



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

Carrière de PRAT-BONREPAUX (Ariège)

Etude des dangers

Etablissements SABOULARD

J.M. WATELET

*Unité Modélisation et Evaluation des Risques Géotechniques
Direction des Risques du Sol et du Sous-sol*

23 janvier 2001

Carrière de PRAT-BONREPAUX (Ariège)

Etude des dangers

Etablissements SABOULARD

23 JANVIER 2001

Ce document comporte 23 pages (hors couverture et annexes).

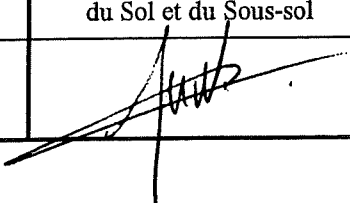
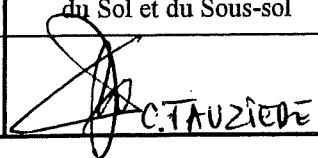
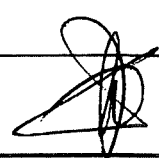
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	J.M. WATELET	<i>pm</i> C. DIDIER	C. TAUZIEDE
Qualité	Ingénieur à l'Unité Modélisation et Evaluation des Risques Géotechniques de la Direction des Risques du Sol et du Sous-sol	Ingénieur à l'Unité Modélisation et Evaluation des Risques Géotechniques de la Direction des Risques du Sol et du Sous-sol	Directeur des Risques du Sol et du Sous-sol
Visa		 C. TAUZIEDE	

TABLE DES MATIERES

1. DEFINITION DU CADRE DE L'ÉTUDE.....	4
1.1 CONTEXTE GÉNÉRAL DE LA DEMANDE D'AUTORISATION.....	4
1.2 CONDITIONS DE RÉALISATION DE L'ÉTUDE.....	4
2. ENVIRONNEMENT DE L'EXPLOITATION	5
2.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE SOUTERRAIN.....	5
2.2 ZONES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉES PAR UN ACCIDENT	6
2.2.1 Périmètre d'exploitation.....	6
2.2.2 Occupation de la surface	6
3. DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION.....	6
3.1 MÉTHODES D'EXPLOITATION	6
3.1.1 Méthode actuelle par reprise en sous-pied.....	6
3.1.2 Extension future en souterrain	7
3.1.3 Organisation des chantiers	7
3.2 INSTALLATIONS ASSOCIÉES ET ACCÈS AU SITE SOUTERRAIN	8
3.2.1 Accès dans le secteur d'exploitation	8
3.2.2 Autres accès	8
4. ANALYSE DES DANGERS.....	8
4.1 MÉTHODE D'IDENTIFICATION ET D'ANALYSE.....	8
4.2 DANGERS PROPRES À L'ACTIVITÉ DE L'INSTALLATION	9
4.2.1 Risques géotechniques.....	9
4.2.1.1 Phénomènes redoutés et conséquences en surface	9
4.2.1.2 Facteurs aggravants.....	10
4.2.2 Incendie.....	11
4.2.3 Explosion.....	11
4.2.4 Pollution des sols.....	11
4.3 DANGERS D'ORIGINE EXTÉRIEURE.....	12
4.3.1 Présence d'autres ouvrages souterrains.....	12
4.3.2 Autres risques.....	12
4.4 ACCÈS AU SITE.....	12
4.5 RISQUES NATURELS	13
4.5.1 Séismes.....	13
4.5.2 Autres risques naturels	13
5. SCÉNARIOS D'ACCIDENTS ET JUSTIFICATION DES MESURES DE PRÉVENTION	13
5.1 PHÉNOMÈNES D'INSTABILITÉ GÉOTECHNIQUE	13
5.1.1 Instabilités en phase exploitation.....	13
5.1.1.1 Fontis à l'avancement.....	13
5.1.1.2 Surveillance et traitement.....	13
5.1.2 Stabilité générale dans le long terme	14
5.1.2.1 Carrière récente au Nord-Est	14
5.1.2.2 Anciens travaux	14
5.1.2.3 Mesures de prévention	15
5.2 INCENDIE.....	15
5.2.1 Evaluation du scénario et de la zone d'effet.....	15
5.2.2 Consignes générales	16
5.3 ÉVALUATION DU SCÉNARIO D'EXPLOSION ET DE LA ZONE D'EFFET	16
5.4 POLLUTION DES SOLS	17
5.5 INTRUSION DES TIERS	17
5.5.1 Accès en phase d'exploitation.....	17
5.5.2 Fermeture après abandon	18
5.6 RISQUE NATUREL – SÉISME.....	18

6.	ELEMENTS DE SYNTHÈSE POUR LES PLANS DE SECOURS	20
7.	CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS.....	21
7.1	DÉFINITION DES ZONES.....	21
7.2	APPLICATION AU SITE.....	22
8.	LISTE DES FIGURES ET PHOTOS	23

1. DEFINITION DU CADRE DE L'ETUDE

1.1 CONTEXTE GENERAL DE LA DEMANDE D'AUTORISATION

Conformément aux décrets n° 77-1183 du 21 septembre 1977 et n° 94-484 du 9 juin 1994 relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement, la demande d'autorisation d'extension d'une carrière souterraine comporte une étude exposant les dangers que peut présenter l'installation sur son environnement et les conséquences en résultant.

L'étude, adaptée à l'importance de l'installation, doit préciser les mesures propres à réduire la probabilité et les effets d'un événement accidentel sur l'environnement ainsi que la nature et l'organisation éventuelle des moyens de secours.

1.2 CONDITIONS DE REALISATION DE L'ETUDE

Les établissements SABOULARD exploitent sur le territoire des communes de Prat-Bonrepaux et de Mercenac, en Ariège, une carrière souterraine de gypse secondaire qui s'étend selon un axe général Sud-Ouest Nord-Est (figure n°1).

Cette étude des dangers s'intègre dans le cadre de la demande d'autorisation présentée par les Etablissements SABOULARD pour une poursuite de l'exploitation en souterrain vers le Nord-Est du site, à partir de la carrière actuellement en exploitation. Elle suppose que les conclusions des études de dimensionnement, réalisées en 1991 (réf. INERIS GAI-JMW/JS 71.6139/R01) et en 2000 (réf. INERIS DRS-00-26524/R01), ont été convenablement appliquées, notamment en ce qui concerne la maîtrise des eaux d'infiltration et les précautions à prendre dans le suivi topographique des chantiers.

Les scénarios d'accident ont également pris en compte l'existence des anciens travaux situés dans l'emprise des parcelles autorisées, au Sud-Ouest de l'exploitation actuelle, notamment aux lieux-dits " Tucau " et " Les Traitès ".

L'identification des dangers et la détermination des mesures compensatoires ont été réalisées, sous la responsabilité de l'exploitant, sur une base à la fois factuelle (reconnaissance et retour d'expérience de l'ancienne exploitation) et prévisionnelle (analyse des futures conditions d'exploitation). Toute modification importante des conditions générales d'exploitation pourrait conduire à une adaptation partielle ou totale de l'étude des dangers.

2. ENVIRONNEMENT DE L'EXPLOITATION

2.1 CARACTERISTIQUES DU SITE SOUTERRAIN

Le gisement de gypse triasique se présente sous la forme d'un massif compact, d'extension limitée, et encadré par des formations calcaires dans lesquelles se développent de petits réseaux karstiques. Les bordures du massif gypseux apparaissent, en outre, souvent affectées par des passées argileuses et des zones faillées permettant des circulations d'eau.

L'exploitation souterraine s'étend essentiellement sous des terrains naturels agricoles et couvre une superficie totale d'environ 15 hectares sous un recouvrement variant entre 10 et 45 m. Le carreau de la carrière se situe à la cote moyenne de 350 m IGN.

On peut distinguer, du Sud-Ouest vers le Nord-Est :

- les anciens travaux qui se sont développés au Sud sur plusieurs niveaux plus ou moins bien superposés, avec des piliers de fort élancement disposés de manière désordonnée. L'accès aux nouveaux chantiers a longtemps emprunté ce secteur à partir de l'entrée sud. Cette carrière est actuellement abandonnée et en partie ennoyée ;
- une zone centrale, avec une partie ancienne, aujourd'hui effondrée et dont il est difficile de vérifier les limites exactes. Un passage en sous-niveau avait été aménagé pour prolonger d'accès vers la nouvelle exploitation depuis l'entrée sud. Ce passage en sous-niveau a été partiellement exploité (contours schématiquement levés en 1989) et présente des piliers massifs de faible élancement. Il est aujourd'hui noyé. En surface, les terrains effondrés ont été recouverts par des déblais issus du creusement de la nouvelle descenderie ;
- la carrière actuelle, située à l'extrémité nord-est du site, qui présente des caractéristiques de dimensionnement homogènes. Les chantiers se sont développés vers le Nord-Est et le Nord en privilégiant les conditions d'extraction et en abandonnant localement les secteurs plus humides ou moins bons en qualité de gypse. Cette exploitation représente actuellement une superficie d'environ 7 hectares.

Il existe également sur ce site de très anciennes exploitations de gypse qui étaient menées depuis la surface par la technique dite des "bouteilles". Ce type d'exploitation, assez répandue dans les anciennes plâtrières, consistait à creuser au travers des terrains de recouvrement un puits, puis en atteignant le "bon gypse", à l'élargir de manière à créer une chambre qui s'agrandissait progressivement. La profondeur maximale de ces ouvrages serait d'une trentaine de mètres environ.

En 1991, il existait encore un puits bouteille, accessible par le fond, depuis les vieux quartiers, qui servait d'issue de secours supplémentaire. Ce passage est aujourd'hui éboulé mais le puits en surface subsiste toujours (photos 1 et 2).

Des indices de surface (trous, dolines) laissent, en outre, supposer la présence, en bordure sud des travaux actuels, de deux ou trois "bouteilles" identiques. Certaines auraient été comblées ou se seraient effondrées, mais il est impossible actuellement de valider ces informations.

2.2 ZONES SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTEES PAR UN ACCIDENT

2.2.1 Périmètre d'exploitation

La demande concerne la poursuite de l'exploitation dans la partie nord-est de la carrière dont l'autorisation a été accordée en février 1993 pour une superficie d'environ 17,7 hectares (figure n°1).

Le projet de renouvellement intègre une surface de l'ordre de 2 hectares supplémentaires situés à l'extrémité nord-est. La zone concernée constitue l'équivalent d'une dizaine d'années d'exploitation au rythme de 25 000 tonnes/an.

2.2.2 Occupation de la surface

La zone concernée par cette exploitation souterraine se situe à 500 m au Nord-Est du village de Bonrepaux, à hauteur des lieux-dits « Tucau », « Les Traites » et « Le Barbut », dans un secteur vallonné de pâturages et de bois.

Le périmètre concerné par le renouvellement d'autorisation se localise à l'écart des zones constructibles et des zones d'habitation de Prat et de Mercenac.

La seule habitation existante en surface (ferme restaurée en location) se situe au-dessus de la carrière, au lieu-dit « Le Barbut ».

Les voies carrossables, menant à l'exploitation ou à l'aplomb de celle-ci, sont des chemins ruraux, fréquentés essentiellement par les résidents de la ferme du Barbut, des agriculteurs, des chasseurs et des touristes en période estivale.

Le réseau hydrologique se caractérise sur ce site par la présence de deux petits vallons dont le plus important au Sud-Ouest draine un ruisseau temporaire, le ruisseau du Barbut, affluent du Gourg qui se jette dans le Salat, en aval de Bonrepaux.

Aucun captage d'eau potable ne se trouve sur le secteur d'étude et aucune des sources situées à flanc ou au pied des reliefs environnants n'est concernée par le projet.

3. DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION

3.1 METHODES D'EXPLOITATION

3.1.1 Méthode actuelle par reprise en sous-pied

L'exploitation est menée à l'explosif par la méthode des chambres et piliers abandonnés disposés régulièrement. Les galeries ont une hauteur à l'origine de 6 m et présentent une largeur moyenne de 7 m. Le découpage des piliers respecte globalement des sections carrées avec des longueurs de côté voisines de 12 m, ce qui correspond aux recommandations établies en 1991 par l'étude INERIS (réf. INERIS GAI-JMW/JS 71.6139/R01).

Dans les galeries déjà tracées, l'exploitant procède actuellement à une reprise en sous-pied sur 2 à 3 m de profondeur des galeries déjà exploitées. Cette méthode a déjà été mise en œuvre dans la partie nord et, dans une moindre mesure, dans quelques galeries en bordure sud de la carrière actuelle.

L'exploitant souhaite généraliser cette technique à l'ensemble des galeries déjà tracées. Toutefois, la mise en évidence de zones plus dégradées au fond ou plus sensibles en surface conduit à éviter la reprise en sous-pied dans quelques secteurs de la carrière. Ceci concerne notamment toute la partie ouest de l'exploitation.

3.1.2 Extension future en souterrain

La reprise en sous-pied des galeries au sein des tracés actuels permet de disposer à court terme d'un volume de gypse assez important sans modifier de manière fondamentale la configuration de l'exploitation.

A plus long terme et dans une optique de développement de l'exploitation souterraine, une nouvelle stratégie d'extraction sera développée en conservant des conditions de stabilité satisfaisantes. Deux méthodes, compatibles entre-elles, sont envisagées :

1. L'extension de la carrière au niveau actuel, vers le Nord ou vers l'Est, en appliquant le schéma de dimensionnement prescrit, à savoir des piliers carrés de 12 m de côté avec une largeur de galerie de 8 m. L'exploitation pourra être directement menée avec une hauteur de galeries comprise entre 8,5 et 9 m.

L'application de cette méthode permettra de reconnaître l'extension latérale du gisement, en pratiquant, dans un premier temps, un réseau de galeries de reconnaissance parallèles reliées régulièrement entre elles par des recoupes.

2. L'extraction d'un niveau inférieur sous l'exploitation actuelle. La prise en compte des variations de la cote du mur actuel impose de fixer l'épaisseur minimale de planche intermédiaire à 10 m, en considérant un alignement parfait des piliers. Cette méthode ne serait entreprise qu'après l'exploitation complète du niveau actuel et la hauteur des galeries du niveau inférieur devra rester limitée à 6 m.

3.1.3 Organisation des chantiers

Quelles que soient les méthodes d'extraction qui sont ou seront utilisées, reprise en sous-pied ou tracé en pleine section, l'organisation de chantier reste globalement identique à celle pratiquée actuellement. On distingue les phases suivantes, réalisées essentiellement par des engins mécanisés :

- foration des trous de mine selon un schéma établi ;
- chargement des trous de mine et tir ;
- mise en sécurité du chantier et chargement des produits ;
- roulage vers la sortie.

Même en considérant, dans l'avenir, l'existence de deux chantiers d'extraction distincts dans cette carrière, le nombre d'engins à demeure dans le site souterrain reste limité à un ou deux engins de foration (jumbo ou wagon-drill avec compresseur associé) et une chargeuse.

L'enlèvement des produits est assuré actuellement par des camions pénétrant dans la carrière et présents à front uniquement pour la phase de chargement. Par la suite, le roulage vers la sortie pourrait être assuré par un seul camion, spécialement équipé pour le souterrain.

Les autres engins susceptibles de circuler en souterrain sont les véhicules légers et le camion amenant au front de taille les explosifs (aucun stockage en souterrain), pour lequel s'applique la réglementation pyrotechnique.

3.2 INSTALLATIONS ASSOCIEES ET ACCES AU SITE SOUTERRAIN

Le stockage et le traitement éventuel du gypse extrait (concassage, mélange...) sont réalisés en dehors du site. Les matériaux extraits sont chargés dans des camions à l'intérieur de l'ouvrage souterrain et acheminés directement jusqu'aux installations de Martres-Tolosane au siège des établissements SABOULARD.

Il n'existe pas d'installations du type bureaux ou parkings sur le site de la carrière. Les quelques bâtiments présents en surface, au Tucau, correspondent aux ruines des infrastructures de l'ancienne carrière et au poste électrique.

3.2.1 Accès dans le secteur d'exploitation

La zone d'exploitation actuelle est directement accessible par une descenderie (photos 3 et 4) creusée sur une dénivelée de 20 m à partir du fond du vallon du Barbut. Le chemin d'accès entaille au Sud le versant rocheux, sur une cinquantaine de mètres, avant de passer en souterrain.

Il existe également une sortie de secours par le puits d'aérage situé dans la partie est de la carrière. Ce puits a une hauteur de 26 m entre la voûte des galeries et la surface. Il débouche en surface dans une prairie (photo 5) et il est équipé d'échelons de secours.

3.2.2 Autres accès

Il n'existe pas d'autre accès pour la carrière en activité. Le passage en sous-niveau vers l'entrée sud, sous les anciens travaux effondrés, est noyé et devrait servir d'exhaure pour les futurs chantiers.

L'entrée sud est toujours ouverte et donne accès à d'anciens travaux très dégradés, voire dangereux à court terme.

Une seconde entrée en cavage a été repérée à hauteur de l'ancien bâtiment de concassage (cf. plan figure 1). La pénétration dans cette galerie semble toutefois être bloquée rapidement.

4. ANALYSE DES DANGERS

4.1 METHODE D'IDENTIFICATION ET D'ANALYSE

L'objectif de l'analyse des dangers n'inclut pas les risques auxquels sont exposés les carriers dans le cadre de leur activité. Cet aspect est traité dans la notice d'hygiène et de sécurité et les mesures correspondantes sont consignées dans le dossier « hygiène-sécurité ».

L'identification et l'analyse des différents dangers ont été établies à partir de retours d'expérience sur les ouvrages similaires. Les dangers répertoriés sont classés par thèmes en fonction des situations dangereuses pouvant occasionner l'occurrence d'un accident aux conséquences significatives sur l'environnement. On distinguera :

- les dangers liés à la carrière souterraine proprement dite ;
- les dangers liés aux activités extérieures ;
- les dangers liés aux risques naturels.

4.2 DANGERS PROPRES A L'ACTIVITE DE L'INSTALLATION

4.2.1 Risques géotechniques

4.2.1.1 Phénomènes redoutés et conséquences en surface

Les phénomènes d'instabilité potentielle des ouvrages souterrains constituent, à des degrés divers, des problèmes de sécurité vis-à-vis des personnes et des biens en surface. Ce sont des dangers, propres au fonctionnement de l'installation, qui peuvent se produire en phase d'exploitation et après cessation de l'activité.

Les effondrements localisés débouchent en surface sous forme de cratères dont les rayons peuvent varier de quelques mètres à quelques dizaines de mètres en fonction du mécanisme d'origine et de la nature du recouvrement. Ce phénomène, couramment appelé « fontis », peut être lié :

- soit à un mécanisme de rupture progressive du toit d'une exploitation, qui évolue vers la surface sous la forme d'une cheminée le plus souvent cylindrique lorsque les terrains de recouvrement sont constitués par des marnes ;
- soit à la rupture d'un ou de plusieurs piliers qui se produit lorsque ces appuis, incapables de supporter le poids du recouvrement, se rompent en entraînant dans leur ruine les terrains sus-jacents. La zone effondrée en surface est alors généralement plus large ;
- soit par le débouillage de poches argileuses situées le long de fractures naturelles ou dans les bordures de gisement. L'écoulement des terrains meubles de couverture dans les galeries peut alors provoquer des accidents au fond et un brusque affaissement en surface, pas forcément à l'aplomb direct de l'exploitation.

Ce dernier type de désordre est plus fréquent en phase d'exploitation car le carrier progresse en partie en aveugle et peut s'approcher ou recouper des zones plus sensibles d'un point de vue géotechnique. Les autres mécanismes apparaissent moins prédominants en période d'exploitation du fait des mesures de surveillance des ouvrages normalement appliquées par le carrier. Ils doivent cependant être pris en compte pour l'approche dans le long terme.

On parle d'effondrement généralisé si le phénomène de rupture affectant les piliers s'étend sur un vaste secteur de la carrière. Les dégâts en surface peuvent être considérables et faire des victimes surtout si l'effondrement revêt un caractère brutal et spontané. Plus rares que les fontis, ces effondrements en masse traduisent une instabilité générale de tout ou partie de la carrière.

Le développement de ces phénomènes nécessite, en premier lieu, l'existence d'une zone d'exploitation étendue par chambres et piliers et des taux de défrètement (rapport de la surface des vides à la surface totale) élevés.

Outre l'éboulement souterrain qui peut écraser le personnel à l'intérieur d'une carrière en exploitation, l'effet de souffle d'air, déplacé par le volume effondré (souvent plusieurs milliers de m³), peut être dévastateur et détruire des accès. Des cassures et crevasses apparaissent immédiatement à la surface, sur le pourtour de la zone effondrée. Dans le cas des terrains de surface en pente, ils peuvent provoquer des glissements et affecter des zones situées largement en dehors de l'emprise des secteurs sous-minés (exemple de la partie centrale de cette exploitation).

La probabilité d'occurrence de tels accidents peut être considérée comme très faible à négligeable au sein des exploitations conçues selon les dimensionnements actuels car les schémas d'exploitation tiennent compte des retours d'expérience dans ce domaine (dimensions des piliers adaptées aux variations de contraintes dans le massif, planches au mur ou intermédiaires conséquentes, élanement modéré des piliers...).

On parle d'affaissement, au sens large, lorsque l'effondrement des terrains de recouvrement affecte la surface mais que l'abaissement de celle-ci se fait de façon souple et progressive, sans rupture cassante. Ce phénomène est essentiellement lié aux activités minières traditionnelles (exploitations totales à grande profondeur). Toutefois, pour les exploitations partielles à faible profondeur, les caractéristiques symptomatiques des affaissements peuvent faire suite à un phénomène brutal d'effondrement. Après la phase de stabilisation majeure, des mouvements résiduels comme les tassements différés et/ou des glissements de pente associés peuvent en effet se produire à terme par remobilisation des terrains déconsolidés, notamment en présence d'écoulements souterrains.

4.2.1.2 Facteurs aggravants

Les paramètres suivants participent plus particulièrement à l'évolution et au déclenchement de mécanismes d'instabilité :

- l'homogénéité du gisement en épaisseur et en qualité. En effet, l'activité d'extraction est étroitement dépendante de la qualité du matériau et se trouve soumise aux aléas géologiques (zone faillée, dissolution du matériau exploité, modification de la composition chimique...). La fréquence de ces derniers et la reconnaissance parfois limitée du gisement peut entraîner des modifications dans le respect des schémas de dimensionnement et des plans d'avancement ;
- la densité et la répartition de la fracturation naturelle. Les zones karstiques et les couloirs de fracturation constituent des plans de faiblesse préférentiels dans un ouvrage ;
- les conditions hydrologiques et hydrogéologiques du milieu. Il faut en effet prendre en compte :
 - la percolation des eaux d'infiltration au travers des terrains de recouvrement qui présente souvent une perméabilité de fissures ;

4.3 DANGERS D'ORIGINE EXTERIEURE

4.3.1 Présence d'autres ouvrages souterrains

Parallèlement aux études géotechniques propres à l'installation, il convient d'examiner dans les études des dangers les conditions générales de stabilité des anciens travaux jouxtant éventuellement les nouvelles exploitations, et n'appartenant pas forcément à l'exploitant concerné.

L'existence en surface d'excavations artificielles ou d'ouvrages souterrains en mauvais état, situés à proximité immédiate ou au-dessus de l'exploitation considérée, conduit à prendre en compte le risque d'effondrement de ces anciens travaux, et des conséquences sur l'installation.

En l'absence d'informations précises sur la position et l'état des vieux travaux, l'approche conservatrice conduit souvent à retenir un aléa maximal correspondant à l'occurrence d'un effondrement en masse de ces ouvrages.

4.3.2 Autres risques

Les risques liés à la circulation sur des voies situées en bordure ou à l'aplomb de la carrière souterraine, correspondent à la genèse de vibrations et d'ébranlements engendrés par la circulation d'engins lourds en surface. Ces vibrations peuvent être toutefois négligées si l'ouvrage souterrain est suffisamment profond et/ou distant de plusieurs dizaines de mètres des voies de communication.

Les surcharges imposées dans le recouvrement par des constructions ou des mises en remblais à l'aplomb des carrières créent des surcontraintes locales qui peuvent se reporter sur les piliers et sur le toit des exploitations souterraines et modifier des conditions de stabilité. Ces conditions très particulières ne sont pas remplies pour ce site en phase d'exploitation.

Les autres risques extérieurs retenus habituellement dans le cadre des ICPE ont une probabilité d'occurrence extrêmement faible voire nulle (navigation aérienne, malveillance, aménagements hydrauliques) et ne présentent pas de dangers sur l'intégrité de la carrière.

4.4 ACCES AU SITE

Les accès actuels et à venir des installations doivent être pris en compte dans le cadre d'une étude des dangers pour :

- évaluer les bouches de dégagement d'éventuelles fumées toxiques ;
- situer les possibilités d'intrusion de tiers extérieurs ;
- connaître les possibilités d'accès pour les secours.

Il est en outre prévu dans le RGIE (article 57) l'existence d'au moins deux accès (entrée principale + accès de secours) distants d'une trentaine de mètres pour les ouvrages souterrains en exploitation.

4.5 RISQUES NATURELS

4.5.1 Séismes

Les carrières souterraines délimitées dans leur périmètre d'exploitation peuvent être considérées comme des installations à « risque normal » dans la mesure où les conséquences de l'occurrence d'un séisme demeureraient circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

Il importe, dans un premier temps, de définir la zone de sismicité dans laquelle se situe l'installation, puis éventuellement, de procéder à une analyse de l'aléa sismique local en prenant en compte la présence de grands accidents affectant la couverture sédimentaire.

4.5.2 Autres risques naturels

Les conditions météorologiques extrêmes ne présentent pas de conséquences immédiates vis-à-vis du risque accidentel sur une carrière souterraine.

Tout au plus, les phénomènes de gel-dégel, susceptibles de provoquer des écaillages dans les entrées en cavage, et les eaux de précipitation et de ruissellement s'infiltrant dans la carrière obligeront l'exploitant à mettre en œuvre des actions appropriées pour éviter les phénomènes de désordre localisé, surtout dangereux pour la sécurité du personnel.

5. SCENARIOS D'ACCIDENTS ET JUSTIFICATION DES MESURES DE PREVENTION

5.1 PHENOMENES D'INSTABILITE GEOTECHNIQUE

5.1.1 Instabilités en phase exploitation

5.1.1.1 Fontis à l'avancement

Le gisement de Prat semble affecté par de larges zones perturbées par la géologie et la tectonique, notamment à proximité des limites géologiques supposées. Comme pour le désordre qui s'est développé à l'extrémité nord-est, les futures galeries de traçage risquent de recouper des zones argileuses étendues qui provoqueront inévitablement un éboulement au fond.

Le déversement des éboulis dans les galeries, qui peut être amplifié par des venues d'eau au travers des terrains superficiels, peut entraîner une extension sensible du désordre en surface (exemple de l'effondrement du Barbut - photos 6 et 7) .

Dans ces configurations particulières, les risques de fontis en surface, au-dessus des secteurs en activité, sont donc sensibles si des mesures de prévention ne sont pas rapidement mises en œuvre par le fond.

5.1.1.2 Surveillance et traitement

La conduite future de cette exploitation entraînera une prise en compte systématique de ce risque. La rencontre, par des galeries, de poches marneuses développées imposera la réalisation immédiate de travaux de mise en sécurité.

Ceux-ci seront réalisés au fond par empilement de blocs rocheux disposés de manière à bloquer le débouillage des terrains argileux dans les galeries. Ils permettront ainsi d'éviter une propagation de la montée de voûte vers la surface ou une extension d'un fontis si celui-ci a déjà débouché au jour.

En cas de survenance d'un fontis en surface, le trou sera remblayé avec des matériaux tout-venants après traitement du désordre par le fond. L'emplacement du fontis sera repéré sur le plan d'exploitation et les abords seront clôturés et signalés.

5.1.2 Stabilité générale dans le long terme

5.1.2.1 Carrière récente au Nord-Est

Dans le cadre de la phase d'exploitation par reprise en sous-pied des galeries existantes, une inspection géotechnique des galeries accessibles a permis de vérifier le bon état général apparent de la partie de carrière actuellement en exploitation.

Une approche paramétrique par calcul de l'aire tributaire a établi que la stabilité générale des piliers est conservée en cas d'approfondissement modéré des galeries. Il est ainsi possible de porter l'élancement des piliers de 0,6 à 0,8, c'est-à-dire de passer d'une hauteur de 6 m à 8,5-9 m, pour des piliers carrés de 12 m de côté, sans remettre en cause la stabilité générale de l'exploitation.

L'extraction en souterrain s'effectuera, dans un premier temps, par une extension des galeries en superficie vers le Nord ou l'Est. Elle pourrait, à plus long terme, se poursuivre par la prise d'un sous-niveau en conservant une planche intermédiaire d'au moins 10 m d'épaisseur. Ces évolutions du schéma d'exploitation restent compatibles avec le dimensionnement actuel et avec les conditions de stabilité générales de l'ouvrage.

Les études techniques de dimensionnement réalisées par l'INERIS, en 1991 et en 2000, ont pris en compte, dans les calculs, la résistance à terme du massif. La valeur limite de résistance des piliers R_L , a, en effet, intégré les effets combinés de facteurs résultant, d'une part, de la transposition des valeurs mesurées sur éprouvettes en laboratoire à l'évaluation des caractéristiques en vraie grandeur du massif (effets d'échelle et d'élancement des piliers) et, d'autre part, de l'influence du temps sur l'évolution des ouvrages à long terme.

Toutefois, même en retenant systématiquement des hypothèses non conservatrices pour étudier le dimensionnement des ouvrages, on ne peut garantir, en l'absence d'un traitement adapté, la tenue d'une carrière de gypse exploitée par chambres et piliers abandonnés dans le long terme (au-delà d'une centaine d'années par exemple).

Si le site est laissé en l'état et compte tenu du dimensionnement des piliers de l'exploitation actuelle et future, l'occurrence d'un effondrement en masse de la zone de carrière récente apparaît négligeable. Par contre, on ne peut exclure l'apparition, dans le long terme, d'effondrements localisés au droit de secteurs plus argileux ou déjà plus dégradés (par exemple dans la zone au Sud-Ouest de la descenderie).

5.1.2.2 Anciens travaux

Le scénario d'accident géotechnique le plus probable sur ce site, à court ou moyen termes, résulte de l'effondrement en masse prenant son origine dans les vieux travaux au Sud.

Les observations effectuées dans ces secteurs en 1991 et confirmées par la reconnaissance en 2000 soulignent l'état de dégradation avancé des piliers et l'évolution significative des désordres au fond.

La propagation, par effet domino, jusqu'au périmètre des travaux actuels semble par contre peu probable en raison de leur éloignement et de la présence entre les deux exploitations d'un secteur déjà effondré.

Dans la zone centrale déjà éboulée, le phénomène le plus probable consiste en une reprise ou une poursuite de l'affaissement des terrains de recouvrement effondrés et par un glissement consécutif dans la pente. En l'état actuel, les mouvements de terrain en surface apparaissent peu évolutifs mais une réactivation des désordres, qui serait engendrée par exemple par un éboulement localisé dans le sous-niveau ennoyé, reste possible.

En ce qui concerne les vieux travaux par « puits bouteilles » et en l'absence d'informations précises sur leur position et leur état de remblaiement, il convient de prendre en considération l'occurrence d'une rupture brutale de la tête de puits, créant en surface un entonnoir d'effondrement au moins égal au diamètre de la « bouteille » (diamètre d'environ 15 m).

5.1.2.3 Mesures de prévention

Traditionnellement pour les carrières souterraines, la maîtrise dans le long terme du risque lié à la présence de zones sous-minées peut se concevoir selon deux idées :

- les mesures classiques de mise en sécurité que l'on peut réaliser, soit par confortement des cavités dans l'optique de leur conservation, soit par la suppression des vides pour la mise en sécurité à terme de la surface. La suppression des cavités (par remblayage, foudroyage ou décapage du recouvrement, lorsque cette technique est adaptable), constitue alors la meilleure des solutions de mise en sécurité dans le long terme. Toutefois une mise en œuvre systématique de ce traitement se révèle difficile et très onéreuse (disponibilité des remblais, mise en œuvre dangereuse des confortements...) ;
- les mesures de prévention qui font appel essentiellement à des mesures de servitudes basées sur l'inconstructibilité des terrains de surface s'appliquent en particulier sur les zones d'effet (définies au paragraphe 7). Cette précaution, associée avec au minimum une signalisation du danger autour du périmètre concerné, apparaît particulièrement adaptée pour les terrains situés à l'aplomb des anciens travaux au Sud.

On peut évoquer également, pour mémoire, des techniques de surveillance des cavités mais ces méthodes imposent des contraintes technico-économiques lourdes pour l'exploitant (maintien des cavités accessibles et coût d'achat et d'entretien des systèmes) et ne font que reculer le problème.

5.2 INCENDIE

5.2.1 Evaluation du scénario et de la zone d'effet

Le scénario de référence prend en compte la combustion d'un engin et la dispersion des produits associés à cette combustion en tenant compte de la position de l'incendie par rapport à la (aux) bouche(s) de ventilation (à proximité et éloigné).

Les engins de chantier comportent en même temps des combustibles et des sources potentielles d'inflammation. De façon plus générale, les principales sources d'inflammation sont dues à la présence de points ou de surfaces chauds (appareillages électriques, moteur, systèmes à friction...).

Dans le cas où un engin brûlerait entièrement (pneus compris), les émissions toxiques seraient comparables à un feu d'hydrocarbures tant du point de vue de la charge d'incendie - pouvoirs calorifiques de l'ordre d'une quarantaine de MJ/kg [pneumatique 39,34 MJ/kg ; gas-oil 42,19 MJ/kg...] - que du point de vue de la nature des produits de décomposition qui diffuseront vers l'extérieur du site.

La combustion en défaut d'oxygène conduira également à la formation de monoxyde de carbone et à sa dispersion. L'impact de celle-ci constituera le phénomène prépondérant.

L'expérience de ce type d'accident montre cependant que les flux thermiques convectifs liés aux fumées d'incendie restent limités du fait du volume d'air important dans une carrière souterraine, permettant une dilution de ces fumées ou du temps de parcours de celles-ci avant rejet par les issues. Les effets sur l'environnement pourraient cependant être significatifs si l'incendie se situe à proximité des issues (descenderie ou puits de secours).

Des scénarios types établis pour des sites souterrains similaires ont montré que les dangers liés à la toxicité des fumées dans l'environnement pour cet accident de référence conduisent, dans le cas le plus défavorable, à des effets correspondants au seuil IDLH (Immediately Dangerous for Life and Health) pour une distance de l'ordre de la dizaine de mètres et pour une courte durée (< 30 min).

Les conséquences que l'on peut prévoir sur l'environnement extérieur se résument donc essentiellement à la création d'un écran de fumée temporaire opaque (suies...) aux issues de la carrière.

5.2.2 Consignes générales

Outre la possibilité de réduire les sources potentielles d'inflammation, les dispositifs d'extinction utilisés devront utiliser de préférence des matériels du type "extincteur à poudre".

Il est également important d'éviter toute construction ou passage de population à moins de 30 m des accès au site souterrain (puits d'aération ou entrée en cavage).

5.3 EVALUATION DU SCENARIO D'EXPLOSION ET DE LA ZONE D'EFFET

Le transport des explosifs est régi par le Règlement des Transports de Matières Dangereuses (RTMD). Le véhicule amenant les explosifs sur le site circule à l'intérieur de la carrière jusqu'à front. Il est considéré intervenant dans le cadre du RTMD jusqu'à livraison des explosifs.

En cas d'explosion dans la partie souterraine d'un véhicule transportant les explosifs jusqu'au chantier, l'amplitude de l'onde de pression sera limitée au volume de l'ouvrage, la configuration par chambres et piliers permettant une extension bidimensionnelle des ondes de pression, et donc une dissipation de l'énergie de celles-ci.

La conséquence extrême serait une surpression dans les galeries entraînant la propagation d'une onde de pression vers les issues. Comme pour l'incendie, le danger varie en fonction du lieu de l'explosion et des enjeux existant à proximité des issues.

Il n'existe pas d'exemple connu d'effondrement de carrière consécutif à une ou des explosions accidentelles en souterrain lors des phases d'exploitation. Les seuls désordres véritablement dommageables pour la stabilité d'une carrière et à terme pour l'environnement ont été répertoriés sur des sites servant de dépôts d'explosifs militaires (notamment pendant la Seconde Guerre Mondiale) et ayant détonné suite à des actions volontaires.

Les conséquences d'éventuelles explosions dans une carrière souterraine devraient donc être minimales pour l'environnement extérieur et se traduire par des écaillages locaux des parements ou l'incrustation de débris dans le massif.

5.4 POLLUTION DES SOLS

Les risques que représentent les hydrocarbures pour l'environnement justifient une prévention des fuites, d'autant que les eaux d'infiltration, avant d'être pompées et rejetées vers l'extérieur, percolent à travers le site souterrain et s'accumulent dans les points bas non protégés par des couches imperméables.

Dans ces conditions, il est important de prévoir des aires spécifiques et étanches sur le carreau et à l'intérieur de la carrière pour les stockages temporaires et les opérations d'entretien afin d'éviter le déversement et la percolation dans le sol des liquides. Ces aires doivent être dédiées uniquement à cet usage et être calculées pour une capacité de rétention adaptée aux besoins.

Les huiles usagées devront être stockées dans un dispositif évitant leur déversement sur le sol. En cas d'utilisation de fûts transportables, le stockage comportera une cuvette de rétention étanche d'une capacité suffisante, conformément à la législation relative aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'un rejet de toute nature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

5.5 INTRUSION DES TIERS

L'emprise des terrains de surface concernés par l'exploitation s'étend largement sous des terrains accessibles au public (champs, forêts).

Trois accès principaux ont été répertoriés sur ce site. Les deux accès de la carrière actuelle (descenderie et puits de ventilation) et l'ancienne entrée au Sud.

5.5.1 Accès en phase d'exploitation

L'entrée en cavage constitue l'accès principal de l'exploitation pour les engins et le personnel. Elle est fermée par une grille solide en dehors des périodes d'activité.

Le puits de ventilation est protégé en surface par des buses dépassant de la surface du terrain naturel.

Ces débouchés au jour se doivent d'être inaccessibles de l'extérieur (sauf pour les services de secours) pour éviter l'accès aux chantiers par des tiers extérieurs.

Au Sud, l'entrée vers les anciens travaux a été fermée par une porte. Cette fermeture n'est actuellement pas suffisante (simple grille facilement franchissable) et un petit éboulement en arrière de ce portail dans la galerie d'accès permet de pénétrer assez aisément dans cette zone de carrière.

En l'état actuel, il conviendrait de traiter cet accès, soit :

- en le supprimant complètement par effondrement et remblayage de cette galerie. L'accès aux travaux du Sud serait alors complètement fermé sans possibilité de surveillance des vieux travaux ou d'accès complémentaire au sous-niveau noyé ;
- en fermant solidement par une grille tout accès aux anciens travaux, éventuellement après un aménagement de la galerie d'accès (busage, terrassement...).

5.5.2 Fermeture après abandon

Lors de l'abandon du site souterrain, des solutions de fermeture définitive des orifices devront être adoptées, par éboulement ou par remblayage total des cavages et des puits (après blocage par le fond).

Sur ce site, on note également la présence en surface d'un ancien accès vertical, partiellement fermé par des tôles et qui permet de descendre dans un vieux puits d'exploitation. Cet accès ne communique plus avec la carrière (tunnel de liaison effondré). Il conviendrait toutefois de traiter cet orifice (par comblement du puits) pour éviter tout accident par chute de personne. Ce traitement permettrait de supprimer également dans le long terme le risque d'effondrement de cette tête de puits.

5.6 RISQUE NATUREL – SEISME

Conformément au décret n° 91-461 du 14/05/1991 et à son annexe, fixant la liste des cantons les plus exposés et les zones de sismicité sur le territoire national, il apparaît que la commune de Prat (Ariège) est classée, tout comme l'ensemble du canton de Saint-Girons, dans la zone de sismicité dite « zone I_B ».

La zone I_B est définie comme une zone où les séismes peuvent atteindre des intensités supérieures à VIII, mais toujours inférieures à IX, de l'échelle MSK (Medvedev, Sponheuer Karnik, 1964).

D'après la terminologie et la classification des termes utilisés dans l'échelle MSK 1964, on peut retenir, pour se fixer les idées sur l'ampleur des dégâts en surface, les descriptions qualitatives suivantes :

- degré VIII
 - *destruction de bâtiments, ruptures occasionnelles de joints de canalisations, déplacements de monuments et de statues, effondrements de murs de pierre ;*
 - *petits glissements pouvant se produire ou se réactiver dans les ravins et sur les talus de forte pente ;*
 - *dans de nombreux cas, changement dans le débit et le niveau d'eau.*

Le massif rocheux, dans lequel s'inscrit la carrière, est formé d'un massif gypseux relativement homogène de résistance élevée jouant plutôt comme le rôle de filtre passe-haut (amortissant ainsi les basses fréquences nocives). On peut, ainsi, considérer le site comme appartenant à la catégorie So (site rocheux de référence) et les effets de site comme négligeables.

On notera toutefois, à l'entrée principale de la carrière, la présence d'une falaise escarpée d'une quinzaine de mètres de hauteur, dont l'état d'altération et de fracturation est susceptible d'induire, sous sollicitation dynamique, même faible, des chutes de blocs, voire des éboulements localisés.

Les retours d'expérience du passé [*] et les quelques enregistrements disponibles [**] ont montré que les effets d'un séisme sont moins ressentis en profondeur qu'à la surface du sol (d'où l'idée, par ailleurs, d'enterrer les équipements industriels sensibles à titre de protection parasismique).

On sait, d'autre part, qu'à même intensité sismique (ou magnitude), les dégâts de surface sont toujours beaucoup plus importants lorsque les terrains superficiels sont formés de sols de qualité médiocre comme des sables, des argiles, des marécages..., que lorsqu'ils sont formés d'un massif rocheux sain et cohérent (dit " rocher ").

Le site souterrain proprement dit, présentant ces deux aspects avantageux à la fois (profondeur, terrain " au rocher "), se situe ainsi dans des conditions parasismiques plutôt favorables.

On notera toutefois, qu'au titre du " risque normal ", il est possible de retenir, dans la carrière actuellement en exploitation, un certain nombre de situations accidentelles liées au séisme qui pourraient nuire notamment à l'hygiène ou à la sécurité du personnel. Ce sont essentiellement :

- les phénomènes d'instabilité localisée, et de faible ampleur telles que les chutes de blocs ou éboulements le long de la falaise de la descenderie et dans les galeries principales d'accès ou de passage, avec leurs incidences sur le problème de l'évacuation du personnel ;
- la ou les coupures du réseau d'alimentation électrique avec comme conséquences principales l'absence d'éclairage et l'arrêt de l'exhaure.

Dans les anciens travaux au Sud, l'occurrence d'un séisme de magnitude inférieure à IX pourrait par contre participer à la dégradation ultime des ouvrages et constituer un facteur déclenchant vis-à-vis de l'effondrement en masse de ces zones.

[*] *Dans les régions minières ayant subi de forts séismes, les mineurs ont très souvent témoigné à leur remontée de la grande différence dans l'ampleur des dégâts entre le fond et la surface (tremblement de terre de Lisbonne en 1755, séisme de la région de Tangshan en Chine du 28 juillet 1976...).*

[**] *Station expérimentale de Tsurciga au Japon dans la période 1976 - 1978, site hydrogéologique de Sompiago en Italie, lors du tremblement de terre du Frioul en 1976 (Génie Parasismique, Presse des Ponts et Chaussées, 1985).*

Au sein de l'exploitation en activité, les risques susceptibles de nuire à la sécurité du personnel ne seraient, en fait, véritablement problématiques que dans la mesure où les éboulements localisés viendraient à obstruer les sorties en concomitance avec une dégradation progressive de la salubrité de l'atmosphère. Indépendamment des équipements de sécurité réglementaires imposés par les dispositions du RGIE ou du code du travail en matière d'hygiène et de sécurité du personnel, les traitements spécifiques à prescrire pour maîtriser ces risques sont donc :

- la purge régulière des blocs instables situés sur le front de falaise, et notamment dans la partie supérieure plus altérée, pour éviter la condamnation de la descenderie ;
- le renforcement éventuel des angles de piliers fracturés (par boulonnage ou cerclage) le long des galeries principales de passage et d'accès dans les endroits où elles constituent un accès unique ;
- la vérification périodique que l'aérage naturel peut suffire, par lui seul, sur une durée suffisante (plusieurs heures) à maintenir une atmosphère salubre pendant les opérations d'évacuation du personnel.

6. ELEMENTS DE SYNTHESE POUR LES PLANS DE SECOURS

L'installation doit être répertoriée auprès de la préfecture et des services de secours locaux. La DRIRE doit disposer de plans à jour des galeries et des secteurs en cours d'exploitation.

En ce qui concerne le plan de secours interne, les mesures sont définies dans le cadre réglementaire de l'hygiène et de la sécurité du personnel. Elles concernent l'alerte, les procédures et cheminement d'évacuation du personnel, la connaissance des consignes...

Il ne semble pas nécessaire pour ce type d'installation de prévoir un Plan Particulier d'Intervention (PPI) car les scénarios d'accidents n'ont pas retenu l'occurrence d'un danger pour des infrastructures sensibles adjacentes (suite à un effondrement ou à un incendie).

Il est toutefois important que les services de secours locaux (sapeurs-pompiers) amenés à intervenir sur le site en cas d'incendie ou d'éboulement disposent également des plans à jour de la carrière et connaissent les différentes entrées en cavage.

L'exploitant devra en outre disposer des coordonnées d'une ou plusieurs entreprise(s) de sondages implantée(s) dans la région et susceptible(s), en cas d'effondrement d'une partie de la carrière, de mener une reconnaissance puis de procéder au secours (par forage en diamètre > 400 mm) d'éventuels emmurés dans la carrière souterraine.

7. CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS

7.1 DEFINITION DES ZONES

Dans le cadre du dossier d'autorisation, l'exploitant est tenu d'établir une cartographie (périmètre) des risques identifiés dans le périmètre de l'exploitation. L'étude des dangers identifie les zones d'effets des dangers, en particulier géotechniques, susceptibles d'être affectées en phase d'exploitation, mais aussi dans le long terme, par un désordre en surface. Ces paramètres propres à l'installation ne tiennent toutefois pas compte d'une augmentation indépendante des enjeux en surface.

Pour les carrières souterraines, ces zones d'effets sont d'autant plus importantes qu'elles affectent des terrains de surface apparemment sains (pas de vision " perceptible " du danger) et qu'elles servent de base pour afficher, après abandon, l'aléa " mouvement de terrain " prévisible dans le long terme.

1. Zone d'effet des dangers géotechniques

La zone de terrains affectée par le risque d'effondrement doit couvrir l'ensemble des secteurs sous-minés quelle que soient la nature et l'importance des phénomènes redoutés. Ce périmètre prend donc en compte une marge de reculement à l'intérieur de laquelle on peut encore craindre, en surface, l'apparition de désordres liés à l'exploitation souterraine.

Cette marge de reculement (ou de sécurité) correspond à l'extension latérale d'un désordre qui prendrait naissance en bordure d'exploitation et qui affecterait certaines parcelles non directement sous-minées mais situées en périphérie. La largeur de cette marge dépend de l'épaisseur de recouvrement et d'un angle de rupture non vertical pris depuis la base des galeries dans les terrains de couverture (notamment en présence de terrains déconsolidés proches de la surface). Cette extension peut être également liée aux déboulements argileux en bordure d'exploitation ou aux glissements de pente des terrains de surface.

Une largeur forfaitaire de 30 m a été prise dans le cas étudié. Cette marge en surface est déterminée par rapport aux contours actuels et futurs des secteurs d'exploitation. Elle inclue également, pour les zones d'anciens travaux, une incertitude relative au calage topographique fond-jour.

2. Zone d'effets des dangers liés à la méthode d'exploitation

Ces périmètres sont déterminés en fonction des scénarios d'accidents identifiés pour l'incendie, la pollution des eaux et/ou l'explosion.

Pour ce type d'installation, ils concernent essentiellement les panaches de dispersion (fumée, souffle, surpression...) qui peuvent survenir au droit des entrées et des puits d'aération. Les quelques retours d'expérience dans ce domaine montrent que leur extension est de l'ordre de quelques dizaines de mètres au maximum.

7.2 APPLICATION AU SITE

Les contours, intégrant la marge de reculement forfaitaire, de ces zones sont présentés sur la figure n° 2. Ils se basent sur le projet prospectif final et englobent l'extension maximale possible pour l'ouvrage souterrain, sans présumer de l'extension et de la qualité du gisement.

La pérennité de zones d'effet est variable en fonction des types d'accidents (par exemple incendie uniquement valable en période d'exploitation) et une modification de ces contours pourra être réalisée au moment de l'arrêt des travaux en fonction des galeries véritablement excavées.

Le zonage de l'aléa géotechnique présenté tient compte des mouvements pouvant affecter les terrains de surface. Nous avons retenu :

- la zone Z1 qui regroupe l'ensemble des terrains soumis à des risques d'effondrement en masse et à des risques de glissement de pente associé. Dans ces secteurs, correspondant aux vieux travaux, l'objectif est d'interdire une occupation régulière de la surface et d'assurer, pour le moins, une signalisation du danger ;
- la zone Z2 qui intègre les secteurs d'exploitation actuelle pour lesquels le risque d'effondrement en masse est négligeable mais qui peuvent faire l'objet, dans le long terme, en l'absence d'un traitement par suppression des vides, d'effondrements localisés du type fontis ;
- la zone Z3 qui représente les possibilités d'extension des futurs chantiers et dont les risques sont identiques à la zone Z2. Les contours de cette zones (en rouge sur la figure n°2) représentent l'extension maximale des futures galeries d'exploitation, pour rester dans les limites du périmètre autorisé.

Les zones Z4 correspondent aux zones d'effet en cas de survenance d'un phénomène accidentel propre au fonctionnement de l'installation (incendie, explosion...). Elles couvrent un périmètre de sécurité minimal autour des accès actuels au site souterrain.

8. LISTE DES FIGURES ET PHOTOS

Repère	Désignation	Nb de pages
Figure n°1	Plan général du site	1 plan hors texte
Figure n°2	Cartographie des zones d'effet	1 plan hors texte
Photos 1-2	Vues de l'accès au Puits bouteille	1 A4
Photos 3-4	Vues de la descenderie	1 A4
Photo 5	Vue du puits de ventilation en surface au Barbut	1 A4
Photos 6-7	Vues de l'effondrement du Barbut en surface	1 A4

