe 5.

Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

##### b) Marseille (13) – Création de forages de surveillance

Suite aux travaux de comblement réalisés en 2008 sous une voie publique (« le chemin des mines »), une zone de cavités située sous deux habitations s'est retrouvée isolée du restant de la mine (zone 4), écartant toute possibilité de surveillance par le fond. Après réexamen du niveau d'aléa effondrement dans cette zone, GEODERIS a préconisé d'instaurer un dispositif de contrôle des vides pour s'assurer de leur bonne tenue dans le temps.

Sur cette base, la réalisation de deux forages pour procéder à des inspections périodiques par caméra a été programmée.

Au second semestre 2021, un premier forage a été réalisé chez un des deux propriétaires mettant en évidence le bon état apparent de la galerie recoupée. Le second forage n'a pu être réalisé faute d'accord du propriétaire. Une expertise judiciaire a été initiée par le propriétaire portant sur la description de l'état de l'ancienne mine de soufre des Camoins se trouvant sous son terrain et sur la nécessité de mettre en place une servitude d'occupation et de passage sur sa propriété.

L'expert désigné par le Tribunal Administratif de Marseille pour mener à bien cette expertise, a fait réaliser en 2022, un forage de faible diamètre qui a bien recoupé les vides miniers à l'emplacement prévu. Le faible diamètre de ce forage ne permet toutefois pas de réaliser un suivi par contrôle vidéo périodique. À l'issue de l'expertise judiciaire, de nouveaux échanges pourront avoir lieu avec le propriétaire. En 2024, il n'y a pas eu de nouvelles avancées sur ce sujet.

**c) Marseille (13) – Comblement et mise en sécurité d'un pilier**

Suite aux travaux de comblement complémentaires réalisés en 2016 sur l'ancienne mine des Camoins, GEODERIS a réévalué en 2019 les niveaux et la cartographie des aléas. En réponse aux recommandations liées à cette mise à jour, le BRGM/DPSM a proposé dans une note de programmation plusieurs scénarios de travaux supplémentaires de mise en sécurité intégrant les différentes préconisations de GEODERIS. Suite à celle-ci, la DREAL PACA s'est prononcée en 2021 favorablement au scénario suivant :

- zone 1 : comblement partiel au niveau des différents enjeux et mise en sécurité du pilier 4 ;
- zone 3 : comblement au niveau de l'enjeu E ;
- zone 4 : surveillance par forage des enjeux puis comblement.

La sécurisation des accès sera intégrée à ces travaux.

En 2024, une opération de maîtrise d'œuvre a été lancée. La phase de conception (AVP) a été amorcée mais non finalisée. Une incertitude subsistant au droit d'un enjeu (A), un levé sonar a dû être programmé pour définir les contours exacts de la galerie ennoyée localisée dans la zone d'influence de l'aléa effondrement localisé de cet enjeu. En 2025, la mission de conception sera poursuivie en vue de mener les travaux de comblement et de mise en sécurité du pilier envisagés au 1<sup>er</sup> semestre 2026.

## **4.5. BASSIN HOUILLER DE VÈDES-LA-FARE (13)**

### **4.5.1. Contexte minier**

La concession de Coudoux a exploité le lignite entre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et le début du XX<sup>e</sup> siècle. Des vieux travaux auraient été réalisés dans les années 1830 par des grattages et descenderies à faible profondeur. La principale méthode suivie est celle des chambres et piliers abandonnés ou foudroyés ou très partiellement remblayés. De 1877 à 1882, l'exploitation s'intensifie avec la création de puits, descenderies et galeries. À partir de 1916, la modernisation permet la mécanisation de la mine, avec une méthode d'exploitation par tailles montantes, à gradins renversés, avec remblayage complet et abandon de piliers massifs ménagés. La compagnie minière de la Fare fait l'acquisition de la concession le 29 juin 1928, avant d'y renoncer en 1934. Une tentative de reprise de l'exploitation a lieu entre 1942 et 1948 mais celle-ci est restée infructueuse. Une campagne de mise en sécurité d'orifices miniers a eu lieu entre les années 2000 et 2003.

La production totale de la concession de Coudoux n'est pas connue. Seule la production entre la période 1918 et 1924 est connue, soit 101 695 tonnes.

#### 4.5.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (Art. L.174-1 à 4 du code minier)

##### a) Préambule

GEODERIS a réalisé une mise à jour des aléas liés à l'ancienne activité minière du bassin de lignite de Védes-La-Fare, sur la commune de Ventabren (13). Des recommandations quant à la surveillance et une possible mise en sécurité ont été émises.

Par saisine du 6 octobre 2021, la DREAL PACA a sollicité le BRGM/DPSM pour la mise en place d'une surveillance visuelle des travaux sous-jacents aux bâtiments référencés 6 et 8a, d'une part par le forage SD1, et d'autre part par la visite des travaux miniers accessibles (descenderie de la piscine, Cf. Illustration 32 et Illustration 33). La fréquence de cette surveillance sera annuelle les trois premières années. En cas de constat d'absence ou d'une lente évolution de l'état géotechnique des travaux, elle pourra être revue à une périodicité quinquennale.

Ces ouvrages et cavités ont été inscrits dans l'arrêté ministériel 2024 des ouvrages surveillés par le BRGM/DPSM (Cf. § 4.5.2.b).

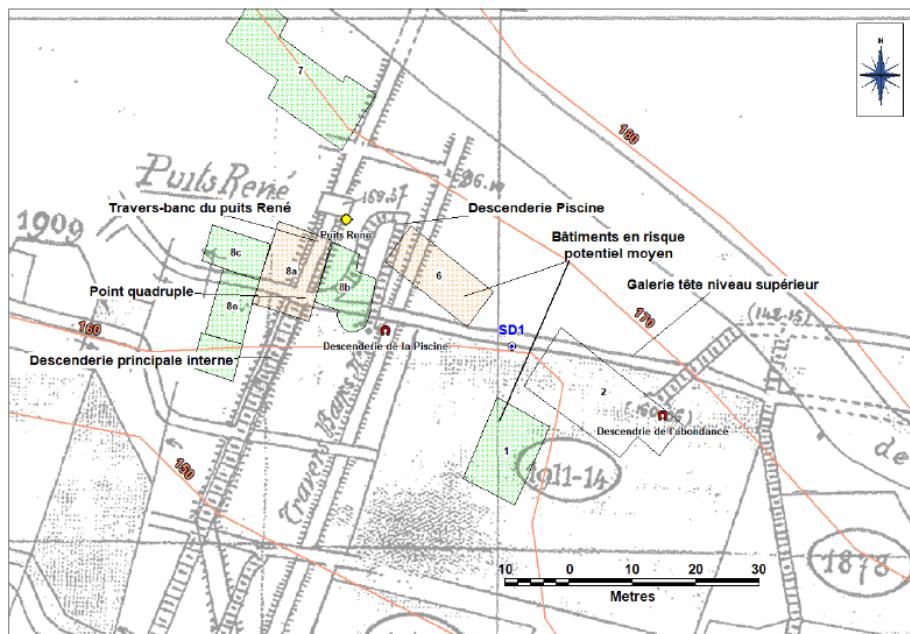
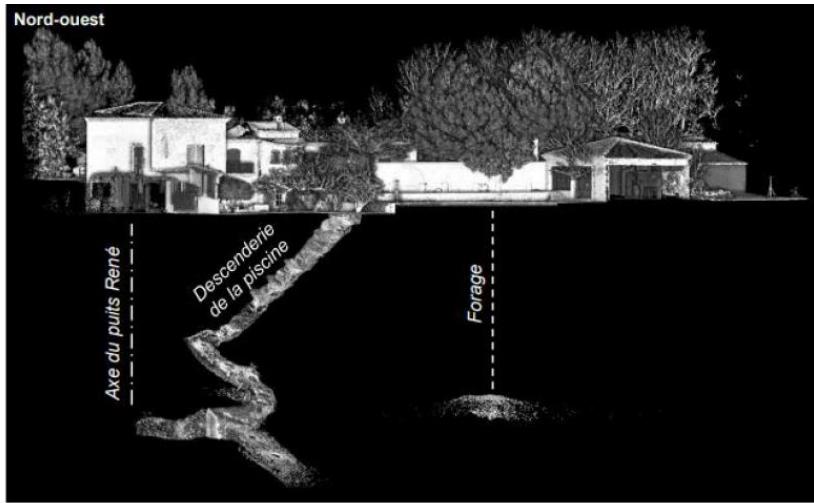


Illustration 32 : Situation des bâtiments sur le plan des travaux de la concession de Coudoux – 13 (doc. GEODERIS).



*Illustration 33 : Vue en perspective du relevé de la surface et des travaux souterrains (dirigé vers le nord-est) – 13 (doc. GEODERIS).*

**b) Liste des ouvrages surveillés**

La liste des installations et équipements de surveillance et de prévention des risques miniers gérés par le BRGM/DPSM sur la commune de Ventabren pour l'année 2024 est décrite dans le Tableau 11.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 4.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après. Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont données au chapitre 6.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Ventabren	Cavité	Coudoux	Ventabren	Ventabren
	Sondage	Coudoux	Ventabren	SD1

*Tableau 11 : Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité du bassin houiller de Védes-La-Fare (13) - Extrait de l'arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.*

**c) Cavités et sondage**

Une première visite de reconnaissance a eu lieu en novembre 2022 sur le site. Cette première visite avait permis de bien cadrer les conditions de sécurité et de mise en œuvre des visites de surveillance à venir. En effet, une problématique de présence de gaz ( $\text{CO}_2$ ) ayant été mise en avant par GEODERIS, il était nécessaire de mettre en place un mode opératoire dédié au traitement du gaz afin de permettre la progression dans la cavité sans risque d'asphyxie. Cette première visite a permis de disposer d'un état de référence de la cavité (Cf. Illustration 34). L'entrée de la descenderie n'est pas fermée de manière pérenne, et il conviendra de réaliser des travaux de mise en sécurité pour en sécuriser l'accès (Cf. § 4.5.3).



*Illustration 34 : a : Entrée de la descenderie, b : décrochement de bloc au toit et dans le parement, c : système de ventilation mis en place pour éliminer le risque d'asphyxie – Ventabren (13).*

En septembre 2024, la visite de surveillance de la descenderie a été encadrée par un spécialiste en évolution en milieux souterrains compte tenu du risque de CO<sub>2</sub>. L'inspection de la galerie n'a pas montré de risques d'effondrement imminent, néanmoins il a été observé, comme en 2023, des chutes de blocs d'une dizaine de centimètres dans l'enceinte de l'ouvrage (Cf. Illustration 35). Par ailleurs, les teneurs élevées en CO<sub>2</sub> nécessitent toujours l'installation d'une ventilation lors des surveillances (mise en place également lors de la visite initiale). En novembre 2024, l'entrée de la descenderie a été sécurisée par la mise en place d'un dispositif de filet fixé par des panneaux en bois.



*Illustration 35 : Visite de surveillance de la descenderie en septembre 2024 et sécurisation de l'entrée en novembre 2024 – Photo a : suivi de la fracturation ; photo b : fermeture de l'entrée de la descenderie – Ventabren (13).*

En parallèle de la visite de la descenderie, une auscultation de la partie de la cavité non accessible, a été réalisée au droit du sondage SD1 (Cf. Illustration 37). Cette auscultation a consisté en la réalisation :

- d'une inspection vidéo de la galerie ;
- d'un relevé topographique 3D de la galerie ;
- d'un relevé topographique 3D du site en surface et au droit de la galerie ;
- de plusieurs relevés de positions satellitaires (GNSS) en surface.

Ces relevés ont permis d'établir une cartographie précise de la galerie (Cf. Illustration 36) :

- la cavité relevée correspond à une galerie dirigée est/ouest située en tête de travaux. À l'aval, un mur empierre délimite une zone de chantiers remblayés. À l'amont, le parement montre les terrains en place ;
- la galerie est mesurée sur 36 m de longueur, le volume de vide visible est d'environ 65 m<sup>3</sup> ;
- l'ouvrage sous-cave la cour extérieure d'une habitation à environ 20 m de profondeur ;
- la galerie est en partie effondrée et/ou remblayée aux extrémités est et ouest.

La comparaison des relevés de septembre 2024 et de novembre 2023 a permis d'identifier une dégradation significative, à savoir la chute d'un bloc de 2,6 m de largeur sur 1,3 m de longueur et 0,55 m d'épaisseur, soit un volume de 1,6 m<sup>3</sup>, à une distance d'environ 2,5 m de l'emprise de l'habitation. Cette évolution marquante met en évidence le caractère évolutif de cette galerie.

Les résultats de l'auscultation de la cavité par caméra sont cohérents avec les observations réalisées lors de la visite de la descenderie.

La comparaison des vues d'une année sur l'autre se poursuivra en 2025 afin d'évaluer l'évolution de dégradations potentielles.

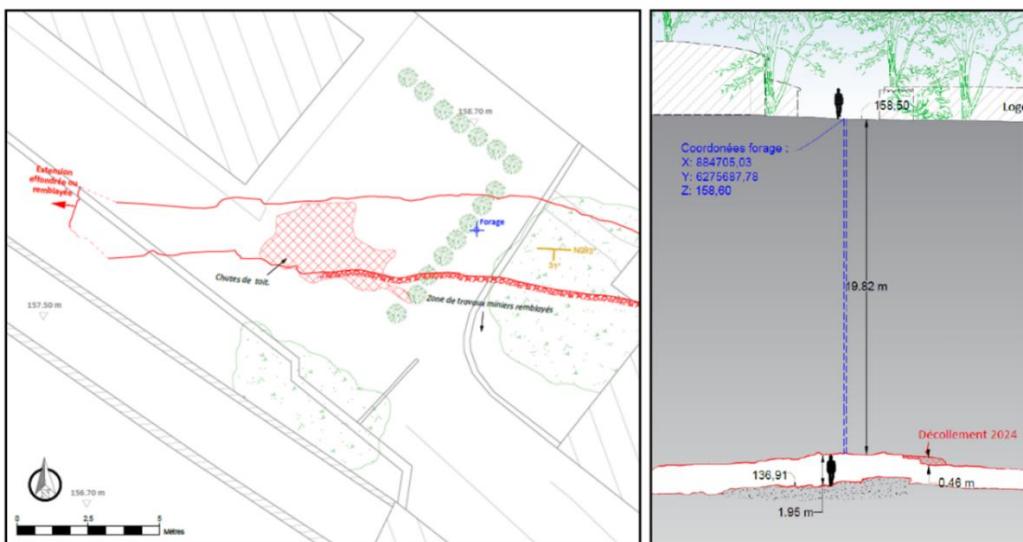
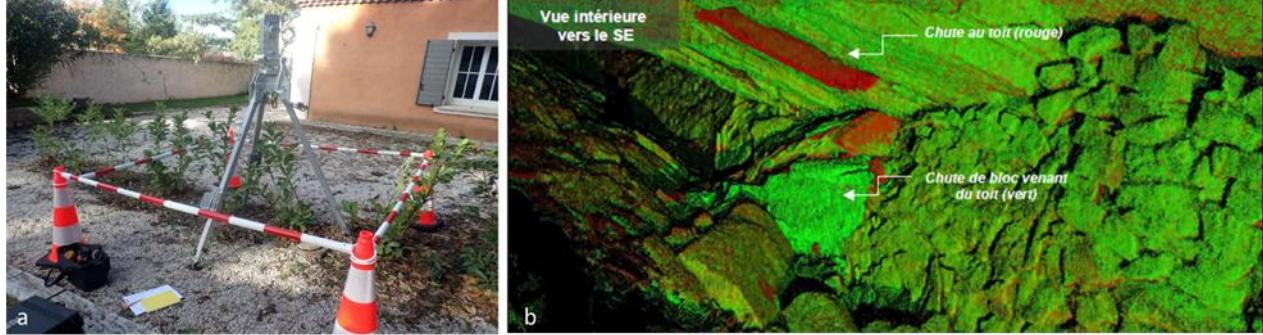


Illustration 36 : Situation de la chute du toit et coupe de la galerie relevée par forage – Ventabren (13).



#### 4.5.3. Maîtrise d'ouvrage déléguée (MOD) de travaux de mise en sécurité

##### a) *Liste des travaux*

En 2024, dans le bassin houiller de Védes-La-Fare, une opération était en cours (Cf. Tableau 12).

Bassin minier	Avancement	Nature des travaux	Concession	Commune	Nom de l'installation et de la zone surveillée
Sud	En cours	Mise en sécurité descenderie	Coudoux	Ventabren (13)	Ventabren

Tableau 12 : *Liste des travaux 2023 dans le bassin houiller de Ventabren (13).*

##### b) *Ventabren (13) : Travaux de mise en sécurité d'une descenderie*

Par saisine du 6 octobre 2023, la DREAL PACA a sollicité le BRGM/DPSM pour réaliser une estimation du coût de comblement du réseau de galeries dont l'effondrement pourrait causer des dommages aux bâtiments d'habitation référencés 6 et 8a, à savoir la descenderie de la piscine, le point quadruple et le tronçon de galerie recoupé par le sondage SD1, comme préconisé par GEODERIS. Il est également demandé que ces coûts soient comparés au prix d'une surveillance (Cf. § 4.5.2) sur une durée de 20 ans.

Une note de programmation a été transmise à la DREAL en 2024. Suite à l'évolution dégradée des cavités minières (chutes de blocs), la DREAL PACA a missionné le BRGM/DPSM pour réaliser les travaux de comblement des cavités minières menaçantes (descenderie et cavité inaccessible). En fin d'année 2024, une consultation pour une mission de maîtrise d'œuvre de conception et de suivi de travaux a été lancée, en vue de mener les travaux de mise en sécurité en 2025.

### 4.6. BASSIN MINIER DU DAUPHIN - BOIS D'ASSON (04)

#### 4.6.1. Contexte minier

Le gisement lignitifère du Bois d'Asson s'étend sur le territoire des communes de Villeneuve, Volx, Dauphin et Saint-Maime. L'exploitation bat son plein à partir de 1874, date de la création de la ligne de chemin de fer. Les réserves étaient estimées à 15 000 000 t de schistes représentant 1 500 000 t d'huile. Mais cette huile, très sulfureuse (5 à 6 % de soufre dans les schistes) nécessitait un traitement de désulfuration inaccessible en 1922, et le gisement fût abandonné.

#### 4.6.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier)

##### a) *Liste des ouvrages surveillés*

Sur le bassin minier du Dauphin - Bois d'Asson, le BRGM/DPSM surveille une zone affectée par un échauffement souterrain (Cf. Tableau 13).

Par rapport à 2023, la liste 2024 des ouvrages à surveiller n'a pas été modifiée.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 4.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après. Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Zones affectées par un échauffement souterrain	Dauphin	Saint-Maime	Bois d'Asson

Tableau 13 : Bassin minier du Dauphin – Bois d'Asson - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.

#### b) Zone affectée par un échauffement souterrain

Concernant le site de Bois d'Asson, situé sur la commune de Saint-Maime près de Forcalquier dans les Alpes-de-Haute-Provence (04), la surveillance menée par le BRGM/DPSM consiste à vérifier que les échauffements souterrains qui affectent une galerie et émettent des fumerolles, ne s'amplifient pas dans des proportions préjudiciables.

Le suivi du site a démontré que les températures dans la galerie connaissent toujours une variation saisonnière avec un pic en fin d'été.

La collecte et la remontée de données a parfaitement fonctionné sur l'essentiel de l'année 2024, mais un court-circuit a provoqué l'absence de données entre le 20 novembre 2024 et le 18 décembre 2024 sur les sondes « Fumerolle » et « Galerie ». Une intervention de dépannage a permis de résoudre plusieurs problématiques matérielles et de mieux protéger des points sensibles de l'équipement de la station.

Depuis l'année 2021 qui avait connu la température la plus élevée depuis 2018, une légère baisse est observée dans la galerie, avec une moyenne 2024 de 49,25 °C (-0,12 °C par rapport à 2022).

La température des fumerolles est stable à environ 18,2 °C en moyenne sur 2022, 2023 et 2024 (Cf. Illustration 38).

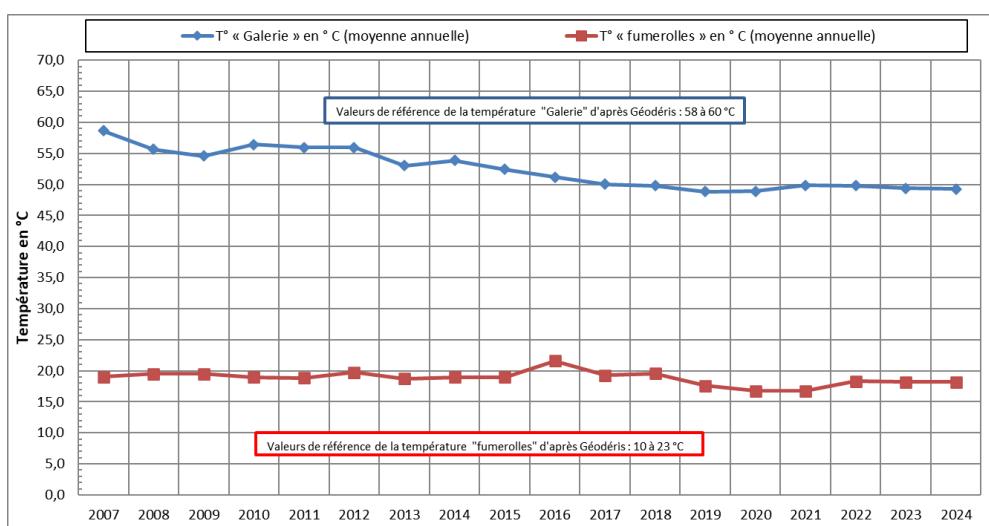


Illustration 38 : Bois d'Asson – Suivi des températures Galerie et Fumerolle jusqu'en 2024 – Saint-Maime (04).

Les concentrations des prélèvements de gaz de 2024 montrent :

- un profil compatible avec une réaction de combustion, contrairement à 2023 où le prélèvement fut vraisemblablement contaminé par de l'air atmosphérique (concentrations élevées en O<sub>2</sub> et relativement faible en CO<sub>2</sub>) ;
- un taux de sulfure d'hydrogène de 360 ppm, soit près de 4 fois plus que le précédent maximum analysé (en 2023). Cette tendance sera surveillée dans les prochaines années et les mesures de protection des intervenants continueront d'être appliquées : utilisation d'un détecteur gaz et, en cas d'intervention nécessitant l'ouverture d'un évent, port obligatoire d'un masque à cartouches adaptées.

Suite aux surveillances et observations de ces dernières années, la DREAL a saisi GEODERIS pour redéfinir, si nécessaire, le logigramme de gestion du site et préciser les actions requises en cas de dépassement des seuils de température ou de concentrations en gaz. Ces nouvelles préconisations n'étant pas encore diffusées, la surveillance de l'exercice 2024 a été réalisée selon les préconisations historiquement en vigueur.

## 4.7. BASSIN HOUILLER DE MANOSQUE (04)

### 4.7.1. Contexte minier

L'exploitation de la lignite sur Manosque a très probablement débuté avant 1917, depuis les affleurements, vraisemblablement par descenderies. Des archives font état de travaux d'exploitation entre 0 et 30 m de profondeur au début du XX<sup>e</sup> siècle. À partir de 1917, l'exploitation se faisait par tailles chassantes. Au fur et à mesure de l'abattage, le lignite dévalait le long du front de taille à la base duquel, il était chargé dans des wagonnets. Les travaux les plus profonds ont été réalisés entre 240 et 310 m de profondeur.

La mine de lignite de la Gaudie a été exploitée jusqu'en 1965, la production de houille servant essentiellement pour l'usine de production électrique de Sainte-Tulle et pour l'usine chimique de Saint-Auban. La galerie de la Gare permettait de ressortir le charbon au jour avant qu'il ne soit acheminé par train vers les sites de combustion et permettait d'évacuer les eaux d'exhaure de la mine.

### 4.7.2. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier)

#### a) *Liste des ouvrages surveillés*

Sur le bassin houiller de Manosque, le BRGM/DPSM est en charge de la surveillance d'une cavité (Cf. Tableau 14).

Par rapport à 2023, la liste 2024 des ouvrages à surveiller n'a pas été modifiée.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 4.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Cavité	Mine de Gaudé	Manosque	Galerie de la Gare

*Tableau 14 : Bassin houiller de Manosque - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP2401655A du 15 février 2024.*

#### **b) Cavité/surveillance par inspection au fond**

Le BRGM/DPSM s'est vu confier en 2017 la surveillance d'une ancienne galerie sur le bassin minier de Manosque.

Suite à la réalisation d'une étude d'aléa sur le secteur de Manosque faite par GEODERIS, il a été mis en évidence que l'ancienne galerie minière de la Gare, passant à quelques mètres de profondeur (3 à 5 m) sous des habitations, pouvait constituer une menace pour ces dernières.

Pour prévenir tout risque sur les enjeux de surface, la DREAL PACA a demandé au BRGM/DPSM de procéder à une inspection visuelle quinquennale de la voûte et des parements de la galerie, sur les 150 premiers mètres.

Compte-tenu des risques identifiés (anoxie, humidité, relargage de boue), les visites sont réalisées à l'aide d'un drone volant. Une première inspection complète par caméra montée sur drone a été menée en 2017 sur 230 mètres de long. Elle a mis en évidence un bon état de la voûte et des parois de l'ouvrage, ne nécessitant pas d'engager de travaux de sécurisation.

En 2023, le BRGM/DPSM avait procédé à la seconde inspection quinquennale de cet ouvrage qui n'avait pas révélé de problème. La prochaine visite d'inspection se tiendra donc en 2028.

À l'occasion d'un passage dans le secteur en novembre 2024, le BRGM/DPSM n'a pas constaté d'éléments inhabituels au niveau de la sortie de cette galerie.

### **4.8. BASSIN MINIER POLYMÉTALLIQUE DU MASSIF DES MAURES**

#### **4.8.1. Contexte minier**

##### **a) Concession de Vaucron**

Le secteur de Vaucron ne comprend qu'un seul titre minier (concession de Vaucron), qui s'étend sur les communes de Vidauban, La Garde-Freinet et Le Plan-de-la-Tour, dans le département du Var.

La concession de Vaucron a été instaurée en 1885 et a connu 2 grandes phases d'exploitation :

- de 1885 à 1912 : principalement pour l'exploitation de blende (zinc) et de galène (plomb) au Nord de la concession (filon d'Antibou) ;
- dans les années 1960 et 1970 : principalement pour l'exploitation de la fluorine au centre de la concession (filons de Camp-Long et Poula).

Une installation de traitement (laverie) était installée au Nord de la concession en rive gauche du ruisseau Langoustaou.

## b) Concession des Bormettes

La concession des Bormettes a été instituée le 11 février 1885, sur une superficie de 474 ha pour le plomb, l'argent et les métaux connexes, au profit de la Société des Mines des Bormettes (SMB).

Après une faible production entre 1919 et 1926, la disparition des réserves a pour conséquence la mise en liquidation de la SMB en février 1933. Par décret ministériel du 21 septembre 1961, la mutation de la concession est faite à la Société Minière et Métallurgique de Penarroya (devenue Metaleurop en 1988 puis Recylex en 2007) qui envisageait un vaste programme de développement. Des recherches ont été entreprises sans donner suite jusqu'à la renonciation des concessions acceptées par arrêtés ministériels du 22 octobre 2007.

Sur le site des Bormettes, les archives mentionnent la dislocation de la maçonnerie du puits Saint-Victor. Par ailleurs, le propriétaire de la parcelle du puits Saint-Victor signalait dans les années 2000 la présence d'une légère dépression (ordre métrique) au droit de l'emplacement du puits.

### 4.8.2. Maîtrise d'ouvrage déléguée des travaux de mise en sécurité

#### a) Liste des travaux

En 2024, dans le bassin minier du massif des Maures, deux opérations de travaux étaient engagées (Cf. Tableau 15).

Bassin minier	Avancement	Nature des travaux	Concession	Commune	Nom de l'installation et de la zone surveillée
Sud	En cours	Mise en sécurité de dépôt de résidus	Vaucron	Vidauban (83)	Vaucron
	En cours	Mise en sécurité d'une tête de puits	Les Bormettes	La Londe-les-Maures (83)	Puits Saint-Victor

Tableau 15 : Liste des travaux 2024 dans le bassin minier du massif des Maures.

La localisation des travaux de mise en sécurité est donnée en Annexe 5.

Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

#### b) Vidauban (83) – Mise en sécurité de dépôts de résidus de la mine de Vaucron

Fin 2020, suite à la présentation d'une étude d'orientation réalisée par GEODERIS sur l'ancienne mine de fluorine de Vaucron (communes de Vidauban, La Garde-Freinet, Le Plan-de-La-Tour – département du Var), complétée par une étude sanitaire ciblée sur une habitation située au pied des dépôts, la DREAL PACA a confié au BRGM/DPSM la mission d'engager des travaux pour limiter, voire éliminer, l'érosion des stockages par les eaux météoriques ou les crues (Cf. Illustration 39).

Une consultation pour désigner un maître d'œuvre a été lancée en 2021. La procédure n'est pas allée jusqu'à son terme dans la mesure où, pendant la phase d'appel d'offres, les services de l'État ont demandé au BRGM/DPSM de compléter le programme de travaux et d'attendre la présentation de l'étude pour relancer la consultation. Une réunion s'est tenue le 18 octobre 2022 pour la présentation de l'étude DDIE (secteur de Vaucron) aux communes de Vidauban et

La Garde-Freinet. Une seconde réunion en présence des propriétaires privés des terrains, des représentants des mairies concernées (La Garde-Freinet et Vidauban), des services de l'État, ARS et DREAL, ainsi que de GEODERIS et du BRGM/DPSM, a été organisée début juillet 2023 par la DREAL. Lors de cet échange, le BGRM/DPSM a présenté les travaux de mise en sécurité programmés.

Suite à cette dernière réunion, la consultation pour la maîtrise d'œuvre des travaux de mise en sécurité a été lancée au premier semestre 2024.



*Illustration 39 : Vaucron – Exemple de dépôt de résidus à stabiliser – Vidauban (83).*

Le marché a été attribué en septembre 2024.

En octobre 2024, une crue exceptionnelle a frappé le site, érodant fortement les berges du ruisseau du Langoustaou.

La campagne de prélèvements pour la mission de diagnostic (DIAG) dans les sédiments du ruisseau, confiée au maître d'œuvre, a été réalisée début décembre 2024.

Le dimensionnement des travaux se poursuivra début 2025 pour une réalisation envisagée courant 2026.

**c) La Londe-les-Maures (83) – Mise en sécurité du Puits Saint-Victor**

Fin 2020, suite à la restitution d'une étude d'aléa menée par GEODERIS sur l'ancienne concession minière des Bormettes pour plomb et argent, la DREAL PACA a demandé au BRGM/DPSM d'examiner les conditions de mise en sécurité de la tête du Puits Saint-Victor. En effet, il n'avait pas été retrouvé d'élément sur la fermeture de l'ouvrage, et les autorités craignent que cela n'ait pas été fait selon les règles de l'art d'où un risque de déboufrage.

Courant 2021 les équipes du BRGM/DPSM se sont rendues sur site et ont constaté une mise en sécurité existante établie à l'initiative du propriétaire. En vue de définir les premières opérations d'investigation à lancer qui permettront de préciser l'état de la tête du puits et sa stabilité actuelle, une note de programmation a été soumise à la DREAL PACA en octobre 2023. Celle-ci ayant été validée, la consultation pour la maîtrise d'œuvre était prévue en 2024 mais n'a pas pu être lancée compte-tenu d'une activité surchargée. La consultation devrait être lancée en 2025.

## 4.9. BASSIN DE BAUXITE DU VAR

### 4.9.1. Contexte minier

Les exploitations minières de bauxite (mineraux d'aluminium), à ciel ouvert et en souterrain, se sont déroulées de 1927 à 1989. Avec la mécanisation de l'extraction, les rendements annuels ont pu approcher 2,2 millions de tonnes de mineraux à la fin des années 60. Jusqu'en 1913, la [France](#) a été le principal producteur mondial de bauxite, mais la découverte de grands gisements à l'étranger avec des coûts de production plus faibles qu'en France va précipiter la fermeture des mines de bauxite du Var à partir des années 70.

L'essentiel de la production a alimenté l'usine de fabrication d'alumine de Gardanne.

### 4.9.2. Origine de la surveillance

Pendant la période de l'exploitation minière, des désordres sont survenus tout autour de la colline de la DARBoussière, provoquant le glissement du versant Nord de cette colline en direction de l'Abbaye médiévale du Thoronet.

Ce glissement est dû à la conjonction d'un contexte géologique défavorable (marnes jouant le rôle de « couche savon », Cf. Illustration 40 et Illustration 41), de travaux de déviation de la route départementale, et à la fragilisation des terrains provoquée par l'exploitation minière.

Pour fixer le glissement, un système efficace de drainage des eaux d'infiltration a été mis en place dès 1986 sur tout le versant Nord de la colline de la DARBoussière. Il a permis de réduire progressivement l'amplitude et la vitesse de déplacement du glissement pour revenir progressivement à des mouvements du même ordre de grandeur que ceux qui préexistaient avant l'exploitation minière et les travaux routiers qui ont déstabilisé le flanc Nord de la colline.

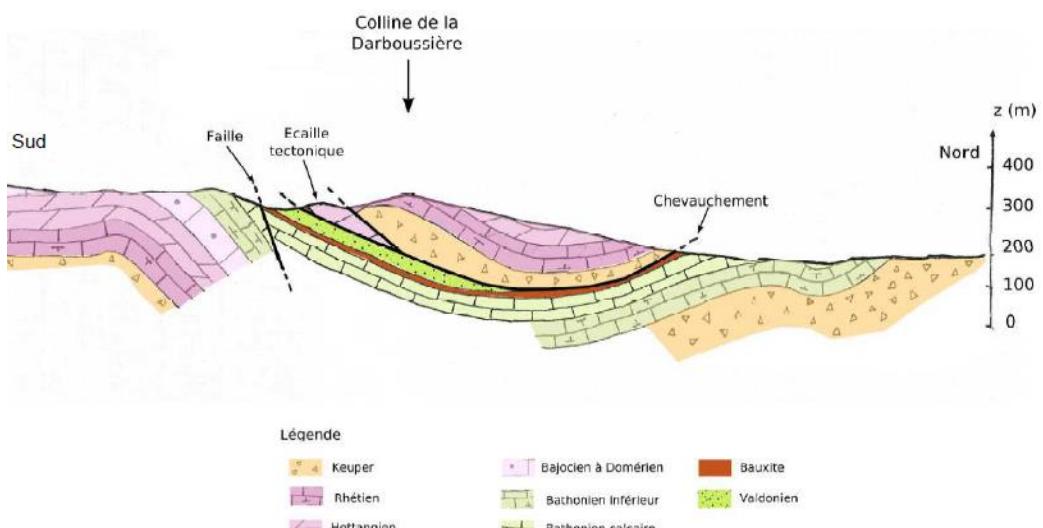


Illustration 40 : Coupe géologique au droit de la colline de la DARBoussière – Le Thoronet (83).

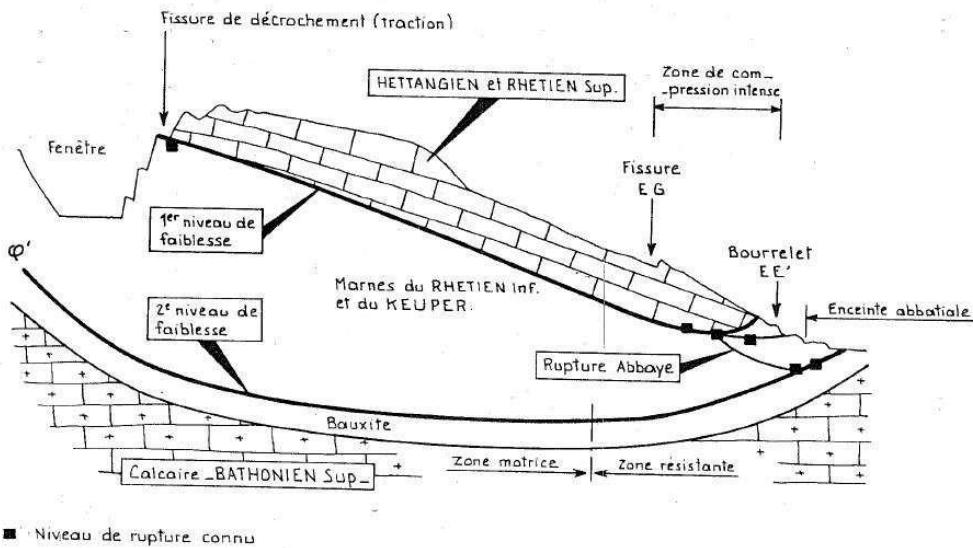


Illustration 41 : Coupe schématique des surfaces de glissement – Le Thoronet (83).

Pour suivre l'efficacité de ce dispositif et contrôler le glissement résiduel de la colline, un ensemble d'équipements de surveillance et de prévention a ainsi été installé à la même période (Cf. paragraphes suivants), et sont constitués aujourd'hui de :

- un système de drainage comprenant une galerie et un réseau de drains associés permettant à cet ouvrage de capter les eaux susceptibles de favoriser le glissement du versant Nord de la colline ;
- un réseau de bornes topographiques, de piézomètres et d'inclinomètres, situés sur le versant et au pied du relief.

L'arrêté de transfert du 1<sup>er</sup> août 2022 acte le transfert d'une installation hydraulique de sécurité, et d'équipements de surveillance associés, de Rio Tinto à l'État.

#### 4.9.3. Installations hydrauliques de sécurité (art. L.163-11 du code minier)

##### a) Liste des ouvrages surveillés

Le BRGM/DPSM suit une installation hydraulique de sécurité sur le site du Thoronet, il s'agit d'une galerie de drainage dans le bassin de bauxite du Var (Cf. Tableau 16).

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
SUD	Galerie de drainage	Peygros-Blanquette	Le Thoronet	Le Thoronet	Galerie du Thoronet

Tableau 16 : Bassin de bauxite du Var (83) – IHS - Extrait de l'Arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.163 est donnée en Annexe 3.

Le bilan synthétique des actions menées est présenté dans les sections ci-après. Les perspectives attendues pour l'année 2025 sont livrées au chapitre 6.

## b) Galerie du Thoronet

L'état général de la galerie de drainage de la Colline de la Darboussière est jugé satisfaisant. Néanmoins, l'inspection de l'ouvrage a principalement mis en évidence plusieurs zones, dont l'extension semble progresser en 2024, et présentant un risque potentiel de chute de blocs de béton projeté et/ou de roches. Des sections où des blocs se sont détachés ont également été identifiées en 2024, révélant des failles et des karsts sur les parements de la structure.

Par ailleurs, des zones présentant des coulures de calcite et d'oxyde de fer, accompagnées de concrétions, ont également été observées. Ces coulures de calcite sont, dans certaines zones, davantage présentes en 2024. Ces perturbations résultent principalement de la précipitation du carbonate de calcium dissous dans l'eau, provenant soit du terrain, soit de la dissolution du liant du béton. Les dispositifs de drainage dans leur ensemble sont en bon état de fonctionnement.

En ce qui concerne le radier, les observations sont identiques à celles de 2023, à savoir la présence de décollements et d'éclatements du béton au niveau du caniveau.

La vérification du bon fonctionnement du pluviomètre et du débitmètre a été menée en juillet 2024. Le pluviomètre était colmaté : un filet a été mis en place en fin d'année. Après une tentative de mise en place d'une nouvelle carte SIM en mars 2024, et en changeant la carte SIM pour la télétransmission des données en juillet 2024, le Prestataire a écrasé des données entre mars et juillet 2024. Les données sont dorénavant transmises vers le serveur Topkapi du BRGM.

### 4.9.4. Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier)

#### a) Liste des ouvrages surveillés

Le BRGM/DPSM surveille les équipements de prévention, de surveillance et de sécurité suivant sur le site du Thoronet (Cf. Tableau 17) :

- 4 piézomètres ;
- 1 réseau de niveling ;
- 5 inclinomètres.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Site	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
SUD	Piézomètre	Peygros-Blanquette	Le Thoronet	Le Thoronet	K2
					FD12
					SD2
					PZ1
	Réseaux de niveling	Peygros-Blanquette	Le Thoronet	Le Thoronet	Niveling Peygros-Blanquette
	Inclinomètre	Peygros-Blanquette	Le Thoronet	Le Thoronet	IC20
					IC21
					I1C
					I2C
					I12C

Tableau 17 : Bassin de bauxite du Var (83) - Équipements de Prévention, de Surveillance et de sécurité (art. L.174-1 à 4 du code minier) - Extrait de l'Arrêté n° TREP 2401655A du 15 février 2024.

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 est donnée en Annexe 3.

**b) Préambule**

Le nouveau prestataire en charge du suivi du site depuis septembre 2023 a montré des défaillances importantes, notamment dans le démarrage de la prestation, dans l'installation de matériel et dans la transmission des résultats. Un recadrage a été effectué en janvier 2024 et des pénalités de retard ont été appliquées. Un suivi hebdomadaire du prestataire a été mené par le BRGM/DPSM au premier semestre 2024.

**c) Piézomètres**

Les données des relevés piézométriques au niveau des quatre forages sur l'année 2024 montrent une faible fluctuation.

À noter que les niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres PZ1 et SD2 ne sont pas représentatifs. Ils mesurent le fond d'ouvrage colmaté avec des sédiments fins, où il n'y a pas d'eau. Des capteurs piézométriques ont été installés sur les 4 piézomètres afin de relever des mesures de niveau d'eau en continu et de les télétransmettre vers le serveur Topkapi du BRGM. Les piézomètres PZ1, K2 et FD 12 ont été équipés en mars 2024. Le piézomètre SD2 a été équipé en juillet 2024. En 2025, il est prévu un curage et une auscultation de tous les piézomètres.

**d) Réseaux de nivellation**

Les campagnes topographiques ont eu lieu en avril 2024 et en décembre 2024. Les résultats affichent une certaine homogénéité du site avec une variation maximale proche du centimètre. Les mouvements différentiels constatés sont assimilables aux imprécisions dues à la méthodologie employée sur les repères, tant en X, Y qu'en Z. Au premier semestre, seuls les points S1, P1 et JBC présentent une amplitude respective de 2.4, 2.2 et 2.1 cm en altimétrie, sans évolution au 2<sup>nd</sup> semestre 2024. Une attention particulière sera portée sur ces ouvrages.

**e) Inclinomètres**

Les mesures inclinométriques ont été menées sur les ouvrages I1C, I2C et I12C. Les mesures n'ont pas été possibles sur l'ouvrage I20b, la sonde de test s'étant bloquée à 52 m de profondeur. Le même problème a été rencontré sur l'inclinomètre IC21b, la sonde s'est bloquée à 30 m de profondeur. Les mesures de déplacements des ouvrages I1C et I2C sont globalement stables. Seul l'inclinomètre I12C semble montrer un déplacement variant entre 5 mm et 10 mm entre 2 m et 27 m de profondeur en 2024. Ces variations sont à prendre avec précaution dans la mesure où les déplacements sont comparés à des mesures de 2022 effectuées par le prestataire en charge de la surveillance pour le compte de Rio Tinto. Pour rappel l'inclinomètre I12C est localisé dans l'enceinte de l'abbaye. L'inclinomètre I1c situé à proximité ne montre pas de déplacements marquants sur toute sa hauteur.

## 5. Autres missions

### 5.1. EXPROPRIATIONS ET MESURES DE SAUVEGARDE (ART. L.174-6 A 11 DU CODE MINIER)

Néant.

### 5.2. GESTION DE L'INFORMATION TECHNIQUE

Le BRGM/DPSM a pour mission l'acquisition, la gestion, l'organisation et la diffusion des données de surveillance acquises en application de la mission après-mine. Les données acquises sont organisées en utilisant les banques de données nationales existantes (BSS, BDES/ADES, BDSURV).

À cette fin, le BRGM/DPSM a mis en place un site web aux fonctions Internet, Extranet et Intranet : <https://dpsm.brgm.fr>. Ses fonctionnalités permettent une accessibilité rapide aux données de base.

Les données sont accessibles après authentification par les services de l'État (DREAL, BSSS, GEODERIS...).

Sont passées en revue ci-après les bases que le BRGM/DPSM a développées ainsi que celles auxquelles il contribue au titre de sa mission d'acteur de l'après mine.

#### 5.2.1. Base GerMinAI (archives techniques intermédiaires minières)

Cette application permet de référencer les archives techniques intermédiaires provenant notamment de Charbonnages de France (CdF). Basée sur une solution PMB (outil de gestion intégrée de bibliothèques), elle a été mise en œuvre en 2021 en intégrant les données de la base Auressia, devenue obsolète. Elle répond aux exigences attendues de gestion d'archives en offrant une panoplie de fonctionnalités avancées telles que la création de notices, une recherche intuitive, permettant des requêtes simples, multicritère ou géographique, la gestion des archives par lot.

#### 5.2.2. Bases BDSURV et BDLT (Ouvrages Surveillés au titre des articles L.163-11 et L.174-1 à 4 du Code minier, ou au titre du Code de l'Environnement conformément à des arrêtés ministériels annuels)

Les ouvrages surveillés et moyens de surveillance en Provence-Alpes-Côte d'Azur sont tous saisis dans les bases de données nationales BDOS et BDSURV, soit une quarantaine d'ouvrages.

Par ailleurs, l'outil BDLT permet de bancariser et de gérer les données acquises automatiquement sur site et télétransmises jusqu'au centre de surveillance du BRGM/DPSM.

#### 5.2.3. Base de Plans

L'ensemble des plans réglementaires des concessions de Charbonnages de France en Provence-Alpes-Côte d'Azur a été numérisé les années précédentes au format natif et avec un

aperçu au format PDF. Ces plans sont disponibles sur le site extranet du BRGM/DPSM, soit 671 plans pour les concessions du Sud de la France.

#### 5.2.4. Base Textes de procédures d'arrêt des travaux miniers

La numérisation des derniers dossiers d'arrêt des travaux miniers et des dossiers de renonciation de Charbonnages de France a déjà été réalisée en 2010 (soit 73 concessions). Ces documents sont disponibles sur le site extranet du BRGM/DPSM.

#### 5.2.5. Base Dossiers de Transfert

La rédaction de dossiers de transfert est réalisée selon la circulaire du Ministère de l'Écologie 4C/2008/05/10257 du 27 mai 2008.

Depuis 2014, l'UTAM Sud a suspendu la rédaction des dossiers de transfert (dont 81 % sont rédigés, Cf. Tableau 18) pour se consacrer à d'autres tâches prioritaires.

À Réaliser	Rédigés		Envoyés aux DREAL (1 <sup>er</sup> avis)		Envoyés aux DREAL (2 <sup>o</sup> avis)		Validés par DREAL		Visite de recollement DREAL	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
36	29	81	0	0						

Tableau 18 : *État d'avancement des dossiers de transfert en PACA.*

#### 5.2.6. Base BSS (Banque de données du Sous-Sol)

En 2024, aucun nouveau point n'a été entré dans la BSS par le BRGM/DPSM pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

#### 5.2.7. Base ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines)

Depuis 7 ans, il a été décidé en accord avec le Ministère en charge de l'Environnement que seules les données de surveillance relatives aux eaux souterraines concernant les ICPE seraient intégrées dans la base ADES.

Aucune ICPE n'étant suivie par le BRGM/DPSM en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, aucun déversement dans ADES n'a donc été effectué en 2024.

## **5.3. INTERVENTION APRÈS SINISTRE MINIER (ART. L.175-3 ET 4 DU CODE MINIER) – ÉTABLISSEMENT D'ÉQUIVALENT DE DOSSIER D'ARRÊT (ART. L.163-1 À 9 DU CODE MINIER) RÉALISÉS DANS LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR**

### **5.3.1. Dossiers d'arrêt**

Néant.

### **5.3.2. DT – DICT**

Depuis juillet 2012, le BRGM/DPSM a renseigné dans la base nationale en ligne [www.reseaux-et-canalisations.ineris.fr](http://www.reseaux-et-canalisations.ineris.fr) l'ensemble des ouvrages miniers sensibles enterrés appartenant à l'État, dont il a la charge ou la surveillance.

Une réponse est systématiquement délivrée aux requérants dans les délais impartis.

### **5.3.3. Renseignement Minier**

En 2024, le BRGM/DPSM a traité 29 128 demandes concernant le territoire national grâce au service de l'outil de renseignement minier en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://rmelcarto4.brgm.fr/>.

Pour ce qui concerne la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, en 2024, le BRGM/DPSM a répondu à 252 demandes de renseignement minier, toutes sur des communes des Bouches-du-Rhône, soit une baisse très marquée par rapport à 2023 (1125 demandes).

### **5.3.4. Dégâts Miniers**

Aucune demande d'expertise au titre du dégât minier n'a été faite en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2024.

## **5.4. AUTRES ACTIVITÉS**

### **5.4.1. Consultations d'archives**

En 2024, pour l'ensemble du périmètre géré par l'UTAM Sud, 15 demandes de consultations par des organismes extérieurs d'archives ont été traitées.

### **5.4.2. Foncier**

En 2024, le BRGM/DPSM a poursuivi sa mission générale de gestion foncière des biens de l'État relevant de l'après-mine, consistant en (seule une partie de ces points a été effective en 2024) :

- dépôts de plaintes pour vol et dégradation ;
- maintien en état des biens en gestion ;
- contrôles règlementaires et entretien des locaux ;

- passages de conventions temporaires avec des particuliers et communes lors de travaux et surveillances ;
- interprétation de plans et d'actes pour les travaux et la surveillance ;
- participation à des réunions avec la DDTM, DREAL, Communes pour les possibilités d'aménagement des anciens sites miniers (terrils, carreaux) ;
- interprétation des actes et consignes réglementaires liées à ce type de bien.

## 6. Perspectives

Les surveillances et les travaux d'entretien menés par le BRGM/DPSM seront reconduits en 2025, pour l'essentiel, sur les mêmes ouvrages et selon les mêmes modalités qu'en 2024. Les principales modifications pour l'année 2025 sont les suivantes :

- évolution progressive de la surveillance gaz dans le bassin houiller de Provence (13) ;
- révision des gammes « normales » d'évolution des indicateurs et précisions quant aux actions à mettre en œuvre en cas de dérive de l'échauffement sur le site de Bois d'Asson (04).

Concernant les opérations travaux qui s'achèveront ou se poursuivront en 2025, sont citées :

- bassin houiller de Provence (13) : réalisation d'un forage au Puits Gérard pour une alimentation de secours des pompes – maîtrise d'œuvre relancée en 2024 ;
- bassin houiller de Provence (13) : étude de faisabilité pour la sécurisation de la conduite passant sous le terril de Madame d'André – étude restituée à la DREAL en 2023, point réglementaire à éclaircir avant de définir les suites à donner ;
- bassin houiller de Provence (13) : étude du mur de soutènement des Sauvaires : étude de stabilité rendue en 2023. Maîtrise d'œuvre de conception et de suivi des travaux à lancer en 2025 ;
- bassin houiller de Provence (13) : travaux de remise en état d'un treuil au Puits Gérard. Les travaux préparatoires (diagnostic amiante, plomb, création d'une ouverture) ont eu lieu en 2024. La livraison du treuil est programmée à l'été 2025 ;
- bassin minier de Fontsante (83) : travaux de reprofilage des couvertures des dépôts réalisés au printemps 2023. La GPA a été prolongée de décembre 2024 à juin 2025 pour permettre la reprise de petits défauts, sur les caniveaux notamment ;
- bassin minier des Camoins (13) :
  - création de forages de surveillance : premier forage réalisé en 2021, en attente de la décision du Tribunal Administratif suite à expertise judiciaire pour les suites à donner au niveau du second sondage de plus faible diamètre,
  - comblement et mise en sécurité d'un pilier : la phase de conception des travaux a été réalisée en 2024, mais nécessite des investigations complémentaires (levé sonar sur galerie ennoyée) pour être finalisée. Les travaux de comblement sont envisagés pour 2026 ;
- bassin houiller de Védès-La-Fare (13) : Mise en sécurité d'une descenderie sous une habitation. Lancement de la maîtrise d'œuvre en 2024 ;
- bassin minier polymétallique du massif des Maures (83) – Concession de Vaucron : Travaux de sécurisation de dépôts de résidus – la maîtrise d'œuvre a été lancée en 2024. En octobre 2024, une crue exceptionnelle a frappé le site, érodant fortement les berges du ruisseau du Langoustaou. Le dimensionnement des travaux se poursuivra début 2025 pour une réalisation envisagée courant 2026 ;
- bassin minier polymétallique du massif des Maures (83) – Concession des Bormettes : mise en sécurité du Puits Saint-Victor. La maîtrise d'œuvre n'a pas pu être lancée en 2024, et est reportée à 2025.



## 7. Lexique

**ADEME** : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

**ADES** : Portail d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (<https://ades.eaufrance.fr/>)

**AURESSIA** : Archives techniques intermédiaires minières

**BDOS** : Base de Données sur les Ouvrages Surveillés

**BDLT** : Base de Données Long Terme (gestion interne BRGM/DPSM)

**BDSURV** : Base de Données des Ouvrages Surveillés (gestion interne BRGM/DPSM)

**BRGM** : Bureau de Recherches Géologiques et minières

**BSS** : Banque de données du Sous-Sol (accessible via <https://infoterre.brgm.fr/>)

**BSSS** : Bureau du Sol et du Sous-Sol de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du MTE

**CARA** : Comptes rendus d'Activités Régionaux Annuels

**DICT** : Déclaration d'Intention de Commencer les Travaux

**DOE** : Dossier d'Ouvrages Exécutés

**DGPR** : Direction Générale de La Prévention des Risques (MTECT)

**DPSM** : Département Prévention et Sécurité Minière

**DR** : Demande de Renseignement

**DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**DT** : Déclaration de projet de travaux

**GEODERIS** : Groupement d'intérêt Public en charge des expertises après-mine pour le compte de l'État

**INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**LOLF** : Loi Organique relative aux Lois de Finances

**MTECT** : Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires

**MOD** : Maître d'Ouvrage Délégué

**PMB** : Logiciel libre de type système intégré de gestion de bibliothèque

**SIG** : Système d'Information Géographique

**SMQ** : Système de Management de la Qualité

**RAA** : Rapports Annuels d'Activités

**RMEL** : Renseignement Minier En Ligne

**UTAM** : Unités Territoriales Après-Mine



## **Annexe 1**

### **Indicateurs de performance - maîtrise des coûts**

#### **Indicateur « Écart moyen entre les devis et le coût des travaux »**



**Indicateur : Nombre d'opérations travaux (sur tout le territoire national) ayant fait l'objet d'une facturation fournisseurs**

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Nombre d'opérations avec facture comptabilisée	55	66	66	69	71	79	72	70	61	89
Montant des travaux de l'année (k€ TTC) (p.i.)	5 459	5 585	5 433	3 821	3 013	7 347	13 636	4 080	5 636	10 273

Commentaires : De très importants chantiers ont été réalisés en 2021 et notamment sur la couverture de Montredon et l'évacuation de l'alvéole (Salsigne), les SRE Godion et Cité Dincq (Nord) et le forage de Lochwiller (Alsace).

**Indicateur : Écart moyen entre les devis et le coût des travaux in fine pour les chantiers achevés dans l'année (et dernières factures reçues dans l'année)**

1) Nationalement

Unité	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
%	-0,3	0,3	-3,2	-1,4	-5	-2,3	10,3	-3,8
Unité	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
%	-0,7	-4,1	-6,9	-7,8	-6,7	-5,7	-9,5	-1,48
Unité	2023	2024						
%	-0,95	-10,39						

Commentaires : un écart d'un peu plus de 10 % a été constaté sur les travaux achevés en 2024 du fait essentiellement de la non-consommation d'aléas budgétisés.

2) Provence-Alpes-Côte d'Azur

Aucuns travaux de mise en sécurité ne s'est achevé en 2024 en région PACA.



## **Annexe 2**

### **Liste des communes concernées par une surveillance après-mine et/ou travaux de mise en sécurité en région PACA**



**Liste des communes concernées par une surveillance après-mine en région PACA :**

Communes PACA	Code postal
GARDANNE	13120
MEYREUIL	13590
MIMET	13105
GREASQUE	13850
CADOLIVE	13950
SAINT-SAVOURNIN	13119
PEYPIN	13124
FUVEAU	13710
LA BOUILLADISSE	13720
TRETS	13530
VENTABREN	13122
MARSEILLE	13000
TANNERON	83440
LE THORONET	83340
LES ADRETS-DE-L'ESTEREL	83600
SAINT-MAIME	04300
MANOSQUE	04100

**Liste des communes concernées par des travaux de mise en sécurité en cours en région PACA :**

Communes PACA	Code postal
GARDANNE	13120
MIMET	13105
GREASQUE	13850
VENTABREN	13122
MARSEILLE	13000
LA LONDE-LES-MAURES	83250
TANNERON	83440
GARDE-FREINET	83680

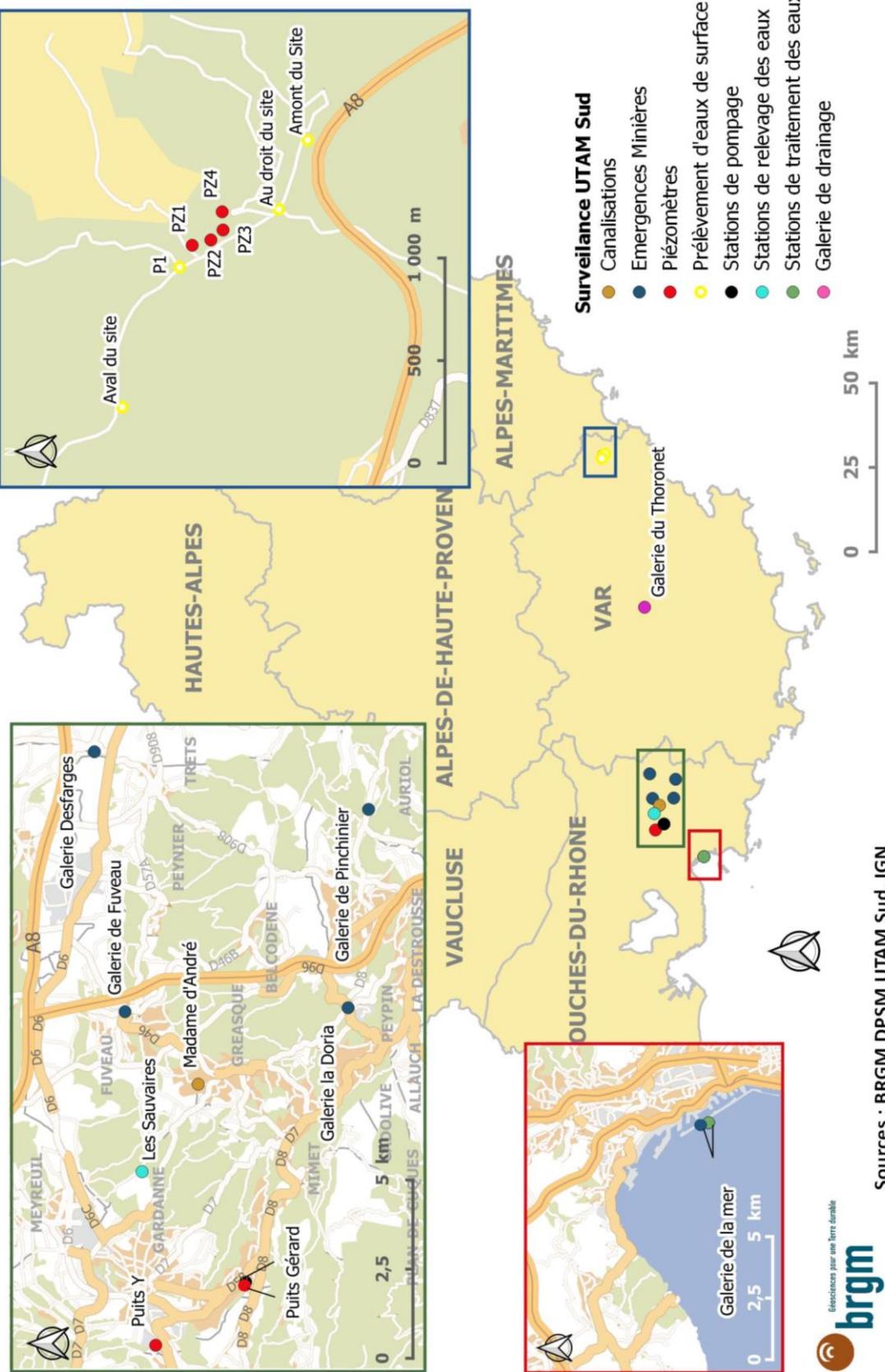


## **Annexe 3**

### **Localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.163 du Code Minier**



## Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur Surveillance Arrêté L163 Année 2024



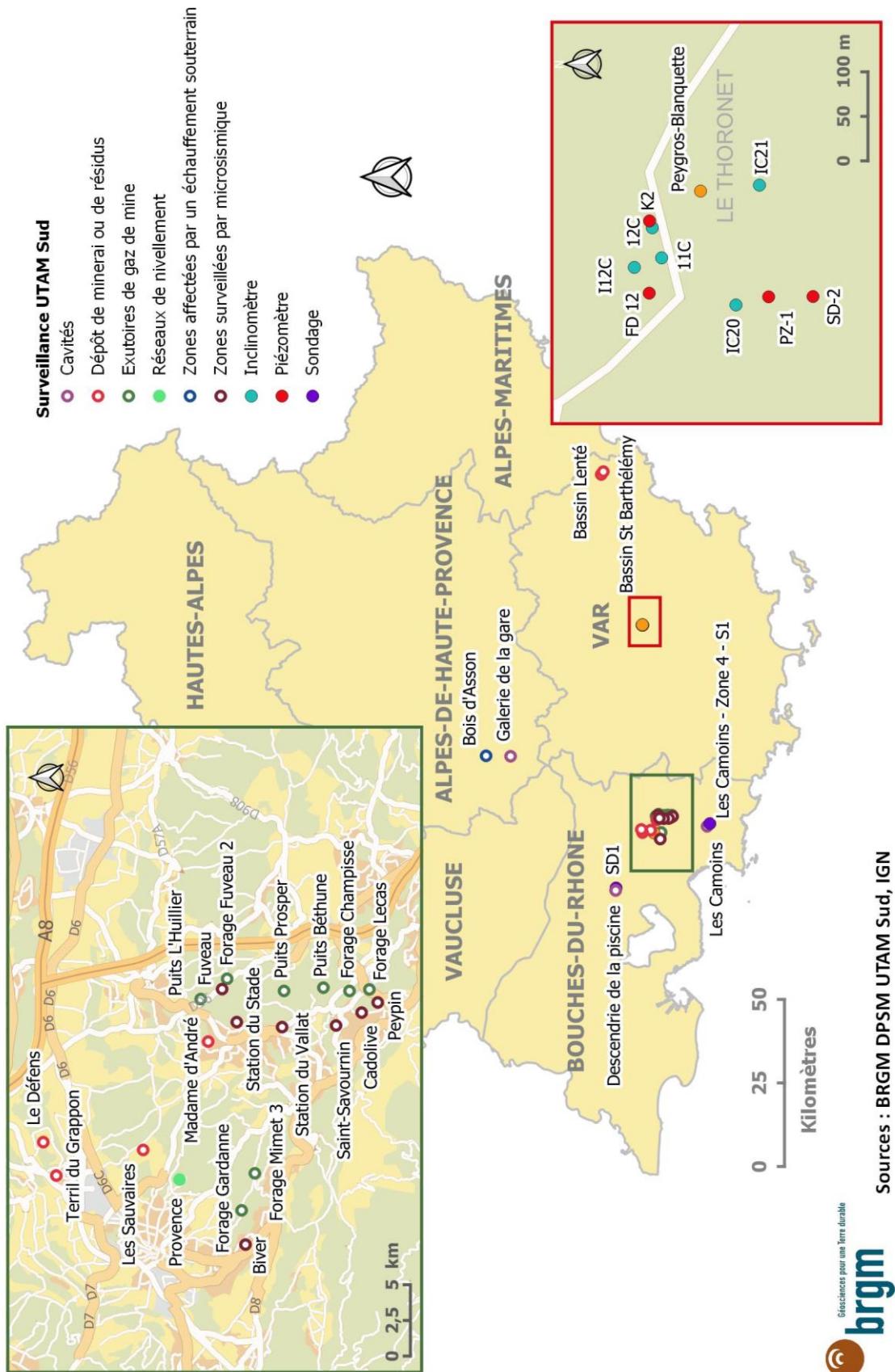


## **Annexe 4**

### **Localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L.174 du Code Minier**



## Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur Surveillances Arrêté L174 Année 2024



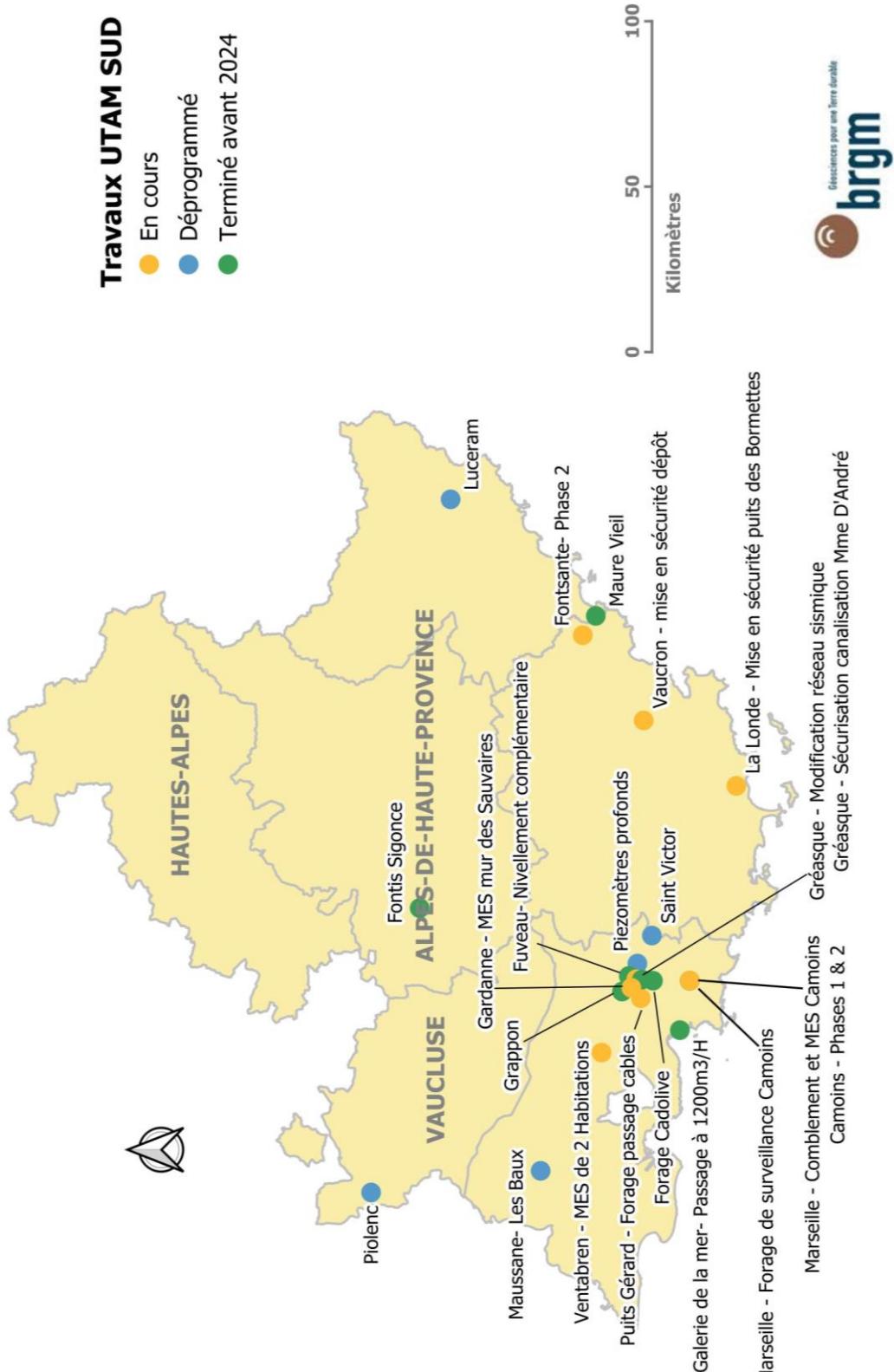


## **Annexe 5**

### **Localisation des travaux de mise en sécurité d'ouvrages miniers**



## Région Provence-Alpes-Côte d'azur Année 2024 Programme des travaux





*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Département Prévention et Sécurité Minière**

**Unité Territoriale Après-mine Sud**

225 avenue de la Galerie à la Mer  
Pôle Yvon Morandat  
13120 – Gardanne – France  
Tél. : 04 42 65 46 20

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr) / <https://dpsm.brgm.fr>



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**