



Audit de l'installation de traitement d'exhaure et de surveillance de la mine dite « Les Malines »

Rapport final

BRGM/RP-53321-FR
septembre 2004



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document public

Audit de l'installation de traitement d'exhaure et de surveillance de la mine dite « Les Malines »

Rapport final

BRGM/RP-53321-FR
septembre 2004

Y. Menard, D. Morin

Mots clés : Exhaures minières, Procédés, Les Malines, Traitement d'exhaure à la chaux.

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

Menard, Y., Morin, D. (2004) - Audit de l'installation de traitement d'exhaure et de surveillance de la mine dite « Les Malines ». BRGM/RP-53321-FR, 43 p., 7 fig., 4 tabl., 9 phot., 1 ann.

© BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

A la demande de GEODERIS Sud, le Service environnement et procédés innovants du BRGM a effectué une expertise de l'installation de traitement d'exhaure de la mine des Malines (Metaleurop). Les objectifs de cette étude ont été :

- d'évaluer l'état de la station de traitement des effluents ;
- de proposer une amélioration fiable ;
- de proposer une procédure de mise en place de la solution proposée sous la forme de la définition d'un cahier des charges ;
- de définir les mesures à mettre en place en cas de reprise de l'installation par un nouvel opérateur (défaillance de Metaleurop).

Le cahier des charges de la demande de prestation de GEODERIS correspondante a pour référence : GEODERIS CC-4-LRO- 4100-AD.



Site des Malines, Cévennes.

L'audit réalisé sur le site dit « des Malines » le 8 juin 2004 a mis en évidence un mauvais état général de l'unité de traitement, tant du point de vue des équipements que des dispositifs d'alarme et de télésurveillance, auquel s'ajoute une sous capacité manifeste du fait de l'évolution du débit d'exhaure (15 m³/h de débit nominal pour 27 m³/h actuellement). Initialement prévue pour devoir fonctionner pendant quelques années, la station a été installée dans la galerie Espérance. Les récents événements

(augmentation des débits et des concentrations en métaux) obligent à envisager une solution durable. L'exiguïté de la galerie ne permet pas de travailler dans de bonnes conditions. La forte humidité de l'air complique l'étape de préparation du lait de chaux et accélère le vieillissement de l'ensemble des équipements. Des investissements doivent être réalisés pour rendre sa robustesse à l'unité de traitement et garantir des conditions de travail sécurisées. En cas de défaillance de Metaleurop, un cahier des charges d'un appel d'offre détaillant la liste des tâches que devrait assurer un nouvel opérateur est fourni en partie 6.

Sommaire

1. Introduction	9
1.1. OBJET ET CONTEXTE	9
1.2. CARTE D'IDENTITÉ DU SITE ÉTABLIE LORS DE LA VISITE DU 8 JUIN 2004	10
2. État des lieux de l'installation de traitement	11
2.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE.....	11
2.2. DONNÉES DE FONCTIONNEMENT	11
2.2.1. Débits d'exhaure et concentrations en métaux	11
2.2.2. Consommation de chaux.....	13
2.3. ÉQUIPEMENTS DE TRAITEMENT.....	13
2.3.1. Alimentation en exhaure à traiter.....	13
2.3.2. Cuve d'aération de l'exhaure.....	14
2.3.3. Cuve de préparation du lait de chaux.....	14
2.3.4. Mélangeur statique	15
2.3.5. Bassin de décantation	16
2.4. ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE/COMMANDE ET D'ALERTE.....	16
2.4.1. Contrôle de niveau d'eau dans la galerie	16
2.4.2. Contrôle de fonctionnement de l'installation de traitement.....	16
2.4.3. Contrôle du pH	16
2.5. COÛTS D'EXPLOITATION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX	17
2.6. CONCLUSION SUR L'ÉTAT ACTUEL DE LA STATION DE TRAITEMENT	18
3. Dispositif de surveillance de la digue et procédures d'alarme	19
4. Évolutions techniques à apporter à la station de traitement	21

5. Proposition de remplacement	25
5.1. IMPLANTATION GÉOGRAPHIQUE DE LA NOUVELLE STATION DE TRAITEMENT	25
5.2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS	25
5.3. SYSTÈMES DE CONTRÔLE/COMMANDE ET D'ALERTE	27
5.4. ÉQUIPEMENTS ET FOURNISSEURS POTENTIELS.....	27
5.5. COÛTS D'INVESTISSEMENTS DE L'INSTALLATION	29
5.6. CONCLUSION	31
6. Mesures à prendre en cas de reprise de la gestion du site des Malines par un nouvel opérateur	33
7. Conclusion	35

Liste des figures

Fig. 1 - Évolution des volumes d'exhaure traités depuis la mise en service de l'installation.....	12
Fig. 2 - Évolution du pH et des concentrations en Fe et en Zn des eaux après traitement.....	12
Fig. 3 - Évolution de la quantité de chaux consommée, kg/m ³ d'exhaure traitée.....	13
Fig. 4 - Diagramme Eh-pH à 15 °C du Fe en présence de Zn pour des concentrations respectives de 80 mg/L et 60 mg/L (le système ne prend pas en compte les oxydes).....	14
Fig. 5 - Diagramme Eh-pH à 15 °C du Zn en présence de Fe pour des concentrations respectives de 60 mg/L et 80 mg/L (le système ne prend pas en compte les oxydes).....	15
Fig. 6 - Mesure du débit de drainage de la digue (seuil jaugeur et détecteur ultrasons).	19
Fig. 7 - Évolution des teneurs en fer et en zinc (prévisions MICA-Environnement).	21

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Coûts totaux de gestion du site des Malines (données fournies par Metaleurop).	17
Tabl. 2 - Liste d'équipements et de fournisseurs.	28
Tabl. 3 - Estimation des coûts d'investissements.	29
Tabl. 4 - Chronogramme de construction prévisionnel.	31

Liste des photos

Phot. 1 - Entrée de la galerie Espérance.....	41
Phot. 2 - Cuve de préparation du lait de chaux et cuve d'aération.....	41
Phot. 3 - Cuve d'aération et mélangeur statique.	42
Phot. 4 - Mélangeur statique.....	42
Phot. 5 - Trémie de chargement des sacs de chaux.	43
Phot. 6 - Emplacement potentiel pour la nouvelle station.....	43
Phot. 7 - Bassin de décantation.....	44
Phot. 8 - Déversoir avant rejet dans le milieu naturel.	44
Phot. 9 - Digue de rétention des rejets de laverie.....	45

1. Introduction

1.1. OBJET ET CONTEXTE

Le district minier des Malines (Gard, 30) est situé au sud-est du Massif central, à 45 km au nord-ouest de Montpellier à proximité du village de Saint-Laurent-le-Minier. On y accède à partir de la ville de Ganges par la route départementale 25. Il est essentiellement formé d'amas plombo-zincifères nés du recouvrement des formations paléozoïques du socle varisque par les formations mésozoïques des Causses. Le site des Malines se caractérise par un système karstique c'est-à-dire une région de calcaires et de dolomites ayant une topographie souterraine particulière due à la dissolution de certaines parties du sous-sol et au cheminement des eaux dans les galeries naturelles ainsi formées.

La mine a connu plusieurs phases d'exploitation à partir de la fin du 19^e siècle, avec une reprise après la seconde guerre mondiale. Metaleurop a exploité ce gisement jusqu'à son arrêt définitif en décembre 1991.

Résultant de l'envoyage de la mine, la localisation de l'émergence d'eaux fortement minéralisées n'était pas prévisible compte tenu de la proximité de la cote d'émergence et de celle du niveau hydrostatique, du moins en période d'étiage. Le débordement anticipé de la galerie pour maintenir le niveau d'eau à la cote 330 m mine, pour une cote de débordement de 334 m mine, a été provoqué par pompage pour maîtriser l'émergence d'exhaures à traiter. Le pompage a débuté le 20 mars 1997. Après un mois de pompage, les eaux sont apparues rouges et minéralisées en zinc à près de 65 mg/L pour un débit d'environ 10 m³/h.

L'unité de traitement présente sur le site traite en continu l'exhaure émergeant à la galerie Espérance. Sa mise en place date de 1998. Elle vise à réduire la dissémination des métaux dans l'environnement. Les concentrations limites supérieures en métaux de l'eau traitée sont fixées par l'article 2.3 de l'arrêté préfectoral du 26 décembre 1995. Ce dernier impose les normes suivantes :

- $T_{\text{eau}} < 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $5,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$;
- absence de coloration provoquée dans le milieu récepteur ;
- conductivité $\leq 2\ 500 \text{ }\mu\text{S/cm}$;
- MES $\leq 30 \text{ mg/L}$;
- DBO5 $\leq 40 \text{ mg/L}$;
- DCO $\leq 90 \text{ mg/L}$;
- $[\text{Fe}]_{\text{total}} \leq 0,3 \text{ mg/L}$;
- $[\text{Pb}] \leq 0,1 \text{ mg/L}$;
- $[\text{Zn}] \leq 5 \text{ mg/L}$.

L'avenant du 12 avril 2000 modifie l'arrêté préfectoral précédent. Il fixe la concentration limite supérieure en fer total à 1 mg/L.

1.2. CARTE D'IDENTITE DU SITE ÉTABLIE LORS DE LA VISITE DU 8 JUIN 2004

Propriétaire : Metaleurop.

Localisation : Saint-Laurent-le-Minier, Gard (30), Cévennes à 10 km à l'ouest de Ganges.

Personnes rencontrées :

- M. Derouet – Directeur Environnement Metaleurop ;
- M. Viard – Ingénieur Mica Environnement ;
- M. Atanassaras – Opérateur Metaleurop.

2. État des lieux de l'installation de traitement

2.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE

L'exhaure traité provient de la galerie Espérance. L'eau est pompée directement dans la galerie. Le traitement appliqué est un traitement à la chaux avec aération préalable. Après floculation, la pulpe est dirigée vers un bassin de décantation. Le bassin se déverse par trop plein dans les canaux qui bordent la digue avant de rejoindre la Vis, affluent de l'Hérault. Avant traitement, l'eau possède les caractéristiques suivantes : pH = 6,9, [Fe] = 80 mg/L, [Zn] = 60 mg/L, débit variable compris entre 15 et 30 m³/h. Après traitement, le pH est proche de 8,5 et les concentrations sont abattues à des valeurs comprises entre 1 et 4 mg/L avec une efficacité de traitement toujours plus importante pour le fer que pour le zinc.

Afin de garantir la discrétion de l'installation vis-à-vis du public, de limiter les coûts de construction d'un bâtiment dédié au traitement et en raison d'une durée de traitement initialement prévue pour seulement quelques années, celle-ci a été implantée à l'intérieur de la galerie Espérance. On y accède par une piste en très mauvais état, fréquemment détériorée par un ravinement important, et encombrée par les éboulis. La livraison des sacs de chaux en est souvent rendue délicate voire parfois impossible.

2.2. DONNÉES DE FONCTIONNEMENT

2.2.1. Débits d'exhaure et concentrations en métaux

L'eau émergeant à la galerie Espérance est pompée afin de maintenir le niveau sous la cote 330 m mine. Avant novembre 2003, le débit maximum avoisinait 20 m³/h et le débit moyen 6 m³/h. Les débits d'étiage et de hautes eaux étaient respectivement proches de 2 à 5 m³/h et 15 m³/h.

Depuis novembre 2003, le débit de l'exhaure ainsi que les concentrations en métaux ont augmenté et présentent un comportement erratique. En juin 2004, le débit à traiter était égal à 27 m³/h et les concentrations en fer et en zinc respectivement proches de 80 mg/L et 60 mg/L. La figure 1 fait une synthèse des volumes d'exhaure traités depuis la mise en service de l'installation de traitement en janvier 1998 jusqu'à décembre 2003. On y observe un cycle saisonnier peu marqué avec des quantités d'eau à traiter les plus importantes au printemps et une période de basses eaux à la sortie de l'été.

Le traitement appliqué (aération + neutralisation par ajout de lait de chaux) s'avère efficace et permet d'abattre les concentrations en métaux sous les limites réglementaires (5 mg/L), comme le montre la figure 2.

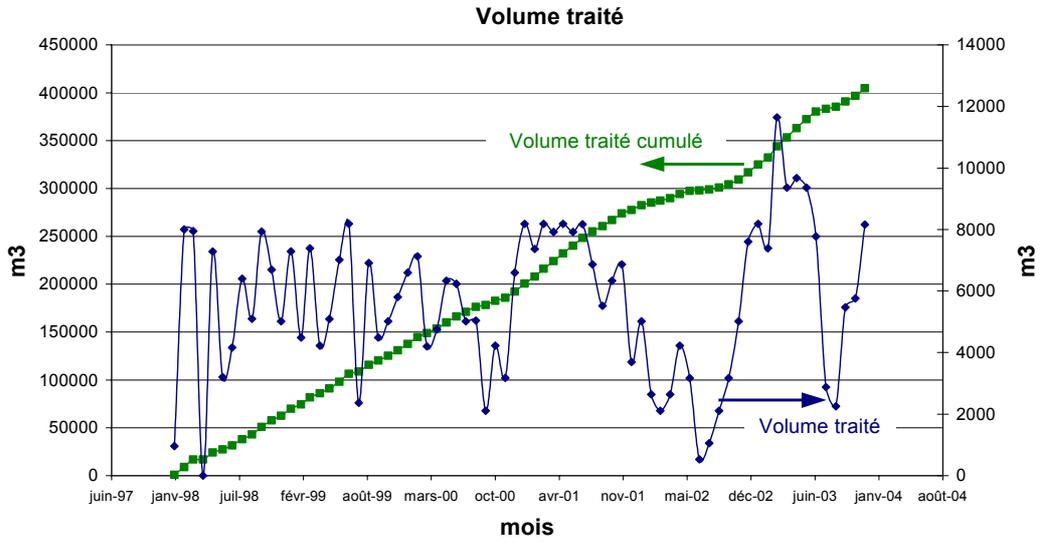


Fig. 1 - Évolution des volumes d'exhaure traités depuis la mise en service de l'installation.

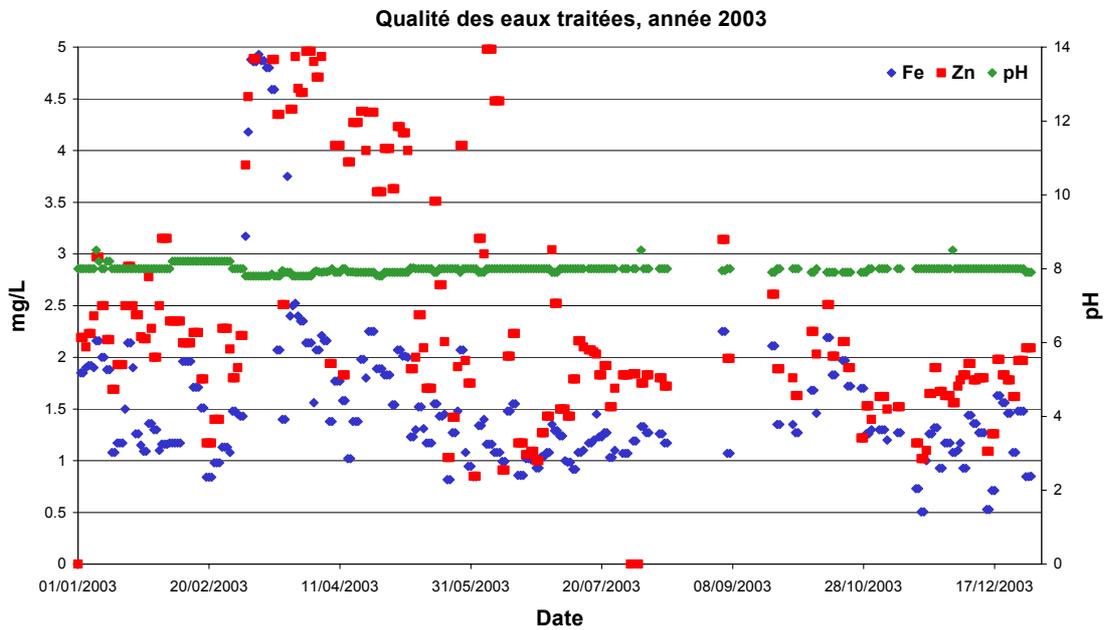


Fig. 2 - Évolution du pH et des concentrations en Fe et en Zn des eaux après traitement.

2.2.2. Consommation de chaux

Sur la base d'essais de caractérisation réalisés par le cabinet SRK (société d'ingénierie basée dans la région), complétés par le laboratoire de Metaleurop de la mine de Saint-Salvy, il a été décidé d'appliquer, dès janvier 1998, un traitement consommant 0,78 – 0,80 kg/m³ de chaux (fig. 3).

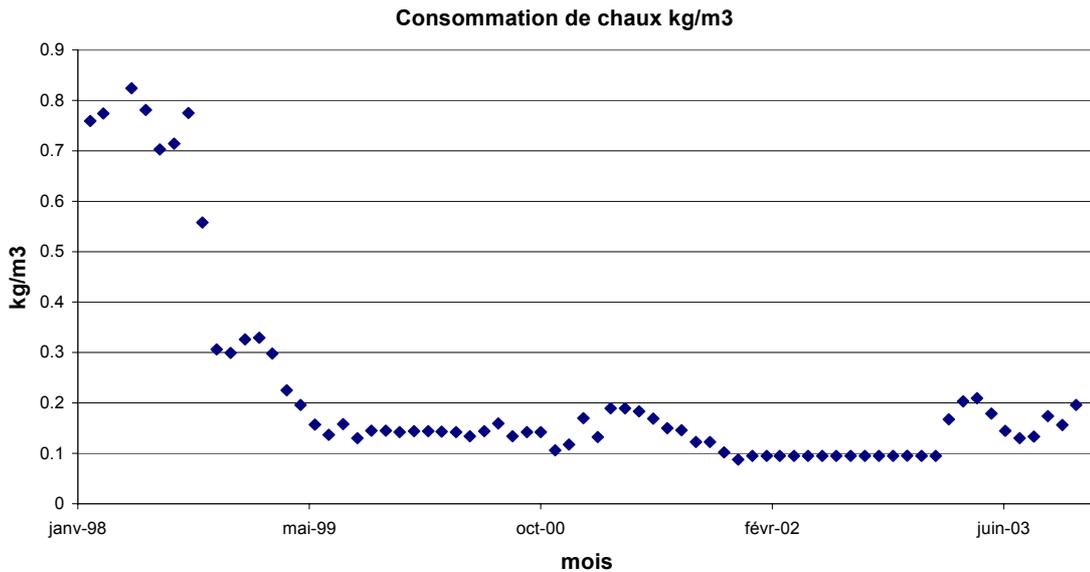


Fig. 3 - Évolution de la quantité de chaux consommée, kg/m³ d'exhaure traitée.

Les concentrations en métaux dans l'eau d'exhaure ayant considérablement diminué après la mise en service de l'installation, les quantités de chaux ont été adaptées en conséquence. À l'heure actuelle, le traitement appliqué est de 0,15 kg de chaux/m³ d'exhaure, soit environ 200 kg (8 sacs) de chaux consommés tous les deux jours (débit d'exhaure = 27 m³/h).

2.3. ÉQUIPEMENTS DE TRAITEMENT

2.3.1. Alimentation en exhaure à traiter

La station est alimentée en eau à traiter par pompage dans la galerie Espérance, à quelques mètres du niveau de débordement (= 334 m mine). Actuellement, l'alimentation est assurée par une seule pompe centrifuge immergée de marque Flygt (modèle DXL 50) fonctionnant sous une tension de 380 V triphasé. Sa puissance est de 1,5 kW, son débit d'aspiration nominal est de 20 m³/h pour perte de charge hydraulique de 9 mètres d'eau. Une seconde pompe, identique à celle en fonctionnement, a été achetée début 2004 afin d'anticiper une éventuelle augmentation de débit ou d'être en mesure de remplacer la première pompe en cas de panne. Elle n'est actuellement pas installée dans la galerie Espérance.

2.3.2. Cuve d'aération de l'exhaure

L'exhaure à traiter (pH = 6,8, [Fe] = 80 mg/L, [Zn] = 60 mg/L) est injectée à la base d'une cuve métallique cylindrique (hauteur = 2,7 m, diamètre = 1,8 m, volume = 6,87 m³). Un surpresseur à palettes (RIETCHLE DLT 40 T de 1,85 kW, débit nominal 43,5 m³/h) délivre 43,5 m³/h d'air dans la cuve. Deux couronnes portant quatre diffuseurs (Nopol KKR 300 à filetage gaz, 1 à 8 m³/h) situés à 50 cm au-dessus du fond de la cuve assurent l'aération de l'exhaure. L'élimination du fer ferreux est ainsi obtenue en élevant le potentiel redox du milieu par oxydation grâce au dioxygène de l'air. Le fer ferreux est transformé en fer ferrique, une correction de pH permet ensuite de faire précipiter le fer ferrique en hydroxyde de fer III (cf. fig. 4). Colmatés par cet hydroxyde, les diffuseurs doivent être remplacés tous les trimestres. L'eau ainsi oxygénée est dirigée par débordement dans une conduite où est injecté le lait de chaux.

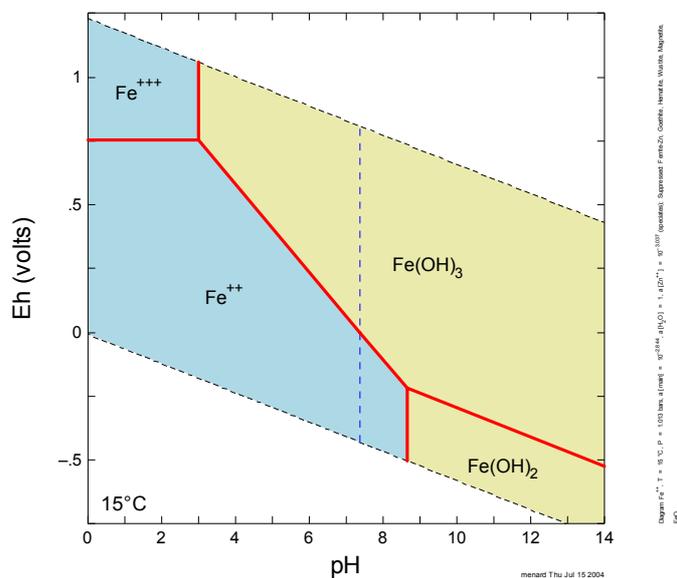


Fig. 4 - Diagramme Eh-pH à 15 °C du Fe en présence de Zn pour des concentrations respectives de 80 mg/L et 60 mg/L (le système ne prend pas en compte les oxydes).

2.3.3. Cuve de préparation du lait de chaux

L'eau claire nécessaire à la préparation du lait de chaux est captée dans le canal de sortie de la galerie 330 laverie et remontée sur hauteur supérieure à 5 m au moyen d'une pompe immergée (modèle Flygt DXL 50, 380 V triphasé, 20 m³/h à 9 m). Il était prévu que la fabrication du lait de chaux soit automatisée. Cependant, l'atmosphère de la galerie étant constamment saturée en humidité, la chaux ne reste pas dans son état pulvérulent nécessaire à l'automatisation. Le lait de chaux est donc, à l'heure actuelle, préparé manuellement. Les sacs de chaux de 25 kg (Balthazar et Cotte) sont vidés dans une trémie métallique couverte d'une contenance de 2 m³. Un escalier métallique permet d'accéder à la partie supérieure de la trémie. La chaux est acheminée depuis la

trémie jusqu'à la cuve de préparation et de stockage du lait de chaux au moyen d'une vis Albucher, de diamètre 139 mm, d'une longueur de 3 m. Du fait de la forte humidité ambiante, le colmatage de la vis par la chaux pulvérulente et fortement hygroscopique est fréquent. La cuve de préparation du lait de chaux est une cuve agitée cylindrique de diamètre égal à 1,8 mètres, de hauteur utile égale à 1,7 mètres (hauteur totale = 2 m) et de volume utile égal à 4,32 m³. L'agitateur en fonctionnement est un équipement d'occasion, d'une puissance de 1,1 kW fonctionnant à 83 tr/min. L'injection en lait de chaux dans la conduite de sortie de l'aérateur est assurée par une pompe (Delasco DL 18, 0,37 kW) à moto réducteur et fonctionnant à un débit de 90 l/h (48 h d'autonomie). L'installation dispose d'une pompe de distribution de la chaux de secours (Delasco DSC 12 munie d'un variateur mécanique). L'ajout de lait de chaux permet d'amener le pH de l'exhaure à environ 8,4 (pH initial = 6,8).

2.3.4. Mélangeur statique

La réaction de neutralisation et la précipitation des espèces métalliques ont lieu dans un mélangeur statique à chicanes dont le volume est de 9,63 m³. Le temps de séjour moyen au sein de ce réacteur est donc d'environ une demi-heure pour un débit de 20 m³/h. La pulpe s'écoule ensuite par débordement dans une conduite PEHD vers le bassin de décantation. Dans ce réacteur, le fer précipite sous forme d'hydroxyde de fer III (Fe(OH)₃) et le zinc restant précipite sous forme d'hydroxyde de zinc (Zn(OH)₂) (cf. fig. 5). L'état général du mélangeur est mauvais, celui-ci laisse apparaître de nombreuses fuites, sa remise en état est nécessaire.

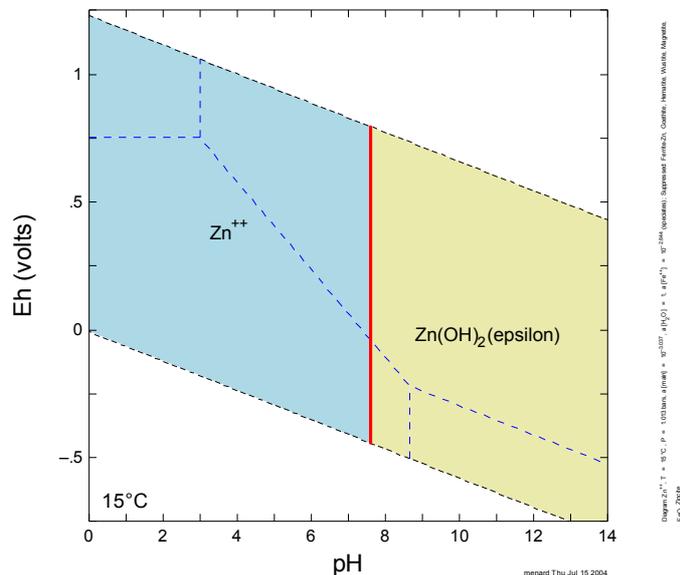


Fig. 5 - Diagramme Eh-pH à 15 °C du Zn en présence de Fe pour des concentrations respectives de 60 mg/L et 80 mg/L (le système ne prend pas en compte les oxydes).

2.3.5. Bassin de décantation

Immédiatement en amont du bassin de décantation, l'eau entre dans un déversoir jaugeur où sont disposés des pains de floculant. Le bassin de décantation hors sol est réalisé par merlons de terre et son étanchéité est assurée par une géomembrane PEHD. Le volume du bassin est de 450 m³. La déverse par trop plein est ensuite dirigée dans le milieu naturel. Le curage du bassin et le pressage des boues (80 à 90 tonnes) a lieu tous les deux ans. Le pressage est réalisé par la société Aquatraitement de Vitrolles. Les boues sont enlevées par la société ATO de Sommières et stockées au centre d'enfouissement technique de classe 1 de Bellegarde (30).

2.4. ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE/COMMANDE ET D'ALERTE

2.4.1. Contrôle de niveau d'eau dans la galerie

Le traitement de l'exhaure ne se fait pas au fil de l'eau mais au long du débit d'eau pompée dans la galerie Espérance, sur l'initiative du technicien en charge de l'installation. Le fonctionnement de l'installation de pompage est asservi à un niveau d'eau dans la galerie : un niveau bas entraîne l'arrêt de la pompe, un niveau haut déclenche sa mise en route. Ce niveau haut atteint, l'automate est censé envoyer un message minitel en cas de consultation à distance : ce dispositif ne fonctionne pas actuellement. Un deuxième niveau haut est installé dans la galerie, plus haut que le précédent, à un mètre sous le niveau de débordement de la galerie. Ce niveau atteint, l'automate est censé générer un message d'alarme. Ce dispositif ne fonctionne pas actuellement.

2.4.2. Contrôle de fonctionnement de l'installation de traitement

Tout arrêt intempestif d'un des éléments de la station (agitateur, pompe, vis...) entraîne l'arrêt de l'installation. Cependant, aucun système de télésurveillance ne permet d'avoir accès à cette information hors installation.

2.4.3. Contrôle du pH

Un pH-mètre initialement installé à l'entrée du bassin de décantation devait permettre d'adapter, de façon totalement automatisée, les quantités de lait de chaux à apporter pour obtenir le pH désiré (compris entre 8,5 et 9). En tant qu'élément de contrôle et de sécurité, il devait déclencher l'arrêt de l'installation en cas de dépassement, inférieur ou supérieur, des consignes de pH. À ce jour, le pH-mètre a été débranché et ne peut donc plus jouer ce rôle. Le pH est mesuré une fois par jour par le technicien de l'installation, la quantité de lait de chaux est ajustée manuellement en fonction de cette mesure.

2.5. COÛTS D'EXPLOITATION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX

Le tableau 1 recense les principales dépenses consacrées à la gestion du site des Malines (fonctionnement de la station de traitement, surveillance du site, surveillance de la digue). La partie supérieure du tableau reprend les coûts directement liés au fonctionnement de la station de traitement des eaux d'exhaure de la galerie Espérance. Dans la seconde partie, les coûts inscrits ne sont pas uniquement imputables au fonctionnement de la station. Ils couvrent aussi la mission de surveillance de la digue et l'impact des rejets sur l'environnement. Néanmoins, Metaleurop considère que 50 % de ces derniers sont inhérents à la station. Ainsi, le coût directement attribuable au fonctionnement de la station est de l'ordre de 60 000 euros/an.

Année	2002	2003
Électricité (\cong 20 KVA)	2 200	1 400
Chaux de neutralisation	2 000	6 000
Réfection des pistes d'accès	2 000	2 000
Entretien	4 700	5 000
Nettoyage du bassin de décantation (*)	12 000	0
Stockage des boues en CET classe 1 (*)	13 000	0
<i>Sous-total</i>	<i>35 900</i>	<i>14 400</i>
Analyse chimique	9 800	13 800
Téléphone	1 700	1 000
Personnel (**)	40 000	40 000
Frais de déplacement	1 700	1 900
Petites fournitures	600	2 500
Assistance bureau d'étude	10 400	8 400
<i>Sous-total</i>	<i>64 200</i>	<i>67 600</i>
Total	100 100	82 000

(*) travaux à réaliser tous les 2 ans.

(**) la personne a aussi en charge la surveillance de la digue, les échantillonnages et travaux divers.

Tabl. 1 - Coûts totaux de gestion du site des Malines (données fournies par Metaleurop).

2.6. CONCLUSION SUR L'ÉTAT ACTUEL DE LA STATION DE TRAITEMENT

Il n'existe aucun système d'alarme en fonctionnement à l'heure actuelle. L'ensemble des équipements du site des Malines demande à être contrôlé (révision obligatoire du surpresseur, remplacement des roulements de la vis d'acheminement de la chaux et de l'agitateur) et les dispositifs d'alerte initialement mis en place ont été soit déconnectés volontairement, soit détériorés par des surtensions électriques lors de violents orages. Une remise à niveau électrique et électronique est absolument nécessaire. À l'heure actuelle, la bonne marche de l'installation repose entièrement sur le seul opérateur Metaleurop présent sur le site. Le manque d'automatisation de l'unité de traitement contraint souvent ce dernier à s'y rendre les week-ends, les jours fériés ainsi que pendant les vacances. Il implique en outre un travail en autonomie complète sur un site totalement isolé.

3. Dispositif de surveillance de la digue et procédures d'alarme

La digue de la station des Malines, d'une longueur de 250 m au niveau de la crête, retient environ 9 millions de tonnes de déchets fins de laverie. Son comportement géotechnique est analysé par un suivi topographique (présence de trois inclinomètres). Ce suivi fait l'objet d'un rapport annuel. Trois piézomètres permettent de réaliser un suivi hydrologique et de détecter d'éventuels écoulements en son sein. L'installation de surveillance reliée à ces piézomètres devrait fonctionner en continu et, en cas de d'anomalie détectée, la procédure de surveillance prévoit qu'une mesure manuelle quotidienne soit réalisée sur chacun des piézomètres. Depuis le 15 août 2003, aucun système de surveillance ne fonctionne. Enfin, un dernier dispositif de surveillance de la digue est installé en aval de la digue, au niveau du collecteur des eaux de drainage. Il s'agit d'un déversoir jaugeur muni d'un dispositif de mesure de niveau d'eau par ultrasons. Ce dispositif fonctionne parfaitement lorsqu'il est utilisé dans de bonnes conditions. Malheureusement, le déversoir n'est pas suffisamment entretenu (présence de végétaux et d'algues perturbant la mesure, cf. fig. 6) et le système est actuellement hors d'usage. Le nettoyage du déversoir est à prévoir ainsi que l'aménagement d'un canal d'approche nécessaire à la stabilisation de l'écoulement. Une révision complète du système de mesure et de télétransmission de l'information est à prévoir afin qu'il puisse à nouveau jouer son rôle.



Fig. 6 - Mesure du débit de drainage de la digue (seuil jaugeur et détecteur ultrasons).

4. Évolutions techniques à apporter à la station de traitement

Initialement, la station de traitement des Malines a été dimensionnée afin de traiter un exhaure de débit nominal égal à 15 m³/h, contaminé par le fer et le zinc à des concentrations égales à 100 mg/L. Jusqu'à décembre 2003, les caractéristiques de l'exhaure (diminution du débit et des concentrations en contaminant) se sont avérées être en bon accord avec les extrapolations de MICA-Environnement. Celles-ci prévoyaient que la durée de traitement soit comprise entre 5 et 7 ans, période à l'issue de laquelle les teneurs en fer et zinc auraient été inférieures à la limite de 5 mg/L (cf. fig. 7).

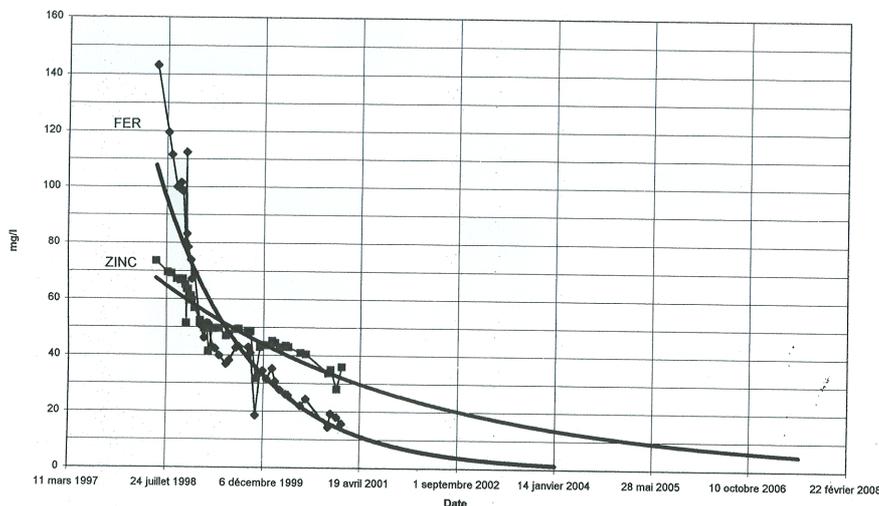


Fig. 7 - Évolution des teneurs en fer et en zinc (prévisions MICA-Environnement).

Cependant, à la fin décembre 2003, le débit d'exhaure et les concentrations en métaux ont fortement augmenté. En janvier 2004, le débit approchait 30 m³/h avec une concentration en fer de 200 mg/L. Lors de notre visite en juin 2004, le débit approchait 27 m³/h et les concentrations en fer étaient d'environ 20 mg/L. Ceci met en évidence le comportement fortement erratique des caractéristiques de l'exhaure très certainement attribuable à des phénomènes cycliques d'accumulation puis de vidange de réservoirs caractéristiques des systèmes karstiques. Pour ces raisons, il est difficile de relier simplement le débit d'exhaure à la pluviométrie.

Compte tenu du comportement pour le moins chaotique de l'exhaure de la galerie Espérance, il apparaît de toute première importance d'adapter l'installation de traitement afin qu'elle puisse absorber de nouvelles augmentations de débit et de remettre en état l'ensemble des automates permettant de gérer de façon semi-

automatique son fonctionnement. Cette remise en état générale devrait comprendre la mise en place d'une nouvelle cuve d'aération.

Une approche préliminaire peut s'appuyer sur le calcul de la cinétique d'oxydation du fer ferreux en solution. Ainsi, en considérant la cinétique d'oxydation du fer ferreux en fer ferrique en présence d'oxygène :

$$\frac{d[Fe^{2+}]}{dt} = -k[Fe^{2+}][O_2(aq)][H^+(aq)]^2 \quad (1)$$

avec,

$$k = 5.10^{-14} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$[O_2(aq)] = 2,87.10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ (9,2 mg L}^{-1} \text{ à 20 °C)}$$

$$[H^+(aq)] = 1,2589.10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \text{ (pH = 6,9)}$$

Après intégration de (1), on obtient $[Fe^{2+}] = [Fe^{2+}]_{t=0} \exp(-8,83.10^{-4} t)$.

Pour une concentration initiale en fer de 100 mg L^{-1} et un objectif d'oxydation de 70 % des ions fer II, le temps nécessaire à l'étape d'aération serait de 23 minutes, en admettant que le transfert de l'oxygène de l'air à l'effluent dans la cuve est optimal. Ainsi, pour un débit maximal d'effluent de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, le volume de la cuve d'aération devrait être égal à $11,3 \text{ m}^3$ soit près de deux fois la taille de la cuve d'aération actuellement en place. La teinte verdâtre des rejets (attribuable à la présence d'ions fer II) observée à l'entrée du bassin de décantation laisse effectivement supposer qu'actuellement, le temps de contact O_2/Fe^{2+} est insuffisant pour garantir une oxydation convenable des ions fer II.

Nous ne disposons pas de suffisamment de données cinétiques pour calculer de façon précise les dimensions du mélangeur statique de précipitation. Néanmoins, il est possible d'affirmer, sur la base d'expériences de précipitation réalisées sur des eaux chargées en fer et en zinc, qu'un temps de séjour de 45 mn pour une eau dont le pH compris entre 8,5 et 9 permet de faire diminuer de façon significative ($< 3 \text{ mg/L}$) les concentrations de ces contaminants et ce, même pour des concentrations initiales proches de 1000 mg/L . Ainsi, pour un débit de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, le volume du réacteur devrait être égal à 23 m^3 (contre $9,6 \text{ m}^3$ à l'heure actuelle).

Une remise à niveau mécanique (remplacement des roulements de la vis de transport de la chaux éteinte, de l'agitateur de la cuve de fabrication du lait de chaux, révision des pompes, du surpresseur à palettes), électrique (pompes, capteurs) et électronique (automates) de l'installation est à prévoir.

Une seule pompe assure, à l'heure actuelle, l'alimentation de l'installation en eau à traiter. Les caractéristiques de cette pompe ($20 \text{ m}^3/\text{h}$ pour une charge hydraulique de 9 m) laissent supposer qu'elle fonctionne à plein régime. Il est absolument nécessaire de mettre en place dans la galerie une pompe de secours.

Un pH-mètre doit être installé à l'entrée du bassin de décantation et le débit de lait de chaux ajouté à l'exhaure doit être régulé en fonction de la mesure de pH.

Enfin, toutes ces recommandations ne valent que si l'on suppose la présence d'un technicien à temps plein sur le site, l'autonomie de l'installation étant au plus de deux jours. Au cas où cette main d'œuvre viendrait à disparaître, il est nécessaire d'envisager la construction d'une nouvelle installation de traitement sur la base des propositions développées dans le chapitre 5.

5. Proposition de remplacement

5.1. IMPLANTATION GÉOGRAPHIQUE DE LA NOUVELLE STATION DE TRAITEMENT

Compte tenu de la difficulté d'accès à la galerie Espérance pour la livraison des consommables (piste en mauvais état et difficile à entretenir), du manque d'espace et de l'humidité qui règne à l'intérieur de la galerie ainsi que des nouvelles contraintes en terme de dimensions d'équipements de l'installation de traitement, liées à l'évolution des débits et des concentrations, il apparaît souhaitable que soit reconsidéré le lieu géographique de son implantation. Notre choix repose d'une part sur les possibilités qu'offre le site des Malines en terme de relief et sur les contraintes liées aux localisations respectives de la galerie et du bassin de décantation. Une économie énergétique substantielle peut être réalisée en tirant parti de la déclivité du terrain pour alimenter la station en exhaure par simple siphonnage et en eau claire, utilisée pour préparer le lait de chaux, par gravité. Il ne nous paraît pas judicieux, afin d'éviter tout problème de colmatage de la vis sans fin du fait de l'humidité, de préparer le lait de chaux dans les garages joutants les bureaux et de le pomper jusqu'à la galerie. Les inconvénients n'en seraient que déplacés et l'encrassement des tuyaux serait inévitable (distance garages / galerie = 100 m). Au contraire, il est essentiel, afin de garantir un fonctionnement robuste de l'installation, de minimiser au plus les longueurs de l'ensemble des canalisations. Nous proposons donc que l'unité de traitement soit installée à l'emplacement autrefois occupé par la laverie (cf. photo n° 6, ann. 1). Le site serait aménagé de façon à accueillir au mieux l'ensemble des équipements (pose d'une dalle en béton). Evidemment, un dimensionnement plus précis que celui réalisé ci-après nécessiterait des études complémentaires afin de recueillir davantage de données sur la pluviométrie, les caractéristiques du réseau hydrologique ou encore sur la chimie des eaux d'exhaure.

5.2. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS

Notre proposition de remplacement est la suivante : en l'absence d'incidents techniques majeurs (coupures d'électricité, arrêt intempestif d'une pompe ou d'un des équipements de l'installation), l'unité de traitement fonctionne de façon autonome et discontinue.

Le traitement de l'exhaure de la galerie Espérance ne se fait pas « au fil de l'eau » mais par campagnes successives.

L'alimentation de la station de traitement se fait par siphonnage de la galerie. L'exhaure s'écoule par gravité et alimente une cuve d'aération (diamètre = 2,5 m, hauteur utile = 3 m, hauteur totale 3,5 m, volume utile = 15 m³). Le temps de séjour moyen dans cette cuve est d'environ 30 minutes pour un débit de 30 m³/h (débit maximal attendu). Ce temps de passage devrait garantir l'oxydation de la majeure partie des ions fer II présents dans l'exhaure avec une marge de sécurité suffisante dans l'éventualité d'une augmentation importante du débit. Deux rangées de quatre

diffuseurs installés à 50 cm au-dessus du fond de la cuve et alimentés par un surpresseur à palettes assurent le brassage et l'oxygénation de l'exhaure. Un agitateur installé dans la cuve d'aération empêche la sédimentation des particules d'hydroxydes de fer ferrique, et en particulier l'encrassement des diffuseurs d'air, garantissant ainsi une longévité plus importante de ces derniers.

L'agent neutralisant choisi pour le procédé de traitement est la chaux éteinte pulvérulente (Balthazard et Cotte, Grenoble). Elle est stockée dans un silo bâché avec mise à l'atmosphère munie d'une colonne desséchante (composé hygroscopique de type CaCl_2). Le silo, d'un volume de 18 m^3 (diamètre = 2 m, hauteur = 5,7 m) contiendra environ 9 000 kg de chaux éteinte (densité en vrac = 500 kg/m^3). Son coût d'investissement sera d'environ 10 000 euros. Ainsi, l'autonomie en chaux sera d'un peu plus de deux mois pour un traitement de $0,2 \text{ kg}$ de chaux/ m^3 d'effluent à traiter et un débit maximal d'effluent de $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Le silo sera équipé d'un dévateur pneumatique et d'une vis sans fin. Celle-ci assurera le transport de la chaux dans une cuve de préparation du lait de chaux. L'eau claire utilisée pour la préparation du lait de chaux s'écoulera par gravité depuis le canal de sortie de la galerie « 330 laverie ».

La chaux éteinte se déversera dans une cuve de délitage et de préparation du lait de chaux d'un volume d'un mètre cube. La pulpe sera préparée à une concentration égale à 100 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par litre d'eau. Afin d'éviter tout problème de formation de grumeaux, cette cuve sera équipée d'un agitateur à pales droites et son pourtour sera muni de chicanes (destruction de vortex central, promotion de la turbulence). Cette cuve fera office de cuve tampon et de cuve d'alimentation d'une seconde cuve de $4,3 \text{ m}^3$, identique à celle actuellement en service. Cette dernière devra être équipée d'un contrôleur de niveau haut et bas et d'un automate commandant l'ouverture d'une vanne V_2 installée en sortie de la cuve tampon. Elle sera également équipée d'un agitateur afin de garantir tout problème de sédimentation de la pulpe. Pour des concentrations en Fe et en Zn respectivement égales à 80 et 60 mg/L , la quantité stœchiométrique de chaux de neutralisation à apporter est de $0,227 \text{ kg/m}^3$ d'exhaure. Ainsi, la cuve de stockage du lait de chaux aura une autonomie de plus de deux jours et demi pour un débit d'exhaure égal à $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Le trop-plein de la cuve d'aération alimentera un mélangeur statique de neutralisation d'un volume égal à 23 m^3 (longueur = 5 m, largeur = 1,5 m, hauteur = 3 m).

Le mélangeur statique sera muni de chicanes afin de casser l'écoulement et d'assurer un mélange efficace de l'exhaure et du lait de chaux. La pulpe s'écoulera par débordement de ce réacteur au déversoir actuellement disposé à l'entrée du bassin de décantation. Un pain de floculant devra être immergé dans le déversoir.

Les cuves d'aération et de précipitation devront être munies d'un point bas de vidange.

5.3. SYSTÈMES DE CONTRÔLE/COMMANDE ET D'ALERTE

Installé dans de la galerie, un contrôleur de niveau haut (330 m mine) et de niveau bas (326 m mine) renseignera sur la nécessité ou non de traiter l'exhaure à un temps t . Il permettra également de garantir une garde d'environ 4 mètres (cote de débordement = 334 m mine) soit 40 jours à la vitesse maximale de remontée observée. Les informations de ce contrôleur seront envoyées à une centrale d'acquisition installée dans le local à bureaux. Il devra également commander le fonctionnement d'une vanne tout ou rien installé sur la canalisation principale d'alimentation de l'installation (cf. fig. 7). Ce contrôleur sera doublé d'un deuxième équipement de mesure de niveau (éventuellement mesure conductimétrique) placé à 1 mètre sous la cote de débordement de la galerie (333 m mine). En cas de dépassement de ce seuil, un message d'alerte sera envoyé par minitel à la société en charge de la gestion de l'installation.

Un débitmètre magnétique mesurera en continu le débit d'exhaure traité. Il sera installé sur la canalisation de sortie de la cuve de précipitation.

Une sonde pH de contrôle en tout ou rien sera disposée dans le déversoir. L'installation de distribution du lait de chaux (pompe) sera asservie à cette mesure (pH < 8,5 démarrage de la pompe d'alimentation en lait de chaux, pH > 9, arrêt de la pompe). Les mesures de pH seront transmises à la centrale d'acquisition au même titre que la mesure de débit.

Lorsque l'information « niveau bas » atteint dans la galerie est envoyée à la centrale par le contrôleur de niveau, un automate gère la fermeture de la vanne V_1 , l'arrêt de la pompe péristaltique et de la vis de transport de la chaux. Par contre, elle n'entraînera ni l'arrêt du dévouteur, ni celui des agitateurs des deux cuves de préparations et de stockage du lait de chaux.

En mode « non-alimentée », l'électrovanne V_1 devra être fermée afin d'éviter d'alimenter la station de traitement en cas de coupure de courant.

Un système de by-pass devra être installé sur chaque vanne à papillon automatique (V_1 , V_2 et V_3) afin de permettre d'ouvrir manuellement les arrivées d'eau en cas de panne électrique ou de mauvais fonctionnement des vannes automatiques.

5.4. ÉQUIPEMENTS ET FOURNISSEURS POTENTIELS

Le tableau 2 présente la liste des équipements nécessaires au fonctionnement de l'installation. Pour chaque équipement, plusieurs fournisseurs sont proposés, à titre indicatif, pour la qualité (fiabilité, robustesse) des appareils qu'ils distribuent et ce sont leurs tarifs qui ont servi à établir l'estimation qui suit.

Équipement	Fournisseur	Adresse
Silo à chaux	Rousseau	Rousseau SA, Les pépines 79160 Fenioux
Dévoûteur-Doseur	Sodimate	Sodimate SA, 22/24 rue Lavoisier, 92000 Nanterre
Cuve de préparation de lait de chaux	Bio-Inox	Bio-Inox SA, 24680 Lamonzie- St-Martin
Cuve d'aération	Bio-Inox	Bio-Inox SA, 24680 Lamonzie- St-Martin
Agitateur	Milton Roy Mixing	Milton Roy Mixing, 10 rue du bois Gasseau, 77210 Samoreau
Débitmètre	Fisher-Rosemount	Fisher-Rosemount, 94523 Rungis
Vanne électrique	Legris Industries	Legris Industries, 74 rue de Paris 35704 Rennes
Vanne manuelle	Legris Industries	Legris Industries, 74 rue de Paris 35704 Rennes
Contrôleur/transmetteur de niveau (ultrasons)	Krohne	Krohne, 26103 Romans
Pompe à piston plongeur	Dosapro Milton Roy	Dosapro Milton Roy, 10 Grande Rue, 27360 Pont-St-Pierre
Pompe péristaltique	Delasco	Pompes Delasco, 75001 Paris
Surpresseur à palettes	Rietchle, Atlas Copco, Ingersoll Rand	Rietchle France, rue des champs, 68220 HESINGUE Atlas Copco, ZI du vert Galant, 2 avenue de l'Eguillette, 95046 Cergy Pontoise Ingersoll Rand, ZI du chêne sorcier 78346 Les clayes sous bois
Diffuseur d'air	Nopol	OKI products, 7 rue Francis Poullenc, 84000 Avignon

Tabl. 2 - Liste d'équipements et de fournisseurs.

5.5. COÛTS D'INVESTISSEMENTS DE L'INSTALLATION

Les coûts donnés dans le tableau 3 totalisent l'investissement à réaliser pour la construction d'une telle installation. Ils ne sont précis qu'à 20 % près dans la mesure où ils sont basés sur des devis établis pour des équipements similaires installés sur d'autres unités de traitement. Ils ne comprennent pas les coûts opératoires de gardiennage ou de surveillance du site après démarrage de l'unité de traitement.

Travaux / Équipements	Coût (euros, HT)
Génie civil (préparation terrain + dalle béton + ferrillages)	25 000
Soli à chaux	14 000
Dévoûteur-doseur	8 000
Cuve de délitage de la chaux	1 500
Cuve de réception du lait de chaux	2 500
Cuve d'aération	2 000
Mélangeur statique	3 000
Agitateurs (x 3)	6 500
Débitmètre (x 1)	2 000
Vanne électrique (x 3)	4 500
Vanne manuelle (x 3)	2 000
Contrôleur/transmetteur de niveau (ultrasons)	2 500
Pompe péristaltique	500
Surpresseur à palettes	750
Diffuseur d'air (x 8)	700
Automate	7 500
Tuyauterie	7 500
Câbles électriques	4 000
TOTAL	94 450

Tabl. 3 - Estimation des coûts d'investissements.

Cette estimation prévoit donc un montant total hors taxes de 91 950 euros soit environ 113 000 euros TTC. Les coûts opératoires (consommation de chaux, électricité, entretien, nettoyage du bassin de décantation, stockage des boues en CET) s'élèveront à environ 25 000 euros HT/an (30 000 euros TTC). Les coûts en personnel supposent la présence d'une personne pour une durée quotidienne moyenne de deux heures, tous les jours de la semaine, week-ends et jours fériés compris. Ils s'élèvent à 7 000 euros/an.

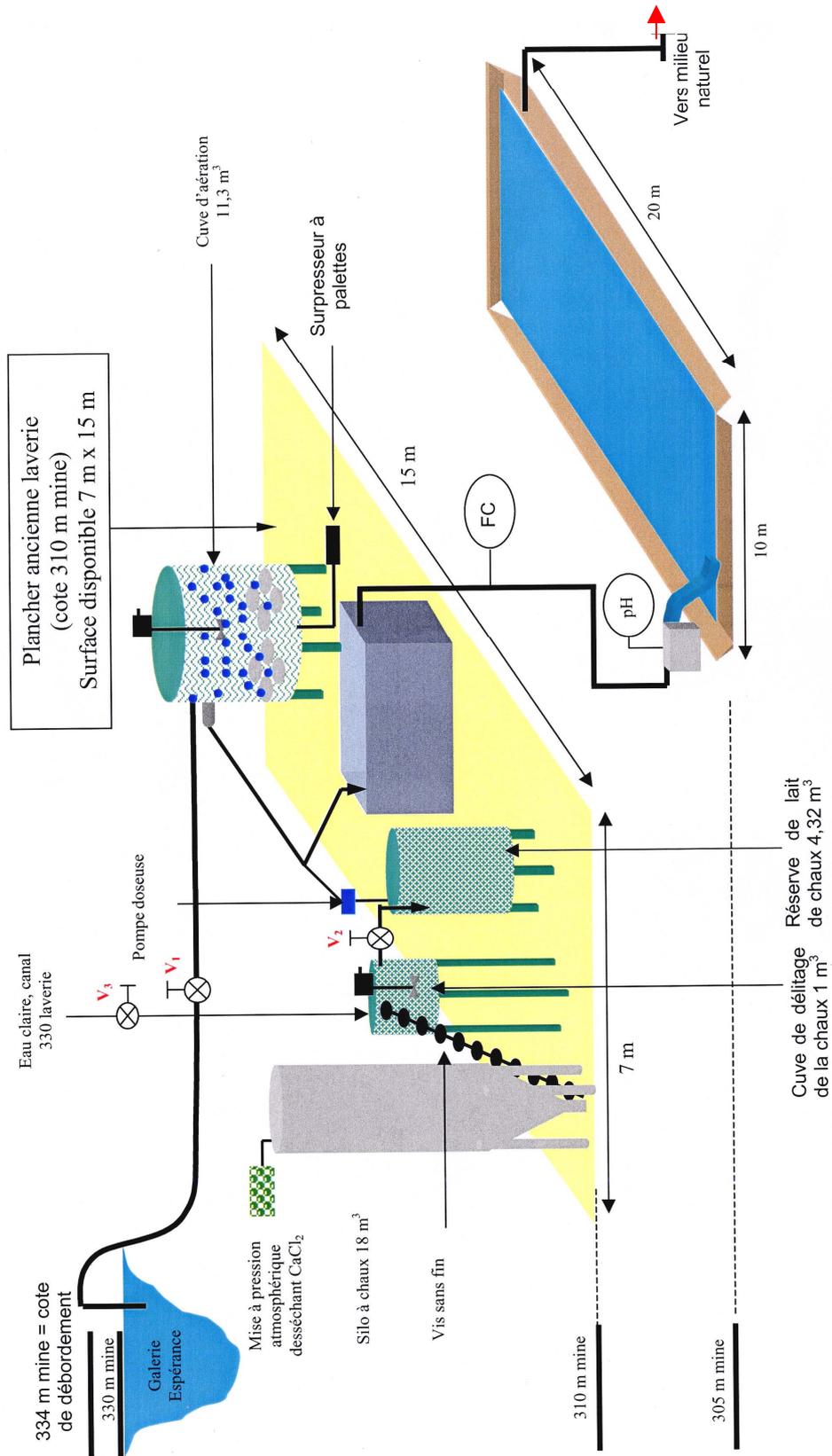


Fig. 8 - Schéma de l'installation de remplacement de traitement d'exhaure.

5.6. CONCLUSION

L'expertise de la station de traitement des effluents du site des Malines, actuellement propriété de la société Metaleurop, fait apparaître un mauvais état général de la station, tant du point de vue des équipements de traitement que des systèmes de régulation et de sécurité, et une sous capacité manifeste. Une remise à niveau de l'ensemble du matériel est à prévoir dans les plus brefs délais. Son implantation actuelle, dans la galerie Espérance, ne semble pas être le choix le plus judicieux pour des raisons d'encombrement et de saturation atmosphérique en humidité. Ce deuxième aspect constitue un inconvénient majeur puisqu'il contraint à préparer manuellement et quotidiennement le lait de chaux de neutralisation. Il est nécessaire d'insister sur le fait qu'il paraît aisé d'automatiser entièrement l'installation afin d'y assurer une maintenance minimale permettant de confier sa gestion à une société spécialisée.

Dans l'éventualité de la construction d'une nouvelle installation de traitement, les étapes à suivre devront être les suivantes :

- étude d'ingénierie de base ;
- étude d'ingénierie détaillée ;
- consultation de différents constructeurs, appel d'offre ;
- sélection d'un constructeur ;
- construction de l'installation ;
- mise en service de l'unité de traitement ;
- transfert de gestion à une société spécialisée (avec éventuellement une phase d'appui technique pendant la première de fonctionnement).

L'échéancier des études et travaux à réaliser peut se décomposer de la façon suivante :

Étapes	t=0	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Prise de décision de la construction	x						
Fin de l'étude d'ingénierie de base		■					
Fin de l'étude d'ingénierie détaillée			■				
Fin de la réception des offres				■			
Choix d'un constructeur					■		
Fin de la construction de la station						■	
Démarrage et remise des clés							■

Tabl. 4 - Chronogramme de construction prévisionnel.

Ce chronogramme n'est que prévisionnel dans la mesure où les délais de livraison et de réalisation ne sont qu'approximatifs et qu'il suppose que toutes les étapes se succèdent sans délai (de prise décision en particulier). Il permet néanmoins de prévoir un minimum de six mois (environ dix semaines pour la construction de l'installation à proprement parler) pour la conception et la construction de l'unité de traitement jusqu'à la remise des clés.

6. Mesures à prendre en cas de reprise de la gestion du site des Malines par un nouvel opérateur

Les recommandations qui suivent découlent naturellement des conclusions de l'expertise réalisée sur le site le 8 juin 2004. Afin d'anticiper l'éventuel désistement ou la défaillance de Metaleurop, il est nécessaire de définir le cahier des charges d'un appel d'offre détaillant la liste des tâches que devrait assurer un nouvel opérateur. Ce cahier des charges suppose une reprise de la station dans l'état qui fait l'objet de cette expertise. Son contenu est le suivant :

1. Besoins humains

- la gestion de l'installation nécessite la présence quotidienne d'une personne sur une demi-journée, sous réserve que toutes les remises en état mentionnées ci-dessous soient réalisées. Cette présence doit être assurée 7 jours sur 7.

2. Équipements de traitement et dispositifs d'alertes

- un contrôle mécanique est à prévoir dans les plus brefs délais pour la vis Albucher (transport de la chaux) ainsi que l'agitateur installé dans la cuve de préparation du lait de chaux (remplacement des roulements) ;
- une pompe de reprise devra être installée dans la galerie en cas de panne de celle actuellement en fonctionnement ;
- une attention particulière devra être portée sur le fonctionnement de la cuve d'aération. Le colmatage des diffuseurs d'air entraîne leur destruction par déchirement ce qui a pour effet de modifier le régime d'écoulement au sein du réacteur et le débordement de ce dernier. La fréquence de remplacement des diffuseurs est de l'ordre du trimestre ;
- les coffrets de télésurveillance devront impérativement être remis en état de marche.

3. Fonctionnement de l'installation de traitement

- le contrôle visuel du niveau d'eau dans la galerie est à réaliser régulièrement (tous les deux jours) ;
- le lait de chaux doit être préparé tous les deux jours (200 kg dans 4,3 m³) ;
- il est nécessaire d'anticiper l'approvisionnement en sacs de chaux afin d'éviter de devoir monter les sacs à dos d'homme des garages au seuil de la galerie en cas de détérioration importante de la piste d'accès à la galerie Espérance ;
- une prise d'échantillon devra être réalisée quotidiennement au niveau du seuil jaugeur (entrée du bassin de décantation) accompagnée d'une mesure de pH.

L'échantillon sera ensuite envoyé à un organisme agréé pour analyse des teneurs en Fe, Zn, Pb, Cd, matières en suspension, DBO5, DCO, mesure de conductivité et de pH. L'ensemble de ces résultats fera l'objet d'un rapport mensuel déposé en préfecture ;

- l'opérateur devra d'une façon générale être en mesure de parer au jour le jour les ennuis électriques ou mécaniques. Des interventions fréquentes sont à prévoir. Concernant ce dernier point, les orages, particulièrement violents dans cette région des Cévennes, font régulièrement disjoncter le réseau électrique. Ceci nécessite des interventions régulières et rapides de l'opérateur et par conséquent une grande disponibilité de sa part. Son travail comprendra enfin une part non négligeable de gardiennage, les visites du site étant assez fréquentes surtout en période de vacances scolaires.

4. Surveillance de la digue

- de la même façon que pour l'installation, la personne en charge du site devra surveiller régulièrement la digue et interdire au mieux qu'elle ne fasse office de terrain d'entraînement pour les motards adeptes du tout terrain ;
- les systèmes de télésurveillance attachés aux trois piézomètres installés sur la digue devront être remis en état de marche. En cas de présence d'eau détectée sur un des piézomètres, l'opérateur devra réaliser une mesure de niveau manuelle quotidienne sur une période d'une semaine ;
- le suivi topographique (3 inclinomètres) sera réalisé tous les mois ;
- les résultats du suivi topographique et des enregistrements des piézomètres feront l'objet d'un rapport annuel ;
- un contrôle visuel de l'écoulement et du niveau d'eau dans le collecteur des eaux de drainage au pied de la digue sera réalisé de façon hebdomadaire et quotidiennement lorsque les précipitations sont importantes ;
- enfin, les tunnels qui bordent la digue devront être contrôlés une fois par an.

Des sociétés spécialisées dans le traitement des eaux comme la SAUR (à Largentière) ou ONDEO sont susceptibles de répondre à cet appel d'offre. L'expérience montre cependant que de petites sociétés : entreprises de travaux publics (comme la société Crouzet sur Saint-Bel, Rhône ou Rourissol sur Destival, Gard), sociétés de nettoyage (comme la société Alizée Services sur Chessy, Rhône) peuvent parfaitement réaliser ce genre de prestations. Ce sont généralement des entreprises locales qui ont la souplesse nécessaire pour se rendre rapidement sur site afin d'intervenir dans les meilleurs délais sur l'installation. Les tâches à réaliser sont, pour l'essentiel, des tâches routinières qui ne demandent pas de connaissances techniques particulières en chimie ou en génie des procédés. En outre, soit ces sociétés possèdent le savoir-faire nécessaire qui leur permet d'assurer une maintenance mécanique et électrique de la station soit peuvent tirer partie de leur connaissance du tissu professionnel local pour s'adresser aux spécialistes en cas de besoins mineurs. Ajoutons que des contrôles analytiques réguliers ou inopinés peuvent être réalisés par une société indépendante ou par l'administration.

7. Conclusion

Le présent document constitue un rapport d'expertise de l'installation de traitement des eaux de la mine des Malines (Cévennes). Il rassemble les éléments d'évaluation de l'état des équipements de l'unité de traitement, des recommandations destinées à améliorer le fonctionnement de la station, une proposition de remplacement de l'unité de traitement et l'ensemble des mesures à mettre en place en cas de reprise de l'installation par un nouvel opérateur (défaillance de Metaleurop).

L'audit réalisé sur le site dit « des Malines » le 8 juin 2004 a mis en évidence un mauvais état général de l'unité de traitement, tant du point de vue des équipements que des dispositifs d'alarme et de télésurveillance, auquel s'ajoute une sous capacité manifeste (15 m³/h de débit nominal pour 27 m³/h actuellement). Initialement prévue pour devoir fonctionner pendant quelques années, la station a été installée dans la galerie Espérance. Les récents événements (augmentation des débits et des concentrations en métaux) obligent à envisager une solution durable. L'exiguïté de la galerie ne permet pas de travailler dans de bonnes conditions. La forte humidité de l'air complique l'étape de préparation du lait de chaux (colmatage de la trémie et de la vis Albucher) et accélère le vieillissement de l'ensemble des équipements. Des investissements doivent être réalisés pour rendre sa robustesse à l'unité de traitement et garantir des conditions de travail sécurisées.

En cas de défaillance de Metaleurop, un cahier des charges d'un appel d'offre détaillant la liste des tâches que devrait assurer un nouvel opérateur est fourni en partie 6. Un grand nombre de sociétés, spécialisées (comme la SAUR à Largentière) ou non dans le traitement des eaux, est susceptible d'y répondre. Il peut être intéressant de contacter de petites sociétés locales (travaux publics, nettoyage) dont la souplesse et la réactivité sont parfaitement adaptées à ce genre mission.

Bibliographie

Combes P., Schmitt J.M., Ledoux E. (1994) - Étude de la qualité des eaux de la Région de Saint-Laurent-le-Minier (Gard) – Rapport École des Mines de Paris.

Foglierini F., Bernard A., Verraes, G. - Le gisement des Malines (Gard) Zn, Pb. Gisements Français Fascicule E5 (ISBN 2-903201-05-6), 26°CGI, 55 p.

GEODERIS - Note sur l'inventaire des installations de sécurité 04-sud-5101-R04/AD.

Morin D. (2004) - Inventaire des stations hydrauliques. Note technique, 132 p.

Viard M. (1997) - Suivi de la qualité des eaux de la galerie Espérance – Projet d'installation d'une unité de traitement, SIRAS, 18 p.

Annexe

Photographies de l'installation de traitement



Phot. 1 - Entrée de la galerie Espérance.



Phot. 2 - Cuve de préparation du lait de chaux et cuve d'aération.



Phot. 3 - Cuve d'aération et mélangeur statique.



Phot. 4 - Mélangeur statique.



Phot. 5 - Trémie de chargement des sacs de chaux.



Phot. 6 - Emplacement potentiel pour la nouvelle station.



Phot. 7 - Bassin de décantation.



Phot. 8 - Déversoir avant rejet dans le milieu naturel.



Phot. 9 - Digue de rétention des rejets de laverie.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
Service environnement industriel et procédés innovants
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34