



Galerie de la Mer Plan d'action 2011-2012 brgm

Rapport final

BRGM/RP- 59418-FR
janvier 2011



Géosciences pour une Terre durable

brgm

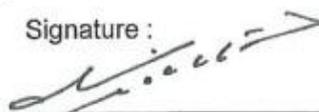
Galerie de la Mer Plan d'action 2011-2012 brgm

Rapport final

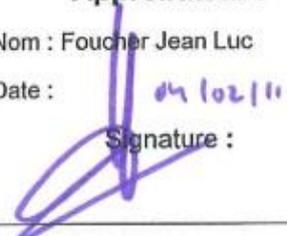
BRGM/RP- 59418-FR
janvier 2011

A. Dheilily, B. Brigati

Vérificateur :
Nom : Nicolas Marc
Date : 18 janvier 2011
Signature :



Approbateur :
Nom : Foucher Jean Luc
Date : 04/02/11
Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique, l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots-clés : Galerie de la Mer, Pompage, Étude hydrogéologique, Analyse chimique, modélisation 3 D, géologie, impact sur le milieu, Mine, Gardanne, Marseille, Bouches-du-Rhône, Bassin de l'Arc

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

Brigati B., Dheilily A (2010) - Galerie de la Mer – Plan d'action 2011-2012. BRGM/RP-59418-FR, 27 p, 10 ill., 1 ann.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La Galerie de la Mer est l'unique accès à la station de pompage du puits Gérard à partir duquel est effectué le pompage de l'exhaure de l'ancienne mine de lignite de Gardanne. Elle permet également à l'évacuation de cet exhaure jusqu'à la mer, à l'extérieur du port de Marseille, via une canalisation PEHD. Ceci évite la contamination, par l'eau ferrugineuse de la mine, de l'eau infiltrée au niveau du Massif de l'Étoile et drainée tout le long des 14 km de galerie. Celle-ci est de très bonne qualité et son débit est de l'ordre de 2 200 m³/h. Elle a deux usages sur son parcours : ressource de secours en eau brute pour l'alimentation en eau potable de la ville de Marseille (Société des Eaux de Marseille) et, eau de refroidissement pour la Générale sucrière. La Galerie de la Mer est utilisée, également, pour le passage de conduites de chaleur entre deux quartiers par la Société méditerranéenne de distribution thermique.

Tous ces usages justifient l'entretien de la Galerie de la Mer et une gestion des eaux y transitant. Sur le long terme, cela doit conduire à :

- une amélioration de la gestion et l'augmentation des performances des **installations hydrauliques** : pompage et canalisation, et de diffusion en mer, pour un coût estimé à 753 k€ TTC ;
- le suivi de la **qualité de l'eau rejetée** et de son **impact sur le milieu marin** pour un coût annuel de 255 k€ TTC ;
- une amélioration conséquente des moyens **logistiques**, et par conséquence de la sécurité, par l'amélioration de l'existant : entretien des bâtiments et traitement de la calcite dans le puits Gérard, piste de roulage et gabarit dans la galerie pour un coût estimé à 1 350 k€ TTC, et la réalisation d'un accès performant par la réhabilitation du puits la Mure : réalisation des infrastructures au jour et équipement du puits par un monte charge, achat de véhicules adaptés pour le transport du personnel dans la galerie, pour un coût total estimé à 1 515 k€ TTC ;
- une meilleure **connaissance du fonctionnement du réservoir minier** dans son contexte régional, pour un coût de 110 k€ TTC et un suivi annuel de 30 k€ TTC.

Dans le cadre de la gestion durable des ressources en eau, il faut rappeler que la collectivité dispose, au niveau de la Galerie de la Mer, d'un débit de l'ordre de 2 200 m³/h d'eau de bonne qualité que les aménagements réalisés pour l'exhaure de la mine ont su les préserver.

Par ailleurs, le caractère emblématique de la Galerie de la Mer, l'activité des professionnels de la mer, la dimension européenne du projet voisin de « parc national des Calanques » militent, parmi d'autres facteurs, pour la constitution d'un dossier de communication régulièrement mis à jour.

Sommaire

1. Présentation	7
1.1. HISTORIQUE DE LA GALERIE DE LA MER	7
1.2. SITUATION ACTUELLE	8
2. Gestion de l'eau souterraine après l'arrêt de l'exploitation minière.....	9
2.1. PREVISIONS DE L'EXPLOITANT MINIER	9
2.2. SITUATION ACTUELLE	10
2.3. PERSPECTIVES DE POMPAGE	11
2.3.1. A court terme : 1000 m ³ /h.....	11
2.3.2. A moyen terme : 1200 m ³ /h ou plus, si nécessaire	11
2.4. CONTROLES DE L'INSTALLATION ET GESTION DE L'EXPLOITATION.....	12
2.4.1. Situation actuelle et à court terme	12
2.4.2. A moyen terme.....	12
2.5. COMPREHENSION DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE DU RESERVOIR MINIER ET DE SON ENVIRONNEMENT	13
2.5.1. Les débits entrant dans la mine.....	15
2.5.2. Suivi de l'évolution de la nappe du réservoir minier sous l'effet du pompage au puits Gérard à court et moyen terme	15
2.5.3. La mine dans son environnement hydrogéologique : analyse à moyen et long terme	16
2.6. LE SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU POMPEE ET DE L'IMPACT DE SON REJET EN MER	16
2.6.1. Recherche de présence de fer dans le puits Gérard.....	17
2.6.2. Mesures sur la canalisation PEHD	17
2.6.3. Suivi de l'impact en mer d'un rejet d'eau de mine pour différents débits.	18
3. L'ouvrage Galerie de la Mer.....	21
3.1. NIVEAU GENERAL DE TENUE DE LA GALERIE.....	21
3.1.1. Situation actuelle.....	21
3.1.2. A court terme.....	21
3.2. LES ACCES ET LA CIRCULATION DANS LA GALERIE DE LA MER	22

3.2.1. Situation actuelle	22
3.2.2. A court terme.....	22
3.2.3. Objectifs à moyen terme : amélioration des accès.....	22
4. Tableau des coûts et planning	23
5. Gestion durable des ressources en eau	25
6. La communication.....	27
6.1. LA COMMUNICATION DE CRISE.....	27
6.2. LA COMMUNICATION POUR LES JOURNEES INTERNATIONALES DE L'EAU : MARSEILLE 2012	27
6.3. COMMUNICATION POUR LES JOURNEES DU PATRIMOINE	27
7. Bibliographie	29

Liste des illustrations

Illustration 1 : La Galerie de la Mer entre les communes de Mimet et Marseille.	7
Illustration 2 : Coupe de la Galerie de la Mer (CESAME, 2002).	8
Illustration 3 : Schéma simplifié du fonctionnement de la Galerie de la Mer (CESAME, 2002).	9
Illustration 4 : Puits Gérard.	10
Illustration 5 : Station de pompage.	10
Illustration 6 : Évolution des niveaux et des débits durant le pompage (entre le 4 août 2010 et le 25 novembre 2010).	11
Illustration 7 : Schéma de circulation de eaux souterraines en fin d'exploitation minière (source, Géodéris, 2003).	13
Illustration 8 : Mine de Gardanne, zones principales d'infiltration de surface et profondes (en coupe) (CESAME, 2002).	14
Illustration 9 : Installations de diffusion en mer	18
Illustration 10 : Mètre courant de la Galerie de la Mer.	21

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau des coûts et planning	31
--	----

1. Présentation

1.1. HISTORIQUE DE LA GALERIE DE LA MER

Au début du XIX^e siècle, le principal obstacle au développement des travaux miniers du gisement de lignite de Provence a été l'abondance des eaux souterraines. De 1814 à 1873, une douzaine de galeries ont été creusées pour évacuer les eaux vers le niveau de base local (niveau de pompage). De 1880 à 1888, la Société de Charbonnage des Bouches-du-Rhône a dépensé trois fois plus d'argent pour l'évacuation des eaux qu'elle n'a réalisé de bénéfices. Dès 1850, une solution de secours avait été envisagée : une galerie d'exhaure à la mer. Il s'agissait d'une galerie d'écoulement linéaire longue de 14,68 km partant de la région de Gardanne à +18 m NGF et s'abaissant jusqu'au niveau de la mer, au Nord de Marseille. Le 28 février 1889, les études complémentaires et enquêtes administratives ont abouti à une déclaration d'utilité publique. La galerie d'écoulement à la mer a été entièrement creusée entre 1890 et 1905, puis aménagée pour le roulage en 1906 et 1907. Les eaux du gisement de Gardanne se sont déversées pour la première fois dans la mer en 1905. Le premier train convoyant le charbon vers Marseille (40 bennes de 500 kg) a emprunté le tunnel le 23 juillet 1908. Le roulage fonctionnera jusqu'en 1952, date d'arrêt de l'usine thermoélectrique de Marseille.



Illustration 1 : La Galerie de la Mer entre les communes de Mimet et Marseille.

1.2. SITUATION ACTUELLE

La Galerie de la Mer est l'unique accès à la station de pompage du puits Gérard à partir duquel est effectué le pompage de l'exhaure de l'ancienne mine de lignite de Gardanne. Elle permet également à l'évacuation de cet exhaure jusqu'à la mer, à l'extérieur du port de Marseille, via une canalisation PEHD. Ceci évite la contamination, par l'eau ferrugineuse de la mine, de l'eau qui circule dans la « cunette », galerie inférieure creusée en même temps que la galerie supérieure.

Cette eau provient, essentiellement, des eaux infiltrées au niveau du Massif de l'Etoile et drainées par les 14 km de galerie, et, en partie, des eaux issues du drainage gravitaire des bassins versants sus-jacents à la mine transitant par la Galerie des Eaux. Elle est de très bonne qualité et son débit est de l'ordre de 2 200 m³/h. Elle a deux usages : eau de refroidissement pour la Générale Sucrière et ressource de secours en eau brute pour l'alimentation en eau potable de la ville de Marseille (Société des Eaux de Marseille (S.E.M.)). La Galerie de la Mer est utilisée également pour le passage de conduites de chaleur entre deux quartiers par la Société Méditerranéenne de Distribution Thermique (SOMEDITH).

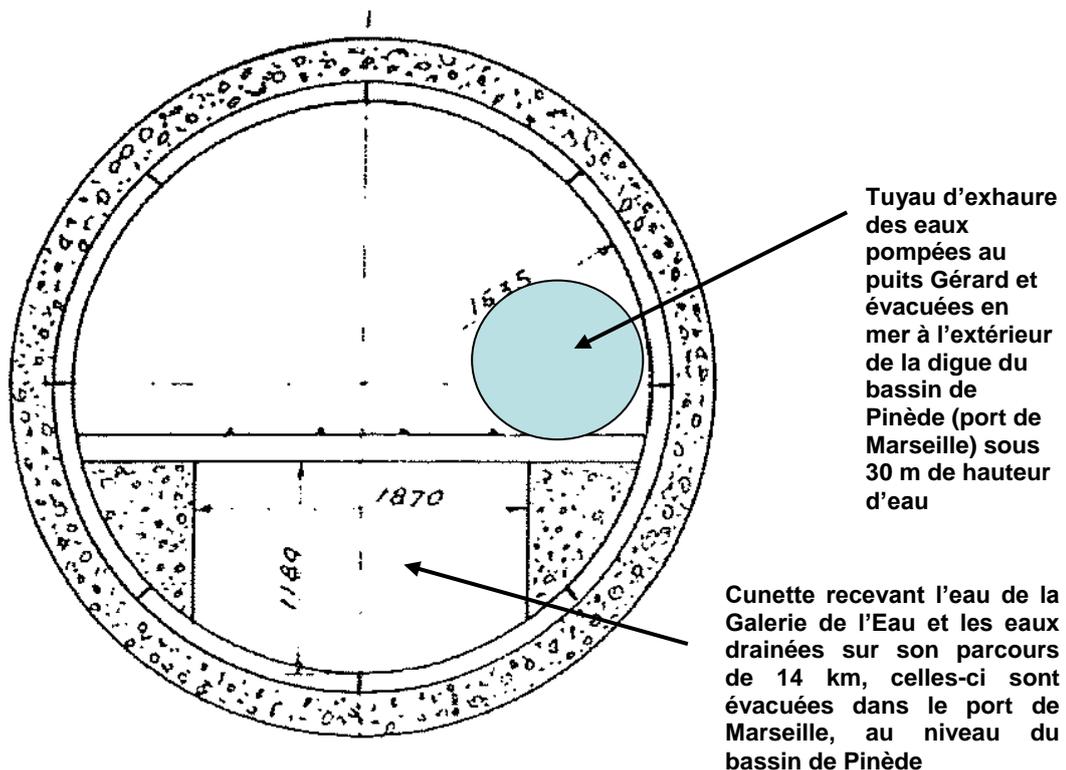


Illustration 2 : Coupe de la Galerie de la Mer (CESAME, 2002).

2. Gestion de l'eau souterraine après l'arrêt de l'exploitation minière

2.1. PREVISIONS DE L'EXPLOITANT MINIER

Plusieurs scénarios de gestion des eaux après fermeture de la mine ont été proposés dans le cadre de la procédure d'arrêt des concessions minières, C2 à C10, C13, C14, C16, EG par CdF via le bureau d'études C.E.S.A.M.E (2002) (**Art 92 du Code Minier**). Le scénario retenu et mis en œuvre a consisté à laisser l'eau remonter dans la mine jusqu'à une certaine cote sous l'effet des apports naturels, puis, de mettre en route un pompage au débit de 450 m³/h pour maintenir, à cette cote, le niveau de l'eau dans le réservoir minier afin de préserver un volume « tampon » de vides miniers sus-jacents capables d'absorber les venues d'eau importantes des périodes de pluies, ceci, pour d'éviter le débordement d'eau minéralisée (ferrugineuse) de la mine via la cunette de la Galerie de la Mer.

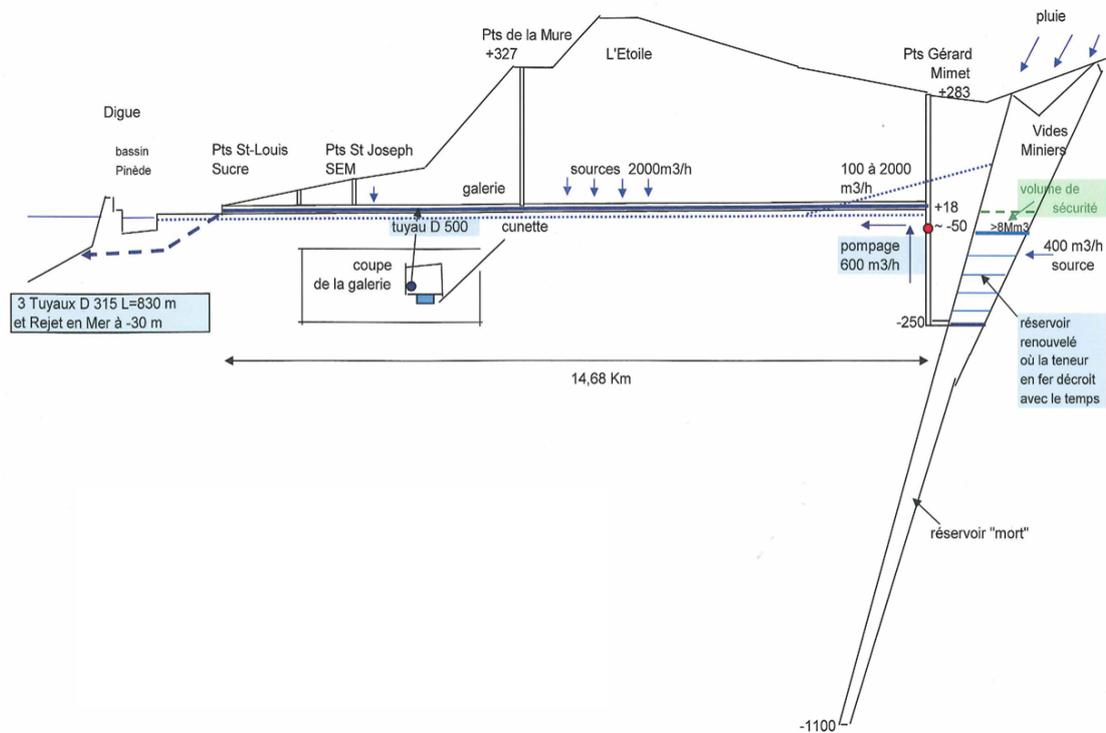


Illustration 3 : Schéma simplifié du fonctionnement de la Galerie de la Mer (CESAME, 2002).

Il était prévu de pouvoir moduler le débit afin de conserver le contrôle des niveaux dans la mine, c'est pourquoi, les installations hydrauliques initiales avaient la capacité de pomper jusqu'à 600 m³/h. Celles-ci sont composées :

- de quatre pompes de 72 kW, 300 m³/h (théorique), 400 V, installées au niveau du Puits Gérard (trois pompes en action et une en relais) ;
- d'une canalisation dans la galerie de la Mer, en PEHD, longue de 14 km et d'un diamètre de 500 mm, équipée de deux soupapes de décharge et de 14 ventouses de sécurité. En sortie de galerie, côté mer, il existe une connexion entre la canalisation et trois sondages, d'une longueur de 830 m sous le port et d'un diamètre de 315 mm qui aboutissent en pleine mer, à 80 mètres de la digue et à 30 m de profondeur au large dans la baie de Marseille.

2.2. SITUATION ACTUELLE

Le pompage a été mis en route le 4 août 2010 alors que le niveau d'eau se situait à la cote -12,61 m (NGF) dans le puits Gérard, au débit de 450 m³/h.



Illustration 4 : Puits Gérard.



Illustration 5 : Station de pompage.

À ce débit, le niveau d'eau dans le puits Gérard continuait à monter d'environ 5 cm/jour. Il a été décidé d'augmenter les capacités de pompage à 630 m³/h. Malgré cela, le niveau continuait toujours à monter, d'environ 3 cm/jour. Le débit de pompage a été successivement augmenté à 800 m³/h, le niveau s'est alors stabilisé dans le réservoir minier, puis à 830 m³/h. Cette opération a été précédée d'une étude hydraulique validant les changements et réglages réalisés. À ce dernier niveau de pompage, le niveau du réservoir minier diminue de 5 cm/jour, tout en étant très sensible à la pluviométrie.

Cette grande sensibilité à la pluviométrie doit être compensée par l'existence d'un volume de vides capable de recevoir les venues d'eau supplémentaires pour éviter des débordements des eaux minéralisées (ferrugineuses) de la mine dans le port de Marseille via la cunette de la Galerie de la Mer. Cette situation est d'autant plus préoccupante que l'on se rapproche des mois pluvieux d'hiver et du printemps. Une nouvelle augmentation du potentiel de pompage est donc nécessaire afin de reconstituer le volume tampon. Une étude hydraulique a montré qu'un débit de 1 000 m³/h est possible, moyennant la mise à niveau associée des organes de sécurité.

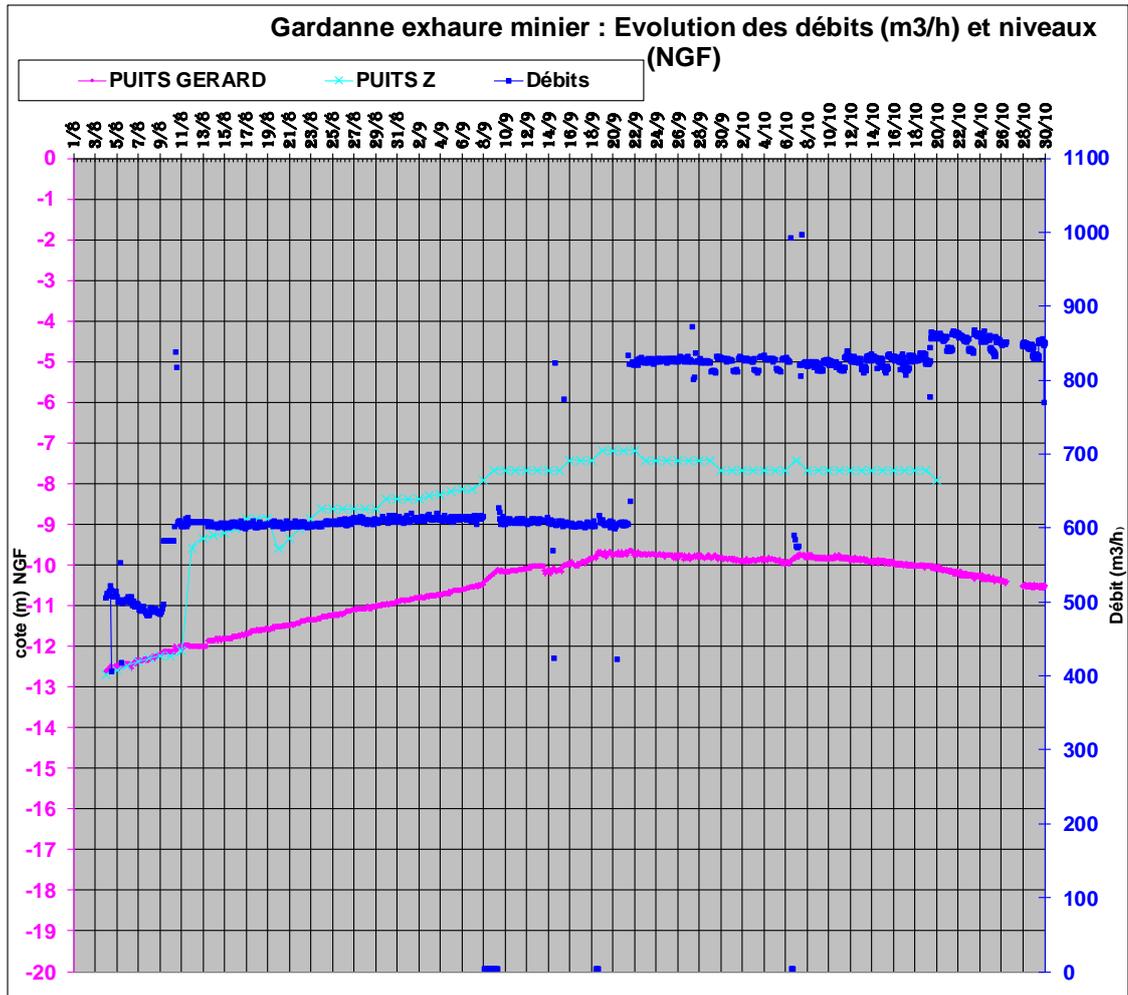


Illustration 6 : Évolution des niveaux et des débits durant le pompage (entre le 4 août 2010 et le 25 novembre 2010).

2.3. PERSPECTIVES DE POMPAGE

2.3.1. À court terme : 1 000 m³/h

Pour permettre un débit supérieur à 830 m³/h, le bureau d'étude de la société SADE en charge de l'installation a étudié la possibilité de passer à 1 000 m³/h. Les résultats de l'étude ont démontré que le passage à 1 000 m³/h était possible moyennant l'installation d'organes hydrauliques de sécurité, notamment des ventouses et des soupapes.

2.3.2. À moyen terme : 1 200 m³/h ou plus, si nécessaire

Un débit de pompage supérieur à 1200 m³/h nécessite le remplacement des pompes, et une mise à niveau du réseau électrique et des organes hydrauliques de sécurité.

Le comportement du réservoir minier devra être suivi, au moins, sur une année hydrogéologique complète afin de confirmer ou d'infirmer cet intérêt.

2.4. CONTRÔLES DE L'INSTALLATION ET GESTION DE L'EXPLOITATION

2.4.1. Situation actuelle et à court terme

Le suivi de la remontée de l'eau dans le réservoir minier depuis l'arrêt de l'exploitation minière en 2003 est réalisé au niveau des puits Y et Z. La sonde piézométrique installée au puits Y fera l'objet d'une modernisation courant janvier 2011, notamment par une adaptation du traitement de l'information au matériel informatique et dans un objectif de standardisation comme d'accès (coût : 5 000 € T.T.C.) (réf. n° 1).

Depuis le début du pompage, les niveaux sont suivis dans les puits Z et Gérard.

Toutes les mesures sont réalisées par des sondes de niveau (analogique et corde vibrante). À partir de ces données, une courbe donnant l'évolution du niveau d'eau dans le réservoir minier est établi mensuellement. Un ré-étalonnage périodique est nécessaire (coût : 3 000 € T.T.C.) (réf. n° 1).

Les informations de pompage sont retransmises sur un ordinateur de surveillance dans les bureaux du BRGM/DPSM/UTAM/Sud de Gardanne via le réseau Internet. Depuis le premier août 2010, la maintenance, la surveillance et l'exploitation de la station sont assurés par la Société Niçoise d'Assainissement.

Depuis mi-décembre 2010, nous avons constaté une diminution du potentiel de rejet en mer de la station de pompage. D'un potentiel voisin de 1 000 m³/h, le débit d'eau rejeté n'atteignait plus que 400 m³/h mi-janvier 2011. L'origine de cette dégradation est liée à la dégradation des tuyaux de refoulement en acier.

Il a été décidé leur remplacement par une tuyauterie en Inox pour un coût de 220 000 € TTC environ (réf. n° 22). Ce travail devrait être terminé fin février 2011.

Le programme de maintenance future prendra en compte ces nouvelles données

2.4.2. À moyen terme

L'objectif est de disposer d'une installation régulant automatiquement le débit de rejet en mer en fonction des paramètres physiques locaux : conditions météorologiques et marines (niveau du réservoir (éventuellement pluies efficaces), courants, vents...), conditions environnementales (teneurs admissibles par le milieu, teneurs du rejet, température...), et des contraintes économiques (tourisme, horaires...).

Réalisation en 2012 : coût (études et pilote) : 80 000 € T.T.C. (réf. n° 1).

2.5. COMPRÉHENSION DU FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE DU RÉSERVOIR MINIER ET DE SON ENVIRONNEMENT

La connaissance du fonctionnement hydrogéologique du réservoir minier permettra d'éclairer les modalités de gestion du pompage et de s'inscrire dans un projet de gestion durable de la ressource en eau.

Du point de vue hydrogéologique (illustration 7), le bassin de l'Arc est constitué d'une succession de formations aquifères : alluvions Quaternaires, calcaires ou conglomérats Tertiaires, calcaires, sables et grès du Rognacien, sables, grès et calcaires, séparés par des niveaux argileux du Bégudien, calcaires du Fuvélien, calcaires et calcarénites du Crétacé supérieur (du Coniacien au Santonien) et calcaires du Jurassique supérieur (Argovien, Kimméridgien et Portlandien).

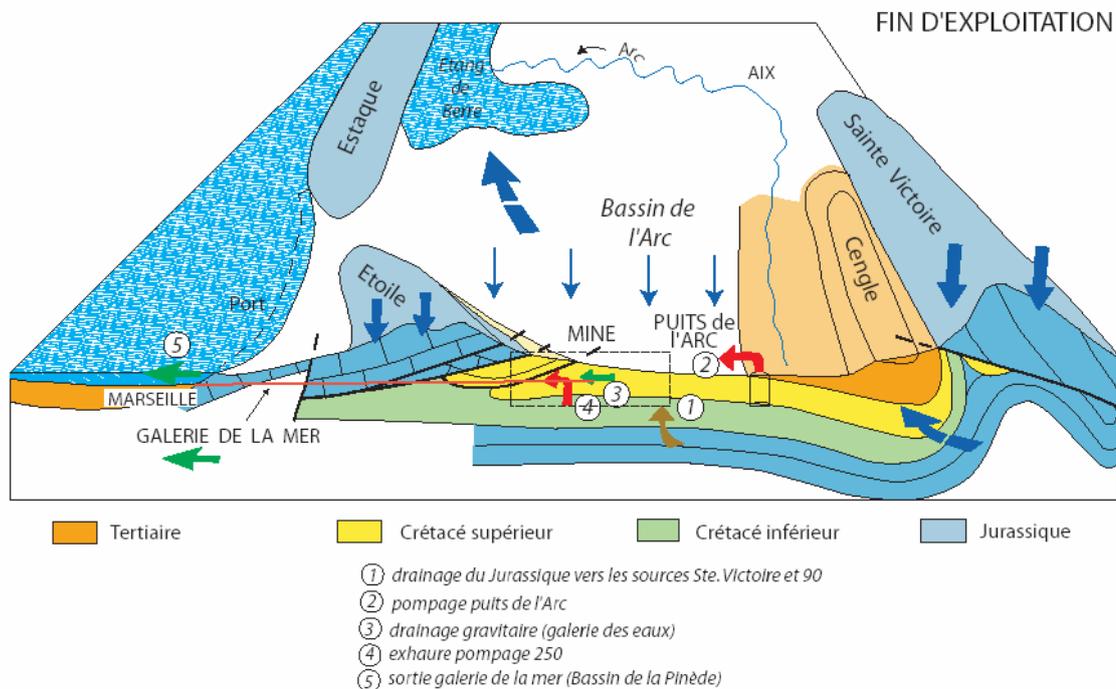


Illustration 7 : Schéma de circulation de eaux souterraines en fin d'exploitation minière (source, Géodéris, 2003).

Les niveaux aquifères sont compris entre des séries argileuses qui, parfois, sont discontinues, ce qui permet des interconnexions entre aquifères, notamment entre l'aquifère jurassique, très productif et puissant sous-jacent et les calcaires fuvéliens, au niveau de la montagne Sainte-Victoire. Par ailleurs, les calcaires fuvéliens et jurassiques sont potentiellement karstifiés, ce qui favorise l'infiltration de la pluie au niveau des affleurements et complexifie les relations entre aquifères.

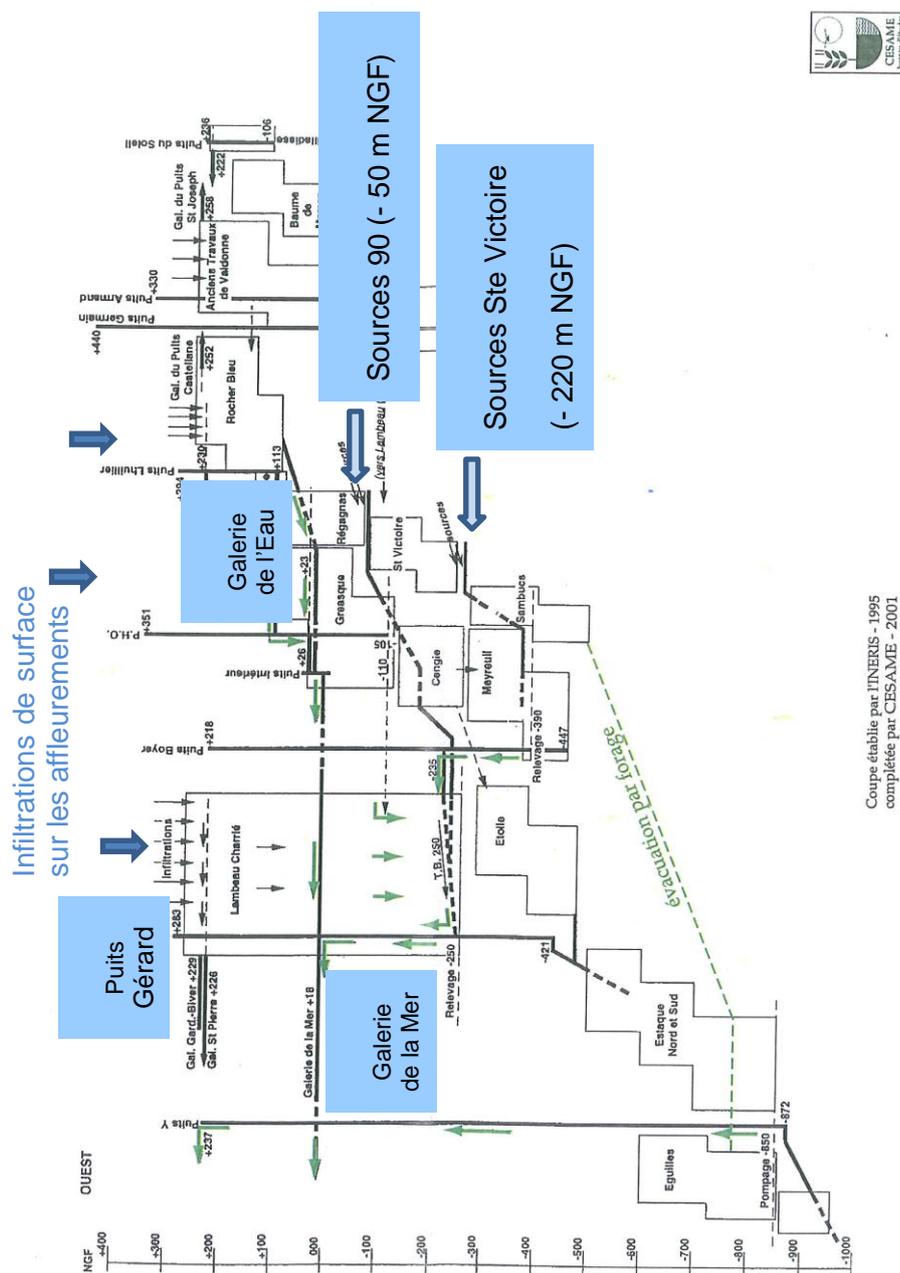


Illustration 8 : Mine de Gardanne, zones principales d'infiltration de surface et profondes (en coupe) (CESAME, 2002).

2.5.1. Les débits entrant dans la mine

À court terme

L'étude bibliographique préliminaire a conduit à identifier deux origines des débits entrants dans le réservoir minier, d'une part des débits issus du fond de la mine (communication avec l'aquifère fuvélien- jurassique) et, d'autre part, des débits issus de l'infiltration de l'eau de pluie sur les bassins versants sus jacents.

Il est proposé d'évaluer ces débits entrants à partir de deux analyses :

- l'analyse de la remontée des niveaux de l'eau dans le réservoir minier (suivi sur le puits Y) depuis l'arrêt de l'exploitation en 2003 et le début de l'essai par pompage en 2010 en fonction des évaluations des vides faites par CESAME et des pluies efficaces de la région (données météo France de la station d'Aix en Provence) ;
- l'analyse de la réaction de la nappe du réservoir minier au pompage au puits Gérard en corrélation avec la pluviométrie efficace locale (données météo France de la station d'Aix en Provence) et les débits pompés (réf. n° 2).

Ces études de mises en perspective seront effectuées durant le premier trimestre 2011, avec les moyens propres du BRGM/DPSM.

Une partie de l'eau infiltrée au niveau des bassins versants sus-jacents au site minier est drainée gravitairement par la Galerie de l'Eau et rejoint la cunette de la Galerie de la Mer. Un suivi quantitatif et qualitatif des eaux transitant par la galerie des eaux et des eaux drainées par la cunette sera réalisé ; coûts : équipement = 25 000 € T.T.C. (réf. n° 3) et mesures = 30 000 € T.T.C. (réf. n° 4) en 2011.

2.5.2. Suivi de l'évolution de la nappe du réservoir minier sous l'effet du pompage au puits Gérard à court et moyen terme

Le pompage dans le puits Gérard est actuellement suivi sur les puits Gérard et Z et bientôt Y. Ces deux derniers sont localisés à l'Ouest et au Nord du réservoir minier. Il apparaît nécessaire de disposer d'informations sur la partie Est du site minier et sur le niveau de la nappe du fuvélien-jurassique qui conditionne les volumes entrants par le fond de la mine. C'est pourquoi, il est proposé de compléter le dispositif de suivi du pompage par trois nouveaux points d'accès à l'eau :

- Soit à partir d'ouvrage existants : il est proposé de rechercher, à partir des études du BRGM/SGR PACA (rapport BRGM/RP-57641-FR) et de la Banque de donnée du Sol et du Sous-Sol, 3 puits ou forages non exploités (et non influencés par d'autres pompages proches) : deux dans la partie Est du bassin minier, le dernier à l'extérieur du bassin minier, implanté dans le fuvélien- jurassique à l'Est (réf. n° 5). Le forage Fuveau (N° BSS : 10216X0234) envisagé pour la mesure de niveau du fuvélien-jurassique ne pourra pas être utilisé car il sera prochainement exploité. Le puits de l'Arc (N° BSS : 10217X0088) est, d'après les experts, trop éloigné pour avoir de l'influence sur les niveaux dans le réservoir minier.

- Soit à partir de nouveaux forages : si la recherche de piézomètre disponible s'avère partiellement ou totalement négative, il peut être envisagé de faire effectuer de 1 à 3 forages de 80 à 200 m de profondeur pour une utilisation en piézomètre (coût de la réalisation des forages : 65 000 € T.T.C. (réf. n° 6)).

Ces trois ouvrages seront équipés de matériel d'enregistrement automatique des niveaux de la nappe (coût de l'équipement des trois ouvrages : 15 000 € T.T.C. (réf. n° 7)).

Le suivi des enregistrements se fera une fois par mois (réf. n° 8).

L'analyse de l'ensemble des relevés permettra d'établir des liens éventuels entre la pluie efficace, le niveau de la nappe du jurassique, le niveau du réservoir minier et le débit pompé au puits Gérard.

Les études seront réalisées en interne BRGM/DPSM au 1^o semestre 2011 et les équipements de mesure devraient être opérationnels fin 2011.

2.5.3. La mine dans son environnement hydrogéologique : analyse à moyen et long terme

Le réservoir minier s'inscrit dans un environnement hydrogéologique local et régional avec lequel il est directement lié. C'est pourquoi, le BRGM développe un projet de modélisation géologique 3D à trois niveaux, régional, local puis recentré sur le réservoir minier sur ses financements de recherche (projet porté par le GISOS). Le projet s'intitule GESMIN3D (GESTion des MINes en 3D). Le BRGM/DPSM apportera sa contribution par la mise à disposition des informations minières (définition de l'emprise de la mine, coupes géologiques de puits) et sa participation aux réunions de définition des piles stratigraphiques et hydrogéologiques (réf. n° 9).

Une présentation de la modélisation géologique sera faite fin 2011. Le programme pourra être poursuivi et affiné suivant les autres besoins et en partenariat avec l'ensemble des gestionnaires du bassin.

2.6. LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU POMPEE ET DE L'IMPACT DE SON REJET EN MER

L'exploitation minière a provoqué l'oxydation du fer présent sous différentes formes au sein des formations géologiques traversées. L'eau, en remplissant les vides du réservoir minier, se charge en fer dissous. Des analyses de la qualité de l'eau pompée et rejetée en mer sont régulièrement effectuées pour suivre l'évolution des teneurs des éléments dosés avec le temps. Les prélèvements se font à l'extrémité de la canalisation d'exhaure (Ø 500 mm) au Cap Pinède avant la répartition du débit dans les trois forages qui conduisent l'eau à l'extérieur du port en mer. Il apparaît que l'eau contient du fer dissous (50 mg/l en décembre 2010), mais aussi une partie de fer déjà précipité, vraisemblablement au niveau du puits Gérard.

2.6.1. Recherche de présence de fer dans le puits Gérard

À court terme

On cherchera à savoir sous quelle forme le fer est présent dans le puits Gérard. Une grande partie doit être dissoute mais une autre peut être précipitée à partir de l'oxygénation de l'eau par mélange d'eau d'infiltration et d'eau profonde ou être liée à la présence de bactéries qui créent des amas ferrugineux. D'une manière générale, la caractérisation de ce paramètre permettra :

- une meilleure connaissance du comportement du réservoir minier de Gardanne, voire d'autres réservoirs miniers, et de son évolution potentielle dans le temps (qui conditionne la durée de pompage) ;
- et une meilleure approche du programme de maintenance de l'installation. En effet, les précipités ou les amas ferrugineux peuvent provoquer le colmatage des crépines des pompes et une diminution de leur rendement, et, ainsi, induire des nettoyages réguliers d'entretien.

Pour identifier le processus, il est proposé d'effectuer un passage caméra qui permettra de déterminer si la coloration actuellement constatée à la sortie des diffuseurs en mer est due à une prolifération de bactéries du fer ou à de simples précipités.

Cette inspection caméra sera réalisée avec les moyens propres du BRGM/DPSM, au cours du 1^{er} semestre 2011.

En fonction des observations faites, des compléments d'analyses pourront être effectuées par le biais de prélèvements d'eau (sans contact avec l'oxygène de l'air) à différentes profondeurs dans le puits Gérard avec analyses des MES et du fer dissous pour caractériser la stratigraphie éventuelles des précipités. Coût : 5 000 € T.T.C. (réf. n° 10).

2.6.2. Mesures sur la canalisation PEHD

A court terme

Un cahier des charges a été élaboré (et validé par la DREAL) pour réaliser un suivi de la qualité des eaux avant le rejet en mer (prélèvements par piquage dans la canalisation au cap pinède avant la répartition de l'eau dans les trois forages). Trois analyses par semaine définiront : teneur en fer, MES, pH, Oxygène, et une analyse par mois définira la teneur en fer, les métaux, PCB, Physico-chimie, hydrocarbures, Polychlorobiphényles, microbiologie, Anions, cations (coût analyses : 45 000 € T.T.C. (réf. n° 11) en 2011). La fréquence et le contenu de ces mesures seront adaptés en fonction des résultats.

L'existence d'un lien entre les teneurs en fer mesurées dans l'exhaure minier et les périodes de recharge du réservoir minier par les pluies efficaces infiltrées sera recherchée.

2.6.3. Suivi de l'impact en mer d'un rejet d'eau de mine pour différents débits

Suivi actuel

Un point zéro « prim » (état zéro) a été réalisé avant le démarrage de la station de pompage. Des campagnes d'analyses sont, depuis, réalisées régulièrement pour surveiller, la faune, la flore, les dépôts de sédiments, la teneur en fer, l'oxygène, etc.

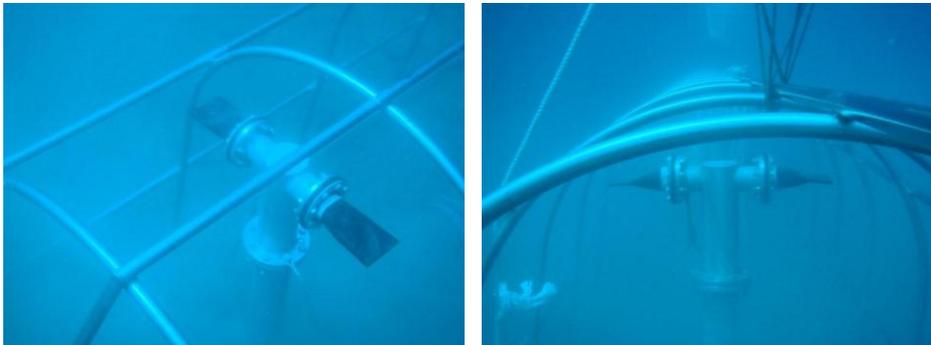


Illustration 9 : Installations de diffusion en mer.

Les premiers résultats, pour des débits de 600 m³/h et 830 m³/h, montrent que le rejet des eaux minières en mer n'apporte pas de sédiments, que le taux d'oxygénation est satisfaisant, que la faune et la flore sont toujours présentes sur le site. Seule une légère coloration est visible à quelques mètres de la zone thermocline par mer très calme. Cette mission a été confiée au BE Ramade. Coût : 210 000 € T.T.C. (réf. n° 12).

Suivi à court terme

Une étude est en cours pour modéliser les taux de diffusion en fonction des débits et les modifications à apporter à l'installation en mer pour un rejet à 1 000 m³/h avec une évaluation de l'impact sur le milieu. Cette opération sera réalisée au premier trimestre 2011 pour un coût de 100 000 € T.T.C. (réf. n° 13)

Un cahier des charges est en cours d'élaboration pour modéliser les impacts en mer avec des débits pouvant atteindre 1 200 m³/h et permettre de dimensionner la géométrie de l'équipement de diffusion (clarinettes et diffuseurs) adapté (coût : 45 000 € T.T.C.) (réf. n° 14).

L'augmentation des débits d'exhaure pourrait conduire à une modification des installations marines (coût : 300 000 € T.T.C. (réf. n° 15)).

Suivi à long terme

À terme, en 2013 ou au-delà, en situation courante, le réservoir minier retrouvera un volume tampon suffisant pour en permettre une gestion dynamique plus précise. Le débit du rejet en mer sera dimensionné en fonction des paramètres saisonniers, des résultats d'analyses, des paramètres économiques, des enjeux écologiques et touristiques etc. Le suivi de l'impact sera adapté, en nature et périodicité.

3. L'ouvrage Galerie de la Mer

3.1. NIVEAU GÉNÉRAL DE TENUE DE LA GALERIE

3.1.1. Situation actuelle

La tenue du soutènement est globalement correcte. Certaines zones faillées sont à surveiller plus particulièrement et peuvent nécessiter un renforcement ponctuel.

La piste est actuellement très dégradée entre le puits Saint-Joseph et le puits Gérard et la circulation, pour les engins comme pour les agents, est difficile et nécessite une grande attention.

De vieux équipements liés à l'exploitation, essentiellement les rails de roulage et le monorail, et une partie de l'infrastructure de l'alimentation électrique de l'ancien trolley sont encore en place. Ils sont une gêne pour la circulation.



Illustration 10 : Mètre courant de la Galerie de la Mer.

3.1.2. À court terme

Les entraves à la circulation feront l'objet d'une consultation pour le démontage et l'évacuation du matériel et le nivellement de la piste. Une partie des travaux est envisagée pour le 2nd semestre 2011 pour un coût estimé à 500 000 € T.T.C. (réf. n° 16).

Le restant sera réalisé après amélioration de la logistique, à l'horizon 2013, pour un coût estimé à 500 000 € T.T.C. (réf. n° 17).

3.2. LES ACCÈS ET LA CIRCULATION DANS LA GALERIE DE LA MER

3.2.1. Situation actuelle

Il n'y a pas d'accès direct à la recette fond du puits Gérard (+18 m) où sont installées les pompes.

Pour le personnel, il y a deux accès à la Galerie de la Mer, l'extrémité sud de la galerie au niveau Cap Pinède à Marseille ou le Puits Saint-Joseph sur la commune de Marseille (15^{ème} arrondissement.) situé à 12 km du puits Gérard. De ce fait, le personnel est obligé de faire, au minimum un aller-retour de 24 km pour chaque intervention au niveau du puits Gérard. Les moyens de locomotion motorisée dans la galerie sont deux petits tracteurs. Mais ils ne peuvent circuler que sur une partie limitée du trajet (10 km) sans obstacle au sol. Ils nécessitent, par ailleurs, une vigilance extrême pour leur conduite dans la galerie au sol inégal et au plafond irrégulier et demandent un entretien important. Le moyen de déplacement usuel est la marche à pied.

Pour le matériel, 2 treuils au jour desservent la recette fond à + 18 m du puits Gérard. La modification de la géométrie du puits, à la suite de l'arrêt de l'exploitation minière en limite le gabarit. La conduite de ces treuils nécessite une formation spécifique du personnel. La circulation du matériel dans ce puits est également entravée par la formation en continu de concrétions de calcite (liée à la présence d'un béton non adapté), ce qui réduit le diamètre de l'orifice.

3.2.2. À court terme

Ce phénomène de calcification du Puits Gérard fera l'objet d'un traitement début 2011, coût : 300 000 € T.T.C. (réf. n° 18).

Les bâtiments du Puits Gérard nécessitent un entretien : coûts : 50 000 € T.T.C. (réf. n° 19).

3.2.3. Objectifs à moyen terme : amélioration des accès

La possibilité d'équiper, avec un monte-charge, le puits La Mure situé sur la commune de Marseille (14^{ème} arrondissement) et à 8 km du puits Gérard est à l'étude. Coûts de l'étude : 15 000 € T.T.C. (réf. n° 20). Ce dispositif permettrait la circulation aisée, du jour au fond et dans la galerie, du personnel, dans des conditions de sécurité satisfaisantes, d'engins de transport et de matériel adapté aux travaux de maintenance et d'entretien.

Ce chemin logistique sécurisera et rendra notamment plus aisé les visites et entretiens.

Cet investissement de sécurité est estimé à 1 500 000 € T.T.C. et sera à programmer sur les exercices 2013/2014 (réf. n° 21).

4. Tableau des coûts et planning

Le tableau a été reporté en annexe 1.

5. Gestion durable des ressources en eau

Dans le cadre de la gestion durable des ressources en eau, il faut rappeler que la collectivité dispose, au niveau de la Galerie de la Mer, d'un débit de l'ordre de 2 200 m³/h d'eau de bonne qualité que les aménagements réalisés pour l'exhaure de la mine ont su les préserver.

6. La communication

6.1. LA COMMUNICATION DE CRISE

Un dossier de communication sera constitué en cas de situation de crise (par ex : coloration rouge en mer, débordement du réservoir minier et coloration rouge du port autonome).

Le dossier de procédure de gestion de la crise contiendra *a minima* :

- la procédure de gestion de l'installation hydraulique à appliquer dans le cas précis ;
- la liste des contacts et la chronologie de l'information ;
- un dossier « Galerie de la Mer » avec :
 - un historique de l'Installation Hydraulique de Sécurité (par ex : dossier de transfert),
 - un descriptif de la procédure de gestion et de suivi de l'impact en mer,
 - le point zéro prim,
 - les résultats (évolution et les derniers résultats).

Ce dossier est à destination du Préfet et sera élaboré en étroite coordination avec la DREAL et la DDTM 13. Les pièces seront fournies par le BRGM/DPSM et la constitution sera à la charge de la DREAL ou d'un BE spécialisé si cela est prescrit par cette dernière.

6.2. LA COMMUNICATION POUR LES JOURNÉES INTERNATIONALES DE L'EAU : MARSEILLE 2012

- Rédaction d'une communication écrite ;
- Projet de réalisation d'un film qui pourrait tourner en boucle ;
- Proposition d'aménagement d'un circuit de visite de la galerie de la mer entre le Puits Saint-Joseph et la sortie Cap Pinède.

Cette action sera coordonnée avec les services internes du BRGM (DCE et EAU).

6.3. COMMUNICATION POUR LES JOURNÉES DU PATRIMOINE

Dans une stratégie d'appropriation de cette infrastructure par les acteurs locaux avec en perspective un transfert à long terme, ces journées seront mises à profit pour une action de communication. La DCE du BRGM sera sollicitée pour déterminer les modalités opérationnelles, en étroite collaboration avec la DREAL.

7. Bibliographie

Étude hydrogéologique-Concessions minières de la région de Gardanne (13) - (concessions C2 à C8, C10, C13, C14, C16 et EG) - Volumes 1 (texte) et 2 (Figures et Annexes) - Conseil en Environnement, Sols et Aménagement- H.B.C.M. – CESAME - Septembre 2002.

Expertise internationale du dossier d'arrêt définitif des travaux des concessions de Gardanne(13) – Géodéris 03 PACA - 5001R03 – 15 octobre 2003.

Annexe 1

Tableau des coûts et planning

Galerie de la Mer - Planning		2011												2012	au-delà	Coûts k€ TTC			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Prestations et matériels	numéro de référence		
logistique	Puits Gérard (traitement calcite)																	300	18
	Puits Gérard - entretien bâtiments																	50	19
	Puits la Mure (étude)																	15	20
	Puits La Mure (réalisation) et achats d'engins de transport																	1500	21
	GdM : déséquipement de vieux matériels de Cap Pinède au Puits Gérard et nivellement																	500	16
	GdM: suite du déséquipement d'anciennes infrastructures et entretien de la piste																	500	17
Installation hydraulique	Remise à niveau de la tuyauterie																	220	22
	pompage à 1000 m3/h - réalisation en cours																	100	13
	modélisation de l'installation marine de diffusion pour des débits jusqu'à 1200 m3/h																	45	14
	mise à niveau de l'installation marine pour 1200 m ³ /h																	300	15
	Gestion technique : étalonnage, automatisation de l'installation et des transmissions -																	88	1
Suivi de la qualité de l'eau et de l'impact en mer	Etude de l'impact actuel en mer																	210/an	12
	qualité de l'eau rejetée (conduite PEHD 500)																	45/an	11
connaissance de l'hydrologie du réservoir minier: études, réalisations et mesures	nouveaux piézomètres : recherche d'existants																	*	5
	Piezomètres: réalisations (si nécessaire)																	65	6
	Piezomètres: équipement appareils enregistreur de niveau																	15	7
	suiwi mesures piézomètres																	*	8
	Galerie des Eaux et cunette de la Galerie de la Mer : aménagements																	25	3
	Galerie des Eaux et cunette de la Galerie de la Mer : suivi des débits et de la qualité de l'eau																	30/an	4
	Puits Gérard : analyse de l'eau à différentes profondeurs																	5	10
	étude hydro générale																	*	2
modèle 3D																	*	9	
																* : temps d'agents DPSM			



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
Puits Yvon Morandat – Quartier La Plaine
13120 – Gardanne – France
Tél. : 04 42 65 46 22