

# **L'ANCIENNE MINE DES CAMOINS A MARSEILLE : SURVEILLANCE ET MISE EN SECURITE DANS UN ENVIRONNEMENT SENSIBLE.**

## **THE CAMOINS IS AN OLD MINE IN MARSEILLE : THE SURVEILLANCE AND SAFETY WORKS WITHIN SECURE AREA**

Boris DELMAS<sup>1</sup>, Clémentine AUBERT<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> BRGM/DPSM, Gardanne, France

<sup>1</sup> BRGM/DPSM, Orléans, France

**RÉSUMÉ** – A l'initiative de l'État, l'ancienne mine de soufre des Camoins à Marseille a fait l'objet d'un programme pour mettre en sécurité les enjeux présents en surface. La surveillance des vides miniers associée à des comblements partiels avec un accès par le fond a été mise en œuvre dans un contexte d'urbanisation et de contraintes connexes.

**ABSTRACT** – The French State requested for securing the surface of the Camoins's old sulfur mine in Marseille. The program has consisted in monitoring and partial filling with underground access. Works have been done in a context of an urban area with related difficulties.

### **1. Introduction**

L'ancienne mine de soufre des Camoins à Marseille (Bouches-du-Rhône) est située en zone d'aléa effondrement localisée fort avec des enjeux en surface (voirie et habitations).

Pour cette raison, l'État, au travers de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur (DREAL PACA), a saisi le Département Prévention et Sécurité Minière du Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM/DPSM) d'abord pour assurer la surveillance des vides miniers puis pour la réalisation, localement, de travaux de mise en sécurité.

L'urbanisation et les enjeux fonciers ont un impact significatif sur les moyens mis en œuvre pour répondre à la demande de sécurité publique.

### **2. Contexte**

#### **2.1. Organisation de l'après-mine**

Depuis la loi du 21 avril 1810, les mines sont exploitées, en France métropolitaine, dans le cadre de concessions, attribuées par l'Etat pour une ou plusieurs substances. Ces concessions, initialement à titre perpétuel, sont aujourd'hui accordées pour une durée maximale de 50 ans avec des prolongations possibles.

L'Etat contrôle l'exécution des travaux miniers, soumis à déclaration ou à autorisation, dans le cadre de la police des mines. Au terme de la concession, le gisement fait retour gratuit à l'Etat (L. 132-13 du nouveau Code minier issu de l'ordonnance n° 2011-91 du 20 janvier 2011 portant codification de la partie législative du code minier).

L'exploitant est responsable des dommages causés par son activité sauf preuve d'une cause étrangère ou, dans certaines conditions, si des clauses de non responsabilité ont été insérées dans les actes de vente avant la loi n° 94-588 du 15 juillet 1994.

Depuis la loi n° 99-245 du 30 mars 1999, l'État est garant de la réparation des dommages causés par l'activité de l'exploitant minier lorsque celui-ci est défaillant ou

disparaît. L'Etat est également responsable de certaines opérations de prévention et de surveillance des risques miniers dès lors que l'exploitant a respecté ses obligations de réhabilitation et que le titre minier est expiré ou renoncé. Dans le même temps, cette loi a renforcé la procédure d'arrêt des travaux miniers et instauré les Plans de Prévention des Risques Miniers (PPRM).

Dans le cadre de l'Après-Mine, les fonctions régaliennes de l'Etat sont assurées par les administrations centrales compétentes (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Direction Générale de la Prévention des Risques MTES/DGPR) et par les services déconcentrés (DREAL). En appui aux services de l'Etat, l'organisation est tripolaire depuis 2006 :

- les fonctions d'expertise sont confiées au Groupement d'Intérêt Public GEODERIS ;
- les travaux de recherche scientifique sont menés par un groupement composés de différents organismes et agences (BRGM, Inéris, Ecole des Mines, Université de Lorraine,...) ;
- les fonctions opérationnelles ont été attribuées au BRGM qui a créé un département dédié à cet effet, le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM).

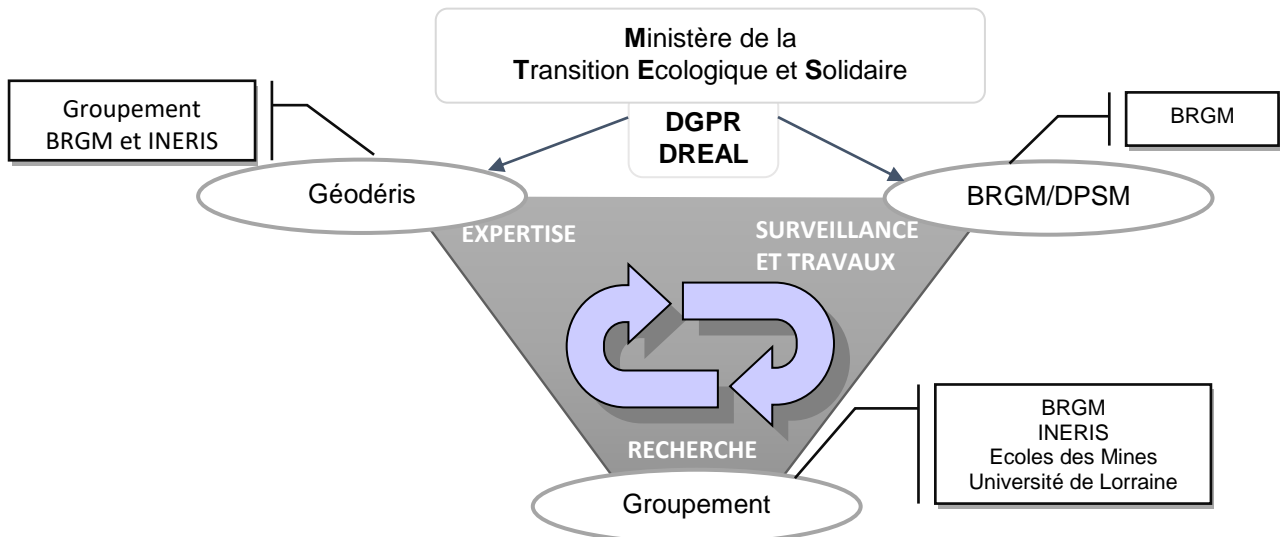


Figure 1. Organisation tripolaire de l'Après-Mine.

Les principales missions du DPSM sont :

- la gestion, la remise en état et la surveillance d'installations et d'équipements de prévention et de contrôle des risques miniers résiduels,
- la surveillance d'anciens sites industriels implantés sur des sites miniers,
- la maîtrise d'ouvrage déléguée, pour le compte de l'Etat, de travaux de mise en sécurité dans les conditions fixées par le Code minier, sur l'ensemble des sites revenus sous la responsabilité de l'Etat.

## 2.2. Historique de la mine de soufre des Camoins

Aux Camoins, les travaux de recherche de gisement ont débuté en 1895 sur la base d'indices découverts grâce à une ancienne carrière de gypse abandonnée. Le permis de recherche en bonne et due forme fut attribué en juin 1896 pour un an, puis fut reconduit jusqu'à l'attribution de la concession le 1<sup>er</sup> mars 1898.

Jusqu'à 20 m de profondeur, le soufre se présente sous forme de "mouches" cristallisés dans des calcaires bitumineux du Trias, mais en trop faible quantité pour une exploitation industrielle. Plus en profondeur une couche exploitable a été mise en évidence. Elle se compose de 3 bancs de gypse sulfurifère d'une puissance utile totale de 80 cm, séparés par deux bancs de calcaire. Le minerai se présente sous la forme d'un magma de gypse cristallisé, de calcaire bitumineux et de soufre dont la teneur espérée de 20 % n'a jamais atteinte. Au mieux, la teneur extraite était de 10% et généralement comprise entre 6% et 8%.

Sa faible richesse en soufre rendait le minerai peu attractif mais l'exploitant réussit à le vendre comme fixateur d'insecticide pour le traitement de la vigne. Le minerai fut traité à Aubagne par broyage et enrichissement en soufre en provenance de Sicile pour atteindre la teneur de 20%. L'usine d'Aubagne produisait du soufre trituré pour l'Algérie et la Tunisie (en France, les vignerons préféraient employer un mélange de fleurs de soufre et de chaux qu'ils faisaient eux-mêmes).

Peu de travaux de recherche furent entrepris faute d'investissement et de débouché pour le produit. L'exploitation, par la méthode des piliers abandonnés, était intermittente et se contentait d'extraire le soufre rencontré au meilleur coût. Elle se limitait à l'extraction de 1000 tonnes les meilleures années, sans se préoccuper de la sécurité après cessation de l'exploitation.

Suite à la loi du 21/12/1941 relative à la production de substances minérales nécessaires à l'économie générale, l'Etat subventionna des travaux de recherche à partir de 1943 et le contingent passa d'une dizaine de mineurs à plus d'une vingtaine.

Ce regain d'activité du fait des circonstances de la guerre fut le seul puisque les recherches ne furent pas prometteuses et à partir de 1947, l'exploitation redevint intermittente jusqu'à la fermeture définitive en 1962.

A la fermeture, les puits furent tous remblayés à l'exception du puits Sylvander permettant toujours un accès au fond. Les vides miniers s'étendent sur 2 hectares entre 20 m et 38 m de profondeur.

Cette mine fut déclarée comme renoncée le 13 mai 1968 par arrêté préfectoral.

Quelques années plus tard, des désordres commençaient à apparaître en surface (fontis, débouillage de puits).

### **2.3. Localisation de la mine et enjeux proches**

L'ancienne mine de soufre des Camoins est localisée dans le quartier résidentiel éponyme des secteurs Est de Marseille, dans le 11<sup>ème</sup> arrondissement (cf. figure 2).

Elle s'étale sous divers enjeux humains situés en surface ou s'en approche, tels que des habitations (4 maisons surmontant directement les vides miniers – notées A à D sur la figure 3), des locaux annexes (garages, appentis, local technique, etc.), une voie publique étroite mais néanmoins fréquentée (le chemin des Mines) et une impasse (la traverse de la Treille). L'ensemble du bâti situé en surface est postérieur à la fermeture de la mine.

L'ancienne mine se situe en amont hydraulique d'un établissement thermal de soins déclaré d'utilité publique en 1862. L'établissement exploite une eau soufrée captée entre 17 et 30 m de profondeur dans un sondage implanté à 350 m à l'Ouest de la mine. Bien qu'en dehors du périmètre de protection du captage hydraulique, la nappe d'eau qui affleure dans la mine est en connexion hydraulique avec le captage de la station thermique (MIDOT, 2007).



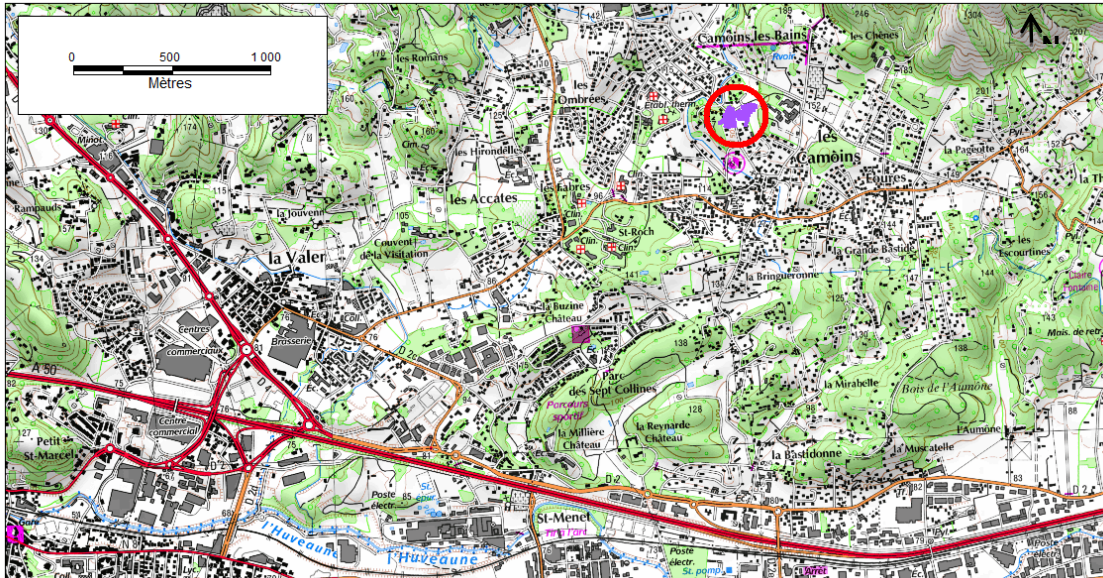


Figure 2. Localisation du site (fond cartographique Géoportail)

Le terrain au-dessus de la zone Est de la mine appartient à l'IRSAM (Institut Régional des Sourds et Aveugles de Marseille). Ce terrain, non valorisé, est cependant dans l'enceinte d'un centre scolaire pour enfants avec une déficience auditive. Par ailleurs, le seul accès poids lourd au droit de la mine passe par l'entrée principale de cette école.

Le puits Sylvander qui permet de pénétrer dans les travaux souterrains se situe sur une parcelle privée. L'accès se fait par le Chemin des Mines et l'impasse de la Treille.

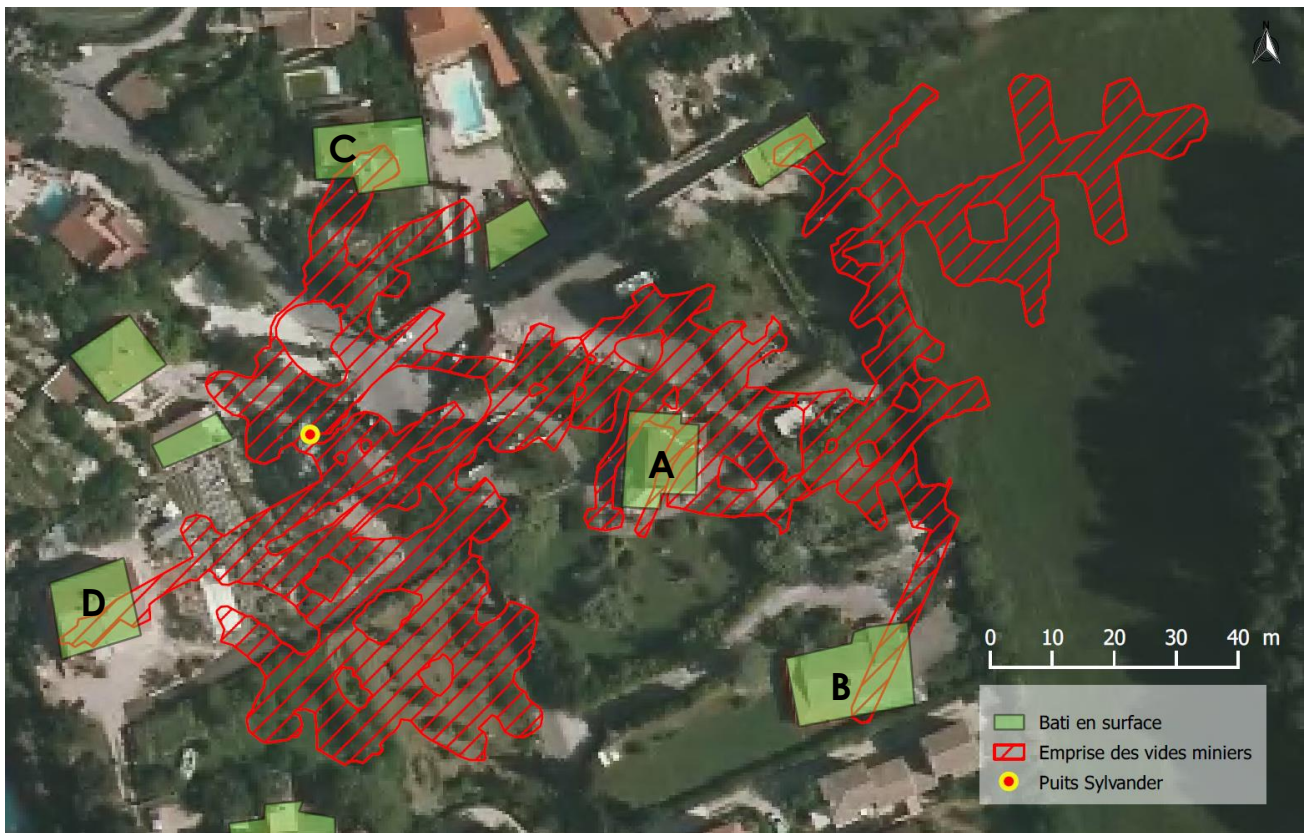


Figure 3. Répartition des enjeux de surface.

### **3. Mise en sécurité de l'ancienne mine**

#### **3.1. Etudes initiales**

Dans le cadre des études préliminaires à la préparation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers, Géodéris a dressé en 2002 un diagnostic<sup>1</sup> des risques d'effondrement des anciens travaux miniers aux Camoins. Un aléa fort a été mis en évidence concernant des tronçons de la voirie du chemin des Mines. Des habitations ont été classées en aléa moyen.

En 2006, des investigations géophysiques sont entreprises visant à préciser l'emprise possible de l'ancienne exploitation à ciel ouvert de gypse, sans franc succès.

Dans le but d'éviter l'apparition en surface d'un effondrement pouvant occasionner des dommages directs et/ou indirects au droit de la voirie communale, les services de l'Etat ont demandé en 2007 à l'INERIS d'étudier un traitement au stade avant-projet. Seule la solution d'un comblement des vides sous la chaussée a été retenue. Plusieurs types de méthodes de comblement étaient envisageables en fonction de la nature du matériau de comblement et du moyen d'accès.

Le traitement sous les habitations n'était alors pas encore envisagé.

Sur la base de ces études, et tenant compte de l'évolution significative du trafic sur la voirie publique située au-dessus des vides miniers, l'Etat a décidé sa mise en sécurité.

#### **3.2. Comblement sous voirie**

Suite à la création de l'Unité Territoriale Après-Mine Sud (Utam Sud) du DPSM en 2007, l'Etat lui a confié le comblement sous la voirie.

En préparation du comblement, un relevé topographique par lasergrammétrie a été réalisé et le puits Sylvander a été équipé pour répondre aux évolutions réglementaires en terme de sécurité d'accès.

La consultation pour les travaux de comblement prévoyait la possibilité d'un comblement intégral de la mine afin de mettre en sécurité l'ensemble des enjeux présents en surface. Néanmoins, le coût très élevé de cette option n'a pas permis de la retenir et une approche par étape a été privilégiée, en commençant par l'enjeux de la voirie.

A noter que l'accès poids lourd a nécessité le renforcement préalable d'un pont pour atteindre le secteur et permettre la réalisation des travaux.

Les travaux ont duré 4 mois durant le premier semestre 2008. Ils ont consisté au comblement de 1300 m<sup>3</sup> de vide par un coulis de ciment. Pour ce faire, environ 300 m<sup>2</sup> de mur ont dû être édifiés. Ce comblement a été effectué par le fond avec un accès par le puits Sylvander.

Afin de conserver un passage du côté Est de la mine deux petits tunnels ont été réservés dans le comblement.

Des dispositifs pour récolter les eaux de ressuage du coulis ont été installés afin de protéger l'aquifère affleurant dans la mine. La qualité des eaux a également été contrôlée pour s'assurer de l'absence d'impact des travaux.

#### **3.3. Surveillance**

Une surveillance sommaire de l'ensemble de l'ancienne mine commence après les travaux de comblement de 2008 dans le but d'apprécier la vitesse de l'évolution des désordres constatés.

---

<sup>1</sup> Concessions de soufre des Camoins et des Accates. Ville de Marseille (13). – Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) – Rapport GEODERIS/Sud 02-PACA-2302-R09/RH

Les inspections réalisées ont permis de retenir les éléments suivants :

- les cloches de fontis situées au niveau de la zone comprenant l'enjeux A sont de grande hauteur (presque 10 m). Elles se développent dans une roche marno-calcaire altérée qui produit des chutes de blocs fréquentes ;
- la galerie sous l'enjeux B est marquée par une altération qui a provoqué, sur toute sa longueur, la chute de son toit sur une épaisseur métrique. Le suivi de cette galerie borgne a dû être arrêté pour des raisons de sécurité ;
- la stabilité des autres secteurs est hétérogène selon l'altération et la qualité de la roche. Certaines zones n'ont pas évolué depuis l'arrêt des travaux, d'autres font l'objet de chutes épisodiques de blocs provenant du toit et des parements, où quelques piliers se dégradent (écaillage, fracturation).

Dans ce contexte, la surveillance est renforcée en 2012 avec l'appui de Géodéris (BOULLÉE, 2012). Elle est toujours en cours en 2018, selon une fréquence semestrielle.

L'inspection porte sur l'observation visuelle de 75 points spécifiques et comprend 17 stations où sont faites des mesures de convergence.

Un rapport de surveillance est réalisé par le BRGM/DPSM chaque année, à l'attention de la DREAL.

### **3.4. Comblement sous villas**

Face à l'évolution prononcée de certains secteurs, et suite au premier comblement partiel réalisé, Géodéris a réévalué le niveau d'aléa en 2011. Au droit d'une habitation (enjeu bâti A) l'aléa passe du niveau moyen au niveau fort. Une autre habitation (enjeu bâti B), passe en niveau d'aléa moyen car la galerie responsable des risques à cet endroit n'était pas bien cartographiée en 2002.

A la demande de la DREAL, le DPSM fait des propositions de mise en sécurité en 2012, sous forme de trois scénarii dont le périmètre de mise en sécurité est plus ou moins étendu (NÉDELLEC, 2012).

A l'issue de cette étude, les services de l'Etat décident de poursuivre le comblement pour mettre en sécurité les enjeux les plus menacés :

- comblement de la zone située en partie sous une première habitation (enjeu A), dans laquelle se situent les terrains les plus menaçants ;
- comblement de la petite galerie rejoignant l'emprise d'une deuxième habitation (enjeu B) menacée par le risque d'effondrement ;
- réalisation d'un nouveau puits d'accès pour la réalisation de ces travaux par le fond, seul moyen d'accès compte-tenu des enjeux en surface et des risques d'instabilité.

La figure 4 présente l'étendu des comblements réalisés.

Les principales contraintes suivantes ont dû être anticipées dès la conception (DELMAS, 2017) :

- l'accès en surface avec le passage des poids lourds par un centre scolaire en activité ;
- l'obtention des autorisations pour réaliser et conserver le nouveau puits par l'association qui est propriétaire du centre scolaire ;



- le délai de réalisation du puits de 25 m pendant les deux semaines des vacances scolaires ;
- le risque de pollution de la nappe d'eau exploitée en aval par l'établissement thermal de soins ;
- le risque environnemental et financier en cas de perte de coulis pour le comblement ;
- le risque d'effondrement localisé du toit de la mine pendant les travaux ;
- le risque radiologique dû au radon (élément gazeux issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches).

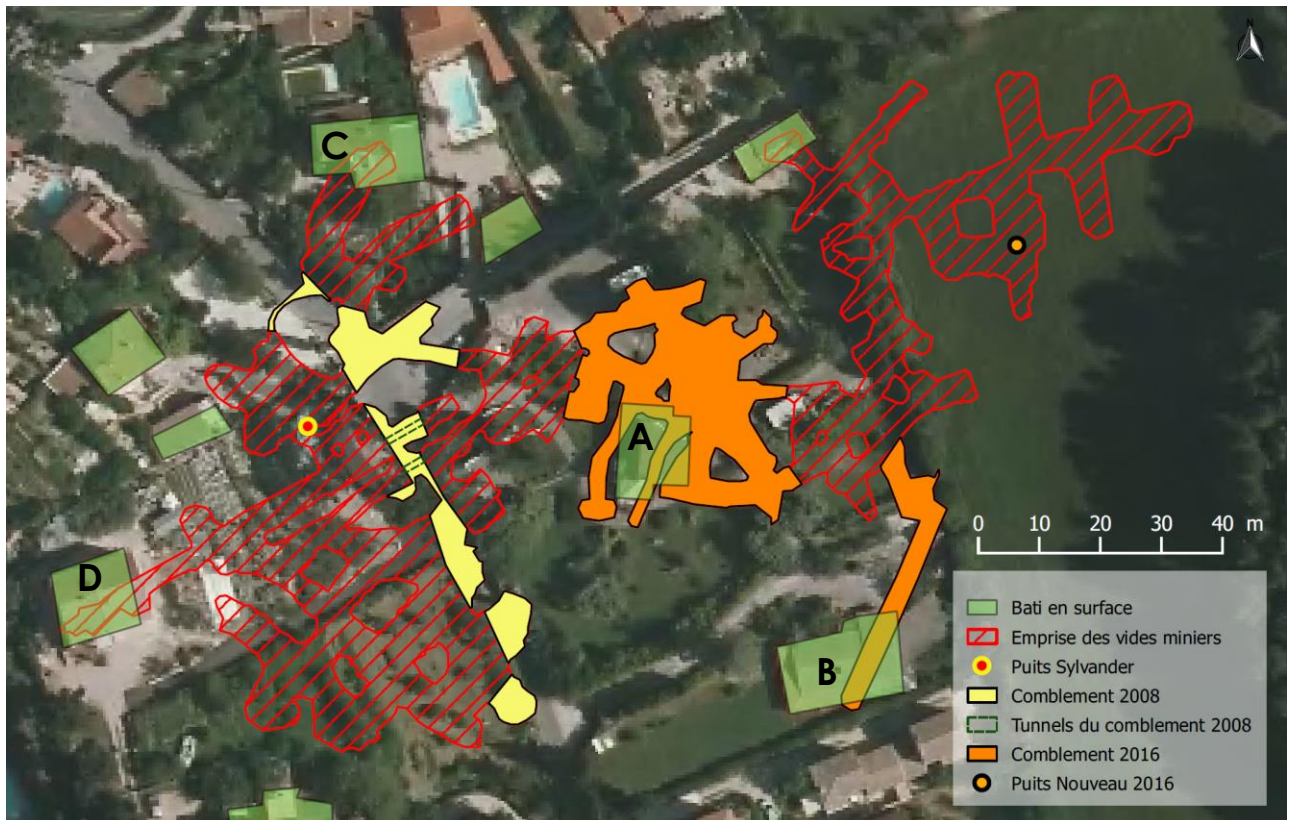


Figure 4. Comblements réalisés dans l'ancienne mine des Camoins.

Les principales phases de réalisation ont été les suivantes :

- creusement du nouveau puits ;
- mise en sécurité des accès au fond entre le puits et les zones à combler ;
- mise en place des équipements pour les injections (conduites, événements...) ;
- construction des barrages délimitant les zones à combler ;
- injection d'un coulis de ciment.

Le coulis a été fabriqué sur place par une centrale spécialement aménagée en surface. A la mise en œuvre, il avait une densité comprise entre 1,6 et 1,7. Sa résistance à l'écrasement est supérieure à 2 MPa.

Ces travaux ont été réalisés en 2016 durant 5 mois. Ils ont nécessité 3500 m<sup>3</sup> de coulis et 40 m<sup>2</sup> de mur de barrage.

### **3.5. Dispositif actuel**

Tant que l'état de stabilité le permet la surveillance par le fond se poursuit. L'accès aux secteurs ouest et central se fait par le puits Sylvander. Le nouveau puits créé en 2016 permet l'accès au secteur est. Une servitude au profit de l'Etat a été mise en place sur les deux propriétés privées ayant un puits.

Les vides miniers sous l'enjeu C ne sont pas accessibles. Ils ne sont donc pas surveillés.

A terme une surveillance par forage est envisagée.

## **4. Conclusion**

Suite à la loi du 30 mars 1999 et à l'attention particulière portant sur les risques miniers, l'ancienne mine des Camoins à Marseille a fait l'objet d'un programme pour mettre en sécurité les enjeux présents en surface. A ce jour, les vides situés au droit des enjeux les plus concernés par les aléas effondrement ont été comblés (voirie publique et habitations les plus menacées). Ces travaux ont coûté au total 1,25 million d'euros entre 2008 et 2016.

La présence résiduelle de vide minier conduit à poursuivre la surveillance de la mine. La surveillance actuelle devrait prochainement être adaptée pour prendre en compte l'évolution du risque d'effondrement et ne pas mettre en danger le personnel. Elle devrait aussi être complétée pour intégrer les vides sous l'enjeu C.

Les efforts fournis pour palier à cette ancienne mine sont importants et devront encore être poursuivis.

Considérant le passé peu fleurissant du gisement, la question du bénéfice d'une telle exploitation au regard du coût actuel peut être posée. Une urbanisation en surface intégrant mieux les risques est un sujet qui rejoint d'autres plus médiatiques comme la catastrophe provoquée par la tempête Xynthia de 2010.

## **5. Références bibliographiques**

- Boullée H. (2012). Mine de Soufre des Camoins (13) - Cartographie des désordres et instabilités au fond Visite des 26 & 27 juin 2012. Rapport Géodéris n° S 2012/75DE - 12PAC3110.
- Delmas B. (2017) - Mine des Camoins à Marseille (13) - Travaux de comblement partiel de la mine et creusement d'un puits - Mémoire de fin de Travaux - Rapport BRGM/RP-66790-FR, 32 p., 24 ill., 5 tab., 14 annexes, 1 CD.
- Midot D. (2007). Avis sur l'étude INERIS de mise en sécurité d'une portion de la mine de soufre des Camoins située à l'aplomb du Chemin des Mines. Rapport Géodéris n° N2007/015DE-07PAC3110 p.4/17
- Nédellec JL. (2012) – « Marseille (13) – Sécurisation de la mine des Camoins – Proposition de divers scénarios techniques » – Rapport BRGM/RP-61178-FR, 45 p., 12 fig., 7 tab.