

Numéro 153 - Juin 2007 - 18 € - ISSN 0016.7916 - Trimestriel

Géologues

REVUE OFFICIELLE DE L'UNION FRANÇAISE DES GÉOLOGUES

Spécial mine et après-mine

Un bureau d'études spécialisé dans l'après-mine : MICA Environnement

La Rédaction¹.

Repères historiques

Les origines de Mica Environnement sont très liées à l'abandon progressif de l'activité minière en France et au développement consécutif des activités d'après-mine. Avec l'épuisement des réserves et la baisse des cours de l'uranium, les deux géologues impliqués dans l'exploitation du secteur de Langogne (48, mines du Cellier et des Bondons) se retrouvent devant la nécessité de se reconvertir. Le premier, Jean-Pierre Donnadiou, s'oriente résolument vers l'après-mine dans la société qui l'emploie et prend en charge le réaménagement des exploitations de Langogne (Fig. 1), tandis que le second, Michel Viard, se reconvertit à l'aval minier et se retrouve dans l'usine Metaleurop de l'Estaque, immédiatement au NW de Marseille, où il s'occupe de traitement de minerai d'arsenic (grillage).

Les opérations de réaménagement de Langogne impliquent un bureau d'études sous-traitant pour la végétalisation, la Société internationale de réaménagement des sites (SIRAS), filiale de la Compagnie nationale du Rhône. Celle-ci, souhaitant se développer vers l'amont de l'après-mine, contacte M. Donnadiou et lui propose une embauche à condition qu'il apporte ses clients. Nous sommes en 1991-92. Rapidement, outre la clientèle des exploitants d'uranium, J.-P. Donnadiou noue un partenariat solide avec Charbonnages de France (CdF) et, finalement, la petite équipe d'après-mine de la SIRAS s'installe dans les locaux des Houillères au Bousquet d'Orb (34), un grand chantier de réaménagement à ciel ouvert qui démarre (Fig.1). À

l'époque, outre J.-P. Donnadiou, l'équipe comprend Anne Vincent (ingénieur géotechnicien) et une secrétaire.

Pour sa part, Michel Viard, qui s'occupe également des mines arrêtées de Metaleurop, négocie son départ avec cette société pour continuer à s'occuper de l'après-mine Metaleurop au sein de l'équipe SIRAS, qu'il rejoint en 1995. La conjoncture change en 1996 puisque l'actionnaire principal de la SIRAS, la CNR, décide d'arrêter son activité de bureau d'études, ce qui conduirait une nouvelle fois J.-P. Donnadiou, Michel Viard et leur équipe à se retrouver sur le pavé. Néanmoins, en 1997, soutenu par la clientèle développée les années précédentes, la décision de créer Mica Environnement est prise et, en mai 1998, le bureau d'études s'installe à Bédarieux et renforce rapidement son personnel qui passe de 3 à 7 membres fin 1998, principalement par reprise de personnels de la SIRAS.

Depuis, Mica Environnement s'est développée régulièrement et emploie aujourd'hui 14 personnes pour un chiffre d'affaires d'environ 800 000 euros. Le personnel se décompose en : 2 géologues, 4 géotechniciens, 1 agronome, 2 écologues, 1 hydrogéologue, 2 techniciens géologues infographes et 2 secrétaires, l'une pour l'administration et la comptabilité, l'autre pour le secrétariat technique et les autres tâches. Les 4 associés sont J.-P. Donnadiou et M. Viard géologues, A. Vincent ingénieur géotechnicien et L. Cressol ingénieur agronome. MICA Environnement a créé il y a deux ans une filiale en Nouvelle-Calédonie, constituée de 4 personnes afin de traiter les sujets de réaménagement des mines de nickel de la Société Le Nickel-SLN.



Figure 1. Localisation de sites mentionnés dans le texte.

Répartition des activités d'après-mine

Dans le tableau 1, établi à partir des références 1998-2005 de Mica Environnement, nous avons distingué six types principaux de travaux (et une rubrique « Divers ») relatifs à six groupes de substances (métaux de base et connexes, or, uranium, fer, charbon et sel) :

1. Dossiers d'arrêt définitif des travaux et dossiers de renonciation de titres miniers.
2. Réaménagement (études, maîtrise d'œuvre) et études d'impact.
3. Études pour travaux de mise en sécurité et maîtrise d'œuvre : dossiers de consultation des entreprises, dossiers de recollement, définition et évaluation des travaux, reconnaissances, propositions et programmes

1. Remerciements à Michel Viard et Anne Vincent pour leur aide dans l'élaboration de cet article.

Substances	1. Arrêt définitif travaux et renonciation de permis miniers	2. Réaménagement, études impact	3. Études et Travaux mise en sécurité	4. Suivi	5. Études hydrogéologiques et hydrologiques	6. Divers	TOTAL
Pb-Zn-Cu-Ag-As	13	2 + 3 (Ni)	31	9		2	60
Or		7				1	8
Uranium				5			5
Fer	1		2			1 (+ F)	3
Charbon	7	9	24	2	4	6	52
Sel (CSMSE)	2		2		1		5
TOTAL	23	21	59	17	5	10	135

Tableau 1. Références MICA Environnement dans le domaine de l'après-mine 1998-2005.

Remarque : Pb-Zn-Cu-Ag-As : Metaleurop, DRIRE. Or : Mines d'or de Salsigne. Sel : Cie des Salins du Midi et des Salines de l'Est (CSMSE).

de travaux, projets de mise en sécurité.

4. Travaux de suivi de réaménagements ou de l'environnement (dépôts de stériles, suivi de site, suivi des eaux).
5. Études hydrogéologiques et hydrologiques.
6. Divers.

Ces activités sont menées pour un nombre relativement réduit de clients parmi lesquels Metaleurop et la DRIRE pour les métaux de base, AREVA NC pour l'uranium, les Mines d'Or de Salsigne pour l'or, Charbonnages de France pour le charbon et la Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est (CSMSE) pour le sel. Depuis 2005, le volume de travaux pour les exploitants de sel a sensiblement augmenté (CSMSE, Potasses d'Alsace...), de même que sont apparus des travaux pour Alcan ex. Pechiney (fluorine et bauxite) et la Société le Nickel-SLN (nickel) en Nouvelle-Calédonie.

Ces différents découpages d'activité se ramènent en fait à trois grands domaines :

- les mines à ciel ouvert et les verses à stériles : remise en état, projets de terrassement, études agronomiques,



Photo 1. Le terril 14 dans son contexte (cliché Mica Environnement).

maîtrise d'œuvre, études hydrogéologiques et hydrologiques, études géotechniques de stabilisation, etc. ;

- les mines souterraines : dossiers d'arrêt de travaux, programmes de mise en sécurité (en particulier des ouvertures minières), maîtrise d'œuvre, études de stabilité, etc. ;
- les carrières difficiles en roches massives : granulats, cimenteries...

Pour illustrer cette diversité de prestations, nous prendrons quelques études de cas dans différents domaines.

Études de cas

Exemple dans le charbon : le terril 14 dans le bassin du Nord – Pas-de-Calais

Ce terril, situé sur la commune d'Auchel (62) à une quinzaine de km à l'ouest de Béthune (Fig. 2), a une forme conique. Il fait 110 m de haut avec des pentes atteignant 30% et représente 4,2 M de m³ de schistes, soit près de 8 Mt (Photo 1). Il présente le gros inconvénient d'être situé en pleine zone urbaine et d'être entouré de lotissements. La protection des riverains vis-à-vis des risques potentiels est donc impérative.

Le premier risque est celui de combustion et il a donné lieu à des levés thermographiques infrarouge par les Charbonnages de France, entre 1994 et 2003. Aujourd'hui, il semble que le terril ne soit plus soumis à ce



Figure 2. Localisation du terril 14.

genre de phénomène et les dernières mesures faites ne décèlent plus de point chaud.

Le risque principal est lié à la stabilité du terril dans lequel un glissement affectant la hauteur totale est bien visible, tandis que des chutes de pierres sont intervenues dans un secteur à pente raide qui a donné lieu à exploitation. Avant de proposer des remèdes, Mica Environnement a procédé à un état des lieux détaillé qui a comporté :

- un levé de terrain détaillé à 1/1 000 du terril et de la topographie initiale sous-jacente ;
- une analyse hydrogéologique et hydrologique afin de déterminer les cheminements de l'eau sur et dans le terril, ainsi que dans l'environnement. Pour cette analyse, les données de pluviométrie/jour et les intensités de pluie ont été prises en compte ;
- l'identification et la caractérisation des phénomènes d'instabilité, ce qui a inclus le suivi du glissement pendant 10 mois et des études géomécaniques sur le matériau glissant, permettant d'aboutir à des paramètres chiffrables.

Concernant le glissement, la corrélation entre pluviométrie et vitesse de glissement s'est avérée bonne. Les calculs de stabilité ont permis de définir les caractéristiques, notamment le volume, de la butée de pied destinée à empêcher la progression du glissement. Un projet de terrassement de l'ensemble du glissement a été élaboré. Il y a également eu des études agronomiques afin de définir et d'optimiser la végétalisation du terril une fois terrassé.

La stabilisation du terril a ainsi comporté les travaux suivants, réalisés fin 2004 – début 2005 :

- déplacement de 185 000 m³ de la tête du terril pour constituer la butée de pied (terrassement au bulldozer sur des pentes très raides) ;
- constitution de banquettes compactées à différents niveaux du glissement ; la pente de ces banquettes est

faible (de l'ordre de 2°) et à la fois orientée vers le terril et latéralement, de façon à éviter les écoulements d'eau dans la zone du glissement lui-même ;

- réalisation de descentes d'eau en membranes bitumineuses et d'empierrements ;
- végétalisation de 4 ha de terril avec un mélange adapté d'espèces locales et d'un support de pyrène et de cellulose, avec épandage au canon hydraulique (travaux en pentes raides réalisés sur cordes) ;
- mise en place localement de toiles coco anti-érosion (transport des produits par hélicoptère).

Les suivis réalisés depuis l'achèvement des travaux n'ont montré aucune dégradation particulière.

Les Plages de l'Artus à Salsigne (11)

L'intervention de Mica Environnement s'est faite sur plusieurs périodes. La stratégie à mener pour la mise en sécurité des Plages de l'Artus, l'un des dépôts de rejets miniers de l'exploitation de Salsigne, a impliqué une concertation approfondie avec les différents intervenants et notamment la DRIRE. Les Plages de l'Artus comportent deux niveaux. Sur le niveau supérieur, l'optique initiale était de mettre en place une couche d'argile d'un mètre de puissance pour couvrir l'ensemble du dépôt. Or il s'est avéré que les plages étaient constituées de matériaux très fins, très imperméables et que le rajout d'une couche d'argile ne changerait pas fondamentalement ces propriétés. D'où l'idée de mettre une géomembrane sur toute la partie plane de la plage supérieure. Par contre, les barrages eux-mêmes sont constitués de schlamms cyclonnés perméables et lixiviables. Il a donc été décidé de les recouvrir d'argile (Photo 2).

Par ailleurs, dans les années 1999-2000, la recherche d'un site pour stocker les résidus supplémentaires de MOS a conduit à retenir la solution de surélever la plage inférieure de l'Artus, pour la mettre au niveau de la plage supérieure, dégageant ainsi une capacité de stockage supplémentaire. Il n'y a donc aujourd'hui plus qu'un niveau de Plages de l'Artus, à la cote de la plage supérieure. Il reste à finaliser le réaménagement, notamment en procédant à un ajustement final des pentes. Ces opérations sont coordonnées par le BRGM (département DPSM).

La mise en sécurité de Sentein

Le site de Sentein (09, Photo 3) est un site orphelin, dont la gestion et la mise en sécurité incombe donc à la DRIRE. Les interventions de Mica Environnement pour la mise en sécurité du site se sont étalées sur



Photo 2. Une vue des deux niveaux des Plages de l'Artus (cliché Mica Environnement).



Photo 3. Vue générale du site de Sentein (cliché Mica Environnement).

la période 2001-2005. La première phase en 2001 a porté sur la reconnaissance du site et la définition d'un programme de travaux, ce qui a impliqué une large concertation avec tous les acteurs impliqués (Office nationale des forêts, ONF, Montagne, Direction régionale de la culture, commune, etc.). La présence d'une grotte protégée a été un élément de complication.

La totalité des travaux de fermeture des ouvertures a été réalisée en 2002, qu'il s'agisse des ouvertures de galeries et des quartiers de chambres et piliers arrivant au jour pour lesquels une solution d'effondrement puis de retalutage a été retenue (Photo 4). Les difficultés d'accès à un site situé en altitude (1 650 à 2 100 m) ont compliqué la mise en œuvre des moyens pour réaliser les travaux. C'est ainsi que 10 000 m³ de terres environ ont été déplacés avec une minipelle de 5 t. Les galeries ont été fermées avec des bouchons en béton, à l'exception d'un petit nombre dont l'ouverture a été maintenue réversible (pour chauve-souris notamment) à l'aide de barreaux coulissants. La commune a pris la responsabilité de la convention de gestion du site.

La question des digues à stériles a été traitée en 2003-2004. La situation était compliquée par le fait que ces digues étaient implantées de part et d'autre du torrent et qu'on ne pouvait se permettre la mise en place d'un dispositif lourd. On a ainsi opté pour un remodelage limité des stocks de déchets, le drainage des eaux, une protection par géomembrane avec des murs de gabions légers aptes à protéger la géomembrane, l'objectif étant d'éviter que l'eau ne circule sur les dépôts, même en temps de crue.

Dans l'ensemble, le programme a été bien accepté par les différents partenaires, même si certaines concessions ont été nécessaires, notamment en ce qui concerne les mélanges de graines pour végétaliser.

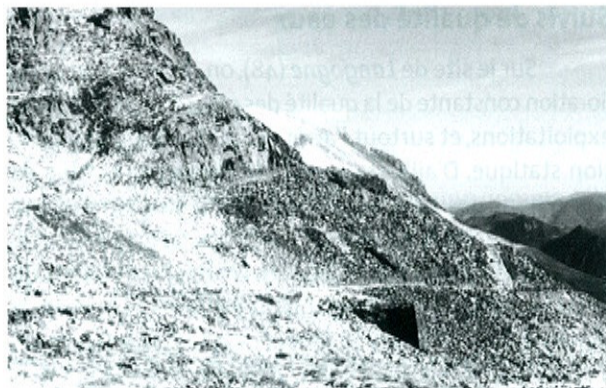


Photo 4. Retalutage après effondrement des chambres et piliers (cliché Mica Environnement).

Le Bousquet d'Orb (34) : expérience pilote

Le réaménagement du Bousquet d'Orb a été fait il y a une dizaine d'années, ce qui permet une analyse en retour sur les choix retenus (Photo 5). On peut dire, aujourd'hui, que le dispositif par banquettes drainantes (voir Terril n°14 plus haut) a parfaitement fonctionné, permettant de ramener les eaux dans des chemins d'écoulement privilégiés. Sur le long terme, toutefois, une fois le réaménagement terminé et le site abandonné, le risque existe toujours d'initiatives inadaptées susceptibles de mettre en péril un aménagement conçu avec une certaine géométrie et pour une finalité qui doit être pérenne.

Au Bousquet d'Orb, globalement, les principes d'origine ont été respectés et le dispositif par banquettes a largement fait ses preuves, ce qui a conforté son emploi dans de nombreuses autres configurations. La végétalisation d'un semis herbacé, directement après les travaux de terrassement, a permis la fixation rapide des sols. Après 10 ans, un sol s'est constitué et le site a ensuite été colonisé naturellement par les espèces présentes dans les bois environnants.



Photo 5. Vue générale du réaménagement du Bousquet d'Orb (cliché Mica Environnement).

Suivis de qualité des eaux

Sur le site de *Langogne* (48), on observe une amélioration constante de la qualité des eaux depuis l'arrêt des exploitations, et surtout l'arrêt de l'extraction par lixiviation statique. D'ailleurs, au fil des années, la station de traitement des eaux acides a modifié son fonctionnement, passant du traitement à la chaux de gros volumes, à un traitement à la soude avec des volumes moindres, puis à un traitement avec des granulats calcaires. La station de traitement est toujours en fonctionnement mais son arrêt à terme est prévu, sans que l'on puisse exactement préciser l'échéance, en cohérence avec les normes en vigueur.

Aux Malines (Saint-Laurent-le-Minier, 30), la surveillance installée a montré une baisse régulière des teneurs de 1998 à 2002. Fin 2003, en lien probable avec le débouillage d'un quartier de mine, les teneurs ont subitement monté avant de baisser à nouveau. Les résultats d'année en année montrent des variations saisonnières en lien avec la pluviométrie, soulignant la difficulté d'envisager une baisse pérenne des teneurs au-dessous des normes. D'ailleurs, la station de traitement, provisoire au départ, a été transformée pour durer. En fait, la majeure

partie de la mine des Malines est émergée. En période sèche, les parois s'oxydent et, en période humide, elles sont lessivées, ce qui provoque les pics de teneurs. La situation est beaucoup plus simple dans une mine noyée, une fois la remontée des eaux achevée.

À *Largentière* (07), la station de traitement des eaux a été affermée dès le départ à la SAUR. Les teneurs sont aujourd'hui stabilisées autour de 7-8 mg/l Zn et 10 mg/l Fe, mais personne ne peut dire si cette situation pourra être pérennisée. Et pourtant, un jour, il faudra bien arrêter le traitement en s'appuyant sur une analyse comparative des coûts et des risques.

Ces diverses expériences de suivi des eaux montrent que pour remédier aux eaux acides chargées en métaux, seul le traitement permet d'améliorer la situation, ce qui peut imposer de le maintenir pendant des décennies, voire au-delà. Des mines filoniennes, arrêtées depuis 80 ans et plus, sont encore soumises à ces pics saisonniers de teneurs. Aux Malines, le traitement pourrait être arrêté lorsque les teneurs tomberont au-dessous du niveau 5 mg/l. Globalement, le traitement se poursuit tant qu'un opérateur en assure le financement.