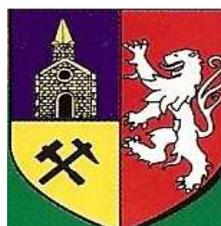


DEPARTEMENT DU RHONE

COMMUNE DE SOURCIEUX-LES-MINES



PLAN LOCAL D'URBANISME



ANNEXE 8 : ALEA MINIER

Etude de Geoderis (2012) et Etude des ALEAS (2006) CIM

Révision prescrite le :

23 Décembre 2002

Arrêtée le :

1 Septembre 2011

Approuvée le :

11 Mars 2013

Exécutoire à compter du:

Prise en compte des Aléas Miniers

Suite à l'étude menée en 2006 dans le cadre de l'élaboration du PPRM, des compléments ont été apportés par le BET Geoderis à la précédente étude (jointe en annexe) et deux nouvelles cartes sont éditées.

La première carte montre :

- **des aléas forts** de tassements
- **des aléas moyens** d'instabilité de pente
- **des aléas faibles** d'instabilité de pente

La deuxième carte montre :

- **des aléas moyens** d'effondrement localisé
- **des aléas faibles** d'effondrement localisé
- **des aléas faibles** d'affaissement

Ces cartes sont annexées ci-après.

Dans l'attente de la mise en place du P.P.R.M. (Plan de Prévention des Risques Miniers), le plan de zonage du PLU reporte l'enveloppe globale de ces aléas.

Toute construction nouvelle y est provisoirement interdite en application de l'Article R 111-2 du Code de l'urbanisme dans ces secteurs identifiés en rose au plan de zonage, à l'exception des ouvrages, installations et réseaux nécessaires au fonctionnement et à la gestion des services publics.

Compagnie Industrielle et Minière

20 rue Marcel Sembat BP 70026 - 69191 Saint Fons Cedex

**Monsieur le Maire
Mairie de Sourcieux
Le Bourg****69210 SOURCIEUX LES MINES****Saint-Fons, le 05 mars 2012****Objet : Rénovation de votre Station d'épuration****N. réf. : 20120227JLM – CIM – n°0018****Affaire suivie par Monsieur Jean-Louis MAUSS**

Monsieur le Maire,

Nous faisons suite à notre réunion en Mairie du 7 Février courant à propos de votre projet de rénovation de la station d'épuration communale.

Nous vous confirmons par la présente que cette station est située dans l'environnement proche des anciens travaux miniers de la concession de Sain Bel.

Début 2007 votre commune aurait dû être rendue destinataire pour avis, de la part des services de l'Etat, du dossier d'Arrêt Définitif des Travaux Miniers et d'un porté à connaissance préfectoral du zonage provisoire des travaux édité par la CIM.

Ce dossier ne vous ayant apparemment pas été transmis et comme convenu lors de notre rencontre, nous vous prions de trouver ci-joint un exemplaire papier de chacun des plans ainsi qu'un cd copie du dossier.

Notre dossier a fait l'objet d'une tierce-expertise en 2008 de la part de Géodéris/Brgm qui a réalisé à cette occasion une étude d'évaluation et cartographie des aléas mouvement de terrain (en votre possession).

Sur ces bases, nous avons établi une cartographie (ci-joint) sur laquelle est repérée la parcelle objet de votre projet.

Au vu de cette cartographie, vous pourrez constater que cette parcelle est située entre deux zones pouvant être soumises à des effets miniers (celle de la CIM et celle de la Mine de sillice, qui est sans lien avec notre ancienne exploitation minière).

Nous avons d'ailleurs rectifié légèrement la position de la Mine de Silice (exploitée jusqu'en 1815) en fonction des constatations faites sur place en votre compagnie.

Ce zonage est conforme à celui apparaissant sur les documents produits par Géodéris/Brgm qui s'est appuyé sur nos études pour le produire.

Il est à noter que les chantiers miniers situés à proximité de cette parcelle sont très anciens (le plan de la mine de silice étant, comme indiqué, daté de 1815...) et n'ont jamais été très intenses.

Ces observations restent purement informatives et ne sauraient être considérées comme constituant un avis technique quant à la stabilité de la zone.

A cet égard et de façon générale, le temps n'offre pas une garantie de stabilité à priori dans ces phénomènes et il convient de rester prudent en matière de construction y compris pour des ouvrages d'exploitation comme ceux de la station d'épuration. L'utilisation de renforcements adaptés est à cet égard, usuellement, recommandé par les bureaux techniques qui réalisent des études de stabilité des installations et auxquels il pourrait être utilement recouru pour votre projet.

Nous restons à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire que vous jugeriez utile d'obtenir.

Veuillez agréer, Monsieur le Maire, l'expression de nos salutations distinguées.

Pour la CIM



Jean-Louis MAUSS

PJ :

- Copies des plans du dossier d'Arrêt Définitif des Travaux Miniers de la Mine de Sain Bel
 - ⇒ SB01-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB02-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB03-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB04-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB05-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB06-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB07-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB08-P2-17/07/2006
 - ⇒ SB09-P2-17/07/2006
- Cd du dossier
- Agrandissement du zonage autour de la parcelle concernée

CONCESSION DE LA MINE DE SAIN BEL (RHONE - 69)

Etudes préliminaires en vue de la réalisation d'un
Plan de Prévention des Risques Miniers

Carte des aléas "Mouvements de terrain" : tassements et instabilités de pentes

LEGENDE :

Niveau de l'aléa



Fort



Moyen



Faible

Types d'aléas "Mouvements de terrain"



Instabilité
de pente



Tassement

Travaux miniers



Limite de concession

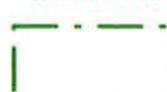


Enveloppe globale des travaux
et de leurs effets

Limites administratives



Commune



Département

Fonds cartographiques

Dossier d'arrêt des travaux CIM

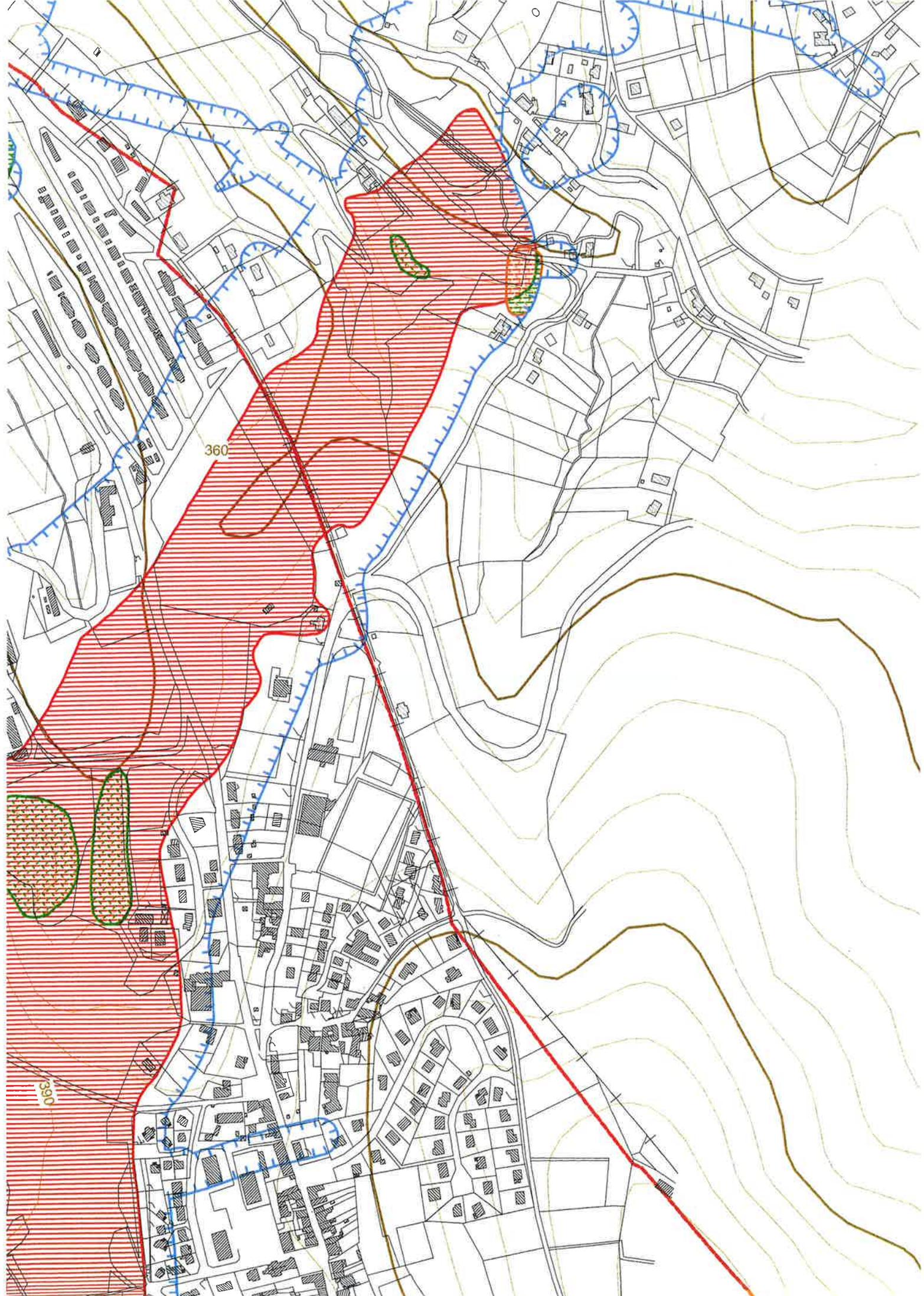
GEODERIS

Echelle : 1 / 5000

Rapport : 08RHA2230


DRIRE
RHÔNE-ALPES

Février 2008



360

330

CONCESSION DE LA MINE DE SAIN BEL (RHONE - 69)

Etudes préliminaires en vue de la réalisation d'un
Plan de Prévention des Risques Miniers

Carte des aléas "Mouvements de terrain" : effondrements localisés et affaissements

LEGENDE :

Niveau de l'aléa



Fort



Moyen



Faible

Types d'aléas "Mouvements de terrain"

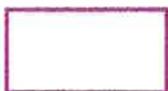


Effondrement
localisé



Affaissement

Travaux miniers



Limite de concession



Enveloppe globale des travaux
et de leurs effets

Limites administratives



Commune



Département

Fonds cartographiques

Dossier d'arrêt des travaux CIM

GEODERIS

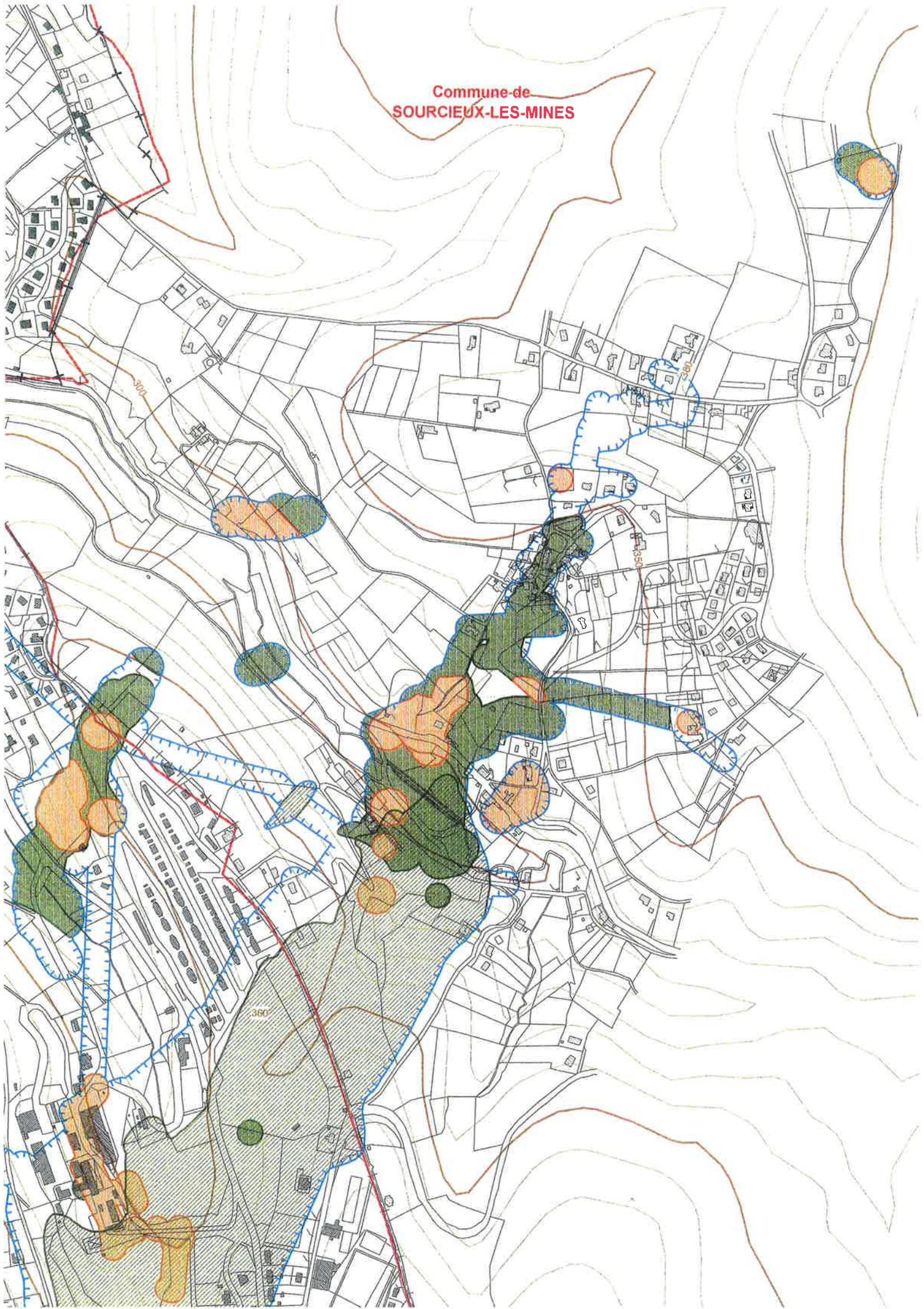
Echelle : 1 / 5000

Rapport : 08RHA2230

DRIRE
RHÔNE-ALPES

Février 2008

Commune de
SOURCIEUX-LES-MINES





Département environnement

17 rue Louis Guérin
69626 VILLEURBANNE
Tel : +33 4 37 47 17 77
Fax : +33 4 37 47 17 88
www.arcadis-fr.com

CIM

MINE DE SAIN BEL (69)

Dossier d'arrêt définitif des travaux miniers – Pièce n°5

Etude des aléas

Etude ayant pour objet de déterminer si des risques importants, notamment ceux mentionnés à l'article 93 du code minier, subsisteront après le donné acte mentionné au neuvième alinéa de l'article 91 du code minier

N° site : 00089			Document n° : 815.02.0019.E.P5.A			
Réf. Client : JLM n°02.03.023						
A	18/12/06	Jimmy ROMEYER	Hervé CONSTANTIN	Pierre COLIN	39	-
Indice	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Nb de pages hors annexes	N° de classement

Etude de l'influence des travaux miniers
 -
Caractérisation de l'aléa minier et environnemental
 -
Synthèse cartographique

Résumé non technique

Le concessionnaire actuel de la mine de Sain Bel est la Compagnie Industrielle et Minière (CIM).

Le décret 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers et à la police des mines, article 43 oblige le concessionnaire à fournir « une étude ayant pour objet de déterminer si des risques importants subsistent » :

- risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens et des personnes après l'arrêt des travaux miniers (article 91 du Code Minier)
- risques importants d'affaissement de terrain ou d'accumulation de gaz dangereux (article 93 du Code Minier)

A ces fins, trois documents ont été établis :

- le rapport d'étude,
- le plan de zonage représentant la synthèse des effets des travaux miniers sur la Mine de Sain Bel,
- le plan présentant le zonage global de l'aléa minier.

La méthodologie mise en œuvre par le groupe de travail CIM / ARCADIS a conduit :

- à recueillir et à analyser les données relatives à l'influence des travaux miniers sur la surface,
- à cartographier ces informations,
- à apprécier les aléas résiduels.

Les données ont permis d'établir un Plan de Zonage représentant la synthèse des effets des travaux miniers de la mine de Sain Bel. Ces zones sont :

- Zone rouge : zone à la verticale des chantiers d'exploitation.
- Zone bleue : zone d'affaissement notable observé en surface autour du gisement de pyrite. Cette zone est spécifique à l'exploitation St-Gobain. Il n'en existe pas de zonage similaire sur les anciennes exploitations (Vieilles Mines, Mine du Pilon, Mine du Gervais).
- Zone verte : zone-mémoire d'effets passés localisés. Cette zone est spécifique à l'exploitation St-Gobain. Il n'en existe pas de zonage similaire sur les anciennes exploitations. Le tracé du contour résulte d'une interprétation.
- Pour mémoire, les galeries d'exploitation situées hors zone rouge, ont été représentées en orange.

Sur la base de ce zonage, un aléa minier résiduel est estimé.

L'appréciation des aléas montre :

- Qu'il n'existe pas de risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens et des personnes après l'arrêt des travaux miniers (article 91 du Code Minier) et de risques importants d'affaissement de terrain ou d'accumulation de gaz dangereux (article 93 du Code Minier). L'aléa fort n'existe pas sur la mine de Sain Bel.

- Qu'un aléa moyen peut être pris en compte :
 - dans les périmètres des anciennes mines (du fait du peu d'informations et de l'éventualité d'existence de vides souterrains),
 - dans un rayon de 15 mètres autour des ouvrages miniers débouchant au jour (du fait d'un manque de précision de l'emplacement et d'un tassement éventuel dans cette zone),

- Qu'un aléa faible peut être pris en compte :
 - Au niveau de la mine de pyrite, à la verticale des travaux miniers (zone rouge) du fait de l'importante épaisseur de remblais.

- Qu'un aléa très faible peut être pris en compte :
 - Au niveau de la mine de pyrite, dans la zone bleue et dans la zone verte (terrains ayant été fragilisés au moment de l'exploitation mais stabilisés depuis l'arrêt de la mine).

La cartographie du zonage global de l'aléa minier ne préjuge pas du PPRM Plan de Prévention des Risques Miniers, dont l'élaboration est à la charge des services de l'Etat.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	7
1.1. CONTEXTE	7
1.2. METHODOLOGIE ET OBJECTIFS	8
2. LES DONNEES FACTUELLES : INVENTAIRE ET ANALYSE	9
2.1. DONNEES GENERALES SUR LA MINE DE SAIN BEL	9
2.2. DONNEES DETAILLEES SUR LA MINE DE SAIN BEL	9
2.2.1. IMPORTANCE DES CHANTIERS DE L'EXPLOITATION DE PYRITE	9
2.2.2. INFRASTRUCTURE DE LA MINE DE PYRITE	10
2.2.3. INVENTAIRE DES ORIFICES AU JOUR DE LA MINE DE PYRITE	11
2.2.4. IMPORTANCE DES CHANTIERS DES ANCIENNES EXPLOITATIONS	14
2.2.5. INVENTAIRE DES ORIFICES AU JOUR DES ANCIENNES EXPLOITATIONS	15
2.2.6. OUVRAGES MINIERES INDEPENDANTS DES EXPLOITATIONS	18
2.3. DONNEES ISSUES DE PHOTOGRAPHIES AERIENNES	18
2.4. DONNEES DE TERRAIN	19
2.5. ANALYSE DES COUPES TRANSVERSALES AU GISEMENT	21
2.6. HISTORIQUE DES EVENEMENTS PARTICULIERS EN SURFACE	25
2.7. NIVELLEMENT DE LA MINE DE PYRITE	26
3. CARTOGRAPHIE DES INFORMATIONS	28
3.1. ZONE A LA VERTICALE DES TRAVAUX MINIERES	28
3.2. ZONE D'AFFAISSEMENT OBSERVE EN SURFACE AUTOUR DU GISEMENT DE PYRITE	29
3.3. ZONE-MEMOIRE DES EFFETS PASSES LOCALISES	30
3.4. REPRESENTATION DES OBJETS MINIERES	30
4. APPRECIATIONS DES ALEAS RESIDUELS	31
4.1. DEFINITION DE L'ALEA MINIER	31
4.2. ZONAGE DES RISQUES	34
4.2.1. ZONE ROUGE DE LA MINE DE PYRITE	34
4.2.2. ZONE BLEUE DE LA MINE DE PYRITE	35
4.2.3. ZONE VERTE DE LA MINE DE PYRITE	35
4.2.4. ZONE DES ANCIENNES EXPLOITATIONS	35
4.2.5. OBJETS MINIERES « SATELLITES »	36
4.3. DISCUSSIONS DES INCERTITUDES ET DU CALAGE DES ZONES	36
4.4. CONCLUSION : ZONAGE GLOBAL DE L'ALEA MINIER	37

<u>5. CORRESPONDANCE DE CETTE ETUDE AVEC LES DISPOSITIONS DE L'ARRETE DU 8 SEPTEMBRE 2004</u>	38
5.1. DISPOSITIONS GENERALES PREVUES A L'ARTICLE 12 DE L'ARRETE SUSVISE	38
5.1.1. RISQUES DE FONTIS, D'AFFAISSEMENT OU D'EFFONDREMENT ET LES MESURES ENVISAGEES	38
5.1.2. RISQUES D'INONDATION, D'EMANATION DE GAZ DANGEREUX OU NOCIFS, LES POLLUTIONS DES SOLS ET LES RISQUES RADIOLOGIQUES	38
5.1.3. ALEAS RESIDUELS SUSCEPTIBLES D'APPARAITRE ET RISQUES RESIDUELS IMPORTANTS	38
5.1.4. PLANS ET/OU LES COUPES DES TRAVAUX SOUTERRAINS ET DES CAVITES	38
5.2. DISPOSITIONS PREVUES A L'ARTICLE 13 DE L'ARRETE SUSVISE	39
5.3. DISPOSITIONS PREVUES A L'ARTICLE 14 DE L'ARRETE SUSVISE	39
5.4. DISPOSITIONS PREVUES A L'ARTICLE 15 DE L'ARRETE SUSVISE	39
<u>6. COMPLEMENT A L'ETUDE DES RISQUES PRIS EN APPLICATION DU 5° DU DECRET DU 2 JUIN 2006 ET A L'ARTICLE 16 DE L'ARRETE SUSVISE</u>	39

ANNEXES

ANNEXE 1 : MONTAGE DE PHOTOGRAPHIES AERIENNES DE LA « MINE SAINT-GOBAIN » (MINE DE PYRITE), SAIN BEL (69)

ANNEXE 2 : COUPES TRANSVERSALES DE LA « MINE SAINT-GOBAIN » (MINE DE PYRITE), SAIN BEL (69)

PIECES ASSOCIEES : VOIR PIECE N°2 DOSSIER DE PLANS

PLAN DE SYNTHESE DES TRAVAUX MINIER, MINE DE SAIN BEL, AU 1/2000

PLAN DE ZONAGE – SYNTHESE DES EFFETS DES TRAVAUX MINIER, MINE DE SAIN BEL, AU 1/5000

ZONAGE GLOBAL DE L'ALEA MINIER, MINE DE SAIN BEL AU 1/5000

<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	<u>PAGE</u>
TABLEAU N°1 : TABLEAU RECAPITULATIF DE L'ENSEMBLE DES PUIITS DE LA « MINE SAINT-GOBAIN » (MINE DE PYRITE), SAIN BEL (69).	12
TABLEAU N°2 : TABLEAU RECAPITULATIF DE L'ENSEMBLE DES ORIFICES AU JOUR (AUTRES QUE LES PUIITS) DE LA « MINE SAINT-GOBAIN » (MINE DE PYRITE), SAIN BEL (69).	13
TABLEAU N°3 : TABLEAU RECAPITULATIF DE L'ENSEMBLE DES ORIFICES AU JOUR DES ANCIENNES EXPLOITATIONS, SAIN BEL (69).	17

TABLEAU N°4 : TABLEAU DES ORIFICES AU JOUR RELATIFS AUX RECHERCHES REALISEES PENDANT LA PERIODE ST-GOBAIN ET IDENTIFIEES SUR LES COMMUNES DE SAIN BEL, SOURCIEUX LES MINES ET ST-PIERRE LA PALUD (69).	18
TABLEAU N°5 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ANGLES DU CONE D'INCIDENCE SUR LA « MINE ST- GOBAIN » (MINE DE PYRITE), SAIN BEL (69).	22
TABLEAU N°6 : GRILLE D'EVALUATION DU DEGRE D'ALEA MINIER RESIDUEL, MINE DE SAIN BEL (69).	31
LISTE DES FIGURES	PAGE
FIGURE N°1 : SCHEMA CONCEPTUEL DES MANIFESTATIONS EN SURFACE, « MINE ST-GOBAIN », SAIN BEL (69)	22BIS
FIGURE N°2 : COURBES DE NIVELLEMENT SUR LA « MINE ST-GOBAIN », SAIN BEL (69)	25

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE

Cette étude se place dans le cadre général de la constitution du dossier d'arrêt définitif des travaux miniers de la concession de Sain Bel.

Cette expertise technique répond au décret du 6 mars 2001 modifiant le décret du 9 mai 1995 relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines, article 16, 4ème alinéa ainsi qu'aux dispositions complémentaires introduites par l'arrêté du 8 septembre 2004 :

« La déclaration d'arrêt des travaux est accompagnée ... d'une étude ayant pour objet de déterminer si des risques importants subsistent » :

- risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens et des personnes après l'arrêt des travaux miniers (article 91 du Code Minier)
- risques importants d'affaissement de terrain ou d'accumulation de gaz dangereux (article 93 du Code Minier)

A ces fins, trois documents ont été établis :

- le présent rapport,
- le plan de zonage représentant la synthèse des effets des travaux miniers sur la Mine de Sain Bel,
- le plan présentant le zonage global de l'aléa minier.

La présente étude a été réalisée par le groupe de travail composé du titulaire actuel de la concession (CIM représentée par M. MAUSS) et du bureau d'étude ARCADIS (représenté par M. COLIN et M. ROMEYER).

Le secteur d'étude correspond à l'exploitation minière de la pyrite (dite Mine « Saint-Gobain ») et aux anciennes exploitations des filons cuivreux (Vieilles Mines, Mine du Gervais et Pilon). L'appellation « Mine de Sain Bel » regroupe ces différentes entités.

Les plans accompagnant cette étude sont fournis dans la pièce n°2 (plans dessinés sur le fond cadastral des communes de Saint-Pierre la Palud (69), de Sourcieux-les-Mines (69), de Chevinay (69) et de Sain Bel (69) [cadastres mis à jour en 2002].

1.2. METHODOLOGIE ET OBJECTIFS

A l'heure actuelle, il n'existe pas d'outil méthodologique. Le protocole d'étude mis en œuvre par le groupe de travail CIM / ARCADIS consiste en une analyse détaillée et approfondie acquise à partir des documents disponibles. Cette méthodologie a fait l'objet d'une présentation préliminaire à la DRIRE.

Le triple objectif est :

- de récapituler puis d'analyser techniquement les données factuelles,
- d'élaborer un plan de zonage représentant la synthèse des effets des travaux miniers sur la Mine de Sain Bel : ce plan vise à situer la zone à la verticale des exploitations, la zone d'influence des travaux miniers en surface et l'emplacement des édifices miniers « satellites » (c'est à dire situés en dehors de la zone d'exploitation proprement dite).
- de décrire les événements redoutés et d'estimer leur gravité : cette description vise à distinguer les aléas résiduels forts à faibles en cas de manifestation en surface des anciens travaux miniers.

L'étude s'articule autour de trois axes :

- Les données factuelles : inventaire et analyse ;
- La cartographie des informations : construction du plan de zonage ;
- L'appréciation des aléas miniers résiduels : définition et conclusion.

2. LES DONNEES FACTUELLES : INVENTAIRE ET ANALYSE

2.1. DONNEES GENERALES SUR LA MINE DE SAIN BEL

Pour appréhender les risques résiduels, il est nécessaire de posséder le plan de synthèse des anciens travaux miniers de la concession de Sain Bel (*cf. plan dans la pièce n°2*).

Ce plan de synthèse est le document de base où figurent :

- Le gisement pyriteux : le gisement de pyrite de fer est représenté en plan et en coupe. A travers ces deux dimensions, le lecteur prend la mesure de l'étendue des travaux miniers jusqu'en 1972, date de la fermeture de la mine.
 L'affaissement global que l'on retrouve aujourd'hui (à cheval sur les communes de St-Pierre la Palud et de Sourcieux les Mines) a été provoqué par la mine de pyrite de fer. Le modelé actuel de la surface correspond au résultat final (pouvant aujourd'hui être considéré comme stabilisé) de la propagation de l'affaissement pendant la période d'activité de la mine.
 Les techniques d'exploitation, la nature des terrains encaissants, la morphologie du gisement et la profondeur de l'exploitation expliquent, en grande partie, l'effet en surface.
 L'information « profondeur » figure sur la coupe du gisement. Le plan représente, de plus, la puissance des lentilles à différents niveaux. Enfin, le report de l'infrastructure (galeries, puits...) a été établi d'après le plan de fermeture de 1978. La bonne connaissance des édifices miniers est essentielle pour définir l'aléa au niveau des objets miniers satellites.
- Les gisements cuivreux : ces mines, au nombre de trois (Vieilles Mines, Gervais, Pilon) concernent les exploitations de chalcopryrite, ouvertes par les romains et arrêtées vers 1850. Faute de plans conséquents, les informations relatives à ces mines se limitent au réseau minier et à l'ébauche des emprunts uniquement d'après une coupe transversale.
 L'emprise horizontale des travaux miniers est indéterminée faute d'archives.

Le plan de synthèse des travaux miniers est un document cartographique informatif et synthétique des recherches sur l'histoire. Construit dans un souci d'exhaustivité et de fiabilité, il est l'aboutissement de la pièce n°8 (archives) et de la pièce n°3 (mémoire) du présent dossier.

2.2. DONNEES DETAILLEES SUR LA MINE DE SAIN BEL

2.2.1. Importance des chantiers de l'exploitation de pyrite

L'exploitation récente (c'est-à-dire depuis le développement intensif de la mine pyriteuse par St-Gobain, concessionnaire en 1870) a conduit à un défrètement massif sous le chapeau de fer.

A la fermeture de la mine en 1972, le réseau minier s'étend sur 3 kilomètres de long pour 200 mètres de large. Le volume de matériaux extraits s'élève à plus de 18 millions de tonnes, la mine étant en grande partie remblayée. La profondeur maximale des galeries atteint 300 mètres (par rapport au puits Perret). Les emprunts suivent le pendage naturel des veines de pyrite (globalement sub-vertical à légèrement déversé vers l'Ouest). Suivant les secteurs, l'étendue des défruits diffère (en liaison avec la richesse des filons de pyrite). Les panneaux d'exploitation sont vastes dans la région sud (Grand Filon) et plus étriqués dans la région nord (filons d'Après et d'Avant le Contour).

Enfin, l'encaissant se caractérise par une éponte ouest considérée comme l'éponte dure et une éponte est, plus tendre et schistosée (pendage de 45° environ vers l'Ouest). L'ensemble est recoupé par des failles d'orientation NO-SE.

2.2.2. Infrastructure de la mine de pyrite

L'infrastructure correspond au réseau de galeries minières. Deux types de réseaux sont à considérer :

- l'un relatif à l'exploitation ;
- et l'autre relatif aux reconnaissances.

2.2.2.1. Réseau d'exploitation

L'exploitation récente a conduit à la mise en œuvre d'un nombre considérable de voies de circulation souterraines. Plans, rolls, galeries et travers-bancs s'entremêlent.

La plupart des galeries d'exploitation ont été tracées dans les zones d'extraction de sorte qu'elles ont disparu au moment du foudroyage. Seule l'ossature du réseau profond est probablement restée pérenne grâce à son implantation dans l'éponte dure.

Ces galeries profondes, de section carrée (2.5 m environ * 2.5 m environ) communiquent avec les étages ayant servi aux extractions. Aucune donnée ne permet de définir leur état.

2.2.2.2. Réseau des reconnaissances

En ce qui concerne le réseau tracé pour les reconnaissances, celui-ci s'étend latéralement de façon plus ou moins éloigné du réseau minier d'exploitation. Ce réseau, précisément localisé d'après les plans d'exploitation, comprend deux galeries au Sud (reconnaissances entre le puits des Bornes et le puits B), trois galeries au Nord (reconnaissances entre le puits de la Baudette et le puits A) et une galerie à l'Est (reconnaissance au sud du puits Bibost).

Le lecteur de la carte pourra se référer au plan de synthèse des travaux miniers pour apprécier la profondeur des galeries. Les galeries de reconnaissances sont aussi de section carrée (2.5 m environ * 2.5 m environ). Aucune donnée ne permet de définir leur état.

2.2.3. Inventaire des orifices au jour de la mine de pyrite

L'inventaire des orifices au jour (puits et galeries) sur la mine de pyrite (« mine St-Gobain ») est issu :

- des fiches établies pour le dossier d'abandon par la CIM en 1978,
- du rapport d'inspection des orifices au jour (rapport DRIRE du 05 oct. 1978) [1^{er} recollement],
- du (des) donné acte de la fermeture des orifices [2^{ème} recollement],
- de la recherche historique et de l'examen des plans disponibles à la CIM [3^{ème} recollement],
- et enfin, de la campagne de terrain effectuée en 2002 et en 2003 [4^{ème} recollement].

La liste des puits de la mine de pyrite est récapitulée dans le tableau suivant (tableau n°1).

La liste des galeries débouchant au jour et donnant accès à la mine de pyrite figure dans le deuxième tableau (tableau n°2).

Les tableaux se présentent sous la forme de plusieurs colonnes où sont écrites les informations relatives à l'orifice minier :

- **Le nom** : la liste est exhaustive puisque certains puits antérieurs à 1870 et oubliés dans le dossier d'abandon de 1978 ont été rajoutés (Puits Jacquemet, 1^{er} puits du Mortier, 1^{er} ou ancien puits des Croix – à noter que le puits Vieux correspond au puits de la Machine de Sourcieux [mine du Gervais]).
- La localisation : **nom de la commune**.
- Deux caractéristiques techniques : **sa cote en surface** en NGF (donnée issue des fiches du dossier d'abandon CIM de 1978) et pour les puits, **leur profondeur maximale** en m (donnée issue des fiches du dossier d'abandon CIM de 1978).
- **Le mode d'obturation** (donnée issue du rapport d'inspection des orifices au jour [rapport DRIRE du 05 oct. 1978]).
- **La date du donné acte** relatif au délaissement de l'orifice.
- **L'état actuel** : nous avons procédé, en 2002 et en 2003, à la reconnaissance sur le terrain de la plupart des orifices miniers par positionnement au GPS. L'objectif consistait à obtenir un état des lieux des différents orifices et d'autre part à examiner la pérennité du mode d'obturation des orifices (constat ou non de débouillage ou de manifestations en surface).

Cet inventaire que nous estimons exhaustif et fiable pour ce qui concerne la mine de pyrite ne revendique pas la mémoire des grattages ancestraux de la région (exemple : exploitation romaine, recherches hors concessions...).

Commune	Désignation des puits de la « mine St-Gobain »	Cote en surface (fiches CIM de 1978)	Prof. maxi (fiches CIM de 1978)	Mode d'obturation (rapport DRIRE du 05/10/1978)	Donné acte de l'Administration	Etat actuel (inspection en 2002 et en 2003)
St-Pierre la Palud	Puits de recherche n°1	410 m NGF	51 m	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits de recherche n°2	390	30	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits de recherche n°3	365	inconnu	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits de recherche n°4	355	inconnu	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits des Bornes	378.88	163	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits B	341.65	50	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits St-Antoine	347.17	131	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits Broglie	325	160	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits d'aérage	353.75	14	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits des Granges	383	90	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	Visible, fontis ancien
St-Pierre la Palud	1 ^{er} Puits Mortier (rectangulaire)	inconnu	inconnu	Effondré	néant	Disparu du temps des Perret
St-Pierre la Palud	2 ^{ème} Puits Mortier (circulaire)	402	78	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits Jacquemet	inconnu	inconnu	Effondré	néant	Disparu du temps des Perret
St-Pierre la Palud	Puits Bibost	383.5	122	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	1 ^{er} Puits des Croix	357.8	59	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	2 ^{ème} (ou Nouveau) puits des Croix	356.5	89	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits Perret	367.51	300	Remblayage avec dalle	24 nov. 1989	visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits St-Gobain	367.4	226	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Puits Neuf	314.03	126	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Puits Vieux = Puits de Machine de Sourcieux	314.05	66	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Puits Nord	309.62	136	Remblayage avec dalle	1 sept. 1999	visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Puits Baudette	368.83	60	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Puits A	360.83	115	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Puits de Charbonnière	391	41	inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits Régnys bis	365	36	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	visible, fontis ancien
Sain Bel	Puits Caillé	312	inconnu	inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sain Bel	Puits Travers	274	35	Remblayage avec dalle	24 nov. 1989	non visible, pas de désordre en surface

Tableau n°1 : Tableau récapitulatif de l'ensemble des puits de la « mine Saint-Gobain » (mine de pyrite), Sain Bel (69).

Commune	Désignation des accès plein-pied à la « mine St-Gobain »	Cote en surface (fiches CIM de 1978)	Mode d'obturation (rapport DRIRE du 05/10/1978)	Donné acté de l'Administration	Etat actuel (inspection en 2002 et en 2003)
St-Pierre la Palud	Niveau du jour = Galerie affleurements durs	336 m NGF	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Galerie de la Goulette vers le puits Broglie	330.6	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Galerie de la Goulette vers le puits St-Antoine	inconnu	inconnu	néant	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Dynamitière St-Antoine	331.13	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Fendue Perret	350.2	inconnu	24 nov. 1989	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Fendue du puits Perret	inconnu	inconnu	néant	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Dépôt détonateur Perret	350	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Dynamitière Perret	350	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Descenderie des Croix	354.25	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Plan des Croix	356.5	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Fendue du puits Nord	inconnu	accessible	Non abandonné	visible, clôturé, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Galerie du Jour vers le puits Vieux	inconnu	Disparu dans l'effondrement	néant	disparu dans l'effondrement
Sourcieux les Mines	Galerie des Estacades vers le puits Neuf	inconnu	Disparu dans l'effondrement	néant	disparu dans l'effondrement
Sourcieux les Mines	Galerie St-Barthélémy entre le puits Vieux et le puits Neuf	inconnu	Disparu dans l'effondrement	néant	disparu dans l'effondrement
Sain Bel	galerie d'écoulement supérieur	244	Mur à l'entrée et remblayée	24 nov. 1989	Non visible, RAS - état inchangé à 1989
Sain Bel	galerie d'écoulement inférieur	242.5	Mur à l'entrée et remblayée	24 nov. 1989	Visible, RAS - état inchangé à 1989

Tableau n°2 : Tableau récapitulatif de l'ensemble des orifices au jour (autres que les puits) de la « mine Saint-Gobain » (mine de pyrite), Sain Bel (69).

2.2.4. Importance des chantiers des anciennes exploitations

Les anciennes exploitations comprennent :

- les Vieilles Mines (communes de St-Pierre la Palud et Chevinay)
- le Gervais associé à la mine de silice (communes de St-Pierre la Palud et Sourcieux les Mines)
- le Pilon (communes de St-Pierre la Palud et Sourcieux les Mines)

L'origine de ces exploitations n'est pas clairement déterminée. Des écrits (tels que la note de Pailly, 1900) parlent de « grattage » dans la région du temps des romains et de façon plus certaine, de l'exploitation de ces mines à partir de 1455 (période Jacques Cœur). Les mines sont arrêtées vers 1850.

Il est naturel d'avoir une lacune d'information du fait des siècles concernés. Les quelques plans disponibles dans les archives de la CIM, repris et synthétisés dans le plan de synthèse, montrent :

- que le réseau minier s'étend dans un faisceau mince (de l'ordre de 30 m de large pour les trois mines). Aucune recoupe ne s'éloigne des galeries principales.
- que les emprunts ne sont pas profonds (profondeur maximum de l'ordre de 100 m pour les trois mines).

Aparté : Localisation de la Mine du Gervais et silice associée :

Ces mines ont été découvertes grâce à la recherche historique et documentaire. Elles n'avaient pas été déclarées dans le dossier de fermeture en 1978.

Mine de silice : Un seul plan (plan synthétique de 1839) permet de situer la mine de silice. Elle est positionnée uniquement à partir de la mine du Gervais de sorte que sa localisation est susceptible d'être biaisée. Aucune autre information relative à cette mine n'existe. Seul constat : Le report du réseau minier rentre dans une parcelle isolée du patrimoine foncier de la CIM.

Mine du Gervais : La mine du Gervais a fait l'objet d'un examen approfondi vis à vis de sa localisation. Un plan de synthèse, établi en 1969 par un géologue de la mine M. BARBE, positionnait la mine du Gervais sous la cité minière de Saint-Pierre la Palud.

Nous avons constaté que ce plan était faux (et nous avait induits en erreur). Une rotation de 20° vers l'Est autour du puits du Gervais a corrigé la localisation de la mine du Gervais. Cette rotation s'explique par la convergence de faits :

- L'allure du réseau minier du Gervais est conforme avec la structurale. La faille du Contour recoupant le gisement décale parfaitement les galeries du Gervais ;
- L'ancien faux-puits St-Louis de la mine de pyrite (figuré sur le plan FSB 57) correspond parfaitement au puits antérieur St-Louis de la mine du Gervais lorsqu'on effectue la rotation ;

- De même, des noms de galeries figurant sur les quelques plans disponibles (exemple : galerie d9 recherche du Pigeonnier sur le « Plan et Profils de la Mine de Sourcieux, 1839 ») coïncident avec ceux figurant sur les plans de la mine de pyrite lorsqu'on effectue la rotation ;
- Enfin, le puits Vieux n'est t'autre que le puits de la Machine de Sourcieux lorsqu'on effectue la rotation.

2.2.5. Inventaire des orifices au jour des anciennes exploitations

L'inventaire des orifices au jour (puits et galeries) sur les anciennes exploitations est issu :

- des fiches établies pour le dossier d'abandon CIM de 1978 ;
- du rapport d'inspection des orifices au jour (rapport DRIRE du 5 octobre 1978) [1^{er} recollement] ;
- du donné acte de la fermeture des orifices (6 déc. 1978) [2^{ème} recollement] ;
- de la recherche historique et de l'examen des plans disponibles à la CIM [3^{ème} recollement] ;
- et enfin, de la campagne de terrain effectuée en 2002 et en 2003 [4^{ème} recollement].

Le tableau suivant récapitule donc les orifices au jour (puits et galeries) sur les anciennes exploitations (connus au jour d'aujourd'hui). Cette liste que nous estimons exhaustive et fiable pour ce qui concerne la mine de Sain Bel ne correspond pas à la mémoire des grattages ancestraux de la région).

Le tableau se présente sous la forme de plusieurs colonnes où sont écrites les informations relatives à l'orifice minier :

- **le nom** (à noter qu'en l'absence de dénomination de l'orifice minier [par exemple, dans le donné acte de l'Administration en 1978, certaines galeries sont inventoriées, situées cadastralement mais sans nom propre]. Pour faciliter la compréhension, nous avons délibérément dénommés ces galeries en respectant leur lien avec le secteur minier. Par exemple, les galeries débouchant au jour au niveau du Gervais ont été appelées galerie du Gervais 1 et 2. De plus, pour garder la correspondance avec le donné acte, l'indication cadastrale apparaît entre parenthèse. Sur les documents cartographiques (plan de synthèse des travaux miniers et plan de zonage – synthèse des effets des travaux miniers), ces différentes galeries sont positionnées et repérables par leur nouvelle dénomination.
- La localisation : **nom de la commune**.
- L'appartenance à l'une ou l'autre exploitation : **nom de la mine**.
- Deux caractéristiques techniques : **sa cote en surface** en NGF (donnée issue des fiches du dossier d'abandon CIM de 1978) et pour les puits, **leur profondeur maximale** en m (donnée issue des fiches du dossier d'abandon CIM de 1978).
- **Le mode d'obturation** (donnée issue du rapport d'inspection des orifices au jour [rapport DRIRE du 5 octobre 1978]).
- **La date du donné acte** relatif au délaissement de l'orifice.

- **L'état actuel** : nous avons procédé, en 2002 et en 2003, à la reconnaissance sur le terrain de la plupart des orifices miniers par positionnement au GPS. L'objectif consistait à obtenir un état des lieux des différents orifices et d'autre part à examiner la pérennité du mode d'obturation des orifices (constat ou non de débouillage ou de manifestations en surface).

Commune	Mines	Dénomination	Cote	Prof.	Mode d'obturation	Donné acte de	Etat actuel
			(fiches CIM de 1978)	maxi.	(rapport DRIRE du 05/10/1978)	l'Administration	(inspection en 2002 et en 2003)
Sourcieux les Mines	Mine du Gervais	Ancien puits du Gervais	306 m NGF	32 m	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Puits Gervais	306	57	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Puits du Jour	335	59	Remblayage sans dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Puits de la Machine = Puits Vieux	312	70	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Puits du Pré	298	22	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Galerie du Gervais n°1	Inconnu	Inconnu	Inconnu	néant	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines	Mine de silice	Puits du Jour	Inconnu	Inconnu	Inconnu	néant	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Galerie d'écoulement 1	Inconnu	Inconnu	Inconnu	néant	non visible, pas de désordre en surface
Sourcieux les Mines		Galerie d'écoulement 2	Inconnu	Inconnu	Inconnu	néant	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Mine du Pilon	1 ^{er} Puits du Pilon (rectangulaire)	Inconnu	Inconnu	Inconnu	néant	Disparu du temps des Perret
St-Pierre la Palud		Puits du Pilon	350	120	Remblayage avec dalle	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud		Puits du Jour	353	20	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud		Puits des Ronzes	336	23	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud		Puits de la Mine Blanche	324.77		Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud		Puits de la Machine	324	54	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud		Galerie du Pilon (parcelle AB 407)	311.2	-	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
Chevinay		Vieilles Mines	Galerie V	300	-	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978
Chevinay	Galerie AA		330	-	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	Visible, entrée éboulée inchangée à 1978
St-Pierre la Palud	Galerie A		294	-	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Galerie T		302	-	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits E		294	8	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits F		294	54	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits G		291	78	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Galerie Tt		318	-	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	Visible et affaissée, inchangée à 1978
St-Pierre la Palud	Galerie S		305	-	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Puits I		304.5	6.5	Inconnu	6 déc. 1978	non visible, pas de désordre en surface
St-Pierre la Palud	Galerie des Vieilles Mines (parcelle AB 324)		296	Inconnu	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	Visible, pas de désordre en surface

Tableau n°3 : Tableau récapitulatif de l'ensemble des orifices au jour des anciennes exploitations, Sain Bel (69).

2.2.6. Ouvrages miniers indépendants des exploitations

Les ouvrages miniers indépendants des quartiers d'exploitations sont :

Commune	Recherches	Mode d'obturation (rapport DRIRE du 5 oct. 1978)	Donné acte de l'Administration	Etat actuel (inspection en 2003)
Sain Bel	Galerie de Bon Vallon	Mur à l'entrée	6 déc. 1978	RAS inchangé à 1978
Sourcieux les Mines	Galerie du Rocher	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	RAS inchangé à 1978
Sourcieux les Mines	Galerie du Gervais n°2 (parcelle A 123)	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	RAS inchangé à 1978
St-Pierre la Palud	Galerie du Petit St- Bonnet (parcelle AD 34)	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	RAS inchangé à 1978
St-Pierre la Palud	Galerie de la Pérolière (parcelle AB 379)	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	RAS inchangé à 1978
St-Pierre la Palud	Galerie de la Bourette	Eboulement de l'entrée	6 déc. 1978	RAS inchangé à 1978

Tableau n°4 : Tableau des orifices au jour relatifs aux recherches réalisées pendant la période St-Gobain et identifiées sur les communes de Sain Bel, Sourcieux les Mines et St-Pierre la Palud (69).

2.3. DONNEES ISSUES DE PHOTOGRAPHIES AERIENNES

Trois campagnes de photographies aériennes (1946, 1971, 1999) permettent de reconnaître les désordres en surface et leur évolution au cours du temps.

La campagne de 1946 révèle une topographie en dépression. La faible résolution de la photographie ne nous permet pas de définir d'autres caractéristiques. A l'époque, les terrains situés dans l'affaissement sont cultivés.

La campagne de 1971 montre un affaissement global du chapeau de fer. L'affaissement est matérialisé par un décrochement à l'Est et l'Ouest de l'exploitation. Ce décrochement s'observe depuis la carrière St-Antoine, au Sud jusqu'à ruisseau du Contresens au Nord (à l'exception du secteur à l'aval du puits Perret). Ce décrochement s'accompagne d'un ensemble de rejets relativement parallèles et présente au centre de la dépression, une zone d'effondrement profonde. La dépression créée commence à être remblayée.

La campagne de 1999 présente un remblayage plus abouti tant sur le secteur nord que le secteur sud. L'occupation des sols a changé. La plupart des terrains au droit de l'exploitation supporte une forêt. Aucun indice supplémentaire d'affaissement n'apparaît sur cette nouvelle campagne. L'alignement du décrochement est semblable au tracé de 1971.

Evolution entre les trois campagnes :

Sur la base de ces trois campagnes de photographies aériennes (cf. annexe 1), il apparaît que l'extension latérale et longitudinale de l'affaissement n'a pas évolué radicalement depuis la seconde moitié du XXème siècle.

Les secteurs concernés par les anciennes mines ne présentent aucune trace d'effets en surface visibles sur les photographies aériennes.

2.4. DONNEES DE TERRAIN

Six missions de terrain ont été réalisées sur l'année 2002. L'ensemble de l'exploitation a été reconnue (depuis la carrière St-Antoine au Sud jusqu'au ruisseau du Contresens au Nord). La reconnaissance des désordres de surface a porté sur les limites de l'affaissement (côté est et côté ouest), la localisation des orifices au jour et l'arpentage de la dépression. Les désordres de surface constatés ont été inventoriés et calés par GPS.

Les principales observations sont présentées ci-après :

Au niveau de la région Sud, le rejet de la bordure orientale est nettement visible vers la carrière St-Antoine. Il est plus ou moins rectiligne et le décrochement atteint plusieurs mètres. Les arbres d'âge mûr (30 ans environ) présentent des signes caractéristiques d'instabilité du sol (tronc torsadé, pied déchaussé).

Sur la bordure occidentale, il n'y a pas, à proprement parler, de talus dans la topographie. Des fractures ouvertes (sur une dizaine de centimètres de large et quelques mètres de longueur) se remarquent dans la roche affleurante. Elles sont localisées à proximité du chemin carrossable. A l'aval, en direction du puits de Broglie, elles disparaissent rapidement de sorte que la limite ouest de l'affaissement devient invisible.

La dépression de la région Sud, pour la partie proche de la carrière St-Antoine, présente deux anciennes dépressions circulaires stabilisées dont une correspond au puits des Granges.

En remontant vers le Nord, nous arrivons sur la plate-forme remblayée. Les remblais ont été apportés depuis 1972 (fait constaté sur la photographie aérienne de 1972) jusqu'aux années 90. L'épaisseur des remblais n'est pas connue mais elle doit atteindre une vingtaine de mètres au niveau de la route de la Madone (comparaison entre la photographie aérienne de 1972 et la dépression actuelle de l'autre côté de la route).

Notons que la combe de 1 à 2 m en bordure du lotissement, à l'Est de la mine, est un terrassement artificiel réalisé pour l'écoulement des eaux. Le talus ouest est composé de roche massive affleurante.

En traversant la route de la Madone jusqu'au terail à proximité du puits Perret, plusieurs décrochements sont visibles. Ils sont stabilisés et supportent une forêt de résineux au moins trentenaires. Le décrochement ouest est nettement visible. Il s'agit d'un véritable escarpement rocheux d'une vingtaine de mètres. Sur le côté est, la limite de l'affaissement n'est pas visible (les aménagements de l'homme ayant modifié la topographie). Le profil des terrains suppose la mise en place de remblais.

En contrebas du carreau du puits Perret, aucun signe d'affaissement n'est visible. D'anciennes lagunes sont en voies de végétalisation. En revanche, la route reliant Sain Bel à St Pierre la Palud a été surélevée. Un indice probant, vestige du passé, témoigne du niveau du sol initial (présence à 2 m à l'aval de la route d'une galerie maçonnée).

En traversant la route, notre reconnaissance se porte sur la région Nord de l'exploitation. De la route jusqu'au sommet de la cité minière, l'affaissement a été comblé (remblais Crouzet).

La limite occidentale de l'affaissement ne se discerne pas dans le paysage. En revanche, du côté est, au niveau de la maison du Directeur, le décroché dans le terrain d'agrément et le talus abrupt dans le virage de la route constituent des repères caractéristiques de l'affaissement.

Puis à l'aval de la cité minière, au-delà du remblais Crouzet (en direction du ruisseau du Contresens), l'affaissement apparaît distinctement (décroché à l'Est et à l'Ouest). La dépression atteint dans son cœur une vingtaine de mètres. L'absence de remblais permet de constater une structure d'affaissement en gradin (type graben).

L'ensemble de la dépression est végétalisé (forêt). Il n'a pas été observé de fontis. La pente longitudinale de la dépression est relativement constante.

A la sortie de la dépression, nous accédons de nouveau à un remblais de stérile avant d'atteindre, 10 mètres en contrebas, le fond de vallée où s'écoule le ruisseau du Contresens. A noter que le ruisseau a été canalisé sur le tronçon du gisement (environ 100 m).

Différents motifs sont invoqués par les anciens mineurs : la canalisation du ruisseau éviterait le passage à gué ou l'inondation des parcelles ou encore l'infiltration des eaux dans la mine. La date de canalisation du ruisseau n'a pas été déterminée.

Enfin, à l'amont de la station d'épuration, le ruisseau a un cours libre. Celui-ci présente quelques ruptures de pentes mais l'observation de la limite de l'affaissement devient peu évidente.

En prenant du recul sur le versant opposé, l'affaissement devient remarquable (écart dans la frondaison des arbres et fossés d'effondrement dans la prairie est, au-dessus de la maison COQUELIN). Nous remarquons aussi distinctement une combe au-dessus de la Grande Maison (Chemin des S). La géométrie de cette combe n'est pas comparable à celles des affaissements miniers observés ailleurs. Elle n'est à l'aplomb d'aucun travaux miniers identifiés.

En ce qui concerne les anciennes mines, les missions de terrain menées sur ces zones n'ont pas mis en évidence d'affaissements miniers significatifs.

2.5. ANALYSE DES COUPES TRANSVERSALES AU GISEMENT

20 coupes transversales établies d'abord par les mineurs en 1946 puis mises à jour en 1960, ont été retrouvées dans les archives. Nos connaissances sur l'histoire de la mine nous ont permis de compléter ces coupes jusqu'à l'arrêt de la mine en 1972. Aussi, pour certaines d'entre-elles, la lentille a été prolongée jusqu'au niveau correspondant à l'arrêt de leur exploitation effective.

Afin de comprendre le mécanisme d'affaissement et l'angle d'influence, chacune des coupes (fournies à l'Annexe 2) a fait l'objet d'analyse.

Le groupe de travail a d'abord établi pour chacune d'elles :

- Le niveau du sol,
- Le niveau de fin d'exploitation et la date,
- Le(s) niveau(x) de changement de(s) méthode(s) d'exploitation,
- La zone d'affaissement constaté.

Deux angles d'influence ont été définis : un angle ouest et un angle est.

L'angle est calculé à partir du niveau de changement de méthode d'exploitation jusqu'à la zone d'affaissement constaté en surface. Il est important de signaler que ces angles sont biaisés et majorés: les limites d'affaissement constaté sont prises dans le prolongement des traits de coupes, lesquelles ne sont pas perpendiculaires au gisement. Par conséquent, il y a une majoration systématique des angles caractérisant le cône d'incidence.

Le tableau suivant récapitule les angles calculés sur les 20 coupes transversales.

Coupes	Angles Ouest (en degré)	Moyenne par groupe d'angles homogènes	Distance ZR-ZB*	Coupes	Angles Est (en degré)	Moyenne par groupe d'angles homogènes	Distance ZR-ZB*
N°1	5	**	-5	N°1	24		65
N°2	23		45	N°2	25		70
N°3	22	23	45	N°3	20	23	60
N°4	9		25	N°4	26		70
N°5	4		0	N°5	35		105
N°6	7		10	N°6	39		115
N°7	11		30	N°7	42		135
N°8	11		10	N°8	37		110
N°9	16	10	25	N°9	35	36	105
N°10	21		20	N°10	33		110
N°11	12		-15	N°11	35		100
N°12	10		-25	N°12	38		110
N°13	13	14	0	N°13	37	36	120
N°14	5		-10	N°14	25		80
N°15	1		-25	N°15	26		75
N°16	3		-30	N°16	25		40
N°17	-1		-25	N°17	22		50
N°18	8	3	20	N°18	28	25	50
N°19	10		20	N°19	31		95
N°20	5	8	5	N°20	26	29	55
Moyenne totale		9.75		Moyenne totale		30.45	
Ecart Type		6.73		Ecart Type		6.47	

* : distance entre la verticale des travaux miniers (ZR pour zone rouge) et la limite d'affaissement (ZB pour zone bleue)

** : non pris en compte dans le calcul de la moyenne et de l'écart-type

Tableau n°5 : Tableau récapitulatif des angles du cône d'incidence sur la « mine St-Gobain » (mine de pyrite), Sain Bel (69).

D'après le tableau récapitulatif des angles du cône d'incidence sur le mine St-Gobain, nous constatons que :

- Pour chacune des 20 coupes du gisement, l'angle ouest est toujours inférieur à l'angle est. La moyenne des angles est s'élève à 30° alors qu'elle n'est que de 10° pour les angles ouest. L'angle est témoigne donc d'une ouverture plus grande du cône d'incidence. Une particularité apparaît aussi au niveau des angles ouest puisque des angles sont négatifs ou proches de zéro. Cela signifie que sur ces secteurs, l'exploitation en profondeur n'a pas généré la mise en place d'un cône d'incidence ou d'une manière très peu sensible. Les terrains encaissants ont gardé leur intégrité et constituent des ponts durs au droit des terrains foudroyés (ce fait explique les distances négatives entre la zone rouge (=verticale des travaux miniers) et la zone bleue (=zone d'affaissement constatée en surface).

- Pour chacune des 20 coupes du gisement, plusieurs angles sont dans des ordres de grandeur voisins. Par conséquent, cinq ensembles sont discriminés :
 Les coupes situées aux extrémités du gisement (n°1-2-3 et n°19-20) constituent deux des cinq ensembles mais les mesures d'angles à ce niveau sont peu exploitables et assez imprécis (la limite d'affaissement dans les vallées n'est pas évidente et ne se traduit pas par des marques réelles sur le terrain).
 Les trois autres ensembles (n°4 à 9, n°10 à 13 et 14 à 18) témoignent d'angles homogènes avec un cône d'incidence à ouverture régulière et constante du côté est et à ouverture plus variable de proche en proche du côté ouest.

L'examen de ce tableau permet de dégager les observations suivantes :

- Homogénéité des angles par éponte : on peut constater très clairement la différence de réaction de l'éponte ouest dite « dure » et de l'éponte est dite « tendre ». La réaction de l'éponte tendre est très homogène, l'angle moyen constaté est de 30° avec un écart type assez serré. La réaction de l'éponte dure est plus contrastée puisque l'angle moyen est de 10° mais avec une dispersion plus grande.
- Homogénéité des angles par zone : l'analyse dans le sens longitudinal permet de délimiter cinq zones présentant des caractéristiques propres homogènes. Ces zones sont le reflet de la structure propre du gisement qui est affecté par des failles et dont l'allure des lentilles n'est pas homogène ; en effet certaines sont relativement massives et d'autres plus rubanées. La morphologie horizontale en « croissant » du gisement influe également sur ces zones.
- Valeurs intrinsèques des angles : les valeurs des angles relevées ne sont pas aberrantes eu égard aux caractéristiques de l'encaissant existant et de la schistosité.

Le schéma conceptuel des manifestations en surface suivant peut être retenu :

L'exploitation a commencé en partie supérieure du gisement immédiatement sous le chapeau de fer qui couvre l'amas de pyrite. Elle s'est approfondie progressivement et un remblayage a été mis en place dans les travaux miniers jusqu'en 1945 ; une méthode unidescendante foudroyée a ensuite été appliquée dans la partie profonde à partir de la cote 188 NGF environ.

Le gisement a été exploité de façon relativement homogène par tranches horizontales descendantes appliquées à toute sa surface. Une seule zone a été exploitée par tranches montantes remblayées après 1945 dans la lentille Saint Gobain mais elle n'a pas généré de comportement spécifique des terrains, probablement du fait de sa profondeur.

Dès le début de l'exploitation intensive de la pyrite, des manifestations en surface sont constatées à la verticale des travaux miniers: jusqu'à 4 mètres d'affaissement dès 1889. Il est clair que les caractéristiques mécaniques du chapeau de fer étaient insuffisantes pour assurer la tenue des terrains sus-jacents qui allaient inéluctablement « suivre » l'exploitation au cours de son approfondissement.

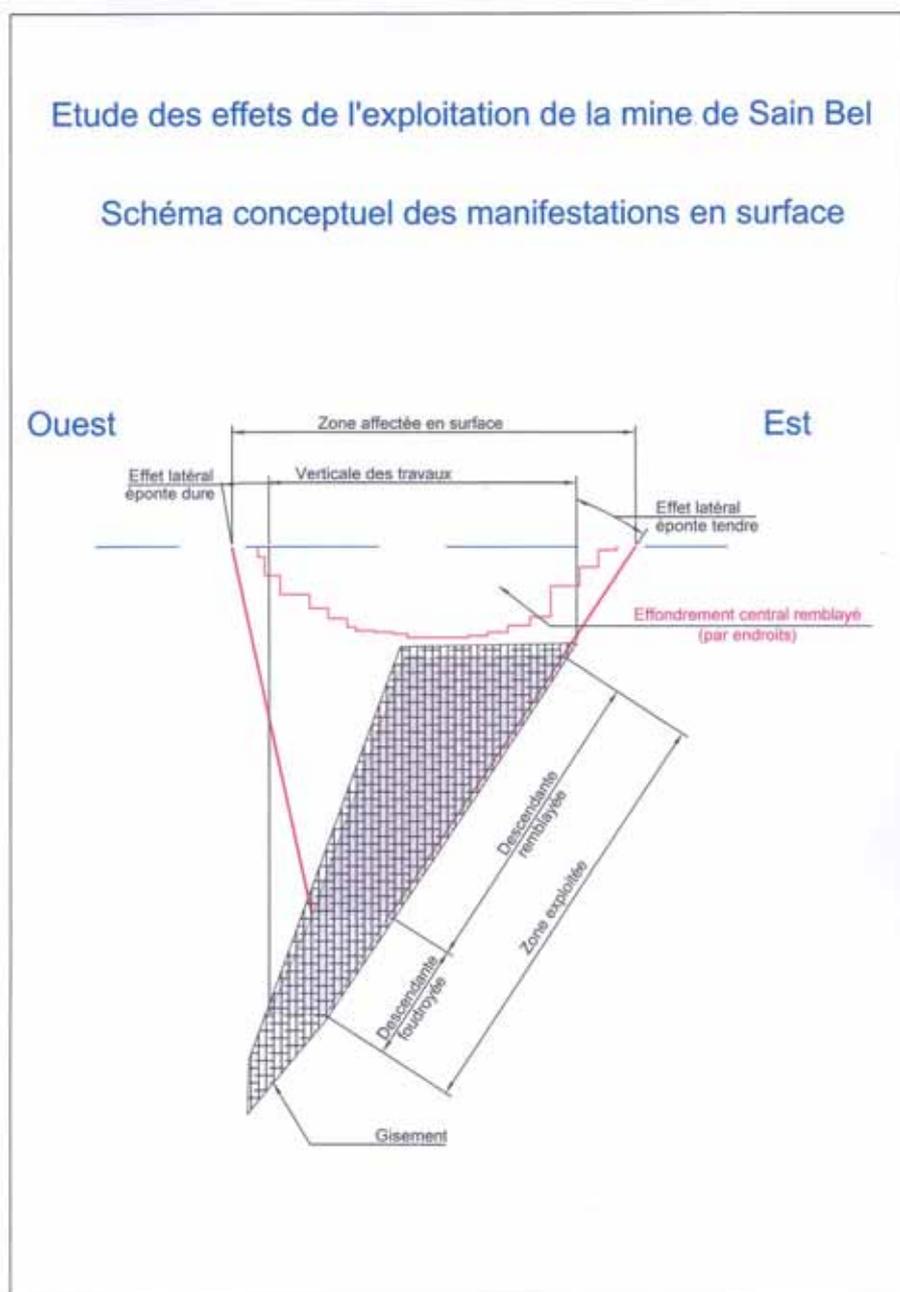
Par ailleurs, la technique d'exploitation des sous-étages remblayés utilisée pour exploiter les 4/5^{ème} supérieurs du gisement a permis de limiter l'effet en surface en terme de volume de l'effondrement.

Cette technique a aussi probablement permis d'adoucir les effets latéraux de cet effondrement à la verticale des travaux par effet de clavage qui s'est trouvé renforcé par les produits plus fins du remblayage.

L'éponte dure présente donc une cassure relativement nette quasi verticale qui a préservé les terrains de surface alors que l'éponte tendre s'est cassée en forme de « graben » et a induit des mouvements de remise en place des terrains de surface qui s'apparentent à des glissements de talus lorsqu'on s'éloigne de l'exploitation.

C'est ainsi que l'on peut expliquer la dissymétrie très nette entre les effets en surface de part et d'autre de l'exploitation.

Ce schéma conceptuel est représenté graphiquement ci-dessous.



2.6. HISTORIQUE DES EVENEMENTS PARTICULIERS EN SURFACE

La liste des documents ou/et données historiques sur l'influence des travaux miniers sur la surface est restreinte :

- Plan de 1889 : ce plan témoigne des premiers affaissements plurimétriques du sol (jusqu'à 4 mètres) qui se produisent sur l'ensemble de la zone d'exploitation de la pyrite. L'ouverture des chantiers d'extraction de pyrite conduit donc, très tôt, à des désordres en surface. L'origine de l'affaissement est imputable à l'exploitation intensive de la pyrite de fer. De plus, l'affaissement se met en place à la verticale des travaux miniers. Les lignes de rupture suivent la limite des travaux de l'époque. Les lignes de rupture sont parallèles. Par rapport à l'état topographique actuel où les rejets sont pluridécamétriques, il est certain que l'affaissement s'est poursuivi au cours du temps (depuis 1889 jusqu'à une date indéterminée correspondant au clivage des terrains). Le mécanisme de l'affaissement a été a priori lent et constant (phénomène de subsidence) et n'a pas été brutal (type collapse). Ce point semble confirmer par l'absence dans les écrits anciens d'événement catastrophe.
- Septembre 1925, éboulement de l'orifice du puits A (cf. note de BARBE p 24).
- Entre 1935 et 1937 mise des maisons sur vérins : maison du directeur (construite en 1880), trois maisons le long de la route reliant Sain Bel à St-Pierre à Palud (cf. note BARBE p 10). Les habitations ayant subi l'influence de l'exploitation souterraine de la pyrite sont peu nombreuses. Ces quatre anciennes constructions minières sont situées du même côté par rapport à l'exploitation (côté oriental au niveau de l'épente tendre) et dans le même secteur (relativement proche l'une de l'autre). Depuis ce temps, aucune autre habitation n'a été équipée de vérins de sorte que cet effet ponctuel ne s'est pas propagé. Dans ce secteur qui reste limitrophe à la zone d'affaissement, une zone de fragilité a existé. Depuis l'arrêt de la mine, les habitants ne se sont pas manifestés.
- Mai 1965, éboulement de surface correspondant à la tête du faux-puits de la Baudette (cf. note de BARBE p 24).
- 1969 : écroulement de la maison en bordure de la cité minière.
- 1946 à 1977 : quatre plans disponibles dans les archives de la CIM (plans intitulés affaissements Plan 1, 1 bis, 1 ter et 2 au 1/1000e) montrent l'évolution de l'affaissement de 1946 à 1977 et présentent un suivi de divers bâtiments situés non loin de la zone d'exploitation.
- 1990 à aujourd'hui : remblayage Crouzet au niveau de la cité : l'entreprise de terrassement CROUZET remplit l'affaissement en face de la cité ouvrière (stockage de matériau de déblais).
- 1996 : Effondrement-glisement de la route à proximité du puits Neuf. Le groupe de travail a des incertitudes sur la cause de ce phénomène : effet de versant, influence du Pigeonnier, zone de fragilité de l'encaissant. Cet effet est situé à la limite de la zone d'affaissement de la mine St-Gobain.

- 1997 : Obturation d'un fontis au Gervais (propriété de M. RAYMOND). Ce fontis pourrait être lié à un objet minier mal identifié : cheminée d'aéragé. Ce fontis a été comblé par apport de tout-venant (1,5 m³ environ).
- 2005 : Obturation d'un fontis découvert lors de travaux de pose de canalisation à la verticale de la descenderie des Croix (ZAC Perret). Ce fontis a été comblé par apport de tout-venant (12 m³ environ). Par ailleurs, visite de deux sites signalés par un habitant du Gervais : aucune manifestation de surface constatée. Après vérification sur les plans, il a pu être constaté qu'il n'y avait aucun travaux miniers sous ces parcelles.
- Pendant l'exploitation de la mine :
 - Dégradation de la maison COQUELIN: cette ancienne maison minière (construite en 1874), encore existante et située à proximité du puits Neuf, a été impactée et détériorée au fur et à mesure de l'exploitation. Cette habitation est aussi à proximité immédiate de la zone d'affaissement. Sa vulnérabilité s'explique d'une part par la présence de travaux miniers conséquents, de faible profondeur et peu distants de l'habitation ; et d'autre part par une instabilité de versant (stockage de remblais sur la bordure et effondrement-glisement de la route en contrebas).
 - Renforcement par équerrage d'une maison de la cité minière (construite vers 1905-1906) à proximité immédiate de la zone d'affaissement.

2.7. NIVELLEMENT DE LA MINE DE PYRITE

Le dossier de fermeture établi par la CIM en 1978 comporte trois plans intéressants pour apprécier l'influence des travaux souterrains sur la surface.

Ces plans référencés FSB n°59 – 60 et 61 indiquent le suivi altimétrique de **175 repères de nivellement** installés au niveau de la commune de Saint-Pierre la Palud.

Les mesures couvrent **une période de 30 ans, de décembre 1946 à janvier 1977.**

Au cours de cette période, deux événements remarquables sont à souligner :

- le changement des méthodes d'exploitation (en particulier le foudroyage au dépend du remblayage) entre 1946 et 1955 ;
- et l'arrêt de l'exploitation de la mine de Sain Bel en 1972.

Les plans référencés FSB n°59 – 60 et 61 ont fait l'objet d'une analyse détaillée consistant à :

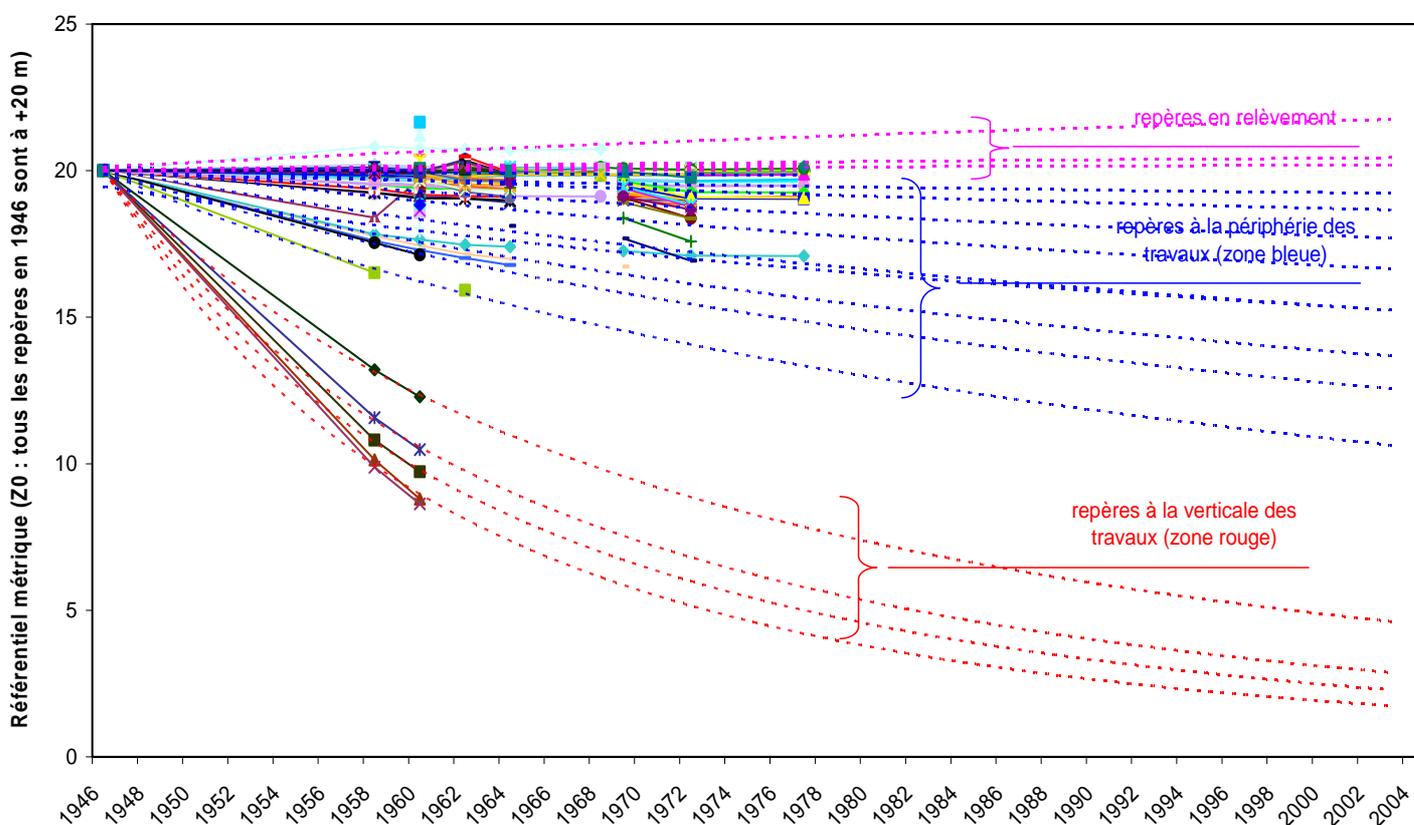
- Numériser les cotes : au total, 988 ;
- Calculer l'écart altimétrique entre la cote la plus ancienne et celle la plus récente sur chacun des repères ; de façon à voir les mouvements de terrain sur la période considérée ;
- Cartographier les mouvements de terrain par zones ;
- Dresser les courbes d'affaissement et leurs projections jusqu'à nos jours.

Commentaire des résultats :

L'examen détaillé du suivi de nivellement met en évidence que :

- L'éponte ouest, caractérisée par une roche dure et résistante, a faiblement travaillé. L'ensemble des points de nivellement sur cette bordure (et à plus forte raison, ceux à proximité immédiate de la verticale des travaux miniers) n'a bougé que **dans une gamme centimétrique** (< 10 cm cumulé sur les 30 ans d'observations).
- L'éponte est, caractérisée par une roche plus tendre et schistosée, a conduit en surface, à un **affaissement gradué** des terrains (du mètre en bordure immédiate de la verticale des travaux miniers avec de moins en moins d'effets au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'exploitation).
- Les deux épontes présentent deux secteurs en relèvement : le premier au niveau du puits Perret et le deuxième au-delà de l'ancienne maison de direction et du musée de la mine.
- Les mouvements de terrain s'atténuent (tant en affaissement qu'en relèvement) après la fermeture de la mine. Par projection des courbes, les déplacements verticaux tendent vers le millimètre ou s'annulent au jour d'aujourd'hui (asymptote).

Evolution des repères de nivellement sur la mine de Sain Bel : période d'observation 30 ans & courbe de regression avec projection jusqu'en 2004 (en pointillé)



Graphique n°2 : Evolution des repères de nivellement au cours du temps avec projection des courbes de tendance jusqu'en 2004, Mine de Sain Bel (69).

3. CARTOGRAPHIE DES INFORMATIONS

Les données factuelles ont été cartographiées distinctement sur les trois plans joints au présent rapport.

- ✓ Le plan de synthèse des travaux miniers de la Mine de Sain Bel (fourni dans la pièce n°2) cartographie les chantiers d'exploitation et les réseaux miniers sur les différentes mines.
- ✓ Le plan de zonage – synthèse des effets des travaux miniers (fourni dans la pièce n°2) représente trois zones caractéristiques :
 - Zone rouge : zone à la verticale des chantiers d'exploitation ;
 - Zone bleue : zone d'affaissement observé en surface autour du gisement de pyrite. Cette zone est spécifique à l'exploitation St-Gobain. Il n'en existe pas de zonage similaire sur les anciennes mines ;
 - Zone verte : zone-mémoire d'effets passés localisés. Cette zone est spécifique à l'exploitation St-Gobain. Il n'en existe pas de zonage similaire sur les anciennes mines. Le tracé du contour résulte d'une interpolation.

La construction du plan de zonage – synthèse des effets des travaux miniers (fourni dans la pièce n°2) est décrite ci-dessous.

- ✓ Enfin, le zonage global de l'aléa minier a été reporté sur un ultime plan (fourni dans la pièce n°2).

3.1. ZONE A LA VERTICALE DES TRAVAUX MINIERS

Mine de pyrite

La zone d'emprise des emprunts ou du défrètement *sensu stricto* équivaut à la projection verticale des différents chantiers miniers.

La construction de cette zone (figuré de croix rouge sur la carte de zonage) a été effectuée en deux étapes :

- 1^{ère} étape : sur le plan de synthèse des travaux miniers, ont été représentés cinq chantiers d'exploitation pris à des niveaux repères (étage St-Jean, étage 136, étage 166, étage 200 et étage 256) de façon à disposer d'un échantillonnage représentatif des emprunts sur la totalité de la mine [tant sur le plan vertical que sur le plan longitudinal]. Une enveloppe englobant l'ensemble de ces quartiers d'exploitation a été dessinée.
- 2^{ème} étape : à partir des 20 coupes transversales citées précédemment, a été reporté au niveau de chaque trait de coupe [10 sur la région sud et 10 sur la région nord], la verticale des lentilles. L'ensemble de l'exploitation a ainsi été cerné par une deuxième enveloppe.

Au terme de ces étapes, les deux enveloppes ont été superposées afin de les comparer. La comparaison a montré un recollement quasi-parfait sur l'ensemble de l'exploitation. L'écart entre les deux enveloppes n'excède pas 10 m.

Par principe de précaution, le trait le plus extérieur au gisement a été systématiquement retenu.

L'ensemble des objets miniers dans cette zone a été détruit à la suite du foudroyage de la mine.

La carte a été dressée à partir du dépouillement des plans et données disponibles dans les archives. Ces documents sont susceptibles de contenir des lacunes ou des erreurs. Néanmoins, au vu de la qualité et de la quantité de documents, le groupe de travail considère que ce risque d'erreur reste négligeable. L'enveloppe du défrètement est bien calée.

Anciennes mines (Vieilles Mines, Mine du Gervais et silice associée et Mine du Pilon)

Faute de documents sur la puissance horizontale des défrètements, le groupe de travail a construit *a priori* une zone des travaux (figuré en pointillé rouge).

Au regard des plans à disposition, nous constatons que le réseau minier des anciennes exploitations comporte peu de recoupes, laissant supposer que les veines de minerai de cuivre étaient pincées et peu puissantes. Les emprunts devaient alors a priori être localisés dans l'axe du réseau minier. Ce fait nous a conduits à tracer une zone rouge encadrant la verticale des travaux miniers (observés uniquement à partir d'une ou deux coupes longitudinales) à l'exception des galeries situées aux extrémités des gisements considérées comme des reconnaissances. En effet, au vu de leur position désaxée, de leur faible nombre et de l'absence totale de représentation de travaux miniers sur les coupes longitudinales, les antennes terminales du réseau des anciennes mines s'assimilent à des recherches sans exploitation. Construites sur le modèle de la mine de pyrite, les galeries hors-zone rouge apparaissent en orange sur la carte de zonage. Le réseau minier à l'intérieur de la zone rouge figure en marron.

Dans le détail, la zone rouge a été tracée comme suit :

- avec une distance constante autour du réseau minier pour ce qui concerne la mine du Pilon et la mine du Gervais et de silice associée. Cette distance est de l'ordre d'une quinzaine mètres par rapport à la galerie la plus extérieure. Aucun effet en surface n'a été observé. Par conséquent, la zone rouge n'a pas été élargie outre mesure contrairement à celle des Vieilles Mines.
- pour ce qui concerne les Vieilles Mines, la zone rouge est à une distance de l'ordre d'une quinzaine de mètres par rapport à la galerie la plus extérieure à l'aval topographique (coté talweg) et d'une trentaine de mètres par rapport à la galerie la plus extérieure à l'amont topographique. Cette distinction s'explique par la prise en compte de la topographie et par le constat en surface de décrochés et de rupture de pente dans les champs amonts.

3.2. ZONE D'AFFAISSEMENT OBSERVE EN SURFACE AUTOUR DU GISEMENT DE PYRITE

Comme nous l'avons vu sur les photographies aériennes et lors de nos reconnaissances de terrain, l'effondrement de la zone d'exploitation St-Gobain a induit un affaissement.

La ligne de rupture constatée a permis de délimiter la zone d'influence en surface des travaux miniers. Cette zone d'affaissement observée en surface autour du gisement de pyrite apparaît en bleu sur la carte de zonage.

3.3. ZONE-MEMOIRE DES EFFETS PASSES LOCALISES

La zone-mémoire d'effets passés localisés figure en vert sur la carte de zonage. Elle a été construite par interpolation à partir des événements particuliers de surface : maisons sur vérins, maison COQUELIN et points nivelés figurant sur les plans de suivi des affaissements.

3.4. REPRESENTATION DES OBJETS MINIERS

Les objets miniers correspondent d'une part aux orifices au jour (puits, descenderies, accès divers à la mine) et d'autre part à l'infrastructure souterraine (galeries, bures, travers-bancs).

Les orifices débouchant au jour (puits et galeries) sont matérialisés par un cercle rouge d'un rayon de 15 mètres.

Le postulat pour la figuration des réseaux miniers souterrains sur la carte de zonage consiste à représenter uniquement les édifices encore remarquables à l'extérieur de la zone du défruitement.

Autrement dit, sur la carte de zonage, les galeries situées en dehors de la zone rouge sont colorisés en orange (pour la mine de pyrite et pour les anciennes mines).

4. APPRECIATIONS DES ALEAS RESIDUELS

4.1. DEFINITION DE L'ALEA MINIER

L'aléa est classiquement défini comme la probabilité d'occurrence d'un phénomène de gravité donnée, sur une période de référence donnée et pour une zone donnée (*source : Evaluation des aléas liés aux cavités souterraines, Collection Environnement Les Risques Naturels, MATE/INERIS/LCPC, juin 2002*).

Dans le cas minier, contrairement à certains phénomènes naturels, tels que les séismes ou les inondations pour lesquels on peut estimer des périodes de retour, les mouvements de terrains et en particulier les effondrements de cavités souterraines entraînant un cratère en surface sont peu ou pas probabilisables. La formule - probabilité * gravité = aléa – est inadaptée dans le cas minier.

Le degré de l'aléa minier doit donc s'apprécier d'une part, en terme de phénomènes redoutés et d'autre part, en gravité.

Dans le cas de la mine de Sain Bel, nous utiliserons les critères inscrits dans le tableau suivant pour définir le degré d'aléa minier.

Aléa	FORT	Moyen	Faible	Très faible
Phénomènes redoutés	Effondrement ou affaissement majeur	Affaissement	Tassement	Néant
Gravité	Victime humaine et dégâts de surface très conséquents	Dégâts de surface conséquents	Dégâts de surface peu conséquents	Pas de dégâts
Durée	Rapide	Relativement lent	Durable	-
Position dans le temps	A venir ou Déjà produit		Actif ou Arrêté	Mémoire minière

Tableau n°6 : Grille d'évaluation du degré d'aléa minier résiduel.

Remarque : cette grille d'évaluation du degré d'aléa minier résiduel vaut aussi bien pour les zones d'exploitation que pour les galeries de reconnaissance ou que pour les orifices au jour.

Les phénomènes redoutés à la surface du sol sont au nombre de 4 :

1. l'effondrement ou l'affaissement majeur : ces événements traduisent une destruction ou un remaniement tel des terrains que l'état de surface est un chaos (cratère, fontis, graben, pente devenue très raide,...). D'une manière plus générale, cette case de la grille regroupe tout désordre en surface correspondant à un mouvement de terrain d'ordre métrique à plurimétriques.
2. l'affaissement : ce terme s'entend au sens topographique et géologique. C'est un mouvement des terrains sous forme de cuvette avec conservation de la structure des terrains superficiels. La surface du sol a toujours sa consistance mais l'amplitude entre l'état initial et le sol affaissé reste relativement importante. D'une manière plus générale, cette case de la grille regroupe tout désordre en surface correspondant à un mouvement de terrain d'ordre métrique à décimétrique.
3. le tassement : C'est un fléchissement très atténué de la surface. Le tassement correspond à un mouvement de terrain d'ordre décimétrique à millimétrique.
4. aucun phénomène redouté : Ce sont les cas de figure où les phénomènes précédents sont :
 - a. soit déjà produits – ce qui est tombé ne tombera plus –
 - b. soit stabilisés – la descente des terrains est arrêtée définitivement –
 - c. soit impossible – le vide souterrain ne peut entraîner la rupture ou la déformation des terrains sus-jacents pour des raisons mécaniques.

Cette case de la grille sert surtout à la mémoire minière.

La **gravité** est liée aux phénomènes redoutés.

Si les phénomènes conduisent à des pertes irréversibles (mort d'une personne, perte définitive de l'usage d'un bien), la gravité est alors forte. Lorsque la perte n'est pas définitive mais que l'usage du bien est sensiblement modifié, la gravité est moyenne. La gravité faible correspond à des dégâts de surface que l'on peut réparer raisonnablement ou dont l'on peut s'accommoder. Enfin, une gravité très faible (pour ne pas dire nulle) équivaut à l'absence de dégâts en surface tant humain, matériel qu'environnementaux.

La **durée** est le laps de temps durant lequel les phénomènes redoutés se produisent. L'effondrement de cavités souterraines entraînant un cratère en surface est un événement rapide au regard de l'affaissement et du tassement qui sont des modifications perceptibles sur des périodes plus longues. Mais il ne faut pas confondre la durée du phénomène avec le temps qui passe.

La **notion du temps** joue un rôle fondamental dans l'appréciation de l'aléa minier : c'est l'évolution de l'exploitation minière dans le temps qui oriente l'aléa. L'aléa n'est plus le même dès lors que le phénomène est susceptible de se produire ou est en cours ou s'est déjà produit. Dans un premier temps, les effets directs de l'exploitation génèrent un aléa fort du fait des risques d'effondrement. Dans un second temps, l'arrêt de l'exploitation puis le remblaiement en surface des zones effondrées réduisent progressivement l'aléa.

Evidemment, l'évaluation de l'aléa vaut pour aujourd'hui. L'intérêt de la reconstitution de l'histoire de l'exploitation réside dans le fait que cette reconstitution permet de se repositionner dans le temps et de vérifier que les périodes d'aléas forts ont été franchies ou subsistent éventuellement.

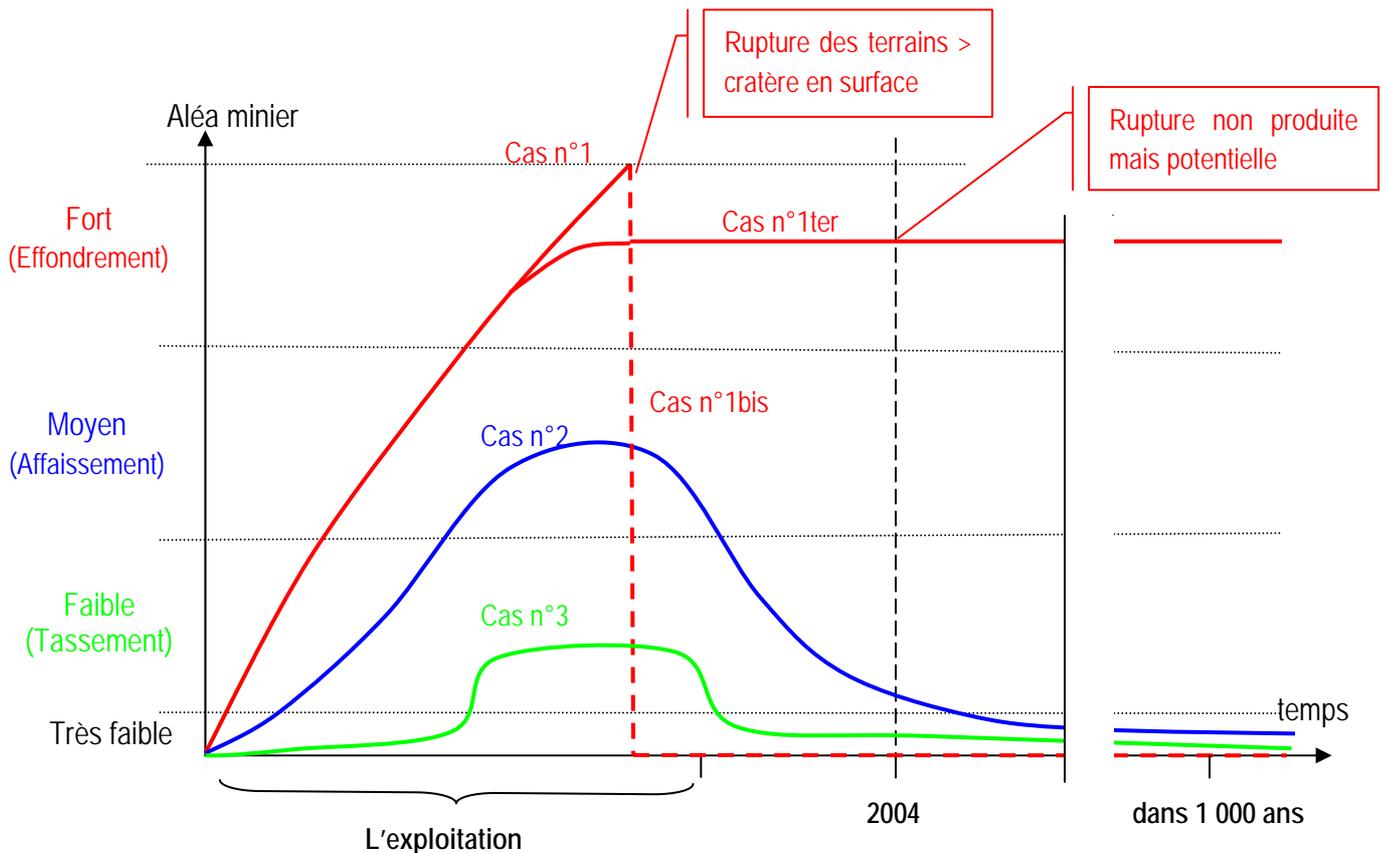


Figure n°1 : Graphique schématisant le niveau d'aléa minier en fonction du temps.

Le graphique précédent présente trois cas d'évolution type de l'aléa minier :

- **Cas n°1 = courbe rouge :** l'exploitation génère rapidement un risque d'effondrement du fait de la méthode employée. Si l'effondrement se produit (**cas n°1 bis = courbe rouge pointillée**), la zone d'aléa minier fort disparaît. Si le phénomène redouté n'apparaît pas, l'aléa fort existe et subsiste (**cas n°1ter = courbe rouge**).
- **Cas n°2 = courbe bleue :** l'exploitation génère un risque d'affaissement du fait de la méthode employée. L'affaissement se produit pendant toute la durée de l'exploitation puis diminue progressivement après arrêt des travaux et finit par disparaître.
- **Cas n°3 = courbe verte :** l'exploitation ne génère qu'un risque de tassement. Les effets en surface sont peu perceptibles et disparaissent rapidement après l'arrêt des travaux.

Enfin, l'aléa minier résiduel ne préjuge pas des risques ou des responsabilités. Sa valeur est technique et scientifique. Il sert d'outil d'aide à la décision mais n'a pas pour objet de préciser la constructibilité ou l'aménagement des territoires communaux.

La cartographie du zonage global de l'aléa minier ne préjuge pas du PPRM Plan de Prévention des Risques Miniers, dont l'élaboration est à la charge des services de l'Etat.

4.2. ZONAGE DES RISQUES

A la lumière des investigations et de notre étude, il ne subsiste pas de :

- ✓ risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens et des personnes après l'arrêt des travaux miniers (article 91 du Code Minier)
- ✓ risques importants d'affaissement de terrain ou d'accumulation de gaz dangereux (article 93 du Code Minier)

Cependant, l'exploitant dans un souci de conservation de la mémoire minière, a décidé de produire un plan reprenant les diverses zones impactées par les travaux miniers.

4.2.1. Zone rouge de la mine de pyrite

La zone rouge caractérise la verticale des exploitations : cette zone témoigne de l'effondrement généralisé qui a affecté la mine de pyrite. Cet effondrement a eu lieu pendant la période d'activité de la mine du fait de la technique d'exploitation employée (sous-étages descendants à deux tranches montantes remblayées à la main de 1870 à 1945-50 puis foudroyage durant les 25 dernières années).

L'effondrement est le résultat direct de l'exploitation. Aucun vide souterrain ne subsiste.

La technique du remblayage a été appliquée sur les 4/5^{ème} de la zone d'exploitation. Le remblayage n'a pas empêché la rupture des terrains mais a réduit l'effet en surface de l'exploitation. Il a également permis de réduire l'effet sur le chantier d'exploitation en participant efficacement au remplissage, au foisonnement et au clavage de la zone située immédiatement au-dessus du chantier. Cette technique équivaut en fait à un foudroyage différé. La technique des sous-étages descendants remblayés a été ensuite remplacée par la technique d'unidescendante foudroyée.

Le foudroyage pratiqué en profondeur a conduit à la « descente » de cette colonne de matériaux en restant au toit du chantier. La technique du foudroyage a accéléré l'effet en surface.

Ainsi, le gisement de pyrite a été remplacé par un matelas de remblais et de roche foisonnés et bloqués.

Depuis l'arrêt de la mine, l'effondrement en surface ne s'est pas poursuivi.

Le moteur de l'effondrement en surface, autrement dit l'exploitation souterraine, ne fonctionne plus. Les courbes de nivellement montraient bien que les terrains en surface ne bougeaient plus depuis la fermeture de la mine. En extrapolant ces courbes, toutes choses égales par ailleurs, le mouvement des terrains en surface est inférieur au millimètre par an.

Conformément à notre grille d'analyse, nous pourrions classer cette zone en aléa négligeable mais l'importance de la hauteur du matelas de remblais et de roche foisonnés et bloqués (300 m) ne doit pas être négligée.

De plus, l'effondrement a été remblayé en surface, en partie, au Sud (remblai Crouzet) et au Nord (remblai au-dessus d'une décharge au niveau du chemin de la Madone). Ces plateformes en remblais, d'une trentaine de mètres d'épaisseur, présentent par leur nature, l'inconvénient d'un éventuel tassement différentiel des terrains. Ce phénomène est plus géotechnique que minier.

Devant ces états de faits, l'aléa minier résiduel de la zone rouge est faible.

4.2.2. Zone bleue de la mine de pyrite

La zone bleue caractérise l'influence latérale notable des travaux miniers sur la surface (par modification et chamboulement de l'état topographique initial). L'exploitation minière a généré un travail des terrains sous la forme d'un cône d'incidence. Ce cône d'incidence est connu sur l'ensemble de l'exploitation.

Les angles d'influence ont été calculés (*cf.* paragraphe précédent) et ont révélé globalement la différence de dureté des épontes. Il existe une éponte ouest considérée comme dure (les angles ouest sont systématiquement inférieurs aux angles est) et une éponte est, plus tendre et ayant une schistosité favorable au glissement du sol et du sous-sol.

Ce cône d'incidence s'est naturellement mis en place pendant l'activité de la mine de pyrite et il n'y a pas eu de manifestations nouvelles depuis l'arrêt de la mine.

L'arrêt de la mine a conduit à l'arrêt de l'influence en surface du fait de la relation de cause à effet entre l'exploitation souterraine et l'ouverture du cône d'incidence. Nous sommes, au droit de cette zone, en présence des formations originelles (caractéristiques intrinsèques des roches inchangées) et non remaniées au sens déblai/remblai : les terrains d'origine ont uniquement subi l'activité indirecte de la mine, ils ont travaillé, bougé et ont repris un profil d'équilibre.

Le fait que la plus grande partie de l'effondrement est à ce jour remblayé participe également au maintien de ce profil d'équilibre.

Le phénomène d'affaissement-glisement n'est plus actif. La zone est devenue un coin buttant sur le matelas de remblais de la mine.

Conformément à notre grille d'analyse, nous classons cette zone en aléa très faible.

4.2.3. Zone verte de la mine de pyrite

La zone verte caractérise des effets localisés passés (Habitations sur vérin, Habitation dégradée COQUELIN, loupe de glissement de la route à proximité du puits Neuf). Cette zone reste singulière par rapport au mécanisme général d'affaissement. Elle correspond à une bande dans l'éponte tendre (avec sans doute une roche de moins bonne cohésion sur ce flanc particulier).

Cette zone témoigne des effets induits pendant l'exploitation de la mine. Le mouvement des terrains était synchrone à l'exploitation. Depuis 30 ans, rien n'est à signaler à la surface.

Quatre maisons d'habitation ont été construites depuis l'arrêt de la mine dans cette zone (ZAC La Cluzet). Ces maisons ne présentent aucun signe de dégâts miniers.

Conformément à notre grille d'analyse, nous classons cette zone en aléa très faible.

4.2.4. Zone des anciennes exploitations

En ce qui concerne les anciennes exploitations (Vieilles Mines, Pilon, Gervais), les considérations vis à vis des aléas sont les suivantes :

- Au niveau des anciennes exploitations, il y a peu d'informations sur l'emprise des travaux : au regard des éléments à disposition, nous ne connaissons pas la méthode d'exploitation utilisée par les anciens.

Par ailleurs, nous constatons que le réseau minier des anciennes exploitations comporte peu de recoupe, laissant supposer que les veines de minerai de cuivre étaient pincées et peu puissantes. Les emprunts devaient alors a priori être localisés dans l'axe du réseau minier. Ce fait nous a conduit à tracer d'une part une zone rouge encadrant la verticale des travaux miniers (observée uniquement à partir d'une ou deux coupes longitudinales disponibles) et d'autre part les galeries situées aux extrémités des gisements considérées comme des reconnaissances. En effet, au vu de leur position désaxée, de leur faible nombre et de l'absence totale de représentation de travaux miniers sur les coupes longitudinales, les antennes terminales du réseau des anciennes mines s'assimilent à des recherches sans exploitation.

- Aucun effet en surface n'est remarquable si ce n'est une zone singulière située à proximité du chemin des S mais se trouvant très décalée par rapport à l'exploitation du Gervais. Cette combe est liée probablement à une reconnaissance ancestrale depuis la surface ou à une ancienne carrière. Cette zone est matérialisée en bleu.
- La période de retour (150 ans depuis l'arrêt des anciens travaux) sans événement enregistré, est un facteur positif pour ne pas augmenter outre mesure ces zones.

L'aléa de ces zones est estimé comme moyen du fait de l'incertitude sur l'existence de vides souterrains et de l'état résiduel des travaux miniers.

4.2.5. Objets miniers « satellites »

En ce qui concerne les objets miniers en dehors de la zone rouge, nous retenons:

- Un aléa moyen dans un rayon de 15 mètres autour des puits et des entrées de galeries du fait de l'incertitude de localisation des orifices au jour et de la tenue à très long terme de leur bouchage,
- Aucun aléa résiduel pour l'ensemble des galeries hors-zone rouge (autrement dit, les galeries représentées en orange qui correspondent aux recherches ou aux extrémités des réseaux miniers des anciennes exploitations ou encore à l'ossature profonde de la mine de pyrite) en raison de leur section, de leur profondeur, de leur localisation dans l'éponte dure et de la période de retour sans manifestation notable en surface liée à ces galeries.

4.3. DISCUSSIONS DES INCERTITUDES ET DU CALAGE DES ZONES

L'examen approfondi des plans d'exploitation a abouti à dessiner un zonage global de l'aléa minier de la mine de Sain Bel. Il est important de souligner que notre raisonnement se base sur un zonage strict sans application de marge de sécurité et ce à quelque niveau que se soit dans l'analyse. Pour parfaire les plans, les limites aux extrémités du gisement de pyrite (= dans les talwegs) ou les contours au niveau des anciennes mines sont dessinés en pointillé faute d'éléments probants au diagnostic de l'aléa minier.

Discussions sur la conception et la fiabilité des enveloppes :

Les trois documents cartographiques (plan de synthèse des travaux miniers, plan de zonage des effets en surface et plan du zonage global de l'aléa minier) ont été dressés à partir du dépouillement des plans archivés à

la CIM. Ces derniers sont susceptibles de contenir des lacunes ou des erreurs. Néanmoins, au vu de la qualité et de la quantité de documents, le groupe de travail considère que ce risque d'erreur reste négligeable. Par conséquent, l'implantation des orifices au jour et des réseaux miniers ainsi que la position des travaux sont fiables et exempt d'incertitudes.

Incertitude inhérente aux changements d'échelle :

L'incertitude inhérente aux changements d'échelle (plan du fond au 1/500 et plan de surface au 1/2 000) induit une dérive sur l'enveloppe des zones. Sur la carte de la surface au 1/2 000, 1 mm représente 2 m et sur les plans des travaux du fond au 1/500, 1 mm représente 0.5 m. Selon la qualité des plans, le nombre de points de calage et le recollement au 1/2 000, la dérive a été estimée, pour la mine de Sain Bel, entre 2 m et 3 m.

Epaisseur du trait :

L'épaisseur des traits de zonage est de 2 mètres.

L'ensemble des documents cartographiques a été réalisé sous AutoCad, par le cabinet de géomètre DPLG CHASLOT.

En conclusion, les éléments cartographiques établis dans le cadre de cette étude par recoupement entre des observations de terrain et les nombreux plans disponibles présentent une bonne fiabilité.

4.4. CONCLUSION : ZONAGE GLOBAL DE L'ALEA MINIER

L'étude a montré qu'il ne restait aucun risque minier important et en définitive, le groupe de travail a décidé de réunir sur un seul document, le zonage global de l'aléa minier.

Sur ce plan (fourni dans la pièce n°2), les zones d'aléa minier sont au nombre de 5 :

- La zone d'exploitation Saint-Gobain et mine du Gervais,
- La zone d'exploitation de la Mine du Pilon,
- La zone d'exploitation des Vieilles Mines,
- La zone d'exploitation de la Mine dite de silice,
- La zone suspecte du chemin des S.

Les orifices débouchant au jour situés en dehors des zones précédentes ont fait l'objet d'un zonage spécifique se caractérisant par un cercle de rayon de 15 mètres.

Le zonage global de l'aléa minier représente l'enveloppe de l'ensemble des effets en surface de l'activité minière qui devrait rester dans la mémoire collective.

5. CORRESPONDANCE DE CETTE ETUDE AVEC LES DISPOSITIONS DE L'ARRETE DU 8 SEPTEMBRE 2004

5.1. DISPOSITIONS GENERALES PREVUES A L'ARTICLE 12 DE L'ARRETE SUSVISE

5.1.1. Risques de fontis, d'affaissement ou d'effondrement et les mesures envisagées

La présente étude a examiné directement les risques de fontis, d'affaissement ou d'effondrement à travers l'analyse des phénomènes redoutés et du niveau d'aléa associé. De tels risques n'existent pratiquement plus à la mine de Sain Bel au regard des éléments factuels présentés au chapitre 2 de la présente étude. Il n'existe d'ailleurs aucune cavité souterraine dans la mesure où l'ensemble des travaux miniers a été foudroyé. Aucune mesure n'est envisagée à cet égard.

5.1.2. Risques d'inondation, d'émanation de gaz dangereux ou nocifs, les pollutions des sols et les risques radiologiques

Il n'existe aucun risque d'inondation, d'émanation de gaz dangereux ou nocifs et de risques radiologiques sur le site de Sain Bel.

Il n'y a pas de pollution des sols associée directement aux travaux miniers. L'effet des installations de surface est abordé dans le mémoire (pièce n°3).

Il n'y a pas de vide minier dont la stabilité repose sur la résistance des roches en place du fait de la méthode d'exploitation par remblaiement et foudroyage. Le vieillissement des roches n'a donc aucun effet sur la stabilité à long terme. L'influence de l'eau qui lixivie la pyrite est considérée comme négligeable en terme de risque minier.

5.1.3. Aléas résiduels susceptibles d'apparaître et risques résiduels importants

La présente étude a clairement explicité les aléas résiduels susceptibles d'apparaître à court et long terme.

Il n'y a aucun risque résiduel important sur le site de Sain Bel. L'étude a conduit à définir des zones d'aléa dont le niveau ne dépasse pas le faible ou le très faible.

5.1.4. Plans et/ou les coupes des travaux souterrains et des cavités

Les plans et les coupes des travaux souterrains comportant les critères essentiels permettant de définir, pour chaque type d'exploitation, l'aléa auquel il est soumis, sont joints en annexe 2 du présent rapport et dans la pièce n°2 sous forme d'un plan d'ensemble.

Il n'existe pas de plans ni de coupes des cavités souterraines créées à partir de sondages étant donné que ce type d'exploitation n'a pas été mis en œuvre sur la concession de Sain Bel.

5.2. DISPOSITIONS PREVUES A L'ARTICLE 13 DE L'ARRETE SUSVISE

Les dispositions prévues à l'article 13 de l'arrêté susvisé n'ont pas fait l'objet d'analyses pour la mine de Sain Bel étant donné que les travaux souterrains n'ont pas été réalisés à partir de sondages.

5.3. DISPOSITIONS PREVUES A L'ARTICLE 14 DE L'ARRETE SUSVISE

Il n'y a pas eu de travaux à ciel ouvert sur le site de Sain Bel. Aucun aléa d'instabilité des talus des exploitations à ciel ouvert n'est à analyser.

Il y a un dépôt de stériles miniers sur le site de Sain Bel (terril de Saint-Pierre la Palud). Les aléas ont été abordés dans le mémoire (voir pièce n°3).

5.4. DISPOSITIONS PREVUES A L'ARTICLE 15 DE L'ARRETE SUSVISE

La concession de Sain Bel n'a jamais fait l'objet, à notre connaissance de sondages de recherche de géothermie et de sondages d'exploitation de géothermie.

En ce qui concerne les sondages de recherche de toute substance minière et les sondages d'exploitation de mines (autres que ceux concernés par l'article 4 de l'arrêté du 8 septembre 2004), nous ne disposons que de très peu d'informations. Il est probable que très peu de sondages ont été réalisés à partir de la surface du fait de la nécessité de traverser le chapeau de fer. Des sondages à partir du fond ont été réalisés pour guider l'exploitation mais bien sûr ont disparu avec le foudroyage.

La mise en communication des aquifères a été abordée dans le bilan sur les eaux de toute nature (voir pièce n°4).

6. COMPLEMENT A L'ETUDE DES RISQUES PRIS EN APPLICATION DU 5° DU DECRET DU 2 JUIN 2006 ET A L'ARTICLE 16 DE L'ARRETE SUSVISE

La présente étude n'a pas fait apparaître de risques importants susceptibles de mettre en cause la sécurité des biens ou des personnes après l'arrêt des travaux. Aucune mesure de surveillance et de prévention n'est envisagée.

Le 5° du décret du 2 juin 2006 est par conséquent sans objet.

* * *