

REVUE SEEQ

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE EXPLOSIVE DU QUÉBEC
Vol. 18 - No. 3

4,50\$ (Gratuit aux membres)
Automne 2009
www.seeq.qc.ca



SPÉCIAL
SESSION D'ÉTUDE



Les explosifs: 100 ans d'histoire
Étude de l'effet du sautage adouci
Stage en industrie minière: Xstrata Nickel - Mine Raglan
Nouvelles d'Harold
L'investigation des ratés et les mesures de mitigation
Le transport d'explosifs au Canada
PON - Procédures opérationnelles normalisées



SEEQ

La Société d'Énergie Explosive du Québec est un organisme à but non lucratif fondé en 1981 avec comme principaux objectifs de regrouper les fabricants et les utilisateurs de l'énergie explosive et de promouvoir la science, le génie, l'art et surtout la sécurité dans l'utilisation de l'énergie explosive.

REVUE SEEQ

La revue SEEQ est publiée trois fois par an. La revue vise à informer les membres sur divers sujets relatifs aux explosifs et à leur utilisation.

Les opinions exprimées dans la revue SEEQ ne sont pas nécessairement celles de la SEEQ. Les auteurs des articles publiés conservent l'entière responsabilité du contenu et de leurs opinions.

Ce numéro a été tiré à 500 exemplaires.

SOMMAIRE

SEEQquences du Président3

Projet de réglementation sur les carrières et sablières. Commentaires de la SEEQ 4

Chronique **explosif**

Les explosifs : 100 ans d'histoire5

Chronique **sautage**

Étude de l'effet du sautage adouci sur la fracturation des parois d'une excavation souterraine9

Survол d'un stage en industrie minière : Xstrata Nickel – Mine Raglan16

Chronique **boutefeu**

Nouvelles d'Harold19

Chronique **sécurité**

L'investigation des ratés et les mesures de mitigation21

Le transport d'explosifs au Canada, Introduction aux plans d'intervention d'urgence (PIU)22

Procédures opérationnelles normalisées (PON)25

Photospage couverture: Étudiants du DEP en forage et dynamitage d'Alma (courtoisie Harold Blackburn)En médaillon: coucher de soleil à Raglan (courtoisie Xstrata mine Raglan)

CONSEIL D'ADMINISTRATION 2009

FONCTION	NOM	TÉLÉPHONE
Président :	Roland Boivin	819-372-3400 ext. 3484
1 ^{er} Vice-président :	Yves Gilbert	418-694-1030
2 ^e Vice-président :	Pierre Tellier	819-864-4201
Trésorier :	Pierre Michaud	450-773-1769
Secrétaire :	Jean-Marie Jean	418-380-7282
Directeur :	Harold Blackburn	819-672-2600 ext. 5454
Directeur :	Serge Dionne	
Directeur :	Pierre Dorval	418-643-8577 ext. 4079
Directeur :	Roger Favreau	450-563-4587
Directeur :	Normand Fournier	418-723-7099
Directeur :	John Hadjigeorgiou	418-656-2554
Directeur :	Sylvain Jolicoeur	450-676-0255 ext. 233
Directeur :	Frédéric Lévesque	450-435-7202 ext. 5
Directeur :	Roger Perron	450-714-0757
Directeur :	Normand Scully	
Directeur :	Daniel Roy	450-437-1441 ext.117
Directeur :	Serge Tremblay	450-435-7202 ext. 8
Directeur :	Francis Trépanier	450-679-2400 ext. 313
Secrétariat :	Francine Boucher	418-643-8577 ext. 4074

SEEQences du président



Voici le temps venu des retrouvailles annuelles avec la tenue de la 32^e Session d'études sur les techniques de sautage dans les murs de l'Université Laval à Québec. Pour une seconde année consécutive, cette session d'étude est admissible aux Fonds de formation de l'industrie de la construction (FFIC). Je suis convaincu que le nombre de participants augmentera grâce à la présence de boute-feux qui pourront bénéficier du programme. Deux représentants qui étaient présents sur place l'année dernière ont fait connaître cette opportunité aux employeurs.

Récemment la SEEQ a été invitée à commenter le projet de modification du

Règlement sur les carrières et sablières. Je tiens à remercier les membres du conseil d'administration pour avoir pris le temps de transmettre leur commentaires malgré un échéancier serré, et plus particulièrement à messieurs Gérald Racine et Francis Trépanier pour avoir préparé le projet de lettre à transmettre au MDDEP. Pour votre bénéfice, nous reproduisons dans nos pages le contenu de la lettre.

*Roland Boivin, ing.
Président*

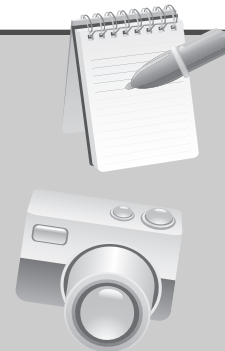
VOUS AVEZ DES HISTOIRES À NOUS RACONTER,

VOUS AVEZ DES PHOTOS À NOUS MONTRER

CET ESPACE EST POUR VOUS....

**FAITES NOUS PARVENIR LE TOUT AU C.P. 21 ST-AUGUSTIN, QC G3A 1V9
OU ENCORE PAR NOS ADRESSES COURRIEL:**

**FRANCINE.BOUCHER@MTQ.GOUV.QC.CA
ET PIERRE.DORVAL@MTQ.GOUV.QC.CA**



PROJET DE MODIFICATION DU RÈGLEMENT SUR LES CARRIÈRES ET SABLIERES

Le 13 octobre 2009

Monsieur Francis Flynn, ing.
Chef de Service des eaux industrielles
Ministère du Développement durable,
de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)
Service des eaux Industrielles
Édifice Marie-Guyart, 8e étage, boîte 42
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Objet: Projet de modification du Règlement sur les
carrières et sablières
Commentaires de la Société d'Énergie
Explosive du Québec (SEEQ)

Monsieur,

La SEEQ tient à remercier le MDDEP de lui permettre de transmettre ses commentaires sur le projet de modification du Règlement sur les carrières et sablières (RCS).

Tout d'abord, nous tenons à vous rappeler que la SEEQ est un organisme à but non lucratif fondé en 1981 avec comme principaux objectifs de regrouper les fabricants et les utilisateurs de l'énergie explosive et de promouvoir la science, le génie, l'art et surtout la sécurité dans l'utilisation de l'énergie explosive.

Nous vous présentons par la présente, les principaux commentaires discutés par les membres du conseil d'administration de la SEEQ lors de la 102e réunion du conseil qui s'est tenue le 28 septembre 2009.

Les membres du conseil sont d'avis que la sécurité des citoyens ainsi que des travailleurs, lors de travaux d'excavation de roc par forage et sautage en carrière, demeure une priorité pour les fabricants et les utilisateurs d'explosifs. Par conséquent, la SEEQ tient à faire ses principaux commentaires sur la proposition de l'article 31.1 de la section VI du projet de modification du RCS.

L'article 31.1 stipule que « L'exploitant d'une carrière doit utiliser un pare-éclats adapté à ces usages dans le cas de tout sautage réalisé à moins de 500 mètres d'une construction ou immeuble visé à l'article 10 ».

La SEEQ croit que l'utilisation systématique de pare-éclats sans procédures d'assurance qualité ni de méthodes de travail adaptées au site, ne garanti pas les objectifs de sécurité optimale pour les citoyens et travailleurs et peut même augmenter les risques de projections si les méthodes de travail ne sont pas adéquates. En effet, les pare-éclats utilisés en carrière peuvent assurer une protection pour la surface horizontale et non pour la surface verticale (front libre) où les risques de projections sont les plus importants.

C'est pourquoi la SEEQ croit que l'utilisation de procédures d'assurance qualité et de méthodes de travail adaptées au site s'avérerait plus adéquate pour atteindre les objectifs de sécurité des citoyens et travailleurs. Ces procédures et méthodes de travail touchent l'ensemble des opérations de sautage en carrière (planification et conception des sautages, géologie du site, suivi du forage et du chargement, vérification du front libre et des déviations de forages, vérification des épaisseurs de fardeaux, instrumentation, documentation, etc.) et assurent une protection maximale aux structures et aux voisins. Finalement, l'utilisation de pare-éclats peut être envisagée dans certaines situations et prévues dans les procédures d'assurance qualité et méthodes de travail de l'exploitant.

SEEQences du président

Nous vous proposons donc, par la présente, de permettre à un exploitant de se soustraire à l'obligation d'utiliser systématiquement un pare-éclats s'il est en mesure de vous fournir des procédures d'assurances qualité et de méthodes de travail adaptées au site lui permettant d'assurer un contrôle adéquat des risques de projections.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Au nom du conseil d'administration 2009 de la Société d'Énergie Explosive du Québec.

Roland Boivin, ing.
Président SEEQ

c.c. : Membres du conseil d'administration de la SEEQ

Chronique explosifs

LES EXPLOSIFS, 100 ANS D'HISTOIRE

(Compilation de Jacek Paraszczak)

La chronologie suivante présente l'histoire des explosifs, la tradition d'excellence en industrie minière, carrières, construction et plusieurs autres réussites et recherches, incluant l'usage pacifique des explosifs pour fragmenter du roc au service de l'humanité.

668 après J.-C. : “Feux grecques” utilisés dans une bataille. Il s'agit d'un mélange enflammé (dont la recette n'est pas connue), inventé à Constantinople et utilisé par la flotte byzantine.

1200 après J.-C. : Auteur arabe Abd Allah documente l'usage du salpêtre (nitrate de potassium) comme le composant principal de la poudre noire.

13^e siècle : Les Chinois utilisent des “Bougies romaines” au cours d'un siège de Kai-Feng Fu.

1242 : Le moine anglais Roger Bacon publie la formule pour la poudre à canon.

1380 : Le moine franciscain allemand Berthold Schwarts développe la poudre à canon et son application pour les fusils.

1627 : Premier cas dûment documenté de l'application de la poudre noire pour sauter les roches (Ober-Biberstollen, Schemnitz, Hongrie, présentement Slovaquie).

Chronique explosifs

1670 : L'usage de la poudre noire se répand vers les mines d'étain en Cornouailles (Angleterre) grâce aux mineurs allemands.

1696 : Premier cas dûment documenté de l'application de la poudre noire pour la construction d'une route en Suisse.

1745 : Le Dr Watson de la British Royal Society fait exploser de la poudre noire à l'aide d'une étincelle électrique.

1749 : Les mineurs hongrois introduisent un taillant à ciseau.

1750 : L'inventeur américain Benjamin Franklin enferme et comprime de la poudre dans les cartouches.

1773 : Poudre noire utilisée pour la première fois dans une mine aux États-Unis (mine de cuivre à Simsbury, Connecticut).

1785 : Invention de la machine pour détecter les vibrations associées avec les tremblements de terre.

1818-1821 : Première application de la poudre noire pour la construction d'un tunnel routier en Pennsylvanie.

1830 : Moses Shaw de New York brevète l'initiation électrique de la poudre noire.

1831 : William Bickford de Cornouailles (Angleterre) invente une mèche de sûreté.

1832 : Dr. Robert Hare de l'Université de Pennsylvanie expérimente un détonateur électrique.

1841 : Milne invente un "Sismomètre" pour détecter les vibrations du sol causées par les tremblements de terre.

1846 : Chimiste italien, Ascanio Sobrero, découvre la nitroglycérine.

1849 : Jonathan Couch brevète un marteau à percussion à vapeur pour forer dans des roches (premier modèle efficace).

1858 : Frederik Göransson (fondateur de Sandvik) introduit le procédé de fabrication de l'acier à l'échelle industrielle et, quelques années plus tard, sa compagnie commence la fabrication des taillants pour le forage.

1861 : Première application d'un marteau de forage à piston, fonctionnant à air comprimé lors de la construction du tunnel Mount Cenis (13 km) dans les Alpes.

1863 : Wilbrand invente le Trinitrotoluène (TNT).

1864 : L'inventeur suédois Alfred Nobel développe la première amorce à détonation.

1866 : L'inventeur suédois Alfred Nobel invente la dynamite en mélangeant la terre à diatomée avec la nitroglycérine.

Première usine américaine fabriquant de la nitroglycérine (Little Ferry, New Jersey).

1869 : Première application de foreuses à diamant pour la prospection et forage de trous de mine.

1870 : Première usine américaine de dynamite, Giant Powder Co., San Francisco, Californie.

1871 : Simon Ingersoll brevète un support trépieds pour un marteau fonctionnant à vapeur.

1875 : Nobel brevète la gélatine explosive.

1878 : H. Julius Smith développe un exploseur électrique à manivelle pour initier des tirs.

1884 : Le nitrate d'ammonium (AN) devient largement utilisé dans les formules de la dynamite.

Chronique explosifs

1885 : Les explosifs à deux composants sont utilisés dans le port de New York.

1888 : Nobel invente « ballistite », une poudre dense sans fumée.

1890 : Le premier marteau vertical à l'action percutante avec un support à air comprimé est introduit par C.H. Shaw.

1896 : Premier marteau avec un fleuret qui était fonctionnel, breveté par J. George Leyner.

1902 : « Cordeau », un tube en étain rempli de l'acide picrique (cordeau détonant) est introduit en Europe comme système pratique d'initiation pour l'industrie minière.

1907 : La consommation de la poudre noire aux États-Unis dépasse 287 million de kilogrammes.

1912 : Un marteau percutant léger et portable, opéré à la main (« jackhammer ») est inventé.

1913 : L'institute of Makers of Explosives (IME) s'établit à Chicago.
Nouveau type de cordeau, le cordeau détonant rempli de TNT et revêtu en plomb est introduit aux États-Unis.

1914 : Ouverture du canal de Panama (83 km), le plus grand projet de construction jusqu'à date. Les travaux ont exigé 30 million de kilogrammes de dynamite.

1917 : Un chercheur allemand, L. Mintrop, invente le premier sismographe portable.

1919 : Le dispositif à trois composantes pour enregistrer des vibrations est appliqué par General Crushed Stone Co.

1924 : Première application du sismographe pour la prospection du pétrole (compagnie Gulf Production).
Le plus grand tir jamais fait aux États-Unis : carrière California Blue Diamond : 147000 kg de dynamite.

Les années 1920 : Les explosifs à base d'oxygène liquéfié sont commercialisés aux États-Unis.

1928 : Des taillants détachables sont introduits à la mine Anaconda Copper Mine, Butte, Montana.

Début des années 1930 : Introduction des marteaux à air comprimé sur béquille (jackleg).

1933 : Introduction des trépan à cônes rotatifs dans les forages pétroliers.

1935 : La Compagnie Dupont introduit et commercialise le premier agent de sautage à base de nitrate d'ammonium, mais sans nitroglycérine.

1936 : Institute of Makers of Explosives (IME) établit les classes de fumées de tir pour les explosifs à usage sous terre.

1938 : Le cordeau détonant moderne recouvert de textile et rempli de PETN est introduit aux États-Unis.

1940 : Introduction des engins de forage autopropulseurs pour les travaux à ciel ouvert. Début de l'application des taillants avec pointes en carbure de tungstène dans les mines en Suède.

1946 : Introduction des détonateurs électriques avec des délais très courts (ordre de la milliseconde).

1948 : Premier tir pour la construction du monument de Crazy Horse, Dakota du Sud, États-Unis.
Aux États-Unis la production du nitrate d'ammonium (AN) pour les engrais est convertie vers la méthode qui fournit des perles.

1955 : Introduction d'un marteau fond de trou utilisant les compresseurs fournissant l'air comprimé à haute pression.

1956: Première application du nitrate d'ammonium gazole (ANFO) par U.S. Steel Corp.'s Oliver Mining Division.

Le Dr. Mel Cook introduit les explosifs en bouillie (mélange de nitrate d'ammonium, de poudre d'aluminium et d'eau) dans l'industrie minière. Brevet accordé en 1960.

1957: La consommation d'explosifs sous terre aux États-Unis dépasse les 100 million de livres (45 million kg).

Les premiers camions spécialisés pour transporter des mélanges d'explosifs en vrac sont utilisés pour pomper les explosifs dans les trous de mine chez Iron Ore Co. of Canada.

Années 1950: La photographie à haute vitesse est introduite pour analyser les sautages.

Fins des années 1950: Les mélanges AN – gazole commencent à remplacer la dynamite.

Les camions et chargeurs pour manutentionner et manipuler les explosifs en vrac sont développés.

Années 1960: Les tunneliers avec une tête rotative (TBM) commencent à influencer l'usage d'explosifs dans les gros travaux de construction des tunnels.

1967: En Suède, Per Anders Persson introduit les détonateurs non-électriques (NONEL) basés sur la propagation de l'onde de choc.

1969: Introduction des émulsions explosives.

Années 1960 et 70: De grands engins de forage utilisant les trépan et taillants de type « drag bit » entrent en application commune.

1971: Introduction des mélanges « émulsion – ANFO ».

1972: Lang et Favreau introduisent « Computer Modeling of Blast Design ».

1973: Le plus gros tir de pré-production jusqu'à date: 1,8 million kg chez Old Reliable Mine en Arizona.

Années 1970: Entrée en applications des marteaux perforateurs hydrauliques.

Début des années 1970: Premier sismographe électronique avec le système d'enregistrement développé par Dallas Instruments.

1974: Introduction des détonateurs non-électriques utilisant les tubes de choc aux États-Unis

1977: Première application commerciale des explosifs contenant des microbilles de verre
Hôtel à 26 étages démoli à l'aide des explosifs à Oklahoma City (États-Unis), la plus haute construction en acier démolie.

1980: Introduction des mélanges en vrac.

Années 1980: Développement d'un sismographe digital. Première application d'équipement pour le monitoring des forages.

Introduction et applications commerciales des ordinateurs pour améliorer la planification des tirs.

1987: Le plus gros tir souterrain jamais réalisé en Europe: 285000 kg d'explosifs (Irlande).

1988: Développement des techniques utilisant les lasers pour conception et analyse des sautages (Grande Bretagne et États-Unis).

Fin des années 1980: Introduction de détonateurs à délai électroniques.

1995: Il ne reste qu'une usine fabriquant de la dynamite aux États-Unis.

ÉTUDE DE L'EFFET DU SAUTAGE ADOUCI SUR LA FRACTURATION DES PAROIS D'UNE EXCAVATION SOUTERRAINE

Par : Richard Simon

Département des génies civil, géologique et des mines,
École Polytechnique

N.D.L.R. : Extrait du rapport R-310 Août 2002, IRSST.
Pour plus de détails, nous vous suggérons de télécharger le document original à partir du site internet de l'IRSST (www.irsst.qc.ca).

SOMMAIRE

Dans les mines souterraines, les chutes de terrain demeurent encore aujourd'hui une cause importante d'accidents mortels et autres accidents graves. L'écaillage et l'installation du soutènement sont les activités qui présentent le plus de risques de blessures liées aux chutes de roches. En effet, celles-ci nécessitent que le travailleur soit exposé à un massif rocheux non soutenu où des roches peuvent se détacher du toit.

Trois facteurs principaux affectent la difficulté des opérations d'écaillage et d'installation du soutènement: l'état initial du massif rocheux et les structures géologiques, les contraintes induites à la paroi de la galerie pouvant amener des instabilités, et l'endommagement causé par le sautage. Il est théoriquement possible de réduire l'endommagement causé par le sautage par de meilleures techniques de sautage, tel que le sautage adouci, et réduire ainsi les risques de chutes de roches.

L'objectif principal de ce projet était d'évaluer le gain à la stabilité des parois par la technique du sautage adouci. Cependant, l'endommagement des massifs rocheux est difficile à mesurer de façon absolue. Dans ce projet, une évaluation de l'endommagement au toit d'une galerie a été réalisée de façon comparative pour un patron de

forage conventionnel et pour un patron de forage adouci à la mine Richmont - division Francoeur. L'étude a été réalisée sur une portion de galerie de ventilation longue de 24 m avec cinq volées pour chaque patron.

Pour évaluer l'avantage de l'utilisation du sautage adouci, plusieurs indicateurs ont été utilisés et des mesures ont été effectuées incluant une étude de temps et de coûts, une évaluation des difficultés lors de l'écaillage et de l'installation du soutènement, des observations à la caméra dans des trous de forage, des mesures au dilatomètre et des essais en laboratoire. Les indicateurs utilisés ont montré une amélioration moyenne de 3 à 14% selon l'indicateur utilisé. De plus, l'endommagement étant très influencé par la qualité initiale du massif rocheux, l'amélioration est de 20% à 48% si l'on ne compare que les zones de qualité similaire.

Tous les indicateurs utilisés pour comparer l'endommagement ont été favorables au patron adouci. Il est donc clair que cette technique lors du percement de galerie peut amener des gains importants au niveau de la sécurité des travailleurs en réduisant le risque de chutes de roches lors de l'installation du soutènement et en augmentant la stabilité des excavations.

INTRODUCTION

Problématique

Dans les mines souterraines, les travailleurs peuvent être exposés à de nombreuses situations présentant des risques d'accidents. Parmi celles-ci, les chutes de terrain demeurent encore aujourd'hui une cause importante d'accidents mortels et autres accidents graves dans les mines. Ainsi, malgré une baisse généralisée du nombre

d'accidents mortels dans les mines québécoises au cours des cinquante dernières années (on enregistrait une moyenne de près de 12 par année dans les années 50, et environ 4 par année dans les années 80), la proportion causée par les chutes de terrain ne montre pas de fléchissement marqué (Anon., 1993). Bien que les chutes de terrain représentent usuellement moins de 15% de tous les accidents dans les mines souterraines, celles-ci sont responsables de près de la moitié des accidents mortels (APSM, 1999). À cet égard, on note que les opérations d'écaillage et d'installation du soutènement comptent pour environ 40% des accidents indemnisables liés aux chutes de terrain.

Lors des opérations de développement de galeries dans une mine souterraine, le cycle normal comprend le forage, le sautage, l'écaillage, le déblaiement et l'installation du soutènement. Parmi ces opérations, l'écaillage et l'installation du soutènement sont les activités présentant le plus de risques de blessures pour le travailleur. En effet, celles-ci nécessitent que le travailleur soit exposé à un massif rocheux non soutenu où des roches peuvent se détacher du toit. L'écaillage consiste à faire tomber les roches branlantes et endommagées par le sautage. Le soutènement consiste généralement à forer des trous pour y installer des boulons d'ancrage qui supportent le toit de la galerie (du grillage est aussi couramment installé au toit de celle-ci).

Trois facteurs principaux affectent la difficulté des opérations d'écaillage et d'installation du soutènement: la fracturation naturelle du massif et les structures géologiques présentes, les contraintes induites à la paroi de la galerie pouvant amener des instabilités, et l'endommagement causé par le sautage. La fracturation inhérente du massif est un problème qui peut être contrôlé par une bonne caractérisation du massif rocheux et un bon positionnement ou orientation des excavations. Les contraintes induites sont liées à la géométrie et à l'orientation de la galerie et aux contraintes initiales. Les dommages causés par le sautage peuvent être réduits par de meilleures techniques de sautage.

Le sautage à l'aide d'explosif est la principale technique utilisée pour le percement d'excavations en roches dures. Cette technique, essentielle pour les opérations, contribue largement à l'endommagement du massif rocheux et à la création d'instabilités localisées. La zone endommagée autour de l'excavation par le sautage peut varier de quelques centimètres à plusieurs mètres de profondeur. Plusieurs techniques de sautage peuvent être utilisées pour tenter de réduire l'endommagement. Certaines de ces techniques requièrent usuellement le forage de trous supplémentaires à la paroi. Cependant, le forage de ces trous supplémentaires augmente de façon significative les coûts (matériel de forage, temps de la main-d'œuvre) liés à cette opération. De plus, lors des opérations de développement de galeries, le temps est souvent un facteur important pour les opérations minières dans la réduction des coûts. C'est pourquoi ces techniques ne sont encore que rarement utilisées dans la majorité des mines.

Techniques de sautage

À l'état naturel, le massif rocheux n'est pas homogène et contient un bon nombre d'imperfections: fissures, diaclases, plans de faiblesse, failles etc. La résistance du massif rocheux dépend alors de la nature de la roche ainsi que des imperfections présentes. L'action de fragmenter la roche à l'aide d'explosifs peut créer de nouveaux dommages au massif rocheux, réduisant ainsi sa résistance. Plusieurs techniques de sautage peuvent être utilisées pour réduire et limiter l'endommagement causé aux parois et les bris hors profil. Parmi celles-ci, on retrouve le pré-clivage, le sautage adouci, le forage très rapproché et le sautage cousiné (Anon., 1977).

La technique du pré-clivage consiste à faire détoner les trous de la périphérie avant le sautage de l'excavation principale. La théorie du pré-clivage veut que certaines fissures radiales d'un trou se joignent à un trou voisin pour former un plan de rupture entre les trous. Cette technique n'est pas couramment utilisée dans les galeries souterraines à cause de la possibilité de trous coupés,

attribuables à l'espacement rapproché et au faible fardeau du tir principal (Anon., 1977).

La technique du sautage adouci (parfois appelée tir de contour, tir périmétrique ou sautage de parement) consiste à forer un plus grand nombre de trous à la limite de l'excavation et d'utiliser une charge plus faible pour ceux-ci. Tous ces trous détonent simultanément (ou avec un minimum de délai) à la fin de la séquence de sautage. Il y a alors une action de clivage entre les trous, ce qui laisse une paroi plus lisse avec un minimum de bris hors profil (Anon., 1977). Dans les mines souterraines québécoises, cette technique est principalement utilisée dans les chantiers ouverts afin de limiter la dilution dans les épontes.

La technique du forage très rapproché consiste à forer un très grand nombre de trous de petit diamètre à la limite de l'excavation sans les remplir d'explosifs. Ceci produit un plan de moindre résistance vers lequel le tir principal peut se dégager et réfléchir les ondes de chocs pour réduire le bris et les efforts sur la paroi définitive (Anon., 1977). L'utilisation de cette technique est très limitée à cause de l'imprévisibilité des résultats et du coût élevé de forage.

Le sautage coussiné est similaire au sautage adouci à la différence que les charges dans le trou de forage sont séparées par des pierres concassées. Le coussin peut servir ainsi à limiter la charge explosive. Cette technique est principalement utilisée pour les trous de grand diamètre dans les mines à ciel ouvert (Anon., 1977).

L'utilisation de telles techniques de sautage permet en théorie de réduire l'endommagement des parois du massif rocheux dû au sautage. Ceci peut alors avoir pour effet de diminuer les risques d'instabilités et de chutes de roches. Dans les mines souterraines, ces techniques ont principalement été utilisées pour réduire la dilution des épontes dans les chantiers ouverts. Ces techniques sont peu utilisées lors du percement de galeries, car les trous supplémentaires augmentent le temps du cycle de

forage et de sautage et engendre ainsi des coûts supplémentaires. Il est possible cependant de supposer que l'utilisation de la technique du sautage adouci (la plus adaptée aux travaux de percement de galeries souterraines) pourrait réduire l'endommagement au toit de la galerie et diminuer ainsi les risques liés aux travaux d'écaillage et d'installation du soutènement.

Objectifs de l'étude

Bien que la littérature sur le sautage soit abondante (e.g., Fourney et Dick, 1987; Rossmannith 1993), relativement peu d'études ont porté sur l'évaluation qualitative de l'influence du sautage sur l'endommagement des massifs rocheux (Morrison 1996). L'objectif premier de ce projet est d'évaluer le gain réalisable à la stabilité des parois lorsque la technique du sautage adouci est utilisée. L'endommagement des massifs rocheux est toutefois difficile à évaluer et à quantifier en pratique. C'est pourquoi l'évaluation de l'endommagement à la paroi d'une galerie a été réalisée de façon comparative pour un patron de forage et sautage conventionnel et pour un patron de forage utilisant le sautage adouci. L'étude a été réalisée à la mine Richmond - division Francoeur sur une portion de galerie de ventilation longue de 24 m (80') représentant dix volées. Le deuxième objectif de cette étude est de vérifier si la technique du sautage adouci peut être intégrée dans le cycle de développement d'une galerie souterraine sans causer de retards importants.

Pour évaluer l'avantage de l'utilisation d'une telle technique, plusieurs indicateurs ont été utilisés et des mesures ont été effectuées incluant une étude de temps et de coûts, une analyse des difficultés rencontrées lors de l'écaillage et de l'installation du soutènement, des observations faites à la caméra dans des trous de forage, des mesures au dilatomètre et des essais en laboratoire.

DISCUSSION

Aspects opérationnels

ÉTUDE DE TEMPS

Un des objectifs de cette étude était de vérifier s'il était possible d'intégrer un patron de sautage adouci dans le cycle de sautage tout en permettant aux mineurs de compléter le cycle dans un quart de travail. Les résultats ont montré que le patron de sautage adouci utilisé peut s'intégrer dans le cycle à l'intérieur du quart de travail. En effet, le forage des trous supplémentaires a augmenté le temps de forage de 5 minutes en moyenne et d'un maximum 15 minutes (sur 2¼ h) alors que le chargement a pris 10 minutes de plus (sur ¾ h) pour un total de 15 minutes supplémentaires (sur un total de 3 h) ou une augmentation de 8%. Aucune différence notable n'a été observée dans les temps d'écaillage et d'installation du soutènement.

Les mineurs ont réussi à compléter à temps leur cycle pour les dix volées liées à l'étude. Toutefois, il est important de préciser que la distance de transport pour disposer de la roche abattue était très courte soit environ 150 m. Une distance de transport plus importante aurait augmenté le temps de déblaiement et réduit considérablement la marge de manœuvre pour le forage et le chargement des explosifs. Notons également qu'aucun bris mécanique ne s'est produit durant l'étude. Par ailleurs, mentionnons que pour les mines où le forage est mécanisé, le temps supplémentaire de forage requis pour le patron adouci peut ne pas être un facteur important.

IMPACT SUR LES COÛTS DE DÉVELOPPEMENT

Les modifications au patron de forage et de sautage a naturellement un impact sur les coûts associés au développement de la galerie. Le forage de six trous supplémentaires (soit 48 pieds linéaires ou 14,6 m)

augmente les coûts, de même qu'une quantité supplémentaire de matériel de sautage est nécessaire (cordeau détonant, détonateurs et ANFO). Environ 12,5 kg d'ANFO supplémentaire par volée étaient nécessaires pour le patron de sautage adouci. Ainsi, les coûts en matériel ont augmenté de 9,7% lors de l'utilisation du patron de sautage adouci. Cependant, cette augmentation n'est que 3,6% des coûts totaux lorsque les coûts de main-d'œuvre (qui constituent la majeure partie des coûts de développement) sont inclus.

IMPACT SUR LA SANTÉ ET SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS

Bien que la réduction de l'endommagement du massif rocheux puisse avoir des impacts positifs importants pour la sécurité des travailleurs, l'augmentation de la quantité de forage peut également avoir des impacts négatifs sur la santé des travailleurs. Dans le cas des mines à gisement filonien, le forage est souvent effectué manuellement à l'aide de foreuse sur béquille. Dans ce type de forage, les membres de l'opérateur sont soumis à un certain niveau de vibration qui peut permettre le développement de la maladie des vibrations, communément appelée le syndrome de Raynaud ou des doigts blancs (Beaudet et al., 1985). L'augmentation du temps de forage augmente la durée d'exposition du travailleur aux vibrations, ce qui peut augmenter le risque de développer cette maladie professionnelle.

Évaluation de l'endommagement

Dans cette étude, trois causes d'endommagement ont été identifiées soit : l'endommagement inhérent (causé lors de la formation du massif rocheux et au cours des ères géologiques subséquentes), l'endommagement causé par l'accroissement des contraintes suite au percement de l'excavation et l'endommagement causé par la technique de percement.

ENDOMMAGEMENT INHÉRENT

Pour évaluer l'endommagement inhérent, une approche basée sur la mécanique de l'endommagement en milieu continu (*Continuum Damage Mechanics*) a été utilisée. Celle-ci fait appel à un paramètre d'endommagement D ou de continuité $\Gamma (= 1-D)$. La première série d'essai au dilatomètre a permis d'évaluer les paramètres de continuité à l'échelle d'influence du dilatomètre pour les cinq premières volées. Des difficultés rencontrées sur le terrain n'ont pas permis la poursuite de ces mesures sur les cinq autres volées. Les valeurs du paramètre Γ_d obtenues varient de 0,347 à 0,530. Une variation importante peut être remarquée pour la cinquième volée, qui correspond également à un changement du type de roche, où la géologie passe d'une andésite à un gabbro. Par ailleurs, il a été montré que les valeurs obtenues de Γ_d n'ont pas de relation avec les valeurs du RQD ou du RMR, ce qui tend à démontrer que le volume impliqué dans ce type d'essai n'est pas influencé par la présence de discontinuités.

Pour évaluer l'endommagement à l'échelle du massif, l'approche proposée par Aubertin et al. (2000) a été utilisée. Celle-ci repose sur la classification géomécanique RMR et sur l'évaluation de l'effet de volume. Cet effet de volume, noté Γ_{100} , est donné par le ratio de la résistance en compression uniaxiale du bloc unitaire (cL) sur la résistance en compression uniaxiale (σ_c) obtenue lors d'essai en laboratoire sur des éprouvettes de dimension standardisée. L'évaluation de cet effet de volume est toutefois difficile à réaliser en pratique puisqu'il nécessite la réalisation d'essais sur des échantillons de différents volumes. Ce type de campagne d'essais est très coûteux et rarement réalisé pour des applications pratiques. Les valeurs moyennes de Γ_{100} dans la littérature sont de l'ordre de 0,2 à 0,3 mais peuvent varier de 0,1 à 0,5 (Aubertin et al., 2000). Une valeur de 0,3 a été postulée dans cette étude. Puisque la même valeur est utilisée pour les deux patrons de forage, l'influence de ce postulat est ici de moindre importance.

L'évaluation de l'endommagement inhérent a montré que le massif rocheux dans la zone de l'étude est fortement endommagé comme c'est souvent le cas à faible profondeur. Les résultats ont montré un paramètre de continuité variant de 0,025 à 0,090, ce qui signifie que la résistance du massif rocheux est au mieux à 9% de la résistance obtenue en laboratoire. La relation utilisée montre également qu'une faible variation de la cote RMR a une influence importante sur la résistance. Ainsi, une valeur de RMR passant de 54 à 61 (augmentation de 13%) augmente Γ de 0,053 à 0,090, soit une augmentation de la résistance de 70%.

En ce qui a trait à l'évaluation de Γ_{100} , une alternative moins coûteuse pourrait être l'utilisation du Γ_d obtenu avec les essais au dilatomètre. En effet, plusieurs auteurs ont montré que la diminution progressive de la résistance peut généralement être reliée à une augmentation du volume de l'échantillon en utilisant une loi de puissance (e.g., Jaeger et Cook, 1979; da Cunha, 1993). Ainsi, même si le volume influencé par le dilatomètre est moindre que le bloc unitaire, la valeur de Γ_d pourrait être relativement près de celle de Γ_{100} , comme en témoigne les valeurs obtenues de Γ_d qui s'approchent de la borne supérieure des valeurs de Γ_{100} retrouvées dans la littérature. Cette approche reposerait sur l'hypothèse que l'effet d'échelle est identique pour le module de déformation et pour la résistance, une hypothèse qui reste toutefois à prouver. C'est là un aspect qui n'a jamais été étudié spécifiquement mais qui pourrait être une avenue intéressante d'explorer dans le futur.

ENDOMMAGEMENT CAUSÉ PAR L'ACCROISSEMENT DE CONTRAINTES

Pour évaluer s'il y avait eu endommagement causé par l'accroissement des contraintes à la paroi, un modèle numérique a été construit. Une approche conservatrice a été utilisée en considérant dans le modèle 2D que la contrainte horizontale maximale était perpendiculaire à la galerie, ce qui n'était pas exactement le cas. Cette approche mène à des concentrations de contraintes qui

sont supérieures à celles qui seraient obtenues par modélisation 3D puisque le cas le plus défavorable a été utilisé.

Les résultats combinés ont montré, malgré le haut niveau d'endommagement inhérent du massif rocheux et en prenant sa résistance minimale (avec un σ_c de l'ordre de 9 MPa pour le gabbro et de 2 MPa pour l'andésite), que le seuil d'initiation de l'endommagement n'était pas atteint. Mentionnons également que Aubertin et al. (2000) ont proposé que le seuil d'initiation de l'endommagement soit considéré comme étant la résistance à long terme des matériaux. Ainsi, selon cette approche, il n'y aurait aucun danger pour la stabilité à long terme de cette excavation, à condition évidemment que d'autres excavations ne viennent pas modifier l'état de contrainte de la galerie.

ENDOMMAGEMENT CAUSÉ PAR LE SAUTAGE

L'endommagement des roches est une caractéristique difficile à mesurer de façon absolue et catégorique. Ceci est particulièrement vrai pour l'endommagement causé par le sautage qui ne s'étend généralement que sur une faible distance à l'intérieur du massif rocheux. C'est la raison pour laquelle une étude comparative a été réalisée.

Pour comparer les deux patrons de sautage, plusieurs indicateurs ont été utilisés. Tous les indicateurs utilisés montrent que le patron de sautage adouci a réduit l'ampleur de la zone d'endommagement au toit de la galerie. La réduction de l'endommagement varie de 3 à 14% selon l'indicateur utilisé. Bien que cette variation puisse sembler faible, il faut tenir compte des variations dans la condition initiale du massif rocheux. En effet, ni le type de roche, ni la cote RMR n'était constante dans la zone d'étude. En fait, une dégradation importante de la qualité du massif rocheux dans les deux dernières volées du patron adouci a réduit les valeurs moyennes obtenues. Le faible nombre de mesures ne permet pas

la détermination d'une relation mathématique statistiquement fiable, mais elle montre que l'endommagement est influencé par la condition initiale du massif. Cet aspect a également été corroboré par Paventi (1995).

Par ailleurs, si on utilise le RMR comme critère de comparaison, trois zones distinctes sont présentes dans la galerie. La première, avec une valeur de 53 à 54, correspond aux quatre premières volées dans l'andésite. La deuxième, correspondant à des valeurs de 58 à 61, se situe dans le gabbro pour les volées 5 à 8. Finalement la dernière zone correspond à l'andésite avec une valeur de 46 à 47. Étant donné la variation relativement importante entre les zones d'andésite, il est difficile d'établir une comparaison équitable. Pour le gabbro, il est possible de faire cette comparaison. Ainsi, une amélioration moyenne de la profondeur d'endommagement de 20% est obtenue en faveur du patron adouci. En comparant seulement les volées 5 et 6 où le RMR est le même, l'amélioration est de 43% ou 20 cm.

De plus, il faut également considérer que même une faible réduction d'endommagement peut représenter néanmoins un gain appréciable sur la résistance du massif rocheux. Ainsi, en comparant les valeurs de σ_d dans le gabbro et en prenant comme hypothèse que $\sigma_d \propto \sqrt{RMR}$, l'augmentation moyenne de la résistance est de 48% avec le critère de rupture MSDPu. De plus, un massif rocheux moins endommagé présente moins de risques de chutes de roches par gravité comme le démontre le taux plus faible de roches tombées par trou foré soit une réduction de 33% et de 83% pour la zone située dans le gabbro. Cela a donc un impact direct et négligeable sur la sécurité des travailleurs lors des opérations d'écaillage et d'installation du soutènement.

Un autre aspect dont il faut tenir compte est la qualité du forage et des accessoires de sautage. L'angle avec lequel les trous périphériques sont forés doit demeurer constant afin que la distance réelle entre les trous soit la même sur toute la longueur de la volée. En pratique, lors du

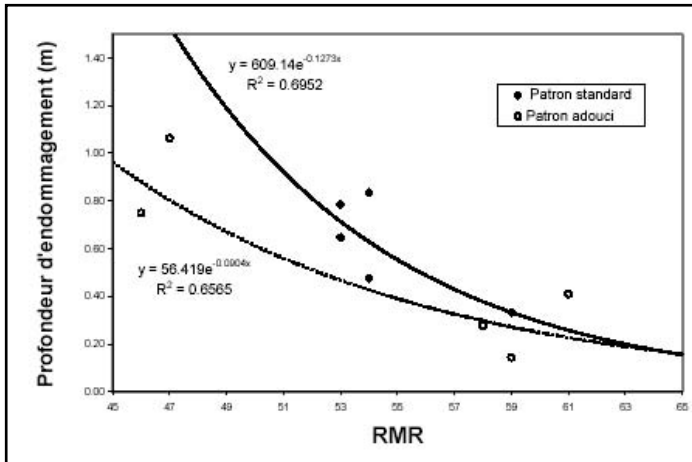


Figure 5.1: Variation de la profondeur d'endommagement en fonction de la cote RMR.

percement d'une galerie, plusieurs facteurs rendent difficile le maintien de cet angle constant d'un trou à l'autre tels que:

- une face de travail irrégulière;
- les discontinuités du massif;
- la hauteur du toit de la galerie versus la taille du travailleur;
- l'attention du travailleur.

Ces facteurs peuvent influencer de manière importante l'endommagement comme semble en témoigner les observations visuelles qui montrent des variations importantes dans une même volée. Ainsi, la profondeur d'endommagement observée montre des variations moyennes entre les deux trous de 30 cm et pouvant aller jusqu'à 50 cm. La qualité des accessoires de sautage est également importante. Pour que le sautage soit bien réussi, les trous périphériques doivent détoner au même moment. Une variation de quelques ms entre la détonation de deux trous adjacents augmentera la zone d'endommagement. Plusieurs études (e.g. Mohanty et al., 1990) ont montré qu'il y avait généralement une variation dans le temps de détonation réel versus celui nominal, et que cette variation avait des conséquences sur l'endommagement.

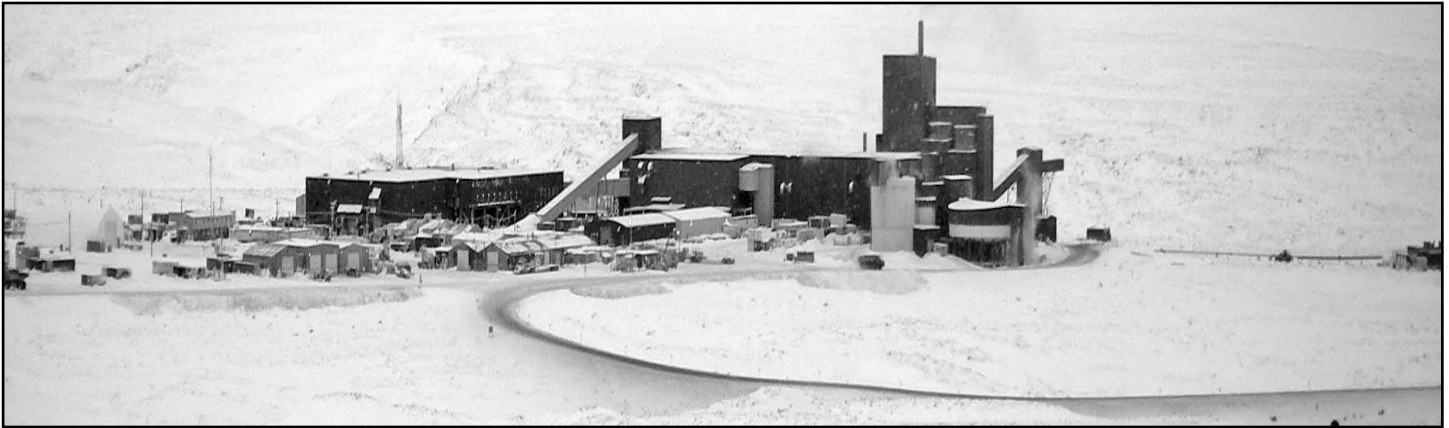
Avantages du patron adouci

De manière théorique, le patron adouci présente plusieurs avantages. La réduction de l'espace entre les trous réduit la zone d'endommagement de l'onde de tension réfléchie, puisqu'en théorie, la zone d'endommagement est égale à la moitié de l'espacement. Ainsi, les zones d'endommagement théoriques seraient de 56 cm pour le patron standard et 40 cm pour le patron adouci. Ceci se situe dans la plage de valeurs observées. Il serait également possible de postuler qu'une profondeur d'endommagement observée inférieure à ces valeurs théoriques sont le résultat d'un bon sautage et qu'une valeur supérieure résulte d'un moins bon sautage. Ainsi, les deux patrons analysés auraient réussi dans 40% des fois à avoir un endommagement moindre à la théorie de la moitié de l'espacement. Il faut cependant rappeler ici l'influence importante de la qualité initiale du massif rocheux.

De plus, la réduction de la puissance explosive dans les trous périphériques joue également un rôle dans la réduction de l'endommagement. Comme l'ont démontré les indices basés sur la PPV, la réduction serait de l'ordre de 18 à 24% selon le critère utilisé. Ainsi, l'utilisation de cordeau détonant dans les trous périphériques pour réduire la puissance explosive est souhaitable et facilement applicable. Cependant, si la puissance explosive de la dernière rangée de trous est réduite, il faut aussi réduire le fardeau afin d'avoir une fragmentation acceptable pour le chargement et le transport de la roche abattue.

CONCLUSIONS

Lors de l'excavation de galeries souterraines, certains travaux présentent un risque accru de blessure par chute de roches. C'est le cas notamment des travaux d'écaillage et d'installation du soutènement. L'objectif de cette étude était de vérifier si la technique du sautage adouci pouvait réduire l'endommagement au toit de la galerie et si elle



classes qu'à la découverte du côté pratique de la profession. De plus, les stages permettent d'approfondir les connaissances tout en les mettant à jour sur les dernières technologies utilisées. L'attribution d'un ou de plusieurs projets à un stagiaire permet à celui-ci d'améliorer ses connaissances, de développer des techniques de travail et de prendre contact avec les travailleurs de l'industrie minière dans un contexte moins académique et plus pratique, ce qui est très apprécié des stagiaires. La présentation du stage à la Mine Raglan met en évidence des conditions de vie peu familières et la présentation des projets permet de démontrer les types de tâches données aux étudiants, tant pratiques que théoriques. La durée d'un stage est normalement de 13 à 16 semaines.

2. Mode de vie à la mine Raglan

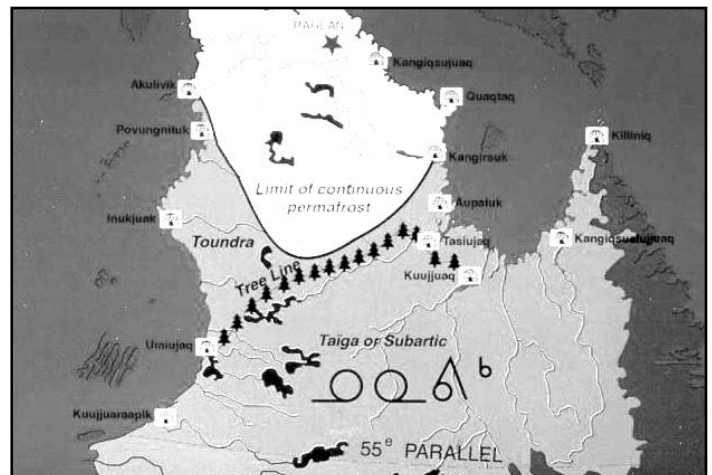
Située quelque 1660 km au nord de la ville de Québec, la mine Raglan n'est accessible que par avion. Sur le site, outre les journées de onze heures de travail (7h à 19h, incluant une heure de dîner), il y a beaucoup d'activités. Presque chaque soir, il y a une activité sportive dans le gymnase. De plus il y a une salle de divertissement comportant : instruments de musique, tables de jeux, plusieurs salles avec écran géant et cinéma maison, ainsi qu'une salle d'entraînement. La cafétéria offre des menus diversifiés et la nourriture est excellente.

Les gens sur le site sont, en général, très sympathiques et accueillants. Tant au travail, à la cafétéria que dans les différentes salles de divertissements, il y a possibilité de

rencontrer et de discuter à des nouvelles personnes. L'ambiance chaleureuse aide à ce que les jours se succèdent rapidement. Le stage c'est quatre semaines de travail avant de retourner à la maison pour deux semaines, pour par la suite entreprendre une autre rotation de quatre semaines. L'horaire normal des employés de la mine est de trois semaines au site et deux semaines hors site.

3. Projets

Pour ce stage, j'ai deux projets de natures différentes à réaliser. Le premier consiste en la réconciliation des données des anciennes fosses afin de trouver un indice de consommation du diesel utilisé pour différentes activités. Cet indice pourrait par la suite être utilisé pour l'estimation des coûts lors de la planification financière d'une nouvelle fosse. L'indice doit être relatif à la distance des fosses, car à Mine Raglan, les fosses ont une moyenne



de vie d'environ 1 an. Il y a donc eu beaucoup de fosses qui ont été exploitées, situées à différents kilométrages du moulin. La nature du projet rend intéressante l'application des apprentissages des cours d'estimation ainsi que de statistiques et permet au stagiaire d'appliquer ses connaissances acquises, plus théoriques.

Le second projet est relatif aux opérations de forage et sautage. Le stagiaire doit aider à mettre en place une méthode de contrôle-qualité pour le contrôle de trous



canons. La fosse étant près des réservoirs de diésel et de l'aéroport, les projections doivent être limitées. Étant donné le grand nombre de facteurs pouvant influencer les projections, le contrôle est instauré à deux niveaux. Il faut d'abord s'assurer que les plans et devis qui sortent des bureaux de l'ingénierie soient conformes. Ensuite, il faut effectuer des visites de terrain afin de vérifier que les plans et devis sont respectés, tant au niveau de la profondeur des trous que du collet laissé suite au chargement. Le but est de trouver le ou les facteurs favorisant les trous canons, afin de diminuer leur influence lors des sautages suivants. Pour vérifier si les facteurs qui ont été contrôlés étaient la cause des problèmes ou si la présence de trous canons persiste, les sautages sont filmés et analysés. Un projet de ce type est instructif pour un stagiaire, car l'étudiant travaille en collaboration avec les ingénieurs, les arpenteurs ainsi que les mineurs. En rencontrant tous ces travailleurs, le stagiaire s'expose au point de vue de chacun des maillons de la chaîne de travail, ce qui lui permet de comprendre les difficultés rencontrées à chaque étape.

Outre les projets, le stagiaire a des tâches régulières à accomplir, telles qu'assister à différentes réunions (santé

et sécurité, production, planification de la semaine), remplir des rapports hebdomadaires, compiler des factures et faire le suivi de la production. Les tâches plus appliquées consistent à concevoir des plans de forages AutoCAD. Ces tâches sont complémentaires avec le second projet, ce qui les rend d'autant plus intéressantes.

Finalement, en milieu de travail, il y a évidemment beaucoup de procédures à lire et on a l'opportunité de suivre des formations. Les formations reçues sont très importantes, car elles facilitent l'apprentissage. En plus des formations régulières de travail, il est possible d'assister à des formations données par les différents départements. Entre autre, j'ai pu suivre une formation sur les explosifs, donnée par monsieur Pierre Groleau de SNC-Lavalin. Les formations supplémentaires de ce type sont très appréciées, car elles permettent de joindre théorie, pratique et d'acquérir des connaissances plus spécifiques de la part de formateurs-experts.



4. Conclusion

En plus d'être des expériences de travail intéressantes, les stages permettent d'approfondir les connaissances pratiques des étudiants et de leur donner un avant-goût du travail qu'ils devront effectuer lorsqu'ils seront gradués. Le passage en industrie permet donc aux stagiaires de rencontrer les employeurs potentiels, tout en permettant aux employeurs de voir les futurs ingénieurs à l'œuvre.

NOUVELLES D'HAROLD

Tel que mentionné dans la revue automne 2009, un cours de boutefe « Prospection minière » a eu lieu en octobre dernier à Alma. Un DEP en forage et dynamitage est présentement en cours également à Alma, et ce dernier devrait se terminer à la fin de février. Les étudiants sont déjà la recherche de stage.

Le prochain cours devrait commencer début 2010, l'endroit reste à confirmer, mais on peut s'inscrire au Centre de Formation Professionnelle de la Jamesie à Chibougamau en contactant madame Carole Dubé en composant le (418) 748-7621, option 2, poste 3330.



Élèves du DEP en forage et dynamitage du cours d'Alma.

Chronique **boutefeu**



Étudiants dans la carrière Intercité, DEP Alma.



Étudiants du cours de prospection sismique.



Finissants, cours de prospecteurs.

L'INVESTIGATION DES RATÉS ET LES MESURES DE MITIGATION.

NDLR : Traduction libre de l'article « The Investigation and Mitigation of Misfires », paru dans The Journal of Explosives Engineers, novembre/décembre 2008.

Par Wm. J. Reisz

La gestion des ratés peut s'avérer un des problèmes les plus sérieux et difficiles auxquels les boutefeux doivent faire face. La plupart d'entre nous devront faire face à une situation de ratés à un moment ou l'autre.

Les ratés représentent une menace depuis aussi longtemps que les explosifs sont utilisés. Cependant, les accidents ont diminué considérablement au fil des années, bien que la consommation d'explosifs se maintienne à un niveau très élevé. Néanmoins, l'indulgence peut être notre pire ennemi. En réalité, les ratés représentent toujours une menace significative pour toute opération de sautage.

Les ratés qui ne sont pas détectés peuvent être particulièrement dangereux. Les explosifs ne font pas toujours la différence entre une source d'énergie volontaire et une source d'énergie involontaire. Pour que ces derniers puissent fonctionner, ils doivent posséder un certain niveau de sensibilité. Comme nous le savons, cette sensibilité les rend sujets à la friction, aux chocs et aux impacts, ce qui peut rendre l'excavation mécanique problématique.

Une inspection post-sautage minutieuse devrait être effectuée après chaque opération de sautage. Tout raté suspecté devrait être localisé immédiatement et l'emplacement marqué à l'aide de peinture ou d'un drapeau jusqu'à ce qu'il soit jugé sécuritaire de reprendre le travail à cet endroit. L'inspection devrait être faite par des individus qualifiés, expérimentés et compétents.

Dans tous les cas, si un raté est suspecté, l'objectif principal doit être de le rendre sécuritaire. Il faut prendre tout le temps nécessaire pour évaluer soigneusement les circonstances et envisager tous les risques potentiels. Le processus de reprise du raté devrait débuter uniquement lorsque tous les faits sont connus, incluant la présence d'une amorce ou d'un détonateur.

Le deuxième objectif serait de déterminer la cause du raté dans le but de diminuer la probabilité que l'évènement se reproduise.

De plus, l'enquête devrait impliquer uniquement ceux qui sont expérimentés et bien informés des risques potentiels. Ces personnes devraient avoir une bonne connaissance des conditions géologiques, des explosifs et du système d'amorçage utilisés, ainsi que des méthodes qui ont été employées. Plusieurs individus peuvent être requis en fonction de leurs connaissances spécifiques.

Si la situation comporte plusieurs cas de ratés, une enquête plus approfondie peut être nécessaire. Des notions préconçues peuvent souvent entraver l'enquête. Il faut chercher des explications en faisant preuve d'une ouverture d'esprit et éviter de sauter aux conclusions avant de connaître tous les faits. La collecte d'informations utiles peut parfois être difficile si quelqu'un ne s'intéresse qu'à trouver un coupable ou se déculpabiliser. Ce type de situation, où l'erreur humaine pourrait être impliquée, exigerait une expertise indépendante.

Il n'est pas rare de découvrir plus d'un facteur contribuant à un raté. Si l'on suspecte le mauvais fonctionnement d'un explosif ou d'un détonateur, le distributeur et le fabricant devraient être avisés. S'il est récupéré, le produit devrait être inspecté afin de

déterminer s'il y avait une défaillance mécanique ou autre effet causal.

Les opinions sont partagées au sujet des causes les plus fréquentes des ratés. Il a été suggéré que pas moins de 90% de tous les ratés sont le résultat d'un échec à connecter correctement le système d'amorçage. Cependant, la plupart des professionnels seraient d'accord pour dire que les causes peuvent être aussi variées et complexes que les circonstances et les individus à partir desquels elles se produisent. Plus souvent qu'on pourrait s'y attendre, les causes profondes peuvent être de nature géologique. Si tel est le cas, les solutions peuvent être très évasives. Les problèmes peuvent survenir et disparaître avec des changements subtils dans les conditions de la géologie structurale (discontinuités, joints ouverts, etc).

Il n'existe pas de sources fiables pouvant fournir des statistiques précises concernant les ratés. Cela est probablement dû au fait que peu d'agences exigent de rapporter de tels incidents tant qu'il n'y a pas de blessés, de morts ou de dommages à une propriété d'impliqués. Nous pouvons aussi supposer que certains ratés passent

complètement inaperçus. Combien de fois est-ce que les preuves sont dispersées et diluées au travers des débris du sautage?

Les ratés surviennent encore trop souvent. Mais grâce aux technologies avancées d'amorçage, une meilleure formation et une meilleure compréhension de la dynamique de sautage, nous possédons les outils et l'opportunité de diminuer considérablement l'incidence des ratés. Cependant, cela demandera des efforts ciblés et soutenus.

Dans notre industrie, les raccourcis sont inacceptables. Ce métier nous donne une seule occasion de faire les choses correctement. En tant qu'industrie, nous devrions redoubler d'efforts afin d'éliminer les ratés. Nous devrions commencer par revoir nos procédures opérationnelles normalisées (PON) et nous assurer que tout le personnel respecte les bonnes pratiques. Les leaders de l'industrie doivent également faire un meilleur travail dans le recrutement et la rétention des meilleurs et des plus brillants de la prochaine génération de boutefeux.

LE TRANSPORT D'EXPLOSIFS AU CANADA : INTRODUCTION AUX PLANS D'INTERVENTION D'URGENCE (PIU)



Par : Josée Boudreau

NDLR : Extrait du site internet et d'un article paru dans « The Journal of Explosives Engineers » march/april 2009

Transport Canada possède des exigences règlementaires qui se rapportent au transport des explosifs. Une

composante importante inclut l'exigence d'un plan d'intervention d'urgence (PIU) approuvé.

Le Plan d'intervention d'urgence (PIU) découle des recommandations du juge Grange à la suite des travaux de la commission d'enquête sur le déraillement de Mississauga, survenu en décembre 1979. Le juge Grange



Exercice de transfert de produit en temps réel impliquant une émulsion en vrac. Le but de cet exercice était de démontrer les capacités de Transport Canada dans le cadre de l'évaluation du PIU.

a recommandé que tout expéditeur de marchandises dangereuses ait un plan pour contrôler tout rejet de ces dernières en cas d'accident, et que ce plan soit présenté au Ministre et approuvé par celui-ci ou par une personne ou un organisme désigné par lui. Le droit de cet expéditeur d'exercer son activité pourrait être révoqué en tout temps si le plan en question était jugé insatisfaisant, soit dans sa conception, soit dans sa mise en œuvre.

La partie 7 de la Loi de 1992 sur le transport des marchandises dangereuses indique qu'avant toute demande de transport ou importation de certaines marchandises dangereuses, il faut disposer d'un plan d'intervention d'urgence (PIU) agréé en vertu dudit article. Quant à la partie 7 ainsi qu'à la colonne 7 de l'annexe 1, du Règlement sur le Transport de marchandises dangereuses (TMD), ils font état des marchandises dangereuses et de la concentration ou quantité pour lesquelles un PIU est exigé. Les quantités d'explosifs sont exprimées en quantité nette d'explosifs qui se définit par la masse nette de matériel explosif, excluant la masse du contenant. Certains

des explosifs tels que les détonateurs électriques et non-électriques sont exprimés en nombre total d'articles.

Un PIU a pour but de fournir une aide sur place aux autorités locales en cas d'accident mettant en cause ce genre de marchandises dangereuses. Cette aide comprendrait, sans exclure d'autres possibilités, des conseils sur l'intervention d'urgence donnés tout d'abord au téléphone, puis par une personne ayant les connaissances nécessaires et présente sur les lieux de l'accident, ainsi que la fourniture de matériel spécialisé et d'une équipe d'intervention capable d'atténuer sur place les effets nocifs des marchandises dangereuses. Par exemple, lorsque des émulsions en vrac sont proposées pour le transport, les personnes doivent démontrer leur capacité de transfert et démontrer qu'elles possèdent l'équipement de pompage adéquat. De plus, la personne qui est censée effectuer le transfert doit démontrer qu'elle possède une expérience pertinente ou qu'elle a reçu une formation appropriée et a participé à des exercices. Dans le but de tester le plan de façon efficace, il y a eu des exercices sur le terrain pour démontrer le transfert de produit en temps réel avec des émulsions en vrac, employant un scénario réaliste et un scénario pour le pire des cas.

Les personnes tenues de présenter un PIU ont à leur disposition divers moyens possibles d'assurer une intervention suffisante, et elles envisagent d'habitude plusieurs facteurs comme la nature des marchandises dangereuses, la formation spécialisée, le matériel, le transport, la zone où intervenir et le contenant. Les trois possibilités de base sont les suivantes :

- On peut consigner son propre résumé de PIU des marchandises et faire état d'une capacité d'intervention complète comprenant un mécanisme d'alerte, le personnel nécessaire, le moyen de transport et le matériel utilisé.
- On peut inscrire son propre résumé de PIU, qui peut comprendre certaines de ses propres ressources et certaines ressources convenues (le mécanisme d'alerte peut être le numéro de téléphone de

l'entreprise, et le matériel spécialisé peut provenir d'un entrepreneur en intervention d'urgence).

- On peut demander à un entrepreneur en intervention d'urgence ou à une association commerciale de présenter, en son nom, un résumé du PIU.

À noter que la personne tenue par la Loi sur le TMD de présenter ou de faire présenter un tel résumé est responsable de tous les aspects du PIU, et que lorsque l'entrepreneur doit fournir des ressources, elle doit démontrer qu'elle a conclu un arrangement contractuel avec le ou les entrepreneurs choisis, avant que ledit PIU soit approuvé. Il incombe également à la personne qui exige ce dernier de faire le nécessaire pour s'assurer qu'un entrepreneur est en mesure de mener l'intervention nécessaire.

La norme CSA - Planification des mesures d'urgence pour l'industrie (CSA Z731), ainsi qu'un plan d'intervention d'urgence générique sont disponibles pour aider à élaborer un PIU. Ce modèle est disponible sur le site web de Transport Canada et s'applique particulièrement bien à des compagnies qui offrent le transport d'explosifs commerciaux.

Transports Canada a un programme d'enregistrement, d'inspection et d'approbation des PIU. Plus de 1000 PIU en vigueur ont été déposés auprès de Transports Canada, qui provenaient de toutes les provinces. Il existe plusieurs autres types de marchandises dangereuses qui exigent un PIU incluant les gaz toxiques, les gaz inflammables, les produits dangereux et les poisons par exemple.

On enregistre un PIU en présentant une demande d'agrément d'un PIU au chef des Opérations d'intervention. Cette demande est examinée dès qu'elle a été reçue, puis un spécialiste des mesures correctives (SMC) communique avec l'auteur pour en vérifier le contenu. Lorsque le spécialiste a terminé sa vérification, il attribue le numéro d'enregistrement et le chef des Opérations d'urgence donne son approbation temporaire

au résumé en question, puis envoie une lettre officielle au demandeur.

Tous les PIU peuvent faire l'objet d'un examen et d'une enquête. Ce sont les spécialistes des mesures correctives (SMC) régionaux qui les examinent et qui peuvent demander des changements s'il y a lieu, pour les rendre plus efficaces. Si ces changements sont rejetés ou qu'ils ne sont pas mis en œuvre, l'enregistrement des PIU peut être révoqué, ce qui supprime effectivement le droit d'expédier des marchandises dangereuses. Le rapport produit par les SMC est appelé « rapport d'audit d'un site », connu également sous l'acronyme RAS. C'est un rapport générique qui peut s'appliquer à un large éventail de marchandises dangereuses et de PIU. Les SMC fourniront des copies de leur RAS après chaque visite des lieux. Dès qu'ils auront examiné un PIU, le chef des Opérations d'urgence l'approuvera en faisant parvenir une lettre en ce sens au gardien de ce PIU.

Les PIU se sont révélés utiles!

Les PIU ont été mis en œuvre avec succès en réponse à des incidents impliquant des explosifs. L'utilisation d'un plan préétabli a permis une réponse mieux coordonnée et plus appropriée selon une procédure accélérée. Pour plus d'informations au sujet du transport de marchandises dangereuses et du programme PIU, visitez le site web de Transport Canada

[http://www.tc.gc.ca/tmd/piu/menu .htm](http://www.tc.gc.ca/tmd/piu/menu.htm)

PROCÉDURES OPÉRATIONNELLES NORMALISÉES (PON)

NDLR : Traduction libre de l'article « Standard Operating Procedures » paru dans The Journal of Explosives Engineer, janvier/février 2009

Par Wm. J. Reisz

Il n'existe pas de norme universelle pour les procédures d'opérations normalisées (PON). Chaque opération de sautage présente des conditions uniques, nécessitant des besoins et méthodologies propres. Il serait pratiquement impossible de créer un document polyvalent qui conviendrait à tous les scénarios de sautage. Il existe cependant des objectifs universels qui devraient être intégrés à tout ensemble de procédures normalisées de sautage.

Les PON sont un ensemble de consignes écrites qui devraient être rédigées pour décrire clairement et brièvement une routine de tâches répétitives. Lorsqu'elles sont bien conçues et mises en œuvre correctement, les procédures d'opérations normalisées conduisent inévitablement à des résultats plus constants et prévisibles, de façon plus efficace et avec un minimum de risques. De telles normes ou façons fournissent une direction et améliorent la communication tout au long du processus de sautage.

Des procédures, étape par étape, sont utiles pour aider à protéger le public, le personnel sur les lieux de travail, les propriétés publiques et privées, ainsi que l'environnement. Elles peuvent aussi être un outil précieux de formation.

Il existe plusieurs bonnes raisons de fournir des PON, quoique la sécurité devrait toujours être l'objectif principal. Dans certains cas, il peut y avoir du personnel de l'équipe de sautage qui possède peu ou aucune

expérience. D'un autre côté, certains employés peuvent posséder une grande expérience antérieure mais ne pas être familiers avec les pratiques de travail approuvées. Peu importe, le but visé est que tous les travailleurs exercent les tâches qui leur sont assignées selon les mêmes standards et le plus efficacement et sécuritairement possible.

Lors de la rédaction des PON, nous devrions premièrement dresser une liste de procédures à être couvertes. Chaque élément devrait fournir le plus de détails possibles sur les procédures spécifiques. La liste suivante suggère quelques sujets qui devraient être traités :

- Critères du plan de sautage
- Pratiques de chargement (trous humides, matériaux de bourrage, mesures, etc.)
- Re-forage (distances sécuritaires)
- Équipement de protection personnelle
- Équipement d'opération, d'inspection et d'entretien
- Tenue des enregistrements
- Rapports de vérification et tests de systèmes
- Surveillance et contrôle du sautage
- Systèmes de communications
- Identification et consignation des dangers
- Sécurité du site de sautage
- Pré et post inspection
- Sécurité des entrepôts
- Entretien ménager
- Communication avec le public
- Exceptions spéciales

Les instructions de travail devraient aller dans le sens d'attribuer des responsabilités au personnel clé, telles que l'évacuation du site de sautage, la mise en place des gardes et l'autorisation du tir.

Les PON devraient aussi inclure des sous-ensembles de « procédures spéciales » et de « procédures d'urgence ».

Les procédures spéciales peuvent inclure des sujets tels que la gestion des ratés et des déversements, l'élimination des explosifs détériorés ou en trop, la dénonciation des vols ou des dommages à la propriété, et la gestion des plaintes liées au sautage.

Les procédures d'urgence incluraient l'évaluation des lieux de l'accident, la stabilisation des victimes, les interventions d'urgences, les numéros de téléphones, les choses à faire et à ne pas faire en cas d'incendie, les points de rassemblement en lieu sûr, ainsi que les autorités auxquelles se rapporter. Les décisions qui sont prises lors des premières minutes d'une situation d'urgence peuvent faire la différence entre la vie et la mort. Si ces sujets sont abordés et revus régulièrement, les gens seront mieux préparés à prendre de bonnes décisions dans une situation de stress élevé. Il faut toujours planifier pour le mieux mais être prêt au pire.

La rédaction de bonnes PON est le fruit d'un effort collectif. Le processus de rédaction peut impliquer le personnel de l'équipe de sautage, les superviseurs de projets, les ingénieurs, la CSST, ainsi que des spécialistes en procédures opérationnelles. Le document final devrait être révisé et approuvé par le gestionnaire des opérations ou par la compagnie.

Les vraies PON sont plus souvent qu'autrement des procédures qui vont évoluer avec le temps. Un processus de révision périodique devrait être mis en place et les questionnements devraient être discutés régulièrement lors de réunions sur la sécurité, ou chaque fois que des besoins spécifiques surviennent. Lorsque le document est modifié, il devrait être redistribué avec un numéro de révision et une date d'autorisation. Les modifications doivent être soulignées et bien comprises afin que tous travaillent ensemble vers un objectif commun.

Des PON bien écrites peuvent s'avérer un des moyens les plus efficaces pour atteindre la constance, optimiser l'efficacité et créer un environnement de travail plus sécuritaire. Mais elles n'ont pas une grande valeur si elles sont placées sur une tablette et dépeussées uniquement lorsqu'une situation critique se produit.

La plupart des boutefeux retirent beaucoup de fierté et de satisfaction de ce qu'ils font et ils reconnaissent et apprécient la valeur d'un plan de sautage bien structuré. Si vous avez déjà rédigé des PON, prenez le temps de réviser et de mettre à jour vos procédures de sautage au besoin. Si cela n'est pas déjà fait, espérons que vous en ferez une priorité dans un avenir rapproché.



JE DÉSIRE ÊTRE MEMBRE EN RÈGLE DE LA SEEQ

Nom: _____ Prénom: _____

Adresse: _____

Ville: _____ Code Postal: _____

Téléphone: _____ Télécopieur: _____

Occupation: _____

Corporation (s'il y a lieu): _____

Je suis référé par: _____

Je joins à la présente un chèque au montant de _____ \$ pour devenir membre
et je conviens que mon admission sera sujette aux règlements de la Société d'Énergie Explosive du Québec.

Signature: _____

Adresse de la SEEQ:
C.P. 21, Saint-Augustin
(Québec) G3A 1V9

Membre Régulier: 40\$ Membre Corporatif: 200\$ Membre Étudiant: 10\$



MERCI À NOS MEMBRES CORPORATIFS

 Blashtech	 C.A.F. FORTIER - EXCAVATION <small>Construction - Démolition - Décapage</small>	 CENTRE 24-JUIN Formation professionnelle	 Commission de la construction du Québec	 Hydro Québec
 CONSULTANTS DURY	 CSST	 PROTEXPLO	 DYNAMAT	 AM FTD CTC DU QUÉBEC
 Dynamitage TCG	 DYNO Dyno Nobel	 F.D.T. Forage - Dynamitage	 FORAGE ET DYNAMITAGE RIVE-SUD INC. Licence R.B.Q. : 8006-2649-16	 www.dyfotech.ca 1210 Goussierblow Dorval, Québec J0L 1G0 Dyfotech inc. Forage - Dynamitage www.dyfotech.com
 Les Forages Dyfo-Pro	 GÉOPHYSIQUE GPR INTERNATIONAL INC.	 GESTION GRANDS TRAVAUX INC.	 GRAYMONT	 CONSTRUCTION CSN
 VALE INCO	 INTER-CITÉ Construction	 ITASCA Consulting Canada Inc.	 Kiewit	 LAFARGE
 SNC-LAYALIN Environnement	 CASTONGUAY, S.E.N.C.	 LES ENTREPRISES MICHEL BEAUPIED FORAGE & DYNAMITAGE	 AIR INC.	 seneca
 SÛRETÉ DU QUÉBEC POLICE	 ORICA	 TRANSPORT NORDIQUE INC.	 UNIVERSITÉ LAVAL	 EBC ISO 9001 : 2000
 QIT QIT-Fer et Titane inc.	 Commission scolaire de la Baie-James	 Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada Division de la réglementation des explosifs Explosives Regulatory Division	 Transports Québec	 ATAK ROC 418-564-3367