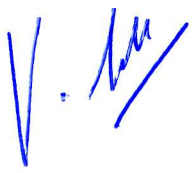
ANTENNE OUEST
CITIS – "Le Pentacle"
Avenue de Tsukuba
14209 HEROUVILLE SAINT CLAIR CEDEX
☎ : 02 31 46 50 15 – 🖷 : 02 31 46 50 56

Sites miniers de Melle (79)
Synthèse de l'évaluation et de la cartographie des aléas liés à l'activité minière
Evaluation des risques résiduels

DIFFUSION :

JP. BESNARD – PAMO	2 ex
Géodéris national	1 ex
Géodéris ouest	1 ex

Réf : GEODERIS W2010/041DE – 10POC3620 **Date : 18/08/2010**

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	T. DELAUNAY	B. MAZENC	C. VACHETTE
Visa			

Sites miniers de Melle (79)
Synthèse de l'évaluation et de la cartographie des aléas liés à l'activité minière
Evaluation des risques résiduels

SOMMAIRE

1. Introduction 3

2. Synthèse de l'étude des aléas 3

2.1. Aléas « mouvements de terrain » 5

2.2. Aléas « environnementaux » 6

2.2.1. Aléa pollution des eaux et sols 6

2.2.2. Autres aléas environnementaux 7

3. Enjeux et risques « mouvements de terrain » 7

3.1. Risques liés aux travaux souterrrains 8

3.2. Risques liés aux ouvrages débouchant au jour 9

3.2.1. Principes généraux de mise en sécurité 9

3.2.2. Résultats sur les sites miniers de Melle 11

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone des travaux des sites miniers de Melle représentée en mauve (Fond SCAN 100 ® IGN) 4

Figure 2 : Communes concernées par les aléas miniers représentés en bleu (Fond SCAN 100 ® IGN) 7

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif de l'aléa « mouvements de terrain » sur les sites miniers de Melle (cf. [3] et annexe 1) 5

Tableau 2 : Liste des enjeux retenus en zone d'aléa sur les communes concernées 8

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Rapport BRGM RP-57400-FR, décembre 2009. Phase informative et évaluation des aléas du site minier de Melle (Deux-Sèvres).

1. INTRODUCTION

A la demande de la DREAL de Poitou-Charentes, le GIP Géodéris, par l'intermédiaire du Pôle Après-Mine Ouest, a inclus dans son programme de travail, accepté par le B3S, la réalisation des phases informative et d'évaluation des aléas sur les anciens sites miniers de plomb argentifère de Melle (fiche n° POC 2.2.1 du programme 2009). Cette opération avait été retenue en Priorité 1 à l'issue de l'étude IRM « mouvements de terrain » (cf. [1][1]).

L'étude a été confiée au BGRM qui a procédé aux différentes campagnes d'investigations sur le terrain puis à l'évaluation des aléas, sous le pilotage de Géodéris.

Le présent rapport synthétise les différentes conclusions sur l'évaluation des aléas et la cartographie de l'aléa « mouvements de terrain ». Il présente également la liste des enjeux situés en zone d'aléa « effondrement localisé » ainsi qu'une analyse de risques corporels accompagnée, le cas échéant, de mesures de prévention ou de protection qu'il conviendrait de mettre en oeuvre.

2. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DES ALÉAS

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers, conformément à la loi n° 99-245 du 30 mars 1999. Le déroulement de l'étude des aléas s'appuie donc sur la démarche établie dans le guide méthodologique d'élaboration des plans de prévention des risques miniers (cf. [2]). Il est rappelé que la réalisation d'une étude des aléas comprend généralement 2 phases successives, qui se traduisent chacune par un ou plusieurs documents cartographiques :

- une phase informative,
- une phase d'évaluation des aléas.

Les explorations puis l'exploitation du minerai de plomb argentifère de Melle datent de l'époque carolingienne à mérovingienne, approximativement de l'an 600 à l'an 1000. En raison de cet âge reculé bien antérieur au Code Minier, les sites miniers de Melle ne présentent donc pas de titre minier associé, au sens administratif. Dans les années 1950 – 1970, une campagne de sondages a été entreprise dans la perspective de trouver un gisement exploitable. Les réserves mises en évidence ont été insuffisantes pour justifier une éventuelle reprise de l'extraction. Seules une reprise partielle des ouvrages souterrains à partir des falaises de la vallée de la Béronne pour l'extraction de pierre à bâtir et de moellons (régime des carrières) a été réalisée durant le XIX^{ème} siècle et jusqu'en 1950.

De manière synthétique, le gisement de plomb argentifère de Melle est stratiforme et se présente sous la forme d'un modelé karstique où une couche subhorizontale de calcaires dolomitiques et silicifiés du Lias, de 4 à 5 m d'épaisseur, a été imprégnée de sulfures de plomb argentifère (galène) et de zinc (blende). Dans l'emprise du gisement (environ 50 km² - cf. figure 1) le recouvrement est constitué de marnes, calcaires et argiles dont la puissance varie de 0 à 20 m. A

[1] Références en fin de document, chapitre bibliographie.

noter que les calcaires sont recouverts d'argiles d'altération aux épaisseurs rapidement très variables et pouvant atteindre localement 10 mètres.

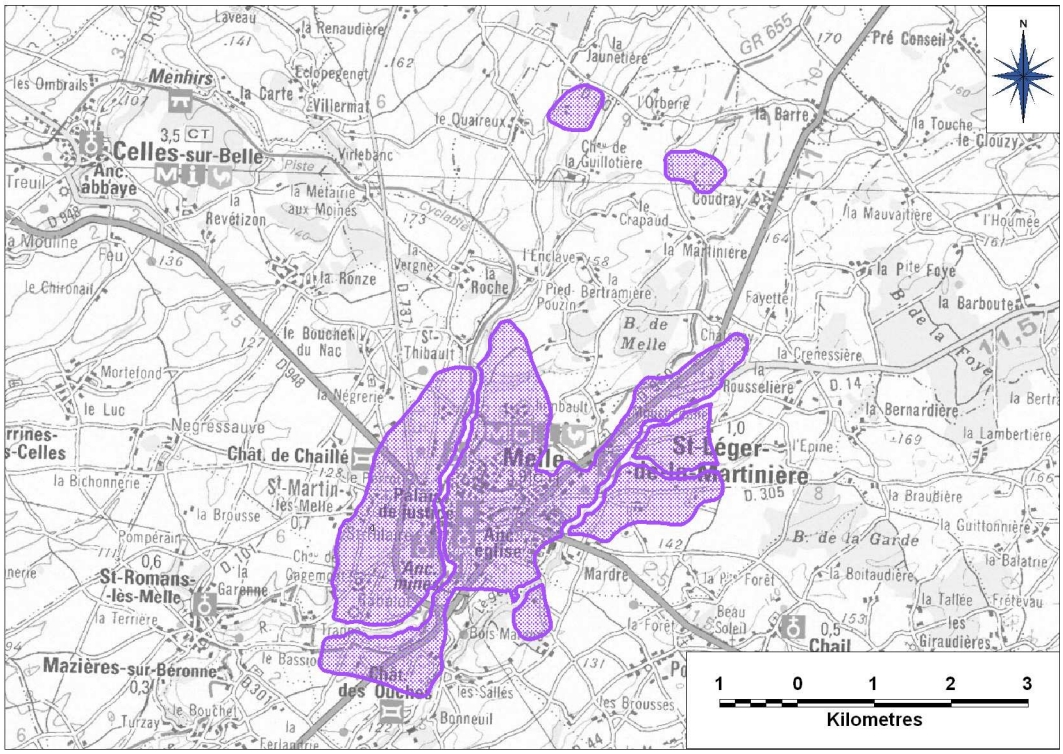


Figure 1 : Localisation de la zone des travaux des sites miniers de Melle représentée en mauve (Fond SCAN 100 ® IGN)

La silicification de la couche minéralisée lui confère des qualités de dureté importante et une bonne tenue mécanique. Du fait de son ancienneté et de la dureté de la couche minéralisée, l'exploitation était réalisée par une méthode apparentée à des chambres et piliers abandonnés. Le creusement se faisait au feu, la chaleur dégagée faisant éclater la roche. Cette technique imposait une contrainte pour les mineurs : assurer l'aérage pour la bonne évacuation des fumées mais aussi pour la combustion optimale du bûcher. Ceci a généré **le fonçage d'une multitude de puits** au droit des exploitations dont certains ne sont espacés que de quelques mètres (exemple des 18 puits retrouvés à l'occasion des fouilles pour le projet de lotissement des Bois-Hauts à Saint-Martin-lès-Melle et répartis sur seulement un demi-hectare).

Du fait de la géométrie karstique du gisement, les cavités minières s'organisent au gré des zones minéralisées et de façon aléatoire. L'exploitation se présente ainsi sous la forme de chambres plus ou moins larges (parfois de plusieurs mètres de diamètre) reliées par des boyaux relativement étroits. La puissance exploitée était de l'ordre de 2,5 m parfois plus si le gisement le permettait. Il semble que, dans la mesure du possible, les mineurs évitaient de gaspiller du temps et de la main d'oeuvre à sortir les déblais (stériles) au jour. Les cavités et les puits étaient ainsi remblayés à l'aide de ces stériles, ne laissant qu'une mince épaisseur de vide au toit des galeries et des chambres (inférieure au mètre).

Aucune donnée sur le tonnage extrait n'a pu être retrouvée mais les ressources laissées en place ont été évaluées par la CRAM en 1978 à 750 000 t de plomb et 14 000 t d'argent réparties sur une surface de 47 km².

En surface, plusieurs dépôts de résidus miniers ont été observés. Il s'agit soit de haldes plus ou moins minéralisées, de résidus de lavage ou de fonderies. Du fait du type d'exploitation artisanal les volumes par site sont relativement réduits. D'autres sites peuvent présenter ce type de dépôts mais leurs emplacements sont difficiles à circonscrire.

L'étude et la cartographie des aléas sur ces sites miniers ont été confiées au BRGM. Ces travaux ont été menés en 2009 et ont conduit à la production d'un rapport (cf. [3]) qui constitue l'annexe 1 du présent document. **Les conclusions sur les aléas retenus et cartographiés sont partagées par Géodéris.**

2.1. ALÉAS « MOUVEMENTS DE TERRAIN »

En raison de l'atypicité de l'exploitation (ancien karst) et surtout de son ancienneté, l'aléa n'a pu être évalué de façon classique. En effet, aucun plan d'exploitation n'existe et peu de traces subsistent sur le terrain. L'utilisation de levers réalisés par des archéologues, de l'interprétation de photos aériennes à différentes saisons ainsi que des données de sondages de recherche réalisés dans les années 1970 ont permis de réaliser un zonage des travaux connus, des traces de travaux ou des travaux possibles.

Les deux types de phénomènes de « mouvements de terrains » retenus sont : **l'effondrement localisé et l'écroulement rocheux**. Pour le premier phénomène, le niveau d'aléa a été évalué à **faible** (cf. tableau 1). Pour le second, un niveau faible à moyen a été retenu.

Phénomène	Type de travaux	Configuration	Critère de prédisposition	Prédisposition	Intensité	Niveau d'aléa
Effondrement localisé	Travaux	Travaux avérés (tous peu profonds)		Peu sensible	Limitée	**FAIBLE**
		Travaux suspectés	Profondeur < 20 m	Très peu sensible à peu sensible		
	Puits	Puits avérés		Peu sensible	Limitée	**FAIBLE**
		Puits suspectés	Profondeur < 30 m	Très peu sensible à peu sensible		
Ecroulement	Fronts rocheux	Front de Saint-Hilaire	Front peu haut (< 10 m) sans surplomb important	Peu sensible	Limitée	**FAIBLE**
		Front de la Noblette	Front haut (> 10 m) sans surplomb important		Modérée	**FAIBLE**
		Front de l'Araignée	Front haut (> 10 m) avec surplombs importants	Sensible		**MOYEN**

Tableau 1 : Récapitulatif de l'aléa « mouvements de terrain » sur les sites miniers de Melle (cf. [3] et annexe 1)

La cartographie des aléas (cf. [3] et annexe 1) a tenu compte d'une **marge de sécurité** qui comprend :

Pour les travaux avérés

- **une marge d'incertitude** sur la position des travaux miniers souterrains prise **à 30 m** au-delà des limites des travaux, ceci pour tenir compte d'éventuels travaux souterrains dont l'extension est plus grande que celle observée ;

- **une marge dite d'influence** correspondant à l'emprise en surface pouvant être affectée par :
  - le phénomène d'effondrement localisé dont la marge d'influence est prise égale entre **5 m et 10 m** correspondant à l'estimation de l'épaisseur des terrains mobilisables (altérites) de surface et tenant compte d'un angle d'influence de 45°;
  - le phénomène d'écroulement rocheux dont la marge d'influence est évaluée à **10 m** de part et d'autre du front correspondant à l'extension du recul du front et du cône d'épandage.

Pour les travaux suspectés

- **une marge de sécurité englobant la marge d'incertitude et la marge d'influence** prise à **100 m** et correspondant à la position supposée des travaux miniers souterrains au-delà des limites de parcelles présentant des traces de travaux (puits), ceci pour tenir compte d'éventuels travaux souterrains dont l'extension est plus grande que celle des puits ;

2.2. ALÉAS « ENVIRONNEMENTAUX »

2.2.1. ALÉA POLLUTION DES EAUX ET SOLS

Plusieurs éléments ont permis de mettre en évidence des teneurs en plomb élevées dans les sols (cas de saturnisme ovin, analyses locales eaux et sols BRGM en 2002 et mesures Niton en 2009), en particulier à proximité des dépôts de résidus miniers. Ces éléments ponctuels ne sont peut être pas représentatifs de l'ensemble des sites mais prouvent néanmoins que l'intensité de la minéralisation « naturelle » en plomb dans la couche porteuse du Lias et son altération peuvent relarguer des concentrations importantes en plomb dans les sols et les eaux. La responsabilité n'en incombe peut être pas tant aux anciennes exploitations minières qu'au fond géochimique naturel de toute la zone résultant de sa structure géologique particulière. De plus, d'autres substances au potentiel polluant accompagnent les minéralisations en plomb (antimoine, zinc, etc.).

Pour ces raisons, nous recommandons dans un premier temps la réalisation et l'exploitation d'un inventaire des données environnementales disponible sur ces sites. Si nécessaire, une étude spécifique accompagnée d'analyses des eaux et sols pourrait être menée dans un second temps. Elle permettrait alors de préciser les contours et niveaux des éventuelles pollutions recensées et de confirmer ou d'infirmer l'impact minier sur celles-ci.

Cette opération sera réalisée en 2011 dans le cadre de la DDIE en cours de mise en œuvre par Géodéris.

2.2.2. AUTRES ALÉAS ENVIRONNEMENTAUX

En ce qui concerne les aléas environnementaux de type inondation, échauffement, gaz de mine et rayonnements ionisants, la configuration et les données acquises sur les sites miniers de Melle ne prédisposent pas a priori à retenir ces aléas comme pertinents.

3. ENJEUX ET RISQUES « MOUVEMENTS DE TERRAIN »

Six communes sont situées dans l'emprise des sites miniers de Melle et sont concernées par les travaux et les aléas (cf. figure 2). Il s'agit des communes de Melle, Pouffonds, Saint-Génard, Saint-Leger-de-la-Martinière, Saint-Martin-lès-Melle et Sepvret.

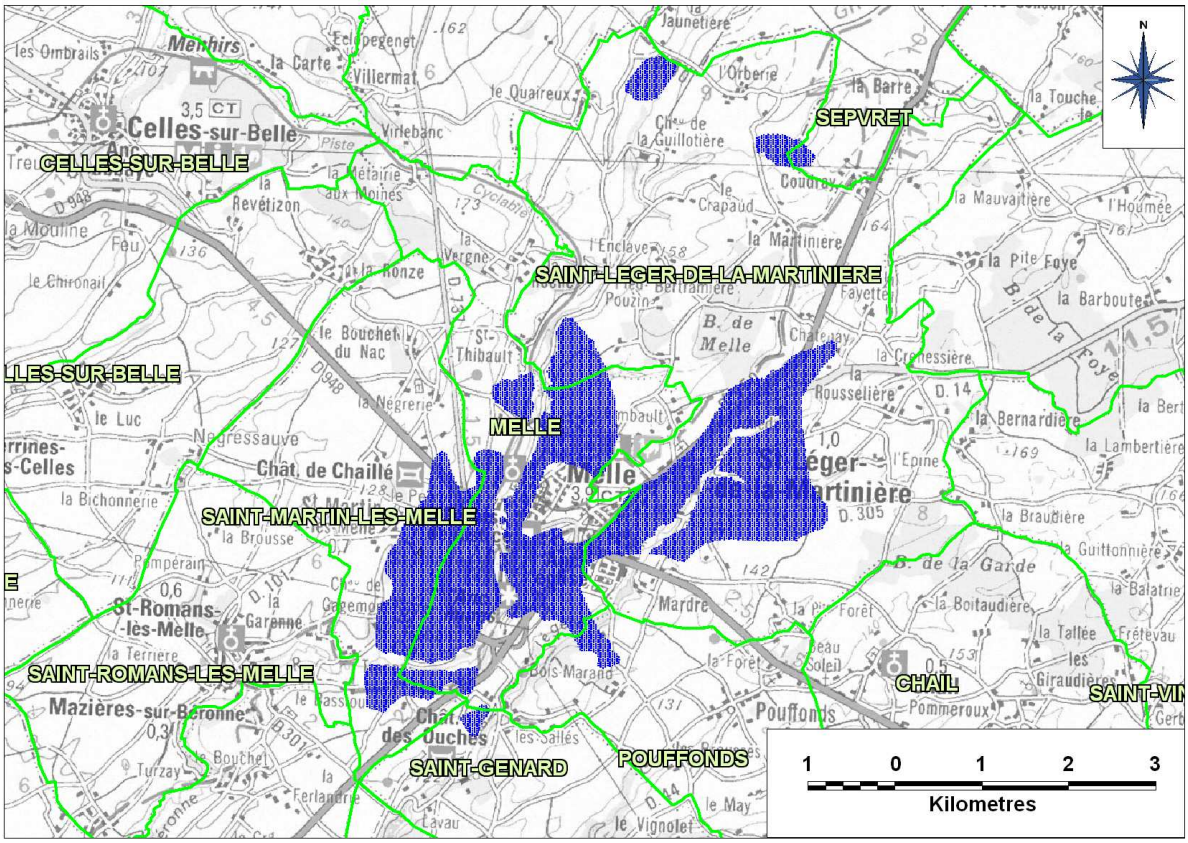


Figure 2 : Communes concernées par les aléas miniers représentés en bleu
(Fond SCAN 100 ® IGN)

L'examen de la carte d'aléa (sur fond BD ORTHO® de l'IGN – prises de vue 2002 – cf. [3] et annexe 1) permet de constater, à l'exception de Melle, qu'à l'échelle de ces communes l'emprise des zones d'aléa retenues est relativement de faible superficie.

Une **zone à risque** « mouvements de terrain » est définie comme la partie de la zone d'aléa dans laquelle se trouvent des enjeux de surface (habitation, infrastructure, bâtiment recevant du public, etc.). Le tableau 2 ci-dessous présente, par commune, le nombre d'enjeux recensés en zone d'aléa à partir de la BD ORTHO® de l'IGN.

Commune	Site Minier	Lieu-dit	Enjeux	Type d'exploitation	Niveau d'aléa
Melle	Melle	Ville	Approximativement la moitié des habitations de la ville + voirie	Effondrement localisé sur travaux et puits	faible
Pouffonds		Le Bois-Vinet	Voirie		
Saint-Génard		Nord commune	RD n°120		
Saint-Leger-de-la-Martinière	Melle	Ville et hameaux périphériques	Approximativement la moitié des habitations de la commune		
	Tublier	Le Haut-Tublier Le Bas-Tublier	2 à 3 habitations + bâtiments agricoles + voirie		
Saint-Martin-lès-Melle	Melle	Ville et hameaux périphériques	Approximativement la moitié des habitations de la commune + voirie		
Sepvret	Fragnée	Sans objet	Aucun		

Tableau 2 : Liste des enjeux retenus en zone d'aléa sur les communes concernées

3.1. RISQUES LIÉS AUX TRAVAUX SOUTERRRAINS

Parmi les aléas « mouvements de terrain » retenus l'« effondrement localisé » est un phénomène qui peut se produire à court ou long terme sans qu'il soit possible d'en évaluer la probabilité d'occurrence. Il peut constituer un risque pour la sécurité publique, dans la mesure où son niveau est jugé moyen à fort, **ce qui n'est pas le cas pour les sites miniers de Melle**. Cet aléa, même à un niveau faible, pourrait dans certaines conditions présenter une intensité dommageable pour le bâti. Pour affiner cette analyse, une réflexion sur la méthode de hiérarchisation des risques de mouvements de terrain liés au phénomène d'effondrement localisé est engagée. Elle s'attache en particulier à réaliser une expertise sur le bâti pouvant être affecté par ce type de phénomène. Si les conclusions des réflexions en cours venaient à confirmer d'éventuels risques, des mesures de prévention ou de protection seraient alors à envisager. Celles-ci pourraient consister pour les enjeux futurs à la réalisation d'un décapage préalable à la pelle mécanique de manière à vérifier la présence ou non d'anciens puits (à l'image de ce qui a été réalisé pour le projet de lotissement des Bois-Hauts à Saint-Martin-lès-Melle).

Néanmoins à ce jour, l'analyse des données disponibles sur les travaux des sites miniers de Melle permet de conclure à **l'absence de problèmes importants et urgents** au regard de l'histoire minière et « post-minière » des sites. En particulier, il faut retenir **l'absence de désordres recensés alors que l'exploitation date de plus de 1000 ans**.

3.2. RISQUES LIÉS AUX OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

Dans le cas des ouvrages débouchant au jour (ODJ de type puits, descenderie ou galerie), deux types de risques peuvent communément être retenus :

- le risque de « mouvements de terrain » pour un enjeu situé dans l'emprise de l'aléa lié à la possible rupture d'un ouvrage, et/ou ;
- le risque « corporel » retenu dès lors qu'un ouvrage est pénétrable (ouvert) ou que sa mise en sécurité connue est très incertaine (platelage en bois, etc.).

La hiérarchisation des risques corporels se concentre sur les risques de blessures graves ou de décès liés à un accident subi à l'intérieur d'un édifice minier. L'évaluation des risques prend également en compte la possibilité de présence de "gaz de mine" (en particulier en sortie d'ouvrage).

3.2.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE MISE EN SÉCURITÉ

D'une manière générale pour les ouvrages débouchant au jour, deux types de mise en sécurité peuvent être envisagés :

- le premier, dit passif, permet de se prémunir du seul risque corporel par l'instauration de périmètres de sécurité destinés à empêcher l'accès de l'ouvrage aux personnes ;
- le second, dit actif, consiste à réaliser des travaux pérennes à moyen ou long terme au sein de l'ouvrage permettant de le rendre non dangereux.

Traitement passif

Pour réduire le niveau du seul risque corporel que présenterait un ouvrage ouvert, sa mise en sécurité passive peut apparaître suffisante pour un niveau de risque jugé faible. Elle consisterait en la pose d'un grillage solide à bonne distance de l'ouvrage doublé éventuellement à l'intérieur d'un cheval de frise garni de barbelés. Ce type de mise en sécurité présente néanmoins l'inconvénient de son entretien sur le long terme.

Traitement actif et pérenne

Le traitement pérenne et à long terme d'une entrée de galerie consiste en son remblayage ou en son foudroyage (un mur maçonné seul n'est pas considéré comme pérenne). Pour un puits, l'obturation pérenne et à long terme oblige à réaliser un bouchon en béton ancré sur les terrains sains. On parle également de bouchon autoportant ou autofrottant.

La structure d'un bouchon doit être réalisée aussi proche que possible de la surface tout en étant intégralement mise en œuvre face à des terrains résistants et cohérents. Elle doit autant que possible s'appuyer sur toute la périphérie intérieure du revêtement du puits afin de répartir au mieux les contraintes induites à l'intrados par le poids du bouchon lui-même. Bien que les

observations de la colonne d'un puits puissent laisser à penser que les terrains superficiels sont de bonne qualité, il est nécessaire, pour déterminer la profondeur d'ancrage, de localiser précisément ces terrains sains par la réalisation d'un sondage pressiométrique.

Classiquement, l'assise du futur bouchon est le plus souvent assurée par le remblayage partiel de la colonne du puits jusqu'à la profondeur d'ancrage. Dans le cas d'un remblayage intégral, un curage de la colonne jusqu'à la profondeur d'ancrage est nécessaire.

Les calculs de dimensionnement d'un bouchon sont à réaliser selon les principes requis pour la fermeture de puits de mine (cf. [5] et [6]) qui tiennent compte de :

- la valeur de résistance au cisaillement de l'interface bouchon-revêtement ;
- l'épaisseur des remblais sus-jacents au bouchon ;
- des contraintes de succion liée à un éventuel débourrage des remblais sous le bouchon dans l'hypothèse où son assise est assurée par le remblayage partiel du puits ;
- des contraintes de surcharge de surface (bâtiment existant et futur).

Dans le cas où les hauteurs de bouchon déterminées par le calcul, pour garantir un coefficient de sécurité de 3 à l'ouvrage, sont inférieures à la hauteur minimale garantissant un élancement de 2 au bouchon, c'est cette dernière valeur qui est généralement retenue. Le comblement au-dessus de cette structure est ensuite nécessaire pour conforter la surface par confinement de la tête de puits.

Dans le cas d'un puits remblayé avec une profondeur d'ancrage importante (bouchon techniquement difficile à réaliser), un autre procédé peut permettre une mise en sécurité active et pérenne. Il s'agit de la méthode dite de « jet grouting » destinée à rendre les remblais de la colonne et les terrains périphériques au puits aussi résistants que possible par l'injection à haute pression de coulis ciment.

Dans tous les cas de figure une étude technico-économique s'avère nécessaire pour la réalisation d'une mise en sécurité pérenne et à long terme d'un ouvrage.

Traitement actif mais non pérenne à long terme

Un traitement actif mais non pérenne à long terme consiste au confortement de l'ouvrage mais n'empêchera pas le mouvement de terrain. Dans ce cas, des solutions de traitement des ouvrages par dalle, grille ou porte voir remblayage (si absence de faunes) peuvent être envisagées. Pour le comblement intégral d'un puits, la pérennité dépendra de la possibilité de réaliser des serrements à chaque recette. Pour garantir un comblement total, un contrôle permanent des volumes de matériaux déversés est nécessaire.

Néanmoins, une attention particulière sur le mode de mise en sécurité doit également être apportée dès lors que l'ouvrage minier se situe dans des conditions environnementales particulières (eau, déchets).

Dans le cas d'un ouvrage présentant un seul risque corporel, la réalisation de sa mise en sécurité active mais non pérenne peut s'avérer nécessaire dans certaines situations d'accessibilité, de

visibilité, de fréquentation, de dangerosité particulière ou encore d'intérêt particulier (spéléologie, minéralogie, présence de faunes protégées dont les chiroptères).

3.2.2. RÉSULTATS SUR LES SITES MINIERS DE MELLE

Pour mieux évaluer les risques, plusieurs visites de site ont été réalisées fin 2009. Ces visites permettent de vérifier l'état et l'environnement des ouvrages afin d'en évaluer les risques et aboutir, le cas échéant, à des propositions de mesures de prévention ou de protection, dans l'objectif de constituer un outil d'aide au choix des dispositions qui peuvent être prises.

L'étude des aléas sur les sites de travaux miniers avérés de Melle a permis de constater **l'absence de puits ouverts** ou dont la mise en sécurité est incertaine **ne nécessitant pas à ce jour la mise en œuvre de travaux**. De plus, les visites des travaux souterrains (musée de Melle) montrent que lorsque les puits sont comblés, les circulations d'eau minéralisées ont, avec le temps, recalcifié et drapé à leur base les remblais. Ceci occasionne la cimentation au moins partielle des remblais, leur donnant ainsi une cohésion qui permet de réduire la probabilité de débourrage.

En revanche, **l'exploitation en carrière** de pierre et des moellons au niveau de la vallée de la Béronne à Melle a mis à jour les cavités minières et laissé 3 fronts de falaises dont 2 font plus de 10 m de hauteur avec surplombs. Ces falaises présentent une multitude de cavités accessibles, parfois volumineuses, dont seules les plus importantes présentent à leurs entrées des grilles scellées.

Bien que l'origine minière de ces ouvrages ne soit pas démontrée (reprise des anciennes mines en carrière), ils présentent néanmoins un risque corporel :

- par chute de blocs en pied de falaise
- par chute depuis le haut des fronts ;
- en cas de pénétration dans les cavités.

Par ailleurs, aucun enjeu n'est recensé dans l'emprise de ces ouvrages à l'exception des bâtiments de la station d'épuration situés à moins de 10 m du pied du front de l'Araignée. En cas de chutes de blocs, la structure des bâtiments ne serait néanmoins pas remise en cause.

Ces risques nécessiteraient a minima d'attirer l'attention des différents propriétaires et/ou collectivités concernés. La pose de grillage à bonne distance en haut et en pied des fronts et une signalisation du danger permettraient de réduire le niveau de ces risques.

Dans le cadre des études archéologiques réalisées sur les sites miniers de Melle, des spéléologues (avec qui d'ailleurs l'excellente collaboration pour cette étude nous a permis d'obtenir quelques plans de mine) sont amenés à travailler en souterrain. Nous recommandons que les équipes intervenantes soient sensibilisées aux risques qu'elles encourent et nous attirons l'attention sur **la bonne sécurisation des accès aux mines** (exemple du Puits du Serpent) afin d'éviter que des néophytes et autres curieux n'y pénètrent.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Rapport GEODERIS N2007/040DE-07NAT2100 du 10 mars 2008. Région Poitou-Charentes : identification rapide des zones de risques miniers liés à l'instabilité des terrains – Rapport de Synthèse.

[2] Rapport INERIS DRS-06-51198/R01 du 4 mai 2006. L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers – Guide Méthodologique – Volet relatif à l'évaluation de l'aléa – Les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émissions de gaz de mine.

[3] Rapport BRGM RP-57400-FR, décembre 2009. Phase informative et évaluation des aléas du site minier de Melle (Deux-Sèvres).

[4] Rapport INERIS SSE-CDi/CS-97-22EP46/R04 du 30 janvier 1997. Guide méthodologique pour l'arrêt définitif des anciennes exploitations minières souterraines – Rapport intermédiaire de recherche INERIS pour le Ministère de l'Industrie.

[5] Rapport INERIS SSE-CDi/CS-97-25EP35/R04 du 30 mars 1997. Guide méthodologique pour l'arrêt définitif des anciennes exploitations minières souterraines – Rapport intermédiaire de recherche INERIS pour Charbonnages de France.

ANNEXE 1

Rapport BRGM RP-57400-FR, décembre 2009

Phase informative et évaluation des aléas du site minier de Melle (Deux-Sèvres)