

## **Sautage dans le pilier de sole à la mine Louvicourt**

**Serge Roberge, Superviseur forage et sautage, Aur Resources Inc, Mine Louvicourt**

**Daniel Robitaille, Représentant technique, Orica**



**Présenté à la 26<sup>ième</sup> Session d'étude sur les techniques de sautage  
Le 30 et 31 octobre 2003**

# **TABLE DES MATIÈRES**

	Page
1. Introduction .....	3
2. Généralité .....	3
3. Dimensions des chantiers .....	5
4. Patron de forage .....	6
5. Pilier de sole .....	7
6. Section de forage .....	8
7. Objectifs .....	9
8. Détonateurs électroniques .....	11
9. Résultats .....	12
10. Conclusion .....	13

## **Liste des figures**

Figure 1 Localisation de la mine.....	3
Figure 2 Chantiers minés entre 1994 et 2002 .....	4
Figure 3 Réserves au début 2003 .....	4
Figure 4 Chantier secondaire .....	5
Figure 5 Foreuse ITH .....	6
Figure 6 Galerie sous le remblai .....	7
Figure 7 Chantier typique sous bon remblai.....	8
Figure 8 Délais avec système pyrotechnique.....	9
Figure 9 Plan de sautage typique .....	10
Figure 10 Composantes du système I-Kon .....	11
Figure 11 Forme typique d'un chantier primaire .....	12
Figure 12 CMS d'un chantier primaire .....	12
Figure 13 Coupe supérieur d'un pilier de sole .....	13

## 1. Introduction

Cette présentation porte sur le défi de miner les piliers de sole (sill pilar) sous un remblai en pâte de qualité variable. Afin d'exploiter les chantiers du pilier de sole, il fallait trouver de nouvelles techniques pour diminuer les vibrations dû à un sautage de masse.

## 2. Généralité

Les Ressources Aur Inc. est l'opérateur de la mine Louvicourt. Cette dernière est détenue en copropriété par Les Ressources Aur Inc.(30%), Teck Corporation (25%) et Novicourt (45%).

La mine Louvicourt est située à 20 km à l'est de Val d'Or, dans une zone contenant historiquement des gisements d'or, de cuivre et de zinc. Elle est une mine polymétallique de cuivre, zinc, argent, et or.



Figure 1 Localisation de la mine

La construction des infrastructures et le fonçage du puit ont commencé au début de 1992. La production a débuté vers le milieu de l'année 1994 pour atteindre son rythme de 4,000 tpj en août 1995. De 1996 à 2001 la production moyenne journalière a été de 4,300 tpj.

Entre 1994 et 2002, Mine Louvicourt a produit 12,600,000 tonnes métriques (voir figure 2) à des teneurs de 3.5% Cu, 1.5% Zn, 27 gr/tm Ag. et 0.85 gr/tm Au. En 2002, la production quotidienne moyenne était de 4,069 tpj pour diminuer à 3,000 tpj en juillet 2003, principalement à cause de la disponibilité des chantiers.

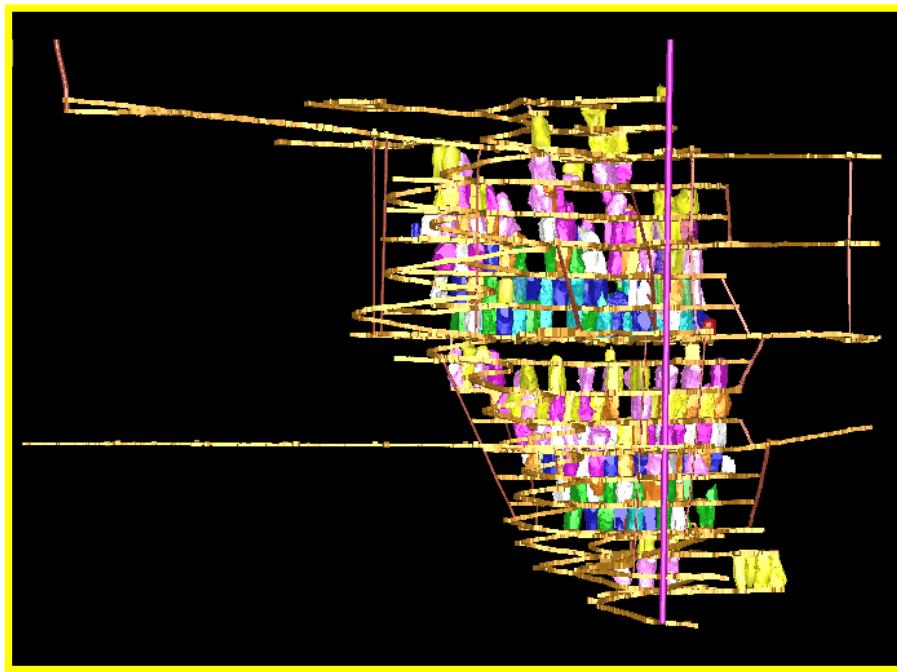


Figure 2 Chantiers minés entre 1994 et 2002

Cette cadence de 3,000 tpj sera maintenue jusqu'au milieu de l'année 2005.

La mine exploite un gisement de type sulfure massif, qui s'étend entre 400 et 920 mètres de profondeur. C'est une opération souterraine hautement mécanisée qui emploie présentement 240 personnes. Le remblai en pâte est le seul matériel utilisé pour remblayer les chantiers, (depuis le début de l'exploitation) à un rythme de 150 tph.

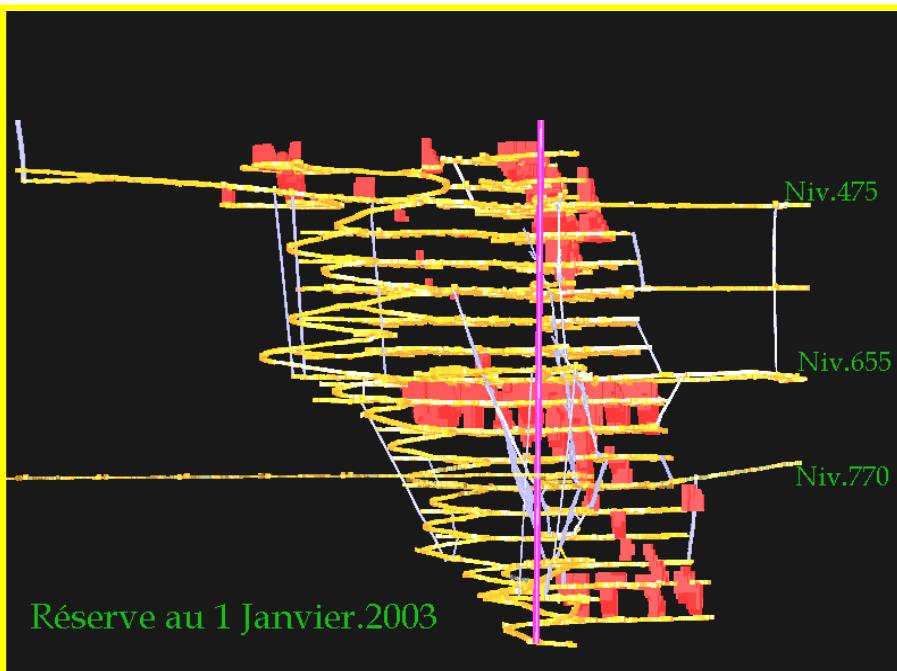


Figure 3 Réserves au début 2003

### 3. Dimensions des chantiers

L'extraction du gisement est effectuée par une méthode de chantiers ouverts, primaire-secondaire. Les chantiers primaires ont une hauteur de 30m, une largeur de 15m et une longueur qui peut varier de 9m à 70m. Les chantiers secondaires sont de même dimension mais se limitent à une longueur maximale de 25 mètres. Les accès aux chantiers sont orientés Nord-Sud et sont distribués sur plusieurs sous-niveaux espacés de 30m.

Un chantier primaire est défini comme étant un chantier qui a des parois rocheuses de chaque côté (minéralisées ou stérile). Quant au chantier secondaire, il est défini comme étant un chantier bordé par des parois remblayées. Les chantiers sont extraits du bas vers le haut du gisement à partir de deux horizons, soit du niveau 655m et du niveau 860m laissant deux piliers de sole. (voir figure 4).

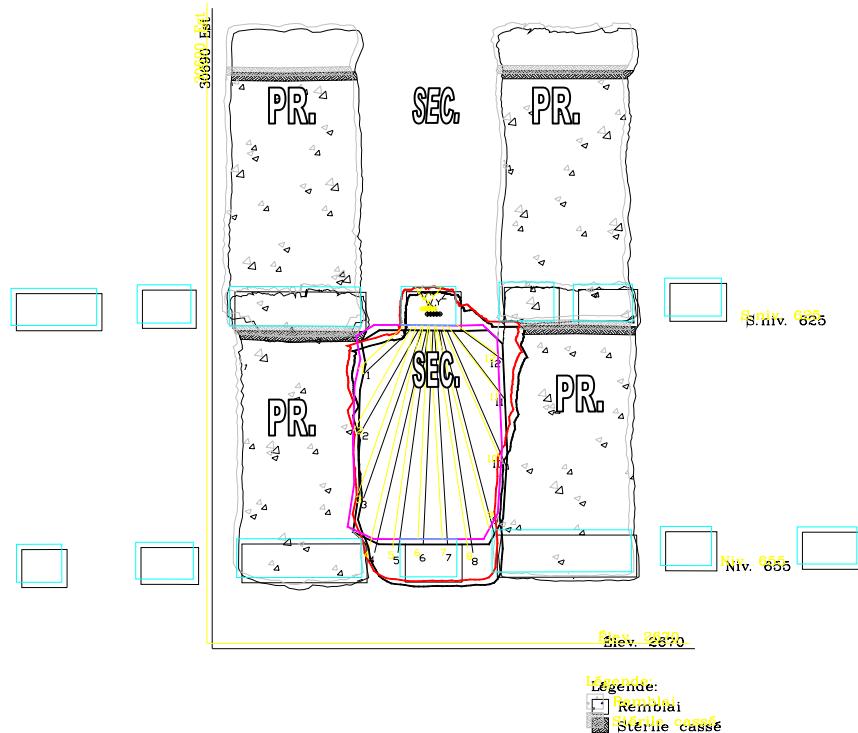
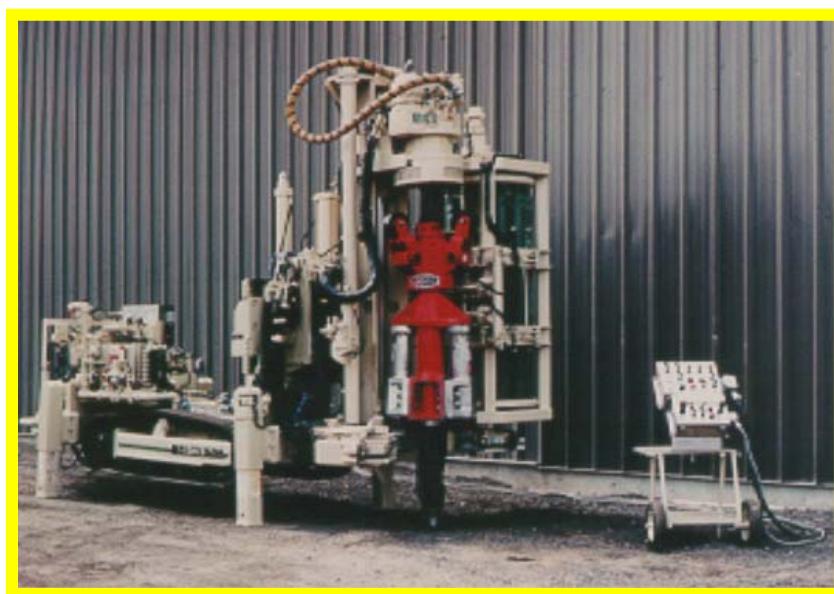


Figure 4 Chantier secondaire

#### **4. Patron de forage**

Le patron de forage utilisé est de 3.0m x 3.2m pour un diamètre de forage de 114mm (4½ po) et 3.5m x 3.5m pour un diamètre de 165mm (6½ po). La monterie d'ouverture est composée soit d'un trou alésé de 762mm (30po) de diamètre ou d'une monterie alignée (2 trous de 165mm et 4 trous alésés de 254mm) si le terrain n'est pas trop fracturé.

Le forage de production est effectué au moyen d'une foreuse ITH, à partir d'une galerie de 4.6m de hauteur et 6.0m de largeur au niveau supérieur du chantier. Cette galerie est positionnée au centre du chantier afin de couvrir la totalité de la surface requise par un forage en éventail.



**Figure 5 Foreuse ITH**

## 5. Pilier de sole

En utilisant deux horizons de minage pour accomplir 4300 tpj, on a créé 2 piliers de sole. Le principal pilier de sole se situe entre le niveau 680 et 655. Un autre pilier de sole plus petit se situe entre le niveau 885 et 860.

Pour les deux prochaines années, 30% de la production proviendra de la récupération des chantiers des piliers de sole.

Suite à une étude géomécanique et une campagne d'échantillonnage de la qualité du remblai, la méthode de minage retenue pour les chantiers des piliers de sole recommandait de faire le développement sous le remblai (voir figure 6) afin de permettre l'exploitation à l'aide de trous descendants.

Ce document parlera principalement du pilier entre les niveaux 680m et 655m.



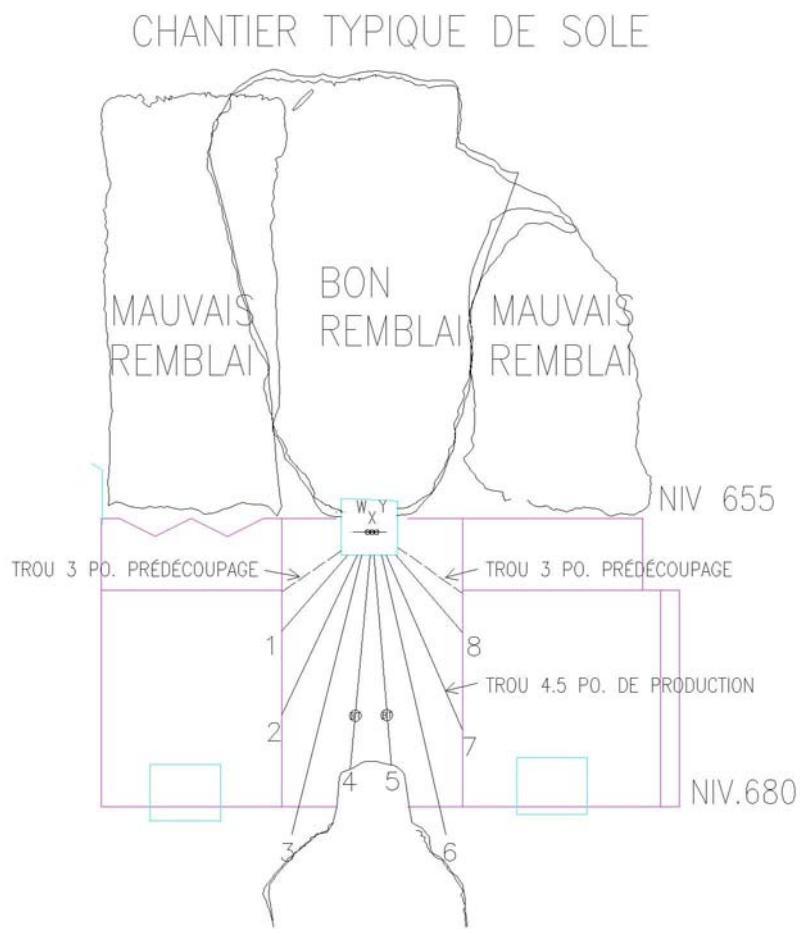
**Figure 6 Galerie sous le remblai**

La figure 6 montre le développement d'une galerie sous le remblai. Le soutènement standard comporte 2 couches de béton projeté séparées par un grillage de calibre 6. Les épaisseurs du béton projetées varient entre 76mm à 127mm suivant les propriétés assignées au remblai rencontré.

## 6. Section de forage

Le développement sous le remblai complété, la planification du forage de production suit les standards actuels de la mine, à l'exception de trous de prédécoupage qui sont ajoutés dans la partie supérieure des chantiers du pilier de sole.

Les trous de prédécoupage ont 75mm (3 po.) de diamètre et sont espacés de 1 mètre. La longueur varie de 6m à 10m selon l'inclinaison voulue. Des essais ont été effectués avec des pendages de -35 degrés à -50 degrés selon les conditions de terrain et la longueur de chantier. (voir figure 7)



**Figure 7 Chantier typique sous bon remblai**

## 7. Objectifs

L'utilisation des détonateurs électroniques a pour objectif de minimiser l'impact des sautages de productions sur la stabilité du remblai au toit des chantiers du pilier de sole.

La grande précision des détonateurs électroniques doit permettre la diminution de la charge maximale par délai en augmentant de façon significative le nombre de possibilités de temps de mise à feu.

De fait, le nombre de retards est passé de 33 délais (intervalle variable sur 2.25 secondes avec système pyrotechnique conventionnel) à un potentiel de 15,000 délais (intervalle de 1ms sur 15 secondes avec un système électronique).

Ce large éventail de délais, a permis une augmentation du temps de mise à feu dans la monterie à près de 2 secondes au lieu de 700ms. Ce temps supplémentaire optimise les chances de succès des ouvertures de chantier.

Par la suite, tous les trous de masse sont dynamités avec un intervalle de 25 millièmes de seconde entre eux.

Le temps de sautage est passé de 2.25 à 3.125 secondes.

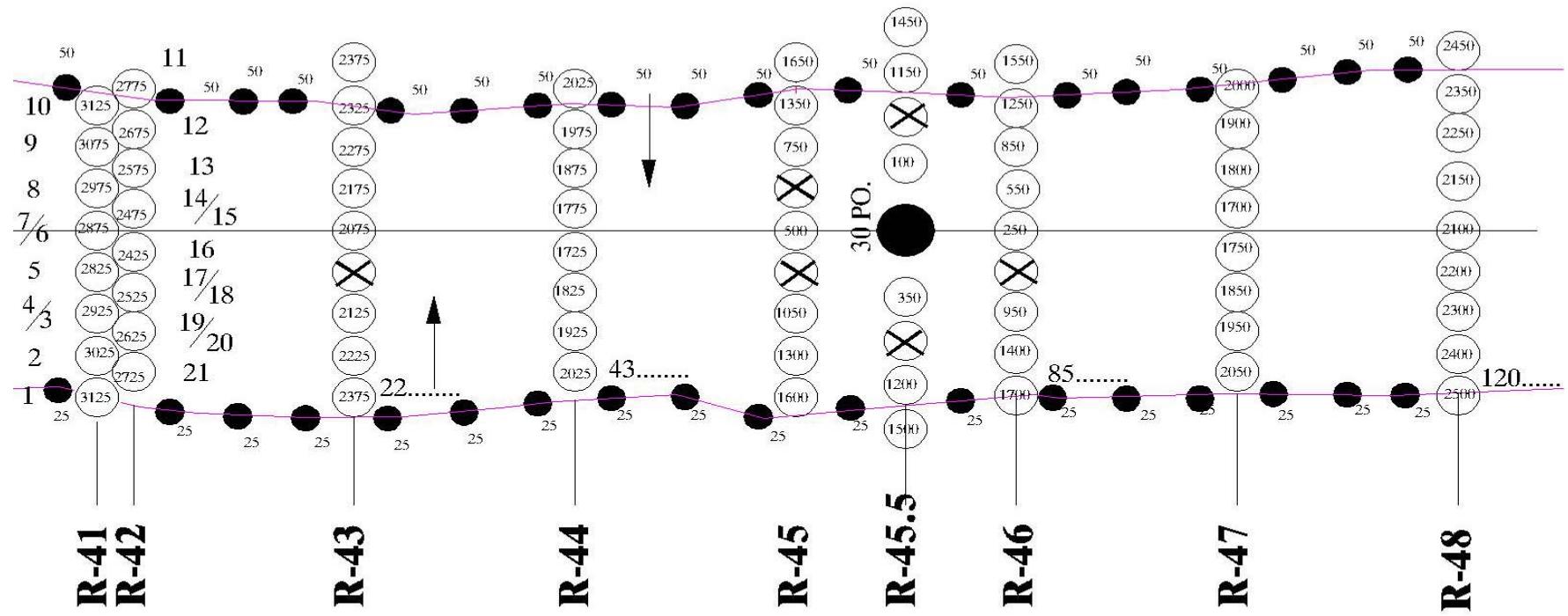
Les charges maximales (kg/délai) comparées sont les suivantes:

- **avec détonateurs électroniques**  
moyenne de 130 kg/délai
- **avec détonateurs conventionnels**  
moyenne de 250 kg/délai

Numéros des retards et Durée des délais			
Numéro	Délai (ms)	Numéro	Délai (ms)
1	25	18	450
2	50	19	475
3	75	20	500
4	100	22	550
5	125	24	600
6	150	26	650
7	175	28	700
8	200	32	800
9	225	36	900
10	250	40	1,000
11	275	48	1,200
12	300	56	1,400
13	325	64	1,600
14	350	72	1,800
15	375	80	2,000
16	400	90	2,250
17	425		

Figure 8 Délais avec système pyrotechnique

## PLAN DE SAUTAGE 6827-2



TROU DE PRODUCTION



TROU DE PRÉDÉCOUPAGE



NUMÉRO SÉQUENTIEL

Figure 9 Plan de sautage typique

## 8. Détonateurs électroniques

Les détonateurs électroniques utilisés sont programmables en chantier. Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

- Détonateur à deux fils,
- Intervalle programmable d'un (1) millième de seconde,
- Temps maximal de mise à feu de 15 secondes,
- Machine à dynamiter programmable,
- Carnet électronique programmable.

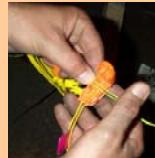
Compagnie	ORICA
Nom du produit	I-KON
Pays d'origine	Allemagne
Système	
Détonateur électronique	
Programmable en chantier	Oui
Plage de temps	de 0 à 15 000 ms
Précision	0 à 500 ms : +/- 0,05 ms 501 à 15 000 : +/- 0,01 %
Type de connection	Connection parallèle non-polarisée
Programmation	Trou par trou
Câblage de surface	Acier
Nombre maximal de détonateurs	1600 / 200 max par ligne
Connecteur	
Type de connecteur	Articulé avec gelée
Testeur de continuité	Testé par machine à dynamiter
Carnet de programmation	
Machine à dynamiter	
Nom de la machine à dynamiter	i-Blaster400 (2 carnets) i-Blaster 1600 (8 carnets)
Type de communication	Double sens

Figure 10 Composantes du système I-Kon

## 9. Résultats

Au 1<sup>er</sup> octobre 2003, 8 sautages de masse ont été fait dans le pilier de sole en utilisant les détonateurs électroniques, soit tous les sautages de plus de 9,000 tonnes.

Suite à une diminution des charges (130 kg/délai au lieu de 250kg/délai) et à la précision des détonateurs, l'enregistrement des sautages nous démontre aucun dépassement des vibrations selon la courbe tendance de la mine.

Les résultats sont excellents comparés au tonnage planifié des réserves qui prévoyait une récupération du pilier de sole de 59.0% (figure 11) versus le tonnage réel présentement récupéré de 80.0% (figure 11).

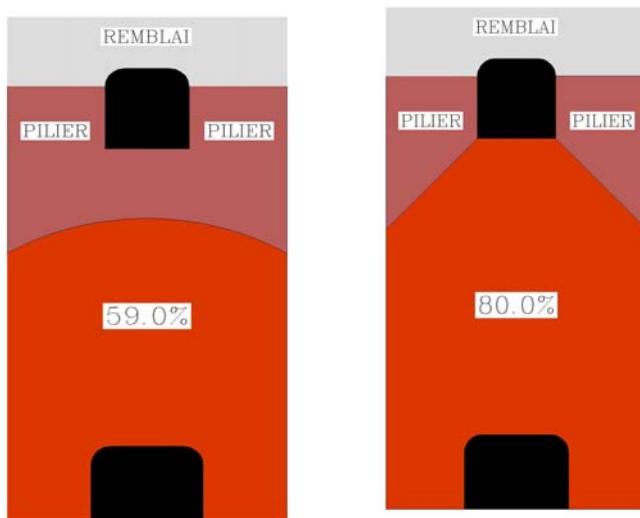


Figure 11 Forme typique d'un chantier primaire

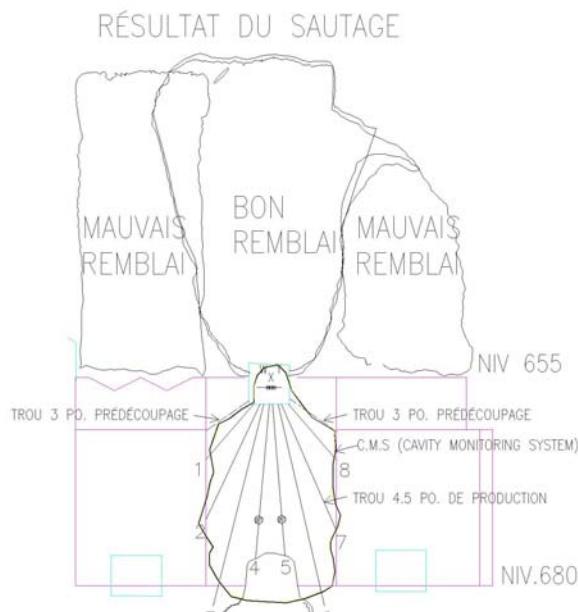


Figure 12 CMS d'un chantier primaire

## 10. Conclusion

Présentement, grâce au prédécoupage et à l'utilisation des détonateurs électroniques, la récupération des piliers de sole (30% des réserves) devrait nous permettre de maintenir une production journalière de 3,000 tpj jusqu'à la fin des opérations en 2005. Également, il est important de remercier les départements électrique et mine pour leur implication dans ce projet, et l'atteinte des objectifs de la récupération de nos piliers de sole.



Figure 13 Coupe supérieur d'un pilier de sole