



Fontainebleau, le 4 Juillet 1994

CENTRE DE GÉOTECHNIQUE
ET D'EXPLOITATION DU SOUS-SOL

Notre référence :

**Rapport sur la Stabilité à long terme
de l'édifice minier des Malines
dans le cadre de la procédure d'abandon**

La Mine des Malines a fait l'objet d'un suivi permanent des problèmes de stabilité au cours de ses 20 dernières années d'existence, de la part des équipes de géotechnique de l'Ecole des Mines d'Alès et de l'Ecole des mines de Paris.

Par ailleurs, en prévision d'une fermeture plus précoce, les éventuels problèmes de stabilité à long terme avaient été examinés dès 1989 et le seul élément nouveau depuis cette époque a été la réinterprétation des mouvements de surface qui affectent le secteur de Montdardier, à l'aplomb des travaux miniers, mais aussi et surtout hors de la zone d'influence de ces travaux miniers.

La présente note résume les conclusions auxquelles on a abouti, en resituant les différents cas par rapport à la typologie de la lettre circulaire DIE 200, du 6 Août 1991.

1. Rappel des risques

Selon les termes de la lettre circulaire DIE 200, "les cavités souterraines peuvent être classées en trois catégories :

- celles qui disparaissent naturellement un petit nombre d'années après l'arrêt des travaux d'exploitation, disparition qui est sinon effective du moins en voie de réalisation au moment de l'abandon ;
- celles qui, en principe, se maintiendront ; leur stabilité entraîne celle de la surface ;
- celles qui s'effondreront à un terme non prévisible après l'abandon.

Dans le premier cas, des affaissements en surface sont normalement prévisibles et le dossier d'abandon doit en indiquer l'évolution attendue.

Dans le deuxième cas la stabilité des excavations souterraines "doit être garantie de façon à exclure tout risque d'effondrement spontané et d'affaissement dangereux du sol". "A l'abandon des travaux la stabilité doit faire l'objet d'une vérification générale ... et tous les éléments d'appréciation relatifs à la stabilité des cavités doivent être annexés au dossier ...".

Dans le troisième cas, il convient de prendre les mesures qui ramènent la situation à l'un des deux premiers cas (foudroyage, remblayage, confortement) ou d'inscrire un périmètre de risque.

2. Les différentes configurations de la Mine des Malines

La Mine des Malines, compte-tenu de son exceptionnelle longévité, a connu un grand nombre de méthodes d'exploitation différentes dans des chantiers de géométries également très variables, particulièrement dans la "Vieille Mine".

2.1 Vieille Mine - Plan 11000-5 et coupes 1 à 5

Les problèmes posés par l'ancienne exploitation ont été examinés en 1989 et ont conclu à l'absence de risques dans tout ce secteur, constitué d'un ensemble de travaux d'extension réduite, à différents niveaux :

- dans les marnes triasiques et au contact marnes-socle, les chantiers se sont refermés au fur et à mesure, sans d'ailleurs provoquer de dégâts dans les calcaires bathonien et jurassique sus-jacents.
- dans le socle, il n'y a nulle part de chantiers de grande extension horizontale et il y a toujours eu remblayage des exploitations se développant selon la verticale - la dernière tranche restant seule ouverte sous un toit solide.
- dans le Bathonien, des exploitations de faible extension de minerais oxydés riches, partiellement remblayées, à proximité de la faille des Malines, dans un encaissant de bonne tenue et sous un fort recouvrement jurassique, n'ont jamais donné lieu à instabilités. La dimension réduite (moins de la moitié du recouvrement) fait écarter tout risque d'affaissement brutal différé (affaissement spontané).

Note : Il faut noter qu'en dehors des chantiers du Bathonien, il y a toujours un niveau de marnes au-dessus du gisement. Ce niveau assure une bonne répartition des pressions et évite tout retard dans la mise en charge des piliers. Cette situation prévaut pour tous les quartiers étudiés dans les paragraphes suivants.

2.2 Recherche 102 - Plans 9196 et 10241

Le quartier 102, peu profond (< 80 m) et relativement large (80 m), ne touchant pas les marnes, est une structure sans risque d'effondrement retardé, compte-tenu de sa largeur surcritique et de ses limites Nord et Sud (deux failles). Les piliers, remblayés jusqu'à 3 m sous le toit (dernière tranche ouverte), sont depuis l'origine soumis au poids du recouvrement (≈ 100 bars), très largement inférieur à la résistance de la roche (conglomérat à plusieurs centaines de bars).

2.3 Espérance - Coupe n°4 sur plan 11000-5

L'exploitation du quartier Espérance, qui s'est poursuivie jusqu'en 1991, a été dimensionnée en bandes de 100 m de largeur, de façon à limiter les contraintes dans les chantiers en activité. Dans ce quartier profond (400 m) les mesures effectuées ont montré que les piliers se tassaient régulièrement. Comme partout, seule la dernière tranche ouverte n'a pas été remblayée, et il subsiste un vide de 3 m de hauteur destiné à se combler progressivement. Si comme il est vraisemblable les piliers continuent de s'écraser lentement, il se produira un foudroyage des marnes du trias sur quelques dizaines de mètres de hauteur et le foisonnement bloquera toute progression de cloche dans les calcaires hettangien, bathonien et jurassique sus-jacents. Aucun effet en surface n'est à attendre.

2.4 Sanguinède - Plan 8230

L'amas de Sanguinède a une faible extension horizontale (100 m) pour une hauteur équivalente. L'exploitation, menée successivement selon différentes méthodes, a toujours nécessité un remblayage systématique. Là encore il ne reste que les chantiers de dernière tranche ouverts sur une hauteur de 3 m. Les mesures effectuées en cours d'exploitation ont toujours confirmé la stabilité des piliers en roche saine.

2.5 Montdardier - Plan 8226

Deux secteurs peuvent être distingués dans le gisement de Montdardier :

- A l'Est de la bande ferme de protection du village, il existe une zone où les toits de marnes se sont effondrés dans les carrefours. Ces effondrements locaux avaient pu un moment faire croire qu'ils étaient la cause des mouvements de la surface. En réalité, il est apparu que ces mouvements de surface étaient indépendants des travaux du fond et s'étendaient sur une aire beaucoup plus grande, essentiellement vers le Nord (route du Vigan), sans aucun rapport possible avec les travaux miniers.

Dans cette partie du gisement, les travaux conduits par chambres et piliers remblayés n'ont laissé qu'une tranche supérieure ouverte. La faible profondeur des chantiers a toujours permis de laisser des piliers très résistants, ce qui n'est pas contredit par les affaissements de marnes, lesquelles ont toujours laissé les piliers indemnes. L'édifice minier doit être considéré comme stable vis à vis de la surface (pas de risque d'affaissements) même si des éboulements locaux se produisent encore au fond (rapidement bloqués dans leur progression par le foisonnement).

- A l'Ouest de la bande ferme, le panneau 41 a fait l'objet d'une attention particulière pour tenir compte du village de Montdardier.

- L'exploitation du P 41 a été conduite, conformément aux règles de l'art, en respectant une dimension de piliers et une épaisseur de planche au toit propres à maintenir une continuité de la structure porteuse (piliers continus solidement liés à leur base et à leur sommet aux terrains encaissants de bonne tenue). Le remblayage qui a accompagné la progression vers le haut de l'exploitation a contribué à maintenir en très bon état l'essentiel de cette structure, à savoir les piliers de grande hauteur. La consolidation a été terminée avec le remblayage de la dernière tranche.

- Le rapport d'expertise de P. DUFFAUT (1991) a confirmé le bon état de cette dernière tranche, à l'exception d'un pilier, plus petit donc plus faible, qui a par la suite été remblayé. Il a été également établi par cette expertise que les couronnes des galeries sont de très bonne tenue et ne donnent aucun signe de faiblesse. Il faut rappeler que même si certaines couronnes ou plutôt certains carrefours venaient à s'effondrer après remblayage et clavage, aucun effet ne serait perceptible en surface.

- Les mesures de convergence effectuées sur plusieurs piliers, ainsi qu'entre toit et mur, confirment cette stabilité, avec une dérive de l'ordre de 1 mm en 4 ans correspondant à ce qu'on peut observer ailleurs en termes de déformation plastique à long terme.

En conclusion de cet examen, on peut considérer que le panneau 41 rassemble tous les éléments de stabilité à long terme telle que prévue initialement.

Note : Des mouvements de la surface ont été enregistrés sur tout le flanc Est de l'escarpement rocheux surplombé par le Château de Montdardier.

Il a été établi que ces mouvements n'avaient aucun rapport avec les travaux miniers, mais résultaient de la topographie locale (forte pente) et de la pluviométrie.

2.6 Evolution au cours du temps des caractéristiques mécaniques des matériaux - Influence de l'eau

La DIE 200 attire l'attention sur les risques liés à des modifications des caractéristiques mécaniques des roches au cours du temps. Ce phénomène est pour le moins mal connu et, en dehors des roches solubles, se traduit par des variations de quelques pourcents au maximum des résistances. Dans le cas de la Mine des Malines les roches sont soit insuffisamment résistantes (Espérance), soit très largement plus résistantes, que ce qui est nécessaire : des petites pertes de résistance ne sont pas susceptibles de modifier l'équilibre de l'édifice.

Hormis dans la Vieille mine, la plupart des chantiers vont être noyés par la remontée de la nappe. Cet ennoyage devrait se traduire par un léger tassement de certains remblais. Comme ces remblais sont constitués de stériles grossiers, il n'y a pas de risques de les voir entraînés par la circulation de l'eau.

3. Conclusion

Les cavités souterraines de la Mine des Malines appartiennent toutes aux deux premières catégories de la DIE 200 :

- Celles qui disparaissent naturellement un petit nombre d'années après l'arrêt des travaux d'exploitation : Vieille mine dans les marnes et probablement Espérance.
- Et celles qui, en principe, se maintiendront : chantiers dans le socle, dans le bathonien et dans les conglomérats (Vieille mine, Montdardier, Sanguinède, Chantier 102).

Il n'y a pas de cavités susceptibles de s'effondrer à un terme non prévisible après l'abandon : en particulier les zones exploitées par chambres et piliers remblayés à faible profondeur ont toutes été dimensionnées de manière à rester stables. En tout état de cause, si certains piliers venaient à se dégrader, aucun effondrement de type spontané avec des manifestations brutales en surface n'est à redouter.


Michel DUCHENE
Professeur Ecole des Mines

Annexes : plans et coupes, rapport P. DUFFAUT 1991