

Sautage de gros volume et contrôle des vibrations à la Mine Goldex.

***Auteur: Jean-François Lagueux. Ing (AEM),
Daniel Paré Ing (AEM), Marc Moffette Ing (AEM).
Normand Bourgoïn (Orica)***

Sommaire

La mine Goldex est une mine souterraine située à proximité de la ville de Val-d'Or. Plusieurs innovations ont dû être amenées pour exploiter la mine. Étant donné sa faible teneur, il a été important de développer une méthode de minage en vrac afin d'extraire économiquement le minerai. La méthode retenue est un agencement entre la méthode chambre magasin et chantier long trou. Cette méthode est très adéquate, mais demande d'abattre la totalité du minerai contenu dans le gisement en un très court laps de temps. Pour abattre 23Mt de minerai, il est donc nécessaire d'effectuer des sautages de masse pouvant atteindre 1.5Mt. De plus, pour ajouter à la complexité, la mine est située au milieu d'une zone résidentielle. Pas moins de 40 résidences se trouvent à l'intérieur d'un rayon de 1km par rapport au site de la mine.

En plus de gérer des sautages en vrac, il faut aussi trouver le moyen d'atténuer les vibrations induites par les sautages afin de réduire les irritants pour le voisinage. Pour ce faire, la mine s'est dotée de plusieurs outils afin de planifier adéquatement les sautages et réduire les impacts. Un des premiers outils mis en place est le programme en contrôle des vibrations qui vise à établir un plan d'action pour le suivi auprès des résidences en instaurant des pratiques d'inspections de résidence. Le second outil consiste à développer une méthodologie de travail pour bâtir une courbe d'atténuation fiable et pouvoir déterminer adéquatement la charge maximale autorisée pour chaque sautage. Finalement, il a été nécessaire de développer des outils adéquates de communication afin de tenir informé le voisinage.

Sur le banc de chargement, le travail est colossal. Il faut trouver des techniques de chargement fiables et rapides afin d'effectuer le chargement de gros sautages en un laps de temps très court. Il faut aussi développer une logistique adéquate afin d'envoyer sous terre plus de 20 000kg d'émulsion par jour tout en effectuant les opérations quotidiennes sous terre. Il faut aussi développer des outils afin de pouvoir adapter la technologie Ikon à des sautages de masse. De plus, le contrôle des charges étant l'élément important pour réduire les vibrations à la surface, il est donc important de développer des techniques de chargement pouvant permettre le fractionnement des longs trous afin de réduire les charges par délai sans pour autant nuire au chargement.

Tout ce travail demande une énergie colossale, mais demande surtout une collaboration étroite entre les différents intervenants (différents départements, fournisseurs, consultants).

Introduction

La Mine Goldex, propriété à 100% de Mines Agnico-Eagle Ltée est localisée à moins de 5km à l'ouest de la ville de Val-d'Or. La mine remonte à la surface plus de 7000t de minerai par jour et produit annuellement près de 160 000 onces d'or. La teneur du minerai est de 2.05g/t, ce qui en fait la mine souterraine avec la plus faible teneur aurifère au Canada. Pour exploiter cette mine, il a fallu trouver une méthode de minage qui allait permettre l'exploitation à gros volume et ce, dans les délais les plus courts. La méthode retenue a demandé de dépasser les pratiques courantes et envisager des sautages de très gros volumes pouvant atteindre des millions de tonnes. Ce type de sautage représente un défi considérable surtout si l'on tient compte des limites technologiques, de la proximité des résidences, du comportement du massif rocheux, de la planification et du développement minier, du forage ainsi que de la logistique nécessaire pour mettre en place efficacement cette méthode de minage. Ce travail colossal a été possible grâce aux efforts fournis par le personnel de l'entreprise et au support constant de nos fournisseurs et consultants dans le projet.

Localisation

La Mine Goldex se trouve en Abitibi, plus précisément à 5 km à l'ouest de la Ville de Val-d'Or (figure 1). La propriété est située sur la route provinciale 117, à l'intérieur d'une zone résidentielle de la municipalité. Plus de quarante résidences et commerces sont situés à l'intérieur d'un rayon de 1km, ce qui en fait une mine au cœur de la ville.

Figure 1: Localisation de la mine Goldex



Géologie

La Mine Goldex possède des réserves de 23Mt de minerai à 2.05g/t. Le gisement est situé à l'intérieur de la faille de Cadillac. Les unités rocheuses prédominantes sur la propriété sont composées de roches volcaniques mafiques à ultramafiques dans lesquelles s'est imbriquée une unité granodioritique. Cette granodiorite est l'hôte du gisement qui se présente sous forme d'un réseau de stockwork composé de quartz, tourmaline et pyrite. L'or est libre à l'intérieur de ces veines de quartz, mais aussi en inclusion dans la pyrite.

Généralité

L'opération Goldex fournit du travail à plus de 310 personnes dans le secteur de Val-d'Or, ce qui en fait un des employeurs les plus importants de la région. De ce nombre, 230 sont des employés d'Agnico-Eagle.

Depuis le début du projet, plus de 16 600m de galeries ont été excavées, un puits de 860m de profondeur a été foncé, le bâtiment de service a été érigé ainsi que l'usine de traitement. Le développement souterrain a été assuré par une flotte d'équipements composée des éléments suivants :

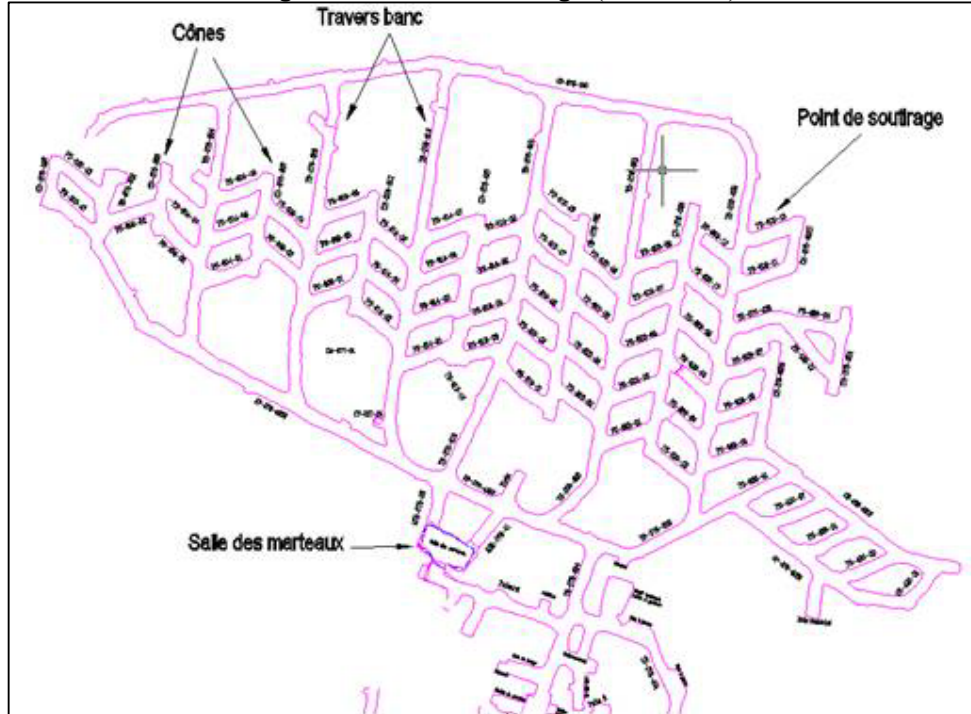
- 4 ciseaux Getman
- 2 boulonneuses Maclean
- 2 camions 26t de Tamroc
- 2 jumbos 2 booms de Tamroc
- 4 chargeuses navettes 6 verges (3 Wagner et 1 Toro)
- 1 unité de chargement (Anfo truck)
- 1 lance à béton mobile
- 1 camion à ciment
- 1 niveleuse.

Le forage de production est quant à lui assuré par 4 foreuses Cubex 6200ITH jumelées à autant de compresseurs de 400psi, avec une capacité de forage de 140m de profondeur. Chacune des unités de forage est dotée d'une annexe permettant la manipulation mécanique des tiges de forage.

La totalité du havage se fait à partir d'un niveau unique sur lequel on retrouve la chambre des marteaux, le garage et l'entrepôt mécanique (figure 2). Le havage est assuré par 3 chargeuses navettes Caterpillar RG2900 XTRA d'une capacité de 15 verges. Le matériel fragmenté est déposé dans la salle des marteaux et tombe par gravité dans un concasseur Birdsboro-Buchanan (1956) d'une capacité de 500t/h à 6½". L'ouverture du concasseur est 66"x 84". Le matériel est par la suite remonté à la surface par deux skips d'une capacité de 21.5 tonnes chacun.

Le matériel remonté à la surface est entreposé dans un dôme d'une capacité de 27 000t (diamètre de 60m x 30m de hauteur). Il est transporté à l'usine située sur le site par un convoyeur. Il est par la suite broyé jusqu'à 106µ par un SAG de 7.3m de diamètre. Le minerai broyé passe alors à travers 3 tables vibrantes afin de récupérer l'or par gravité (64% de l'or est récupéré par gravité). Le reste du matériel est par la suite envoyé dans les unités de flottation afin de récupérer l'or inclus dans la pyrite. Ce concentré est alors transporté et traité par un circuit indépendant à l'usine de Laronde située à 45km de la mine Goldex (Figure 3).

Figure 2: Niveau de havage (Niveau 76)



Le matériel rejeté est pompé par un pipeline de 24km de long vers l'ancien site Manitou situé à 19 km à l'est de la mine pour la réhabilitation du site.

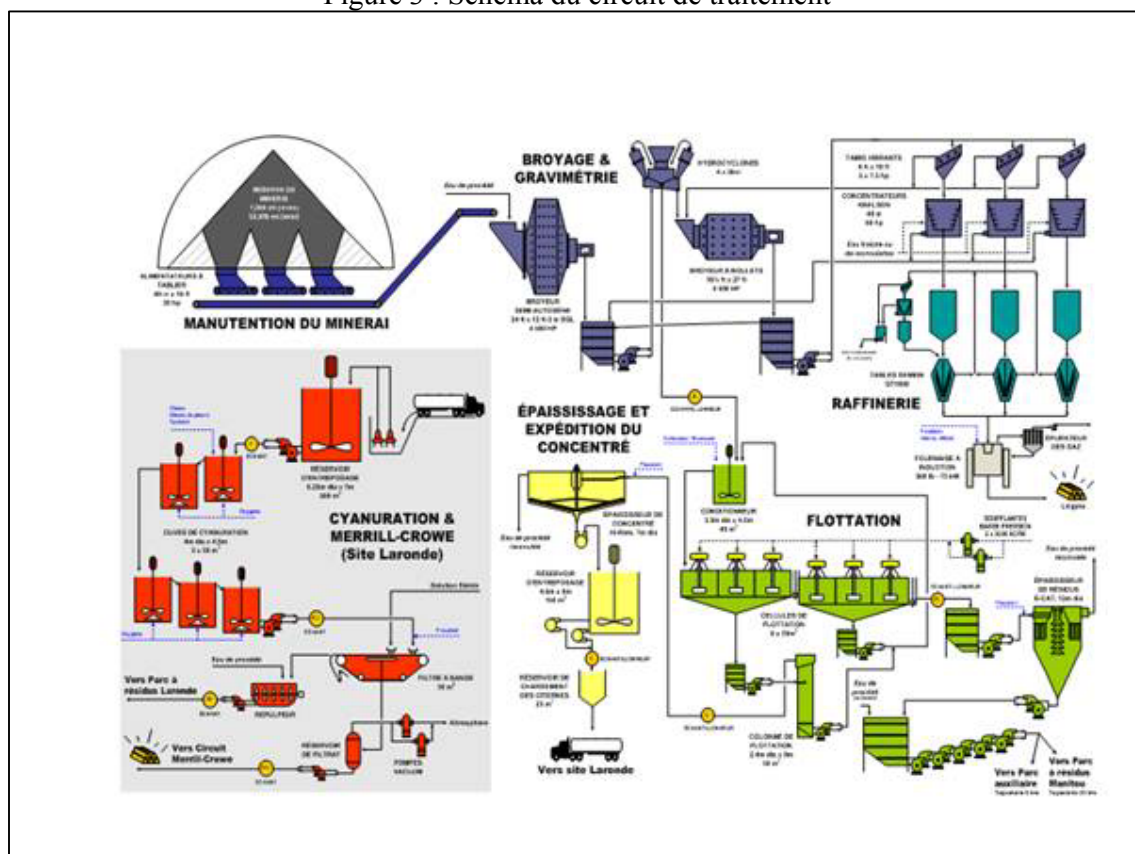
Méthode de minage

La méthode de minage utilisée est le fruit d'une adaptation de plusieurs techniques. Pour extraire économiquement le minerai, la méthode en vrac est nécessaire afin de réduire drastiquement les coûts. Aussi, étant donné les dimensions du chantier et les contraintes in-situ, il est important de conserver une quantité de minerai afin de maintenir artificiellement les murs. La méthode utilisée à Goldex est donc une adaptation de la technique chambre magasin à des chantiers de grande dimension et de chantier long trou (Figure 4). L'enveloppe minéralisée actuelle du chantier fait 400m de long, 120m de large et 240m de haut.

La technique consiste donc à effectuer le développement des niveaux afin de rapidement forer la totalité du banc. Les rangées sont forées en éventail afin de respecter un patron de 5m x 6m. La longueur des trous est variable afin de couvrir la totalité du chantier (entre 10 et 100m).

Afin de conserver le plus de minerai dans le chantier, il est important d'abattre rapidement la roche afin qu'elle supporte les murs des chantiers. Le taux de fragmentation doit donc être beaucoup plus rapide que le soutirage. Il est prévu que, sur les 11 années de vie de la mine, les opérations de forage et de sautage se terminent après la quatrième année. Par la suite, il y aura uniquement des activités de soutirage.

Figure 3 : Schéma du circuit de traitement

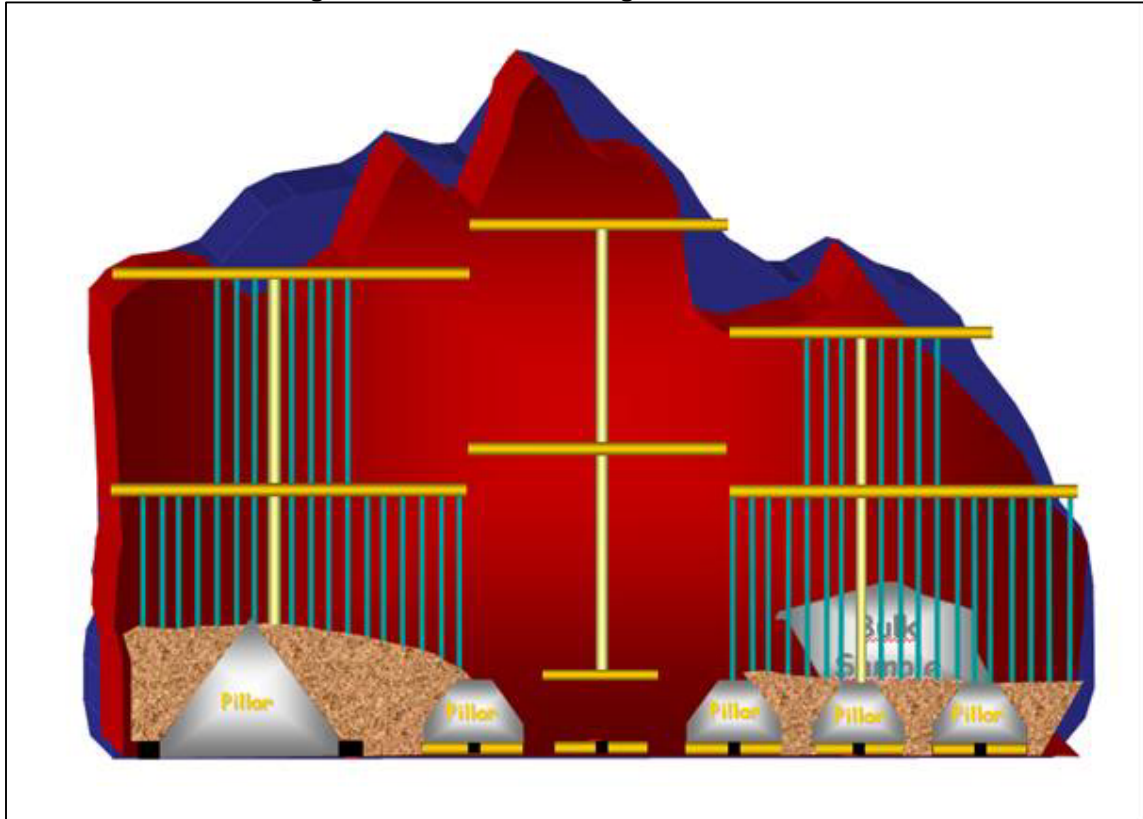


Le minerai ainsi dynamité tombe alors dans un des 11 cônes et est soutiré par un des 55 points de soutirage. Il est important de bien planifier le soutirage du minerai afin de contrôler l'écoulement de la roche pour limiter la dilution provenant du toit et des murs du chantier. Pour assurer la stabilité du chantier, chaque sautage est planifié afin de respecter la forme naturelle de la voûte et ainsi conserver un pilier sécuritaire afin de permettre au personnel d'effectuer les opérations de chargement sur le niveau supérieur. Actuellement, le ratio hauteur / largeur du chantier est de 40%. Ce facteur est nécessaire afin de préparer le design des sautages et assurer l'intégrité des niveaux supérieurs pour un environnement de travail sécuritaire.

Opération de chargement

Le chargement à la Mine Goldex est assuré par quatre équipes de travail de 4 ouvriers et 1 superviseur. Les quatre équipes sont sous la supervision du capitaine de production. Une équipe de techniciens est quotidiennement sur le banc afin d'assurer un suivi direct et ainsi favoriser la résolution immédiate de problèmes lors de la préparation d'un sautage.

Figure 4 : Méthode de minage à la mine Goldex



L'émulsion utilisée (Subteck) pour les sautages est fournie par Orica Canada et provient directement de Thedford Mine. L'émulsion est transportée dans des bennes à émulsion d'une capacité de 1500kg. Ces bennes sont livrées par camion à raison de 3 à 5 voyages par semaine, selon le besoin. Chaque voyage contient 19 500kg d'explosif. La flotte de bennes utilisée à Goldex comprend 80 unités afin d'assurer des livraisons pouvant atteindre 175 000kg d'émulsion par semaine.

Il a été décidé dès le début du projet d'utiliser le système Ikon d'Orica. Les détonateurs électroniques utilisés ont une longueur de 15, 30, 60 et 100m. La mine dispose de 24 loggers et 2 Blasters afin de pouvoir effectuer des sautages de masse.

Le chargement sur le banc est assuré par un camion Tamroc 26t modifié sur lequel est montée la pompe à émulsion (Figure 5). Ce camion permet une mobilité accrue de la pompe. La benne d'émulsion est transportée directement sur le banc de chargement. À l'aide d'une pompe de transfert, l'émulsion est transvidée dans le réservoir de la pompe monté sur le camion. La benne vide est alors remplacée par une pleine et l'émulsion est alors pompée directement dans le trou.

Figure 5: Pompe Orica montée sur un camion



Photo gracieuseté de Orica Canada

Suivi et instrumentation

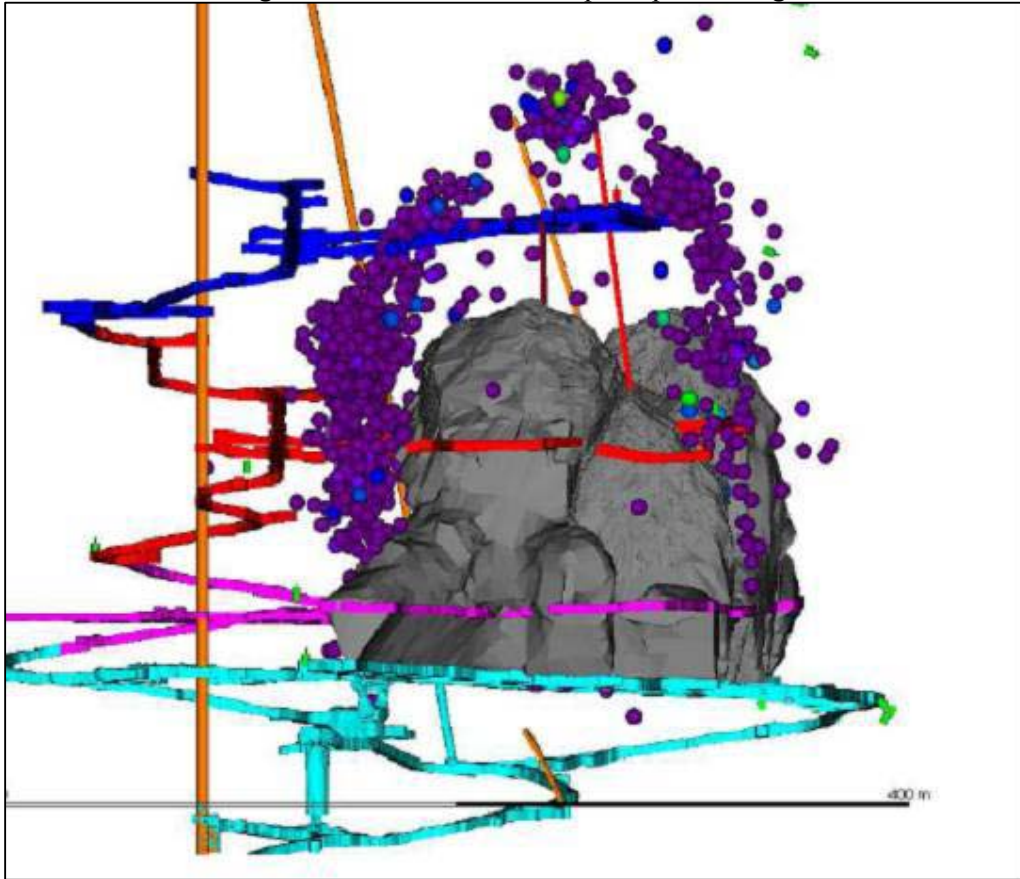
Afin de suivre l'évolution du chantier, plusieurs outils ont été développés. L'arpentage du chantier est assuré par un C-ALS, instrument permettant l'arpentage des cavités. L'appareil est introduit à l'intérieur d'un trou de forage et descendu jusqu'à ce que la tête pointe à l'intérieur du chantier. L'instrument d'arpentage est retenu par un jeu de tige métallique qui lui permet une rigidité et l'empêche de tourner sur lui-même.

Les trous de forages de production sont dans la mesure du possible arpentés au flexit afin de connaître la déviation. Cet arpentage permet une meilleure préparation des plans de chargement et de timing.

Le second outil très efficace utilisé est le système micro-sismique. Ce système, fourni par ESG Canada, est conçu pour détecter l'activité micro-sismique du massif rocheux et ainsi suivre le comportement du roc. Ce système est très utile, car en regardant la distribution des événements après le sautage, il est possible de déterminer les contours de la voûte quelques secondes après le sautage (Figure 6).

Cet outil a permis d'observer que le développement de la voûte est un phénomène fulgurant qui se produit quelques secondes à peine après le sautage. Il a aussi permis de confirmer que le retour à l'équilibre se produit quelques heures après le sautage.

Figure 6 : Évènements sismiques après sautage



Programme de contrôle des vibrations

La notion des vibrations induites par les sautages a été intégrée dès le début du projet. Étant donné les caractéristiques du gisement et de la méthode de minage, le certificat d'autorisation de la mine a fixé le seuil des vibrations à 25mm/s.

Un groupe de travail a été formé pour créer un programme en contrôle des vibrations afin de respecter cette directive. Ce programme a été préparé en partenariat avec Itasca Canada, Golder et Explotech. Le programme élaboré comprend 5 étapes bien distinctes :

1. Total de 30 résidences inspectées entre les années 2006 et 2009 afin d'archiver l'état des bâtisses et des puits artésiens,
2. Modèle d'atténuation développé grâce à des tirs de petites charges (1kg),
3. Modèle d'atténuation complété avec des tests de grosses charges (25 à 150 kg),
4. Création d'un modèle d'atténuation pour le début des sautages des cônes (4½"),
5. Création d'un modèle d'atténuation pour les tirs de production (6½").

Le programme inclut également un réseau de surveillance des vibrations à la surface. Une flotte de 10 sismographes est actuellement déployée dans un rayon de 3,5km autour du site de la mine afin de mesurer les vibrations induites lors des sautages (Figure 7). Les sismographes

sont des unités Minimate Blaster d'Instantel. Chaque sismographe est branché à un réseau sans fil, permettant la cueillette de données en quelques minutes après le sautage.

Figure 7 : Localisation sondes sismiques de surface



Finalement, étant donné que la communication est toujours le nerf de la guerre, plusieurs moyens ont été utilisés depuis le début du projet pour rejoindre et informer les citoyens :

- 7 séances d'information pour les résidents ;
- Bulletin d'information publié à chaque trimestre afin de communiquer l'avancement des travaux ;
- Participation au comité de quartier ;
- Installation d'un système de gestion d'appel pour avertir le voisinage des sautages à venir (plus de 210 numéros sur la liste d'appel) ;
- Diffusion de messages radiophoniques lors des gros sautages ;
- Présence de personnel de la mine chez les résidents inquiets ;
- Heure de dynamitage fixée à 16h.

Adaptation pour chargement

Technique de nettoyage des trous de forage

La technique de minage utilisée à Goldex demande que les trous de production soient forés longtemps à l'avance, laissant donc les trous sujets à se détériorer ou à se reboucher par du matériel tombant dans le trou. Bien que chaque trou soit recouvert avec un cône rouge, ceci n'est pas suffisant pour assurer l'étanchéité de tous les collets. La technique usuelle consiste normalement à brancher un boyau sur l'air comprimé de la mine et nettoyer le trou. Sur des trous courts, la pression disponible est normalement suffisante. Par contre, sur de très longs trous, la pression d'air n'est pas suffisante, ce qui a amené le personnel de la mine Goldex à

utiliser les compresseur de Cubex pour nettoyer les trous avec une pression de près de 350psi. Le débit généré étant trop élevé, il était impossible de manipuler le boyau de façon sécuritaire. Pour remédier à ce problème, un dévidoir de boyau a été utilisé pour pousser et tirer le tuyau dans le trou (Figure 8). Ce dévidoir consiste en deux rouleaux entre lesquels passe le boyau à haute pression. Les rouleaux sont activés par un moteur à air comprimé et sont suffisamment forts pour pousser et remonter le tuyau. Ce dévidoir est aussi utilisé pour la pompe à émulsion Orica pour pousser le tuyau servant au chargement des trous.

Figure 8 : Dévidoir à boyau



Bouchon de fond de trou

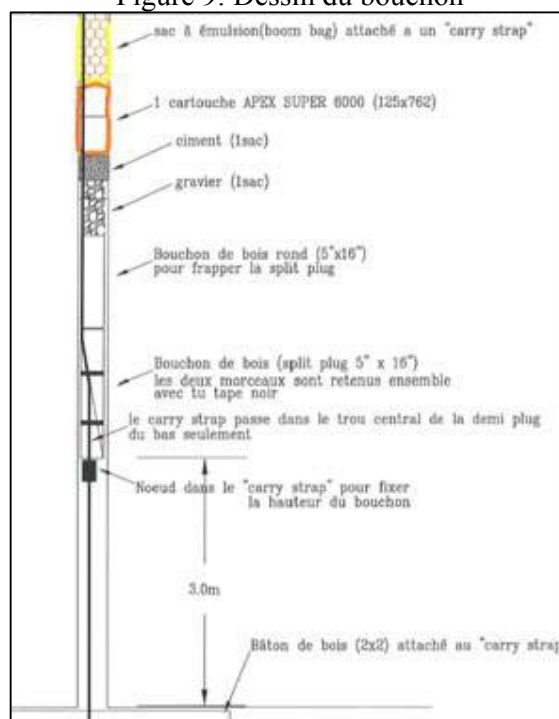
Un problème rencontré au cours des sautages était le manque d'étanchéité des bouchons de fond de trous causé par la hauteur de la colonne d'émulsion.

Le premier design de bouchon était relativement simple. Un coin de bois était installé à 2m du collet en fond de trou. Un sac de gravier était par la suite envoyé sur le coin de bois afin d'assurer l'étanchéité du bouchon et l'émulsion était directement pompée dans le trou. Plusieurs problèmes ont été occasionnés par le manque d'étanchéité des bouchons qui laissaient écouler une grande quantité d'émulsion dans le chantier. De plus, plusieurs trous ont été perdus par glissement du coin de bois dans le terrain fracturé.

Quelques tentatives ont été effectuées pour résoudre les problèmes d'écoulement et de glissement des coins. Maintenant, la technique du bouchon utilisée pour le chargement est la suivante : le coin de bois est descendu jusqu'à 3m du collet de fond de trou. Les coins sont reliés avec du collant électrique. Une fois les coins en place, un marteau est envoyé pour bloquer les coins. L'utilisation du marteau, une pièce de bois ronde d'un diamètre de 5"x 16", permet un meilleur choc lorsqu'il cogne sur les coins. Une poche de gravier est ensuite vidée

dans le trou, suivie d'une poche de ciment et d'une cartouche d'émulsion fendue. Cet agencement entre le gravier, le ciment et la cartouche d'émulsion permet une meilleure étanchéité du bouchon. L'émulsion est ensuite descendue avec les détonateurs en fond de trou pour le chargement (Figure 9). Cette technique a permis de réduire considérablement le nombre de trous perdus et les réajustements de charge.

Figure 9: Dessin du bouchon



Decks

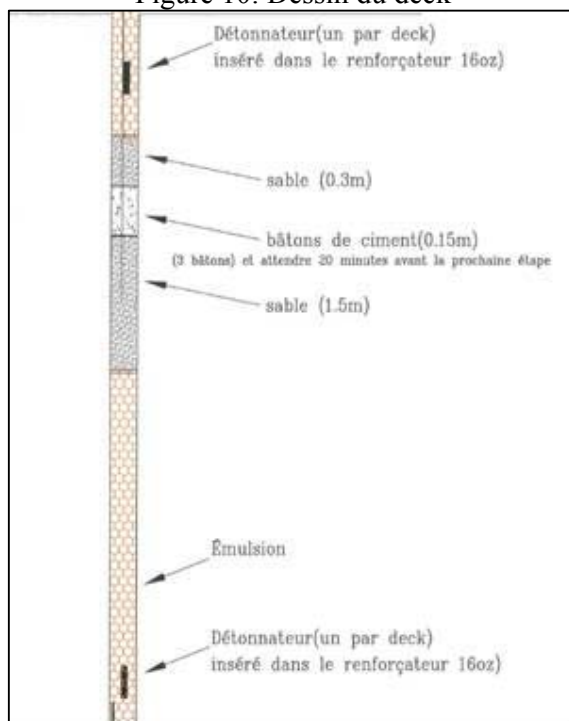
Certains trous faisant près de 100m de long, il est nécessaire de séparer les charges pour diminuer les vibrations induites par le sautage. À Goldex, certains trous sont divisés en 2 et parfois même 3 decks afin de respecter la charge maximum autorisée. Les premiers decks faits à Goldex étaient relativement simples. Les charges étaient séparées uniquement par un coin de bois. L'utilisation des coins causait beaucoup de problèmes parce qu'ils sectionnaient les fils des détonateurs. Les coins ont été remplacés par un sac de gravier déversé directement dans le trou. Le gravier, en s'écoulant, avait tendance à broyer le fil des détonateurs et les rendre inutilisables. La technique des decks actuellement utilisée à Goldex est de monter une colonne de sable de 2m de hauteur dans laquelle est intercalé un bouchon de ciment qui sert à retenir la charge supérieure lors du sautage (Figure 10). Les decks sont initiés aux 10ms pour des charges dans un même trou, empêchant ainsi la perte de charge par effondrement ou écoulement de l'émulsion.

Historique des sautages

Depuis le mois d'août 2008, plus de 40 tirs ont été envoyés pour l'ouverture des cônes. Le dernier sautage nécessaire à ces travaux a été effectué le 30 octobre 2009. Ces sautages, variant entre 3000 et 60 000t, étaient nécessaires pour l'excavation des 11 cônes par lesquels s'écoulera le minerai. Le patron de forage des cônes était de 2.8m x 2.8m. Le diamètre des trous était de 4½". Les charges détonnées variaient entre 150 et 500kg par trou. Le facteur poudre moyen est de 0.7kg/t. La figure 11 montre une section typique du forage des cônes.

Les tirs de production, reliés directement aux sautages dans le chantier, ont débuté en novembre 2008. À ce jour, 8 tirs ont été envoyés, variant entre 50 000 et 1 500 000t. Il est planifié que le gisement sera miné en effectuant une vingtaine de sautages. Le patron de forage de ces sautages de gros volume est de 5m x 6m et le diamètre des trous est de 6½". La durée de ces sautages varie entre 2375ms et 14340ms. Le facteur poudre des sautages de production est de 0.48kg/t.

Figure 10: Dessin du deck



Sautage de 1 500 000t.

Le dernier sautage de production à la mine Goldex a eu lieu le 30 septembre 2009. Le tonnage théorique du chantier était de 1,5Mt de minerai, soit un volume d'environ 550 000m³. Pour ce sautage, 727 200kg d'explosif ont été nécessaires, soit l'équivalent de 480 bennes d'émulsion. Il a fallu un peu moins de deux mois pour la préparation de ce sautage, comprenant la préparation du chantier, le chargement et l'entrée des délais.

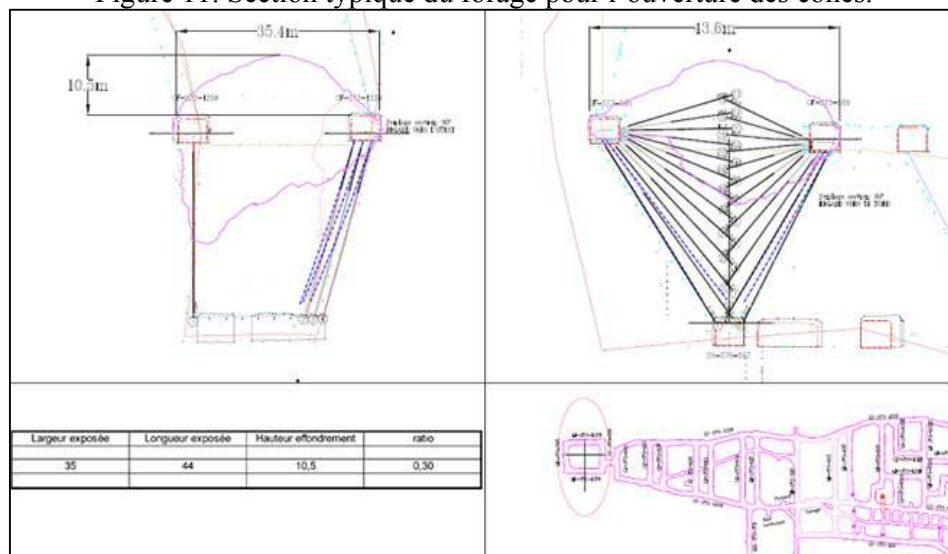
Le tableau 1 présente les paramètres du sautage de production.

Le patron de forage de ce sautage était de 5m x 6m, avec des trous de 6½". Les trous de forage étaient forés en éventail (Figure 12). L'ouverture de départ était une monterie de 2.4m x 2.4m x 40m de haut. Le vide estimé avant le sautage était de 40%, laissant suffisamment de place pour le matériel cassé. Le foisonnement étant de 1.4, le matériel une fois cassé prenait 777 700m³ d'espace. La figure 13 montre le niveau dynamité ainsi que la direction du sautage.

Tableau 1 : Paramètres techniques du sautage

Sautage 1.5Mt	
Tonnage total	1 500 000t
Quantité d'explosif	727 200kg
Facteur poudre	0.48kg/t
Nombre de trous	897
Nombre de charges	1263
Double decks	242
Triple decks	61
Charge maximum	950 kg
Charge Minimum	100kg
Charge moyenne	600kg
Durée du sautage	14340
Nombre de détonateurs	1511
Longueur des trous	Variable entre 10 et 100m
Profondeur du sautage	580m sous la surface
Temps de chargement	55 jours
Forage	460 quarts de travail
Métrage de forage	40 000m
Facteur tonne / mètre	38t /m

Figure 11: Section typique du forage pour l'ouverture des cônes.



À la surface, le sautage a été ressenti jusqu'à la limite Est de la ville de Val-d'Or. Malgré la longueur du sautage, les vibrations de surface atteintes ont toutes respecté les exigences de notre CA. Le nombre d'appels a été aussi très faible compte tenu de l'ampleur du sautage.

Figure 12: Section typique forage 6 1/2"

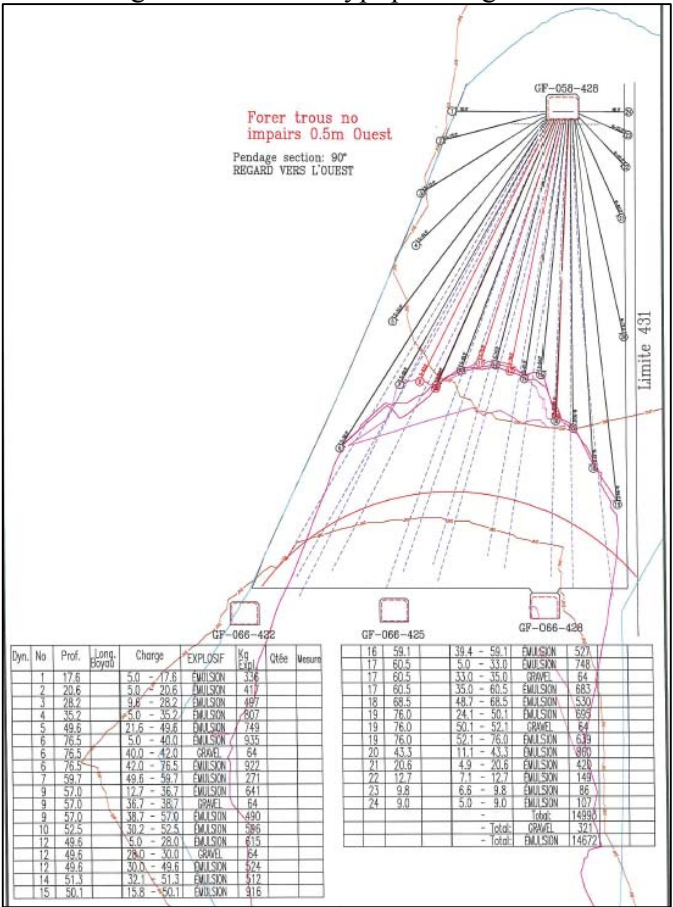
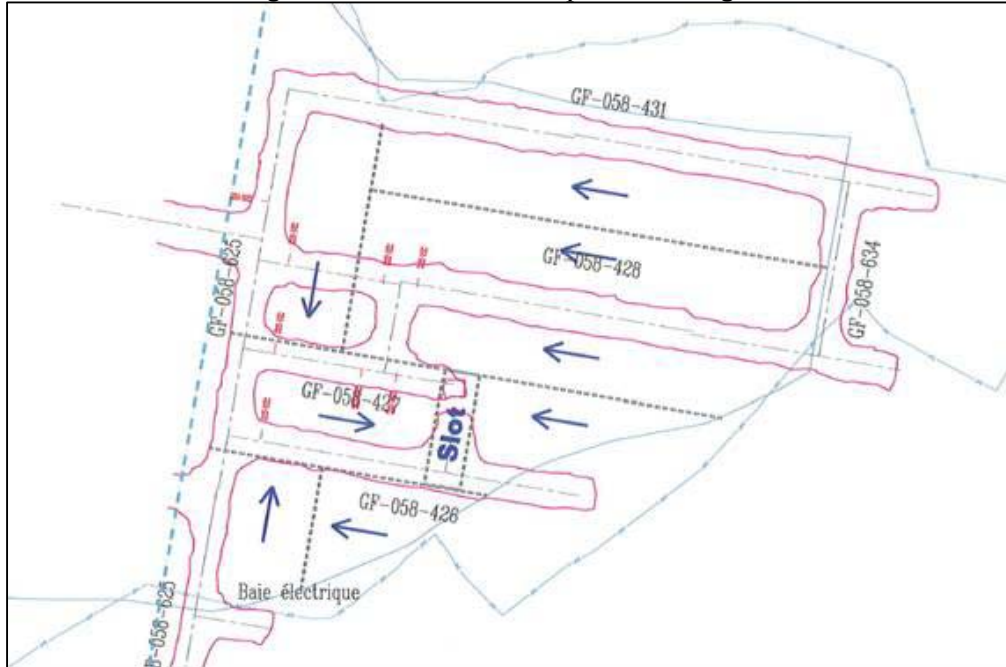


Figure 13: Direction du tir pour le sautage de 1,5Mt.



Conclusion

Les sautages de gros volume à la mine Goldex sont une nécessité afin d'exploiter économiquement un gisement à une teneur si faible. Par contre, la proximité du voisinage demande d'effectuer un travail considérable pour atténuer les impacts lors des sautages. Pour cela, plusieurs décisions d'opération ont été prises et plusieurs innovations ont dû être effectuées pour adapter le matériel disponible. Dès le début du projet, il a été entendu que les détonateurs électroniques allaient être utilisés pour tous les sautages. Pour cela, il a fallu apporter certaines modifications aux détonateurs afin de permettre le chargement des longs trous. De plus, l'exécution des sautages a exigé une coopération entre la mine et son fournisseur en explosif afin de développer des méthodes de travaux particulières au site. Les sautages synchronisés et la résolution des fuites de courant dans la ligne de transmission en sont des exemples.

La proximité du voisinage a amené la direction de la mine à développer un programme de relations publiques très important afin de convaincre le voisinage de la réalisation possible du projet. Les vibrations étant au cœur des préoccupations, il a fallu faire preuve de transparence et développer d'excellents outils de communication pour diminuer les craintes générées par les vibrations de surface. Il a été décidé de travailler conjointement avec plusieurs firmes de consultants afin de se doter d'outils efficaces pour limiter les impacts des vibrations à la surface.

Finalement, chaque sautage présentant de nouvelles particularités, il est donc nécessaire de rester vigilant et d'effectuer un contrôle rigoureux sur le forage, le chargement, le timing, la collecte de données à la surface et surtout, rester transparent et ouvert avec le voisinage afin de les garder informés de nos opérations et réduire les irritants causés par les sautages.

Mine Goldex

Sautage de masse 1.5 Mt



Description de la méthode de chargement

L'explosif utilisé

Subteck charge en émulsion pompable

La densité de ce produit = 1.25 g/cc

Renforteur

Renforteur de type Pentex 454 gr

Détonateur

Détonateur électronique de 15-30-60-100 mètres



Description de la méthode de chargement

Détonateur

Détonateur électronique de quatre longueurs (15-30-60-100m)



Description de la méthode de chargement

Capacités des routeurs(logger) en fonction des longueurs

Longueur du fil	Recommandation
	Quantité maximale par routeur
6	200
15	200
20	200
30	200
40	180
50	144
60	120
80	90
100	72



Description de la méthode de chargement

Calcul des quantités maximales en fonction des longueurs

standard wire							Recommendation
lead wire length	nF/m	nF/det	total dets	total dets capacity	harness capacity	total nF dets and harness	Logger with 800 nF and 2000 m harness
6	0.1	0.60	0	0	80	0	200
15	0.1	1.50	0	0	80	0	200
20	0.1	2.00	0	0	80	0	200
30	0.1	3.00	29	87	80	167	200
40	0.1	4.00	0	0	80	0	180
50	0.1	5.00	0	0	80	0	144
60	0.1	6.00	29	174	80	254	120
80	0.1	8.00	0	0	80	0	90
100	0.1	10.00	31	310	80	390	72
					total capacity:	811 nF	
					total dets per Logger:	89	



Équipement de chargement

Unité de chargement fabriquée à Beloeil



Équipement de chargement

Capacité

Réservoir de 3000kg émulsion

Dévidoir de boyau automatisé d'une capacité de 120m (400')



Approvisionnement des explosifs

Capacité

Réservoir de 1500 kg émulsion

Réseaux de 80 bennes



Transfert des explosifs à l'unité

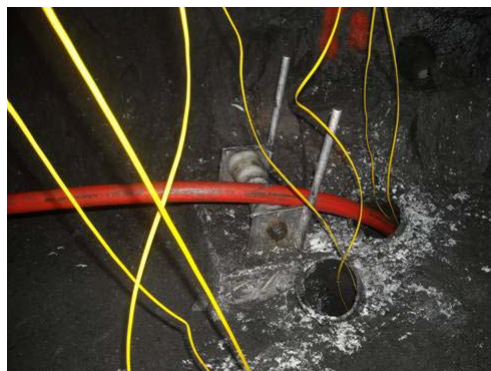
Pompe de transfert M-15



Taux de chargement

60 kg /minute

Moyenne de chargement de 20,000 kg/jour



Valve de retenue (check valve)

Valve de retenue



Système de chargement

Ajout d'une poulie à la sortie



Raccordement du sautage

Réseau de fils de raccordement sous terre



Raccordement du sautage

Vue des routeurs (logger)



Dynamitage en synchronisation



- Plus gros sautage sous terre (tonnes) avec détonateurs électroniques
- 2 Blaster 2400S synchronisés
- En mode synchronisé, les 2 Blaster 2400S peuvent prendre en charge jusqu'à 24 routeurs (#1-12 sur chaque ligne)



Fuite de courant

Les causes de fuite de courant

- Fil du détonateur endommagé lors du chargement
- Fil du détonateur endommagé lors du positionnement de l'espacement de ciment ou gravier
- Lors du positionnement du gravier sur le haut de la charge
- Lorsque les fils de raccordement sont endommagés au moment du routage

Suivi avant un sautage de masse

- Après le chargement, chaque détonateur électronique utilisé est vérifié pour détecter les dommages ou les fuites de courant
- Pour le sautage en synchronisation, plusieurs essais ont été effectués, durant les jours précédant le sautage, afin de détecter et d'éliminer les problèmes potentiels que peuvent créer les fuites de courant.

