

REVUE SEEQ

Société d'Énergie Explosive du Québec

Vol. 29 - No.1

Spécial 46^e Session d'Étude - novembre 2023

(Gratuit aux membres)

www.seeq.qc.ca



Dans cette édition

- Trois façons d'éliminer les fines dans les sautages
- Évaluation des résultats de prédécoupage
- Nouvelles d'Harold et de nos foreurs-boutefeux

Revue SEEQ



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.

ÉDITION SEEQ

a/s Pierre-Luc Deschênes
2700, rue Einstein, F. 2e étage
Québec, Qc, G1P 3W8

Rédacteur en chef et responsable

Pierre Dorval
Revue.seeq.qc@gmail.com

Photo page couverture

Castonguay – Canadian Royalties
Photo courtoisie Jonathan Blondeau

COLLABORATEURS

Francis Trépanier
Pierre-Luc Deschênes
Harold Blackburn
Pierre Dorval
Suzanne Larouche
Nadya Michel

IMPRESSION

Les Copies de la Capitale Inc.

Sommaire

SEEQuences du **Président** 3

Chronique Explosifs

Trois façons d'éliminer les fines dans les sautages 4

Chronique Sautage

Évaluation des résultats de prédécoupage . 8

Chronique Boutefeu

Nouvelles d'Harold et de nos foreurs-boutefeux16

Conseil d'administration 2023

Président	Francis Trépanier	450-673-0102
Vice-président	Yves Gilbert	418-694-1030
Trésorier	Daniel Gros-Jean	514-592-5861
Secrétaire	Mustapha El Dhimni	
Directeurs	Jonathan Aubertin	
	Étienne Bibeau	
	Harold Blackburn	
	Nicolas Beaulieu	514-207-8531
	Tommy Boulianne	
	Martin Cyr	
	Pierre Dorval	418-842-6899
	Pierre-Luc Deschênes	581-814-2700, poste 24076
	Marie-Ève Émond	514-355-6190, poste 312
	Paul Kuznik	450-437-1441
	Suzanne Larouche	418-699-0125
	Nadya Michel	
	Marc-Antoine Prince-Larose	
	Daniel Roy	
	David Sibille	819-679-5903
	Éric Simon	514-247-4566
Secrétariat	Abigail Nolet	

SEQUENCES DU PRÉSIDENT

Francis Trépanier

Chers membres, collègues et ami(e)s,

En cet automne 2023, c'est avec un immense bonheur que la SEEQ et l'Université Laval vous accueillent à cette 46^e session d'étude sur les techniques de sautage pour les deux prochains jours.

Pour cette 46^e session d'étude, nos conférenciers auront l'occasion de vous partager la réalisation de projets et d'études dans les domaines des mines, des carrières et de la construction ainsi qu'au niveau de la sécurité des travaux aux explosifs.

Au cours des dernières années, la sensibilisation de la société à l'importance sur la sécurité ainsi que de la protection de l'environnement pour les générations futures, a amené les différents organismes et paliers gouvernementaux à mettre en place de nouvelles normes pour la sécurité des travailleurs ainsi que pour le bien-être des citoyens au voisinage des travaux de sautage.



Photo courtoisie : Nikola Brassard – Fermont - Mont Wright

En ces temps de changement environnementaux et de l'importance capitale à donner à la sécurité des travaux aux explosifs, le rôle de la SEEQ est primordial pour les années à venir. Ensemble, nous devons poursuivre notre engagement à promouvoir la sécurité dans l'utilisation de l'énergie explosive pour le bien de nos travailleurs et de la société.

Notre rôle en tant qu'individu et en tant que groupe de la SEEQ peut faire toute la différence sur le succès des projets futurs.

En mon nom personnel ainsi qu'au nom de la SEEQ et de l'Université Laval, je vous souhaite une magnifique 46^e session d'étude remplie de rencontres et de discussions enrichissantes.

Francis Trépanier, ing.
Président SEEQ

Trois façons d'éliminer les fines dans les sautages

Par : Anthony Konya

Vice président de Precision Blasting Services

Source : Pit & Quarry, 3 mars 2022

<https://www.pitandquarry.com/three-ways-to-eliminate-fines-in-blasting/>

Traduction libre par la Revue : Pierre Dorval



Photo Pierre Dorval

Introduction

Les systèmes de monitoring actuels peuvent offrir un aperçu de la fragmentation dans les godets des chargeuses, sur les convoyeurs et dans d'autres endroits clés du processus minier.

Les producteurs de granulats luttent constamment contre la production de fines lors du processus de dynamitage, de concassage et de criblage pour minimiser le pourcentage produit. Les fines diminuent considérablement la marge de bénéfice nette des sites, car elles sont souvent vendues à un prix inférieur. Elles sont transformées en sable manufacturé, ce qui augmente les coûts tout en se vendant à un prix par tonne plus faible que d'autres produits. Les fines sont également rejetées comme déchets. La plupart des marchés ont une demande plus faible pour les fines et les sables que pour d'autres produits. Quelle que soit la façon dont un site traite les fines de granulats, elles sont un produit indésirable entraînant une performance médiocre du site. Cependant, il existe des méthodes pour éliminer la production de fines lors du dynamitage. Explorons-les.

1. Ajuster l'espacement

L'espacement des trous est l'un des éléments les plus importants à prendre en compte lorsqu'on envisage le pourcentage de fines qu'une explosion produira. Il s'agit souvent d'un paramètre négligé, de nombreuses exploitations fixant l'espacement des trous de dynamitage égal à la dimension du fardeau (un motif carré) ou en l'élargissant selon un rapport de base (un motif rectangulaire ou triangulaire). Bien que ces méthodes soient applicables dans des situations très spécifiques, ces règles du pouce sont souvent appliquées à outrance à chaque site et à chaque sautage, ce qui peut entraîner une augmentation significative des fines.

Richard Ash, professeur de longue date en génie minier à l'École des mines et de la métallurgie de l'Université du Missouri-Rolla, avait précédemment établi une large gamme de ratios d'espacement par rapport au fardeau qui étaient utilisés dans l'industrie. Ces ratios avaient parfois un espacement égal à deux fois le fardeau dans certaines situations.

Ces relations espacement/fardeau ont été développées en enquêtant sur divers sites d'exploitation aux États-Unis et en établissant des directives-guides à partir de leurs pratiques de dynamitage. Plus tard, Calvin Konya a repris ce travail et l'a développé en étudiant les variations du ratio optimal d'espacement par rapport au fardeau en fonction du rapport de rigidité du sautage H/F (Hauteur de banc/Fardeau) et des temps de détonation trou par trou.

Konya a constaté que plus un banc était "haut", c'est-à-dire plus la hauteur du banc par rapport au fardeau était importante, plus le ratio d'espacement par rapport au fardeau devait être élevé pour obtenir une fragmentation appropriée. Konya a également constaté que si les trous d'une rangée étaient mis à feu instantanément plutôt qu'avec un court délai, le ratio d'espacement par rapport au fardeau devait augmenter.

Cela a permis d'établir deux concepts fondamentaux dans la conception des sautages. Le premier est que le ratio espacement / fardeau (E/F) doit être modifié en fonction de la séquence de détonation et de la hauteur du banc. Cela a validé les résultats de l'enquête de Ash, montrant que la grande variation du ratio espacement / fardeau provenant de son enquête était due aux différences de hauteur de

CHRONIQUE EXPLOSIFS

banc et de la séquence de mise à feu, et non nécessairement au type de roc.

Depuis, j'ai utilisé ces concepts et développé davantage les relations, en ciblant spécifiquement les modifications du ratio espacement / fardeau par rapport à la séquence de détonation trou par trou en millisecondes par pied. Cela a conduit à une compréhension claire que plus la détonation trou par trou est rapide, plus l'espacement doit être important pour maintenir un pourcentage de fines constant.

Cela entraînera également une augmentation des blocs surdimensionnés, de sorte que la méthodologie de conception d'un sautage doit être soigneusement élaborée pour garantir que les fines sont réduites de manière appropriée en modifiant la séquence de détonation et l'espacement, tout en maintenant également les surdimensionnés sous contrôle. Tout cela finit par transformer les processus d'optimisation du dynamitage en un état multivariable dans lequel plusieurs groupes de variables sont modifiés et optimisés sur une période à long terme afin que l'exploitation finisse par développer le profil de fragmentation optimal.

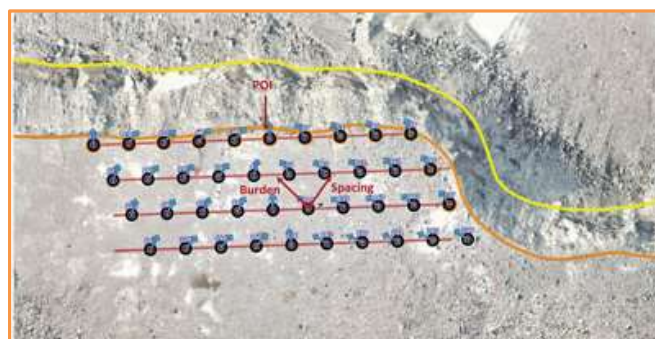
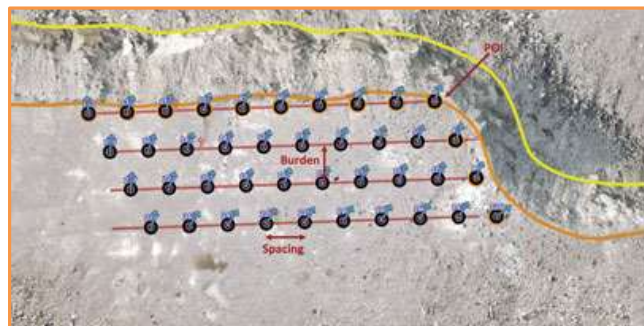
Un signe révélateur que l'espacement pourrait être optimisé davantage : si l'espacement est égal au fardeau d'un sautage, il est probable que des améliorations puissent être apportées au ratio espacement / fardeau. Cela ne s'applique pas dans toutes les situations, mais dans la grande majorité des cas, cela indique qu'une discussion avec le boutefeu pourrait être utile.

2. Séquençage d'initiation

Le deuxième paramètre à analyser est la séquence d'initiation des trous de sautage. Il s'agit d'une variable de conception simple mais difficile.

Lors de la conception d'un sautage, un schéma de détonation est établi, comprenant à la fois le séquençage, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les trous de dynamitage sont détonés, et la synchronisation, c'est-à-dire le temps réel entre chaque trou qui détone selon la séquence développée. Le séquençage de la détonation des trous de dynamitage est extrêmement important, car des changements dans le séquençage entraînent des changements dans le fardeau réel et l'espacement réel du sautage. Cela est dû au fait qu'une diminution ou une augmentation du fardeau

a un impact majeur sur le processus de fracturation du roc lors du sautage en modifiant la distance à parcourir de l'onde de choc générée par la détonation de l'explosif et la pressurisation des gaz.



(Photo: Anthony Konya)

Prenons l'exemple de deux schémas de détonation pour illustrer les différences de fardeau et d'espacement en fonction du séquençage de détonation. Supposons que le boutefeu conçoive un sautage dont le fardeau, l'espacement et la synchronisation sont appropriés pour la situation. Lors du premier tir, le boutefeu conçoit le tir de manière que chaque rangée soit tirée directement vers le front libre. Dans ce cas, les dimensions du fardeau et de l'espacement sont ceux que le boutefeu avait initialement conçus, et la fragmentation est appropriée.

Maintenant, supposons que lors du prochain tir, le boutefeu décide d'initier le tir depuis le centre et de l'élargir vers l'extérieur et vers l'arrière, avec la même synchronisation en millisecondes, le même fardeau et le même espacement qu'auparavant. Cette fois, le dynamiteur obtient une augmentation significative des fines et des surdimensionnés.

Que s'est-il passé ? En réalité, on observe que le schéma a été tiré en angle, ce qui a entraîné une

diminution du fardeau effectif du sautage, avec pour résultat un fardeau considérablement inférieur à celui que le boute-feu avait prévu. Cela a provoqué une augmentation des fines et un déplacement plus rapide du front, entraînant une projection des matériaux plus importante. Dans le même temps, cela a conduit à un espacement accru entre les trous de sautage, ce qui a généré des surdimensionnés entre les trous de forage.

On peut aller plus loin dans ce concept lorsque l'exploitant commence à analyser la possibilité de réaliser des tirs en échelon ou en quinconce. La séquence d'initiation du sautage aura généralement un impact plus important que l'approche de forage physique réelle utilisée. Cela devient maintenant un processus complexe de conception du fardeau, de l'espacement et de la synchronisation appropriés; puis de mise en place du plan de forage et sautage réel sur le banc et de sa séquence d'initiation ; puis de recalcul du fardeau et de l'espacement pour s'assurer que le fardeau réel et l'espacement réels de chaque trou de forage sont appropriés et conformes à la conception d'origine.

Si ce n'est pas le cas, alors la séquence de mise à feu ou la disposition physique des trous de forage doivent être modifiés de manière que, lorsque le sautage est initié, le fardeau et l'espacement réels soient toujours les mêmes. Cela permet de développer des performances cohérentes et fiables au fil du temps, qui peuvent ensuite être modifiées et optimisées. Sans la cohérence que procure la conception à partir des vrais fardeaux et espacements, le processus sera variable et apporter des modifications à la conception ne donnera que peu ou pas de résultats, car les pratiques de dynamitage réelles changent à chaque sautage.

3. Mesurer l'ensemble du système

Une autre manière de lutter contre les fines est de s'assurer que la fragmentation est mesurée, non seulement pour le dynamitage, mais pour chaque partie du processus minier. C'est un système dans lequel la fragmentation peut être pleinement optimisée grâce à des processus d'ingénierie et de conception à long terme. Les systèmes de surveillance de la fragmentation sont largement disponibles et en constante amélioration. Récemment, nous avons vu l'introduction de systèmes de surveillance de la fragmentation, permettant la consolidation des données de

fragmentation immédiatement après un dynamitage, de la fragmentation dans les godets des chargeuses, et des mesures de fragmentation sur les convoyeurs. Ces systèmes, combinés à de bonnes pratiques d'ingénierie, peuvent fournir des indices pour réduire les fines tout au long du processus de manutention.

Avec ces systèmes, chaque exploitation peut développer une approche critique qui analyse le pourcentage de fines, tel que le pourcentage de matériau passant à travers un tamis No. 4, pour déterminer la meilleure courbe de fragmentation à partir du processus de dynamitage.

Par exemple, supposons qu'une industrie surveille la fragmentation après le dynamitage, après le concasseur primaire et après le concasseur secondaire. L'exploitant constate clairement une tendance montrant que 50 % du matériau passant par le concasseur secondaire en dessous de 1/2 pouce se transforme en fines, et que c'est la plus grande source de production de fines dans le processus.

L'étape suivante consiste à comprendre comment augmenter la quantité de matériau au-dessus de 1/2 pouce à partir du concasseur primaire. L'exploitant peut constater, après un processus de surveillance à long terme, que le matériau dont la courbe de fragmentation comporte plus de 30 % de matériau de moins de 3 pouces entraînera une augmentation significative du produit de 1/2 pouce de diamètre sortant du concasseur primaire.

Dans cette situation, l'exploitant peut maintenant clairement voir qu'il doit obtenir par dynamitage un matériau à plus de 3 pouces de diamètre pour réduire significativement les fines tout au long du processus restant. Cet exemple montre également des exigences d'ingénierie de dynamitage spécifiques autour desquelles on peut concevoir et optimiser un sautage, qui sont plus cruciales que simplement réduire la quantité de fines générée dans le processus de dynamitage.

En pratique, ce processus est plus complexe qu'illustré en raison de la grande variabilité des courbes de fragmentation. Mais l'exemple fournit une illustration de l'ingénierie qui devrait être mise en œuvre dans le processus de lutte contre les fines.

Conclusion

L'industrie des granulats luttent constamment contre les fines provenant du processus de dynamitage, et leur réduction est généralement la principale préoccupation de l'ingénieur en sautage d'une exploitation. Il existe de nombreuses méthodes pour modifier la conception d'un sautage afin d'éliminer les fines issues du dynamitage, notamment l'utilisation de l'espacement et de la séquence de détonation appropriés pour garantir une mise en œuvre correcte et fidèle d'implantation du plan de sautage.

Cependant, pour réduire véritablement la quantité de fines issues du dynamitage, un ingénieur doit avoir une compréhension détaillée de la manière dont les fines sont générées tout au long du processus. Cela permet à l'ingénieur de comprendre les exigences souhaitées de la courbe de fragmentation pour le processus de dynamitage, ce qui conduit à des augmentations de performances à long terme.

Anthony J. Konya est le vice-président de Precision Blasting Services, consultant dans le monde entier en dynamitage de roches et en vibrations résultant du dynamitage. Il est également le fondateur et PDG d'Academy Blasting, une entreprise de formation en ingénierie des sautages, et l'animateur du podcast AcademyBlasting.TV.

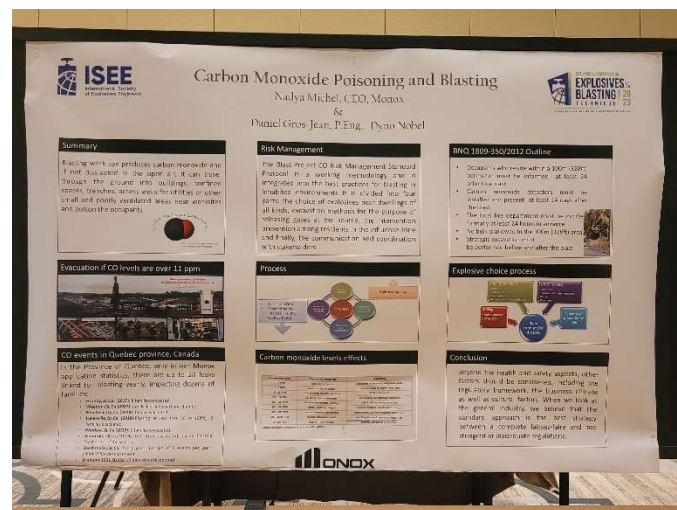
20th Pennsylvania Drilling and Blasting Conference

November 16–17, 2023 | State College, PA

Pour votre information, notre collègue Nadia Michel, présidente de Gestion Monox Inc., a été invitée par le Département de Protection Environnementale, plus spécifiquement par le chef du département de la sécurité explosive, Chris Catalano, comme conférencière pour discuter de la prévention des intoxications par monoxyde de carbone sur les chantiers impliquant du dynamitage dans le cadre de leur prochain congrès qui se tient les 16 et 17 novembre 2023, soit en même temps que notre session d'étude annuelle.

Nadia Michel a également participé à la session posters lors du dernier congrès de la ISEE à l'hiver 2023. Avec comme co-auteur l'ingénieur Daniel Gros-Jean de Dyno Nobel, le titre de leur poster

était : « Intoxication au monoxyde de carbone - explosifs commerciaux, dynamitage et travaux de construction dans des zones habitées. »



FORMOBILE – Centre de formation intégrée

FOR193 – Nouvelle formation disponible

Comment diminuer les risques de délais et coûts supplémentaires lors de l'application obligatoire de la norme BNQ 1809-350 (excavation par sautage) référencée dans la norme BNQ 1809-300

Lors de travaux d'excavation par sautage, du monoxyde carbone, un gaz incolore, inodore et toxique, est produit. Si les travaux se déroulent près de zones habitées, il peut en résulter un risque d'intoxication grave chez la population environnante. Le gaz peut s'infiltrer dans bien des endroits, dont des tuyaux, lui permettant ainsi de parcourir de longues distances.

Pour plus d'information :

<https://formobile.ca/genie/for193/>

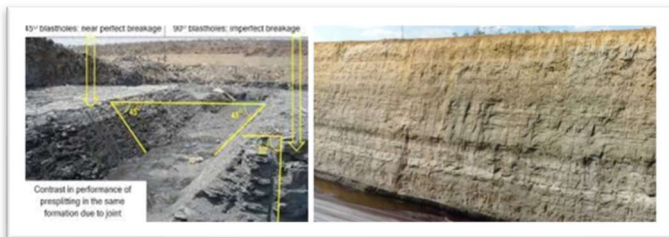
Évaluation des résultats de prédécoupage

Par : Bruno Pimentel, Spécialiste en dynamitage
Publié dans LinkedIn

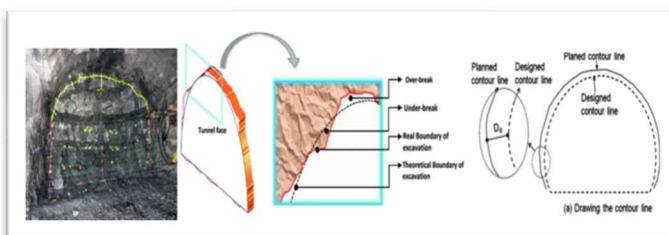
Traduction libre par Pierre Dorval avec la permission de l'auteur

Le prédécoupage ou pré-clivage.

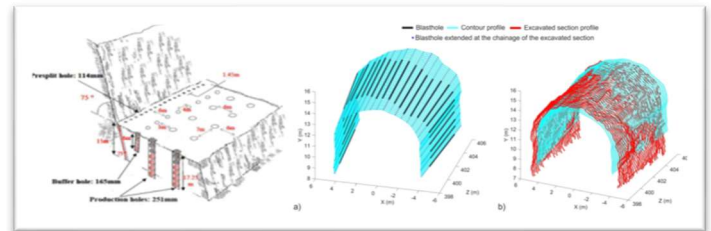
Aussi simple que cela puisse paraître, les tirs de prédécoupage sont parmi les techniques de dynamitage les plus utilisées et les plus polyvalentes dont nous disposons pour découper ou sculpter le roc. Cette technique vise à découper la roche pour une meilleure délimitation de la paroi finale. Elle a également plusieurs autres avantages parmi les techniques de contrôle de bris hors profil qui sont utilisées afin de préserver l'intégrité du massif à conserver, pour réduire les dommages générés par les tirs de production, ainsi que pour contrôler les niveaux des différents impacts qui peuvent être générés par les tirs. Les techniques de prédécoupage ou pré-clivage peuvent également être utilisées pour réduire les vibrations causées par les sautages dans une certaine direction ; les sautages secondaires ; les sautages spéciaux ; et bien d'autres encore.



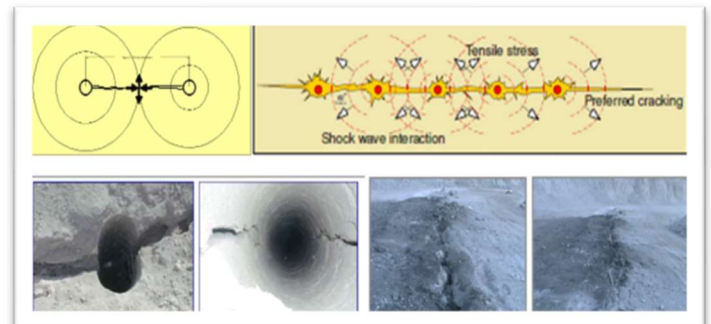
Outre les applications dans le cadre des dynamitages à ciel ouvert, les techniques de prédécoupage sont toutes aussi importantes dans les dynamitages souterrains mais, dans ce cas, elles sont mieux connues sous le nom de dynamitages de contour, largement utilisés pour creuser des tunnels, contrôler les bris hors profil; et préserver l'intégrité du roc.



Nous pouvons dire que le prédécoupage est la principale technique de préservation du massif rocheux à conserver, étant la plus utilisée individuellement ou en conjonction avec une autre technique, aussi bien dans les sautages à ciel ouvert que dans les sautages souterrains. Cette technique consiste à créer une fissure dans un massif rocheux pour, de cette façon, séparer la partie qui sera détonnée (bloc de roc à fragmenter) du reste de la roche qui doit être préservée.

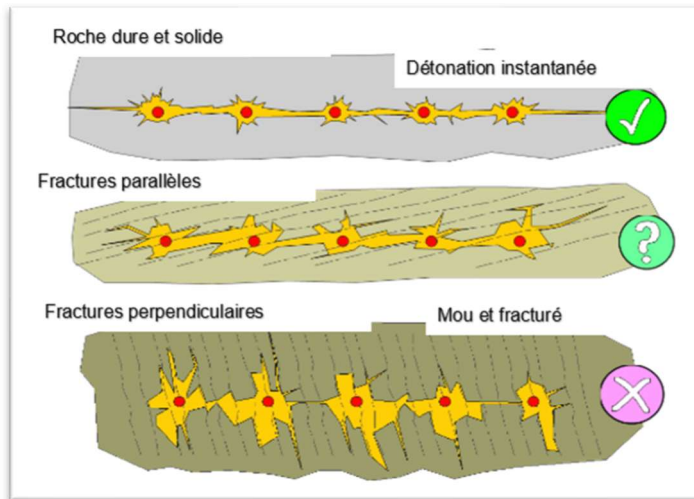


La définition théorique du prédécoupage est simplement la détonation instantanée d'une ligne de trous parallèles et coplanaires le long de la surface de coupe que l'on veut créer, avec une charge explosive contrôlée, tout en visant à provoquer le moins de chocs ou de fissures possibles dans le massif à conserver. La détonation simultanée des trous produit une force de tension qui crée une fissure entre chacun des trous selon le plan formé par ces derniers.

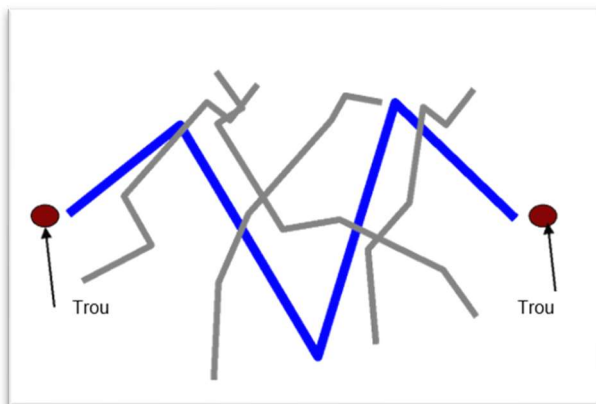


Le plan de coupe créé par le prédécoupage crée un filtre protecteur pour le massif à conserver, pouvant réduire ou même éliminer les effets du sautage des trous de production qui sont déclenchés après le prédécoupage. Par rapport aux tirs de production, le prédécoupage utilise une très faible quantité de charge explosive, normalement non couplée, car son objectif est de couper la roche et non de la fragmenter.

CHRONIQUE SAUTAGE



Le prédécoupage donne généralement un excellent résultat dans les roches dures et massives, laissant une paroi lisse marquée par les demi-trous, mais la technique peut être adaptée à presque tous les types de rocs, ce qui nécessite une évaluation et une adaptation des paramètres. Il est donc important de savoir que vos résultats peuvent varier considérablement en fonction des propriétés de la roche et des caractéristiques de la charge.



Tout comme les résultats, l'espacement et la charge peuvent varier considérablement en fonction du type de roche et de ses conditions sur le site d'abattage. Nous pouvons dire que plus la roche est fracturée, plus la performance du prédécoupage sera difficile. Nous le voyons clairement lorsque nous avons un changement de caractéristiques dans le même tir.



Malgré le coût d'exécution plus élevé, principalement dû au forage supplémentaire requis et au travail plus important de chargement et de sautage, plusieurs raisons expliquent pourquoi le prédécoupage est la technique la plus utilisée :

- Meilleure définition de la coupe pour le mur restant
- Meilleure définition et apparence de la paroi
- Meilleure stabilité des pentes
- Crée un plus grand sentiment de sécurité
- Plus grande facilité avec différentes inclinaisons
- Fonctionne comme un filtre pour les vibrations
- Peut être déclenché longtemps à l'avance
- Peut être appliqué pour le contrôle de la dilution
- Etc...



Lorsqu'il s'agit de sautages particuliers, comme c'est le cas pour les travaux de génie civil, l'obtention des limites d'excavation prévues combinée à la possibilité de préserver le massif restant, justifie l'utilisation pratiquement obligatoire de cette technique, principalement dans les excavations plus confinées, comme les canaux, les fondations, les structures pour les centrales électriques et les déversoirs, qui seront ensuite recouverts de béton. La non-utilisation de la technique de prédécoupage ou de pré-clivage dans l'excavation de ces structures aura pour conséquence directe

CHRONIQUE SAUTAGE

l'apparition de bris hors profil, augmentant la consommation de béton et produisant des situations d'instabilité dans les coupes de roc, ce qui dans de nombreux cas, nécessiteront des travaux complémentaires et même des travaux de renforcement dans les structures en béton.



La qualité et la précision (direction, angle et parallélisme) du forage sont essentielles pour une bonne performance du prédécoupage. L'importance de la précision du forage peut souvent ne pas être prise en compte dans le projet, mais elle est d'une grande importance en raison du parallélisme qui doit exister entre les trous, sinon cela peut être la cause de profils irréguliers. Comme nous l'avons vu, le mécanisme de fracturation a besoin que les ondes se rencontrent pour générer les fractures dans les bonnes directions et ainsi permettre aux gaz d'effectuer le travail de les élargir en créant le plan de fissuration qui va délimiter la paroi à obtenir.

Assez parler de concept et allons droit au but de cet article, qui consiste à parler de l'évaluation des résultats du prédécoupage. Une observation importante à faire concerne la nécessité impérative de procéder à une évaluation minutieuse des résultats des sautages avant d'apporter des changements aux plans déjà utilisés, car il est très fréquent de voir des personnes arriver à de nouveaux sites d'opérations et vouloir apporter de nombreux changements sur la base de leurs expériences passées, sans avoir vu quelques sautages et en avoir évalué les performances. Nous devons comprendre que chaque site d'opération a ses particularités et qu'il faut en tenir compte, c'est pourquoi nous recommandons toujours, qu'avant toute modification, une évaluation adéquate soit faite. Il est important qu'avant d'apporter des changements, nous sachions pourquoi nous le faisons, ce qui justifie ce changement, et les

objectifs que nous voulons atteindre, même pour évaluer si les nouvelles configurations produiront de meilleurs résultats que la précédente.

De plus, un vieil adage dit que "les résultats parlent d'eux-mêmes", donc la meilleure façon d'évaluer les résultats d'un sautage et d'identifier ce qui doit être amélioré, est d'évaluer les résultats et de les comparer en fonction de nos objectifs initiaux.

Lorsqu'il s'agit d'évaluer les performances et les résultats du prédécoupage, il existe deux méthodes standard, basées sur des évaluations visuelles, mais qui ont une application pratique très utile, tant pour évaluer les résultats que pour évaluer les performances et le comportement du sautage lui-même :

1. Quantitatif: basée sur le facteur de demi-trou visible, qui se réfère généralement au % de demi-trou visible après excavation.
2. Qualitatif : définit la qualité du mur final, où le demi-trou n'est pas une fin en soi, mais que le prédécoupage a permis de limiter le bris hors profil et d'obtenir des parois stables.

La première est la plus conventionnelle, car elle définit un paramètre quantitatif qui peut être facilement mesuré, en indiquant une valeur en % afin que nous puissions comparer l'efficacité du prédécoupage, ainsi que la performance entre différents sautages. Ce paramètre est communément appelé "facteur de demi-trou visible". Le facteur ou indice de demi-trou est le rapport sans dimension, ou pourcentage, entre la longueur totale des demi-trous, observables sur la paroi restante, après le tir, et la longueur totale des trous forés et dynamités. Il s'agit d'un indicateur indirect des dommages induits par les trous de contours sur la paroi restante.

C'est le principal facteur utilisé pour évaluer la qualité du prédécoupage, en ce qui concerne la préservation du mur restant, car un taux élevé de demi-trous indiquera que le tir de prédécoupage a été efficace et que les dommages apparents causés par le sautage ont été minimisés.

Il est important de souligner que le facteur de demi-trous ne représente que les dommages apparents possibles, n'indiquant pas les micro-fractures dans la roche ou les dommages indirects, et ne

CHRONIQUE SAUTAGE

représente pas la stabilité de la coupe, seulement le niveau de dommages apparents causés par le sautage. Mais c'est l'une des méthodologies les plus acceptées pour évaluer le résultat du prédécoupage, en ce qui concerne la qualité et l'efficacité du sautage.

Dans les figures ci-dessous, nous avons un exemple du résultat de deux sautages de prédécoupage, où nous pouvons évaluer que dans le sautage de gauche, la paroi est pratiquement intacte et nous pouvons observer tous les demi-trous, donc nous indiquerions que ce sautage ou son résultat a un facteur de demi-trou de 100%, c'est-à-dire que ce serait un sautage pratiquement parfait par rapport à ce facteur. En ce qui concerne les résultats du sautage de la photo de droite, nous pouvons voir qu'il y a beaucoup de fractures et de blocs détachés, et dans une bonne partie du mur nous ne pouvons pas voir les demi-trous, donc je pourrais dire ici que nous aurons un facteur de demi-trou approximatif de plus ou moins 40 ou 50%.

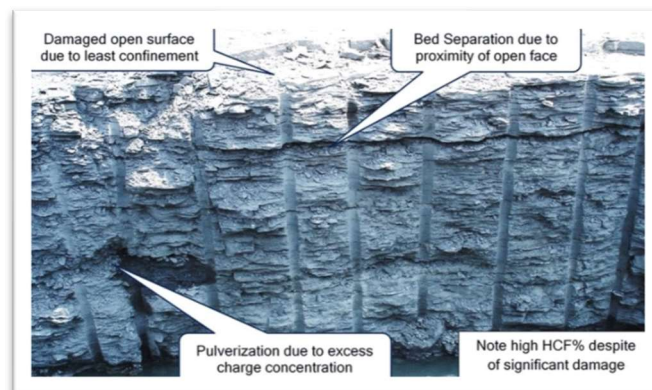


Un point important à préciser dans cette méthodologie est qu'elle prend en compte les demi-trous visibles, indépendamment des raisons de l'absence des autres, comme par exemple, le sautage peut coïncider avec un plan de faille ou le roc est déjà extrêmement fracturé, et même si le "dommage ou l'absence de demi-trous" n'est pas la "faute" du sautage, il recevra une note d'évaluation faible. Ainsi, lorsque nous utilisons ce facteur pour évaluer le prédécoupage, il tend à évaluer la "capacité de cisaillement du roc" beaucoup plus que le dommage lui-même, mais avec l'expérience et beaucoup de critères, nous pouvons indiquer si l'absence de demi-trous est due au dommage causé par le sautage ou si elle est due aux caractéristiques naturelles du roc. Par conséquent, lorsque nous comparons différents dynamitages, nous devrions idéalement les comparer en groupes en fonction des caractéristiques de la roche, car de cette manière nous pouvons évaluer efficacement le résultat du

prédécoupage dans chaque type de roche en tenant compte de la géologie structurale.

D'autre part, nous pouvons évaluer le résultat du prédécoupage à travers une évaluation qualitative, où le fait d'avoir des demi-trous n'est pas l'objectif final. Il s'agit plutôt d'évaluer la paroi dans son ensemble, en cherchant à identifier les points où le dynamitage a pu causer des dommages à la roche, ainsi que les points où le prédécoupage a été inefficace.

L'évaluation qualitative est très subjective, elle dépend entièrement de l'expérience et des critères de la personne qui va réaliser l'évaluation, ainsi que des facteurs pris en compte, mais il existe une série de principes de base qui doivent servir de guide pour réaliser une bonne évaluation, surtout lorsque l'objectif est d'identifier les points à améliorer dans le plan de dynamitage.



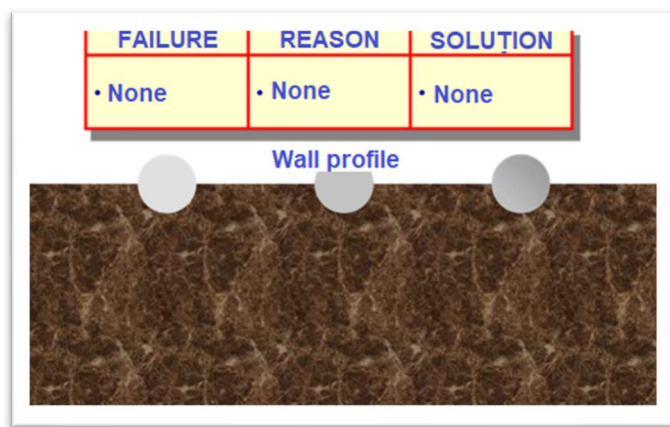
Dans l'évaluation qualitative, nous avons effectué une évaluation visuelle de la paroi restante, pour essayer d'évaluer l'état de la roche à la suite de l'action du prédécoupage, en estimant les dommages éventuels à la paroi du trou, ainsi que l'état de la section de roc entre les trous. Il existe plusieurs indicateurs qui, lorsqu'ils sont visibles, peuvent servir d'indices sur le comportement de certains éléments lors du sautage. C'est pourquoi cette méthodologie est généralement utilisée pour évaluer les paramètres du plan de tir, en cherchant à utiliser ces indicateurs comme guide pour optimiser les réglages du prédécoupage.

On peut dire que l'évaluation qualitative est comme un check-up général du prédécoupage ou même comme une analyse de l'empreinte digitale sur la paroi rocheuse, qui nous permet d'évaluer le comportement du tir et comment il a agi dans la

CHRONIQUE SAUTAGE

roche. Profitons donc de cet article pour faire quelques remarques de base qui doivent être évaluées dans ce type de situation.

Tout d'abord, référons-nous à la figure ci-dessous, où nous avons le scénario que nous considérons comme parfait, où nous pouvons voir les demi-trous intacts de tous les trous, la coupe entre les trous semble parfaite et nous ne voyons aucune preuve de dommages à la paroi. Dans ce cas, une bonne évaluation qualitative coïnciderait avec un facteur de demi-trou égal à 100%, car nous n'avons aucune anomalie dans le résultat prédécoupage lui-même, tout comme nous n'avons aucune anomalie due aux caractéristiques de la roche.



Nous ne voulons pas entrer dans trop de détails ici, mais il est important de préciser qu'en plus d'évaluer la coupe et l'existence de demi-trous, il est important d'évaluer l'ensemble du mur, en recherchant des signes qui peuvent indiquer des dommages causés par le sautage de production, ce qui indiquerait que le prédécoupage n'a pas suffi à filtrer tous les dommages, ou encore, l'évaluation de l'intégrité du demi-trou lui-même, car il est possible dans certaines situations, même avec une coupe parfaite, de trouver des demi-trous fissurés ou cassés, indiquant que localement il y a eu surcharge d'explosifs et a donc endommagé la paroi du trou.

Un autre point à analyser est le parallélisme entre les trous, pour évaluer la qualité de notre forage, voir si nous avons des erreurs d'angle ou de direction, ainsi que l'espacement entre les trous. Car comme nous l'avons dit au début, la précision du forage a une influence directe sur l'efficacité du prédécoupage et le résultat final de la coupe.

Nous pouvons également observer le sommet de la coupe, c'est-à-dire la région proche de la partie supérieure du trou de forage, pour voir si nous avons des dommages à cette extrémité, qui dans la plupart des cas, peuvent être causés par les gaz qui sortent à haute pression. Il peut donc être nécessaire d'utiliser des explosifs avec moins de gaz, ou une plus petite quantité d'explosif, en laissant la partie supérieure avec moins de charge que le reste du trou. Il est important que la coupe ait lieu jusqu'au sommet du trou, mais c'est un point critique, surtout sur les bancs, car le roc est naturellement moins confiné et plus instable. (NDLR : la bourre en sommet de trou favorise également un moins bon cisaillement et peut être responsable de bris, mais est nécessaire pour réduire les surpressions d'air notamment en milieu habité).

Un autre point important est d'observer le pied de la coupe, aussi bien sur un banc que dans une galerie de tunnel, pour évaluer si la coupe a été efficace jusqu'à la base, qui est la partie la plus confinée et la plus résistante. Il est donc fréquent d'avoir un reste de roche qui n'a pas été coupé droit, ce qui indique qu'il fallait moins d'espacement ou plus de charges à la base de la coupe. Généralement, on met un peu plus de charge à cet endroit, en raison d'une plus grande résistance, donc il faut une évaluation ponctuelle, pour ne pas mettre trop de charge et endommager la base de la coupe, mais aussi pour ne pas avoir de bosse de matériau non cisailé, car cela peut rendre difficile la mise en place du forage pour le prochain sautage.

Nous pouvons également regarder la présence de structures géologiques et de fractures, qui peuvent indiquer la présence de rupture potentielle en dièdre ou de chutes de blocs, qui concerne plus la stabilité du mur que l'optimisation de la conception de la méthode de prédécoupage.

Certains sites peuvent avoir des listes de contrôle pour évaluer, ou même attribuer des points à chacun de ces détails, et ainsi obtenir un pointage pour le résultat du prédécoupage, mais la chose la plus importante est de comprendre ce qui a causé chacun de ces détails, afin que nous puissions optimiser notre plan de sautage, en se rappelant l'influence du forage et des caractéristiques de la roche.

CHRONIQUE SAUTAGE

Maintenant regardons une situation très différente de la précédente dans l'exemple suivant :



Nous pouvons voir que nous avons eu des bris hors profil, où le roc a brisé au-delà de la ligne de prédécoupage et nous voyons des dommages évidents qui peuvent être le long de la paroi entière ou situés dans une certaine région du plan de coupe. Dans ce tronçon, nous ne trouverons pas de demi-trou, ou encore, nous aurons un indice très faible, car les dommages ont dépassé la ligne de coupe.

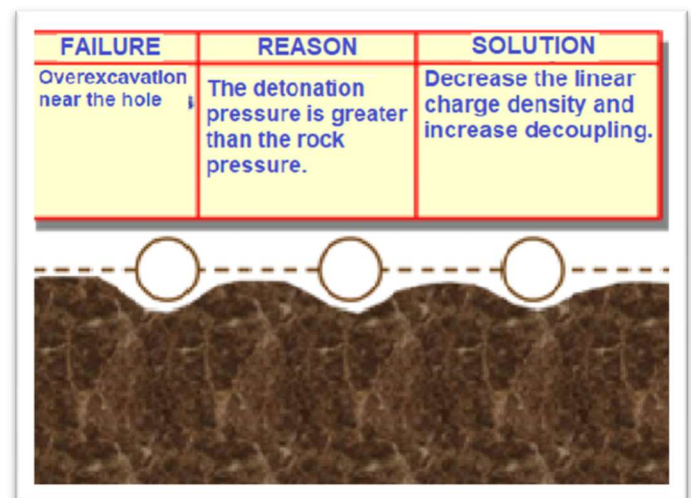
Il est important de comprendre que la première indication de cette situation est un excès de charge, qui peut provenir soit du prédécoupage lui-même, qui avait trop de charge et a endommagé la roche, soit, dans le cas de sautages conjoints, de la dernière ligne des trous de production, ce qui indique que ces trous provoquent du bris arrière élevé et que le prédécoupage n'est pas suffisant pour empêcher les dommages. Mais il peut aussi y avoir une série de situations spécifiques qui peuvent causer cela, comme un problème de conception (timing, front bloqué, maille mal dimensionnée, etc.) dans le tir principal, ce qui entraîne un plus grand confinement du tir, comme cela peut aussi être dû à des caractéristiques ponctuelles de la roche, comme nous l'avons vu sur les photos précédentes, où nous voyons clairement qu'il y avait des failles et des fractures dans la roche, qui ont provoqué des ruptures naturelles à ces endroits.

Il est important de préciser que chaque situation de ce type peut avoir une explication complètement différente, donc en plus de l'identification d'une charge explosive inadéquate, il est important d'évaluer soigneusement chaque scénario, en cherchant la cause réelle du dommage, car, par exemple, s'il s'agit d'une condition naturelle de la roche, il peut être nécessaire de réévaluer les plans de sautage de production, ou même d'adapter les faces d'excavation en fonction des structures de la

roche elle-même. S'il s'agit d'une charge explosive inadéquate, il faut évaluer où elle se produit, que ce soit lors de l'abattage avant ou pendant la production, et redimensionner les patrons de forage et sautage en conséquence. N'oublions pas que cela peut changer d'un secteur à l'autre de notre exploitation, il est donc important de procéder à une évaluation adéquate avant de débuter l'exploitation.

Dans certaines situations, il peut être nécessaire de redimensionner complètement le prédécoupage, de changer les explosifs, de l'initier avant ou après le sautage de production. Dans d'autres, il peut s'agir simplement de changer le diamètre ou même d'augmenter le temps d'initiation avec le sautage de production. La première étape est d'identifier le problème, la cause, et enfin quelles sont les solutions possibles, car plusieurs solutions peuvent être envisagées pour chaque cas et, bien sûr, nous choisirons la plus facile à mettre en place et la plus économique.

Une autre situation similaire à la précédente, mais avec des surexcavations situées plus près du trou, peut indiquer que nous avons un facteur de cisaillement très élevé, c'est-à-dire que la pression de l'explosif est supérieure à la résistance à l'impact de la roche, ce qui fait qu'elle subit un broyage à proximité du trou. Dans de nombreuses situations, nous pouvons même voir le demi-trou, mais elle sera toute fissurée et avec des évidences de dommages, ou lorsque nous utilisons des charges étagées, il est courant de voir les dommages exactement là où se trouvent les cartouches, indiquant qu'elles causent ponctuellement des dommages plus importants.

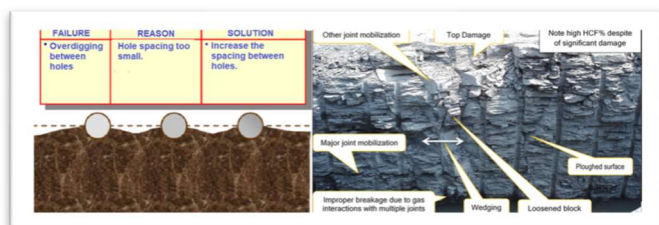


CHRONIQUE SAUTAGE

Dans la plupart des cas, la solution standard sera de réduire la charge, ou de mieux la répartir le long du trou, lorsque nous n'avons des dommages qu'aux endroits de concentration de la charge, nous pouvons aussi changer le diamètre ou l'espacement entre les trous. De même, lorsque nous utilisons des trous de plus grand diamètre, ils peuvent servir de face auxiliaire ou de face libre pour les trous de production, ou même des fractures peuvent conduire les gaz vers les trous prédécoupés pour permettre leur expulsion. Il est donc important d'analyser s'il s'agit d'un cas général ou d'une situation spécifique. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'une situation de fractures, il est courant de voir de la pression (eau ou poussière) sortir d'autres trous pendant que nous forons, ce qui indique directement que cela se produira lors du sautage. Dans le cas d'un dommage localisé, nous verrons plusieurs marques espacées le long de la demi-trou, et il peut suffire de réduire le diamètre de la cartouche, et même d'utiliser le même facteur de cisaillement, en utilisant plus de cartouches avec un espacement plus petit, et nous obtiendrons de meilleurs résultats.

Évaluation des résultats en fonction de l'espacement

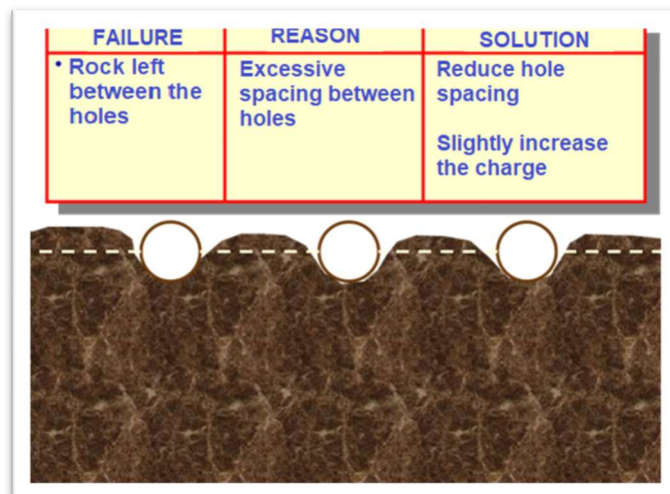
À la place d'avoir le trou de forage comme centre d'observation, nous attirons votre attention sur l'espace entre les trous. Dans l'exemple suivant nous voyons très bien les demi-trous, mais nous avons de la surexcavation entre les trous, ce qui indique que la charge explosive est bien dimensionnée, car elle ne cause pas de dommages à la paroi du trou, mais que les trous sont très proches les uns des autres, de sorte que lorsque les ondes des deux trous se rencontrent, leur force conjointe dépasse les limites de résistance de la roche. Ainsi, bien souvent, nous aurons un facteur de demi-trou élevé, qui peut même atteindre 100 %, mais ces dommages entre les trous indiquent généralement que nous pouvons augmenter un peu l'espacement.



Il est important d'observer si ces dommages ne sont pas dus aux propriétés de rupture de la roche, qui peut parfois présenter des fractures petites ou rapprochées. Dans tous les cas, l'idéal est d'augmenter progressivement l'espacement, voire d'essayer une petite réduction du facteur explosif.

D'un autre côté, dans des situations très spécifiques, ce phénomène pourrait être causé par la dernière rangée du sautage de production, dont la pression des gaz s'estompe en arrivant au trou de prédécoupage, mais pas entre les trous et finit donc par causer un petit dommage entre les trous. La solution à envisager serait de diminuer un peu la charge des trous de la dernière rangée ou d'augmenter la distance entre le prédécoupage et la dernière rangée de trous de production.

Dans le cas ci-dessous, nous vous présentons la situation inverse, où l'on observe toujours les demi-trous, qui peuvent avoir un indice allant jusqu'à 100%, mais une sous-excavation entre les trous, c'est-à-dire une inefficacité dans la rupture entre les trous. La situation probable est que la charge explosive était insuffisante pour fissurer le roc entre les trous, donc la recommandation pour solutionner le problème serait de diminuer l'espacement entre les trous ou alors d'augmenter un peu la charge linéaire pour un meilleur facteur de cisaillement. De la même manière, nous pouvons avoir d'autres situations spécifiques, où, par exemple, nous pouvons avoir des fractures ou joints qui rendent difficile la fissuration entre les trous, ou même des déviations et des désalignements dans le forage, qui peuvent causer des situations similaires.



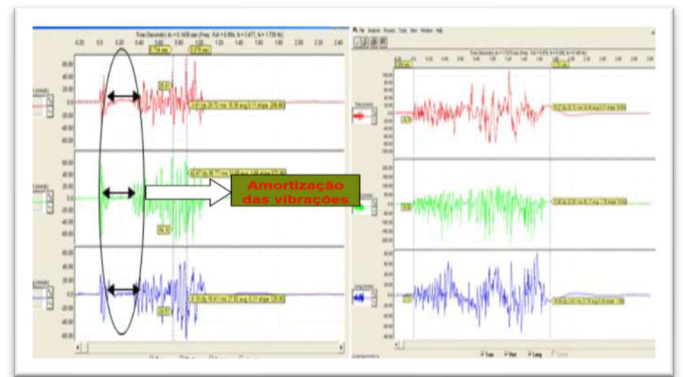
CHRONIQUE SAUTAGE

Il est important de comprendre que ces observations/évaluations qualitatives de la paroi prédécoupée sont fondamentales dans le processus d'optimisation du plan de tir, et qu'elles sont indispensables pour une évaluation et un dimensionnement adéquat. Elles sont très simples et intuitives, où avec de bons critères et des conseils, n'importe qui peut faire des évaluations dans les opérations quotidiennes. Il peut y avoir des solutions différentes selon les caractéristiques de la roche et les paramètres de dynamitage, de sorte qu'il est nécessaire d'effectuer les essais et procéder à des ajustements pour chaque possibilité jusqu'à l'obtention d'un résultat acceptable.

Comme mentionné en début d'article, les roches dures et compétentes présentent des caractéristiques beaucoup plus favorables à l'obtention de résultats de prédécoupage idéal, tandis que dans les roches tendres ou fracturées, la paroi peut se comporter beaucoup plus en fonction des caractéristiques de la géologie structurale de la roche, rendant l'évaluation des résultats plus difficile, ainsi que la détermination de la meilleure option pour améliorer les résultats le cas échéant. Par conséquent, une évaluation des résultats doit tenir compte du contexte géologique dans lequel le prédécoupage a été fait.

Il existe également d'autres façons d'évaluer le prédécoupage, que nous pouvons qualifier de plus techniques ou instrumentées, que l'on retrouve dans des études d'évaluation technique spécifiques. Par exemple, l'utilisation du prédécoupage comme filtre pour réduire les vibrations en empêchant le passage des vibrations et des ondes de choc qui peuvent être générées par le sautage de production.

De manière résumée et simplifiée, nous pouvons dire que les ondes de choc et les vibrations dépendent directement du milieu dans lequel elles se propagent et qu'elles se comporteront donc avec des vitesses différentes selon le type de roche, tout comme elles subissent des modifications lorsqu'elles rencontrent une différence de milieu au cours de leur propagation. Par conséquent, la fissure créée par le prédécoupage peut agir comme une différence de milieu, et plus particulièrement lorsque la fissure est ouverte, entraînant ainsi une réduction de l'intensité des ondes transmises du bloc de roche dynamité au reste du massif rocheux.



Ainsi, dans l'essai pour vérifier l'effet de filtre par le prédécoupage, nous forons des trous devant et derrière le prédécoupage, qui serviront de points d'observation, et nous y plaçons des capteurs jetables, qui mesureront le niveau de vibrations avant et juste après la ligne de prédécoupage. Nous pouvons ainsi déterminer dans quelle mesure les vibrations ont été réduites à l'arrière de la ligne prédécoupée, ou si vous préférez, dans quelle mesure le prédécoupage a permis de filtrer les vibrations. En termes simples, nous pouvons dire qu'un résultat acceptable est une réduction d'au moins 50 % des vibrations, mais dans les scénarios critiques, où les vibrations peuvent compromettre la stabilité de la roche, l'objectif peut être supérieur à 80 % de réduction des vibrations, afin de garantir le moindre impact possible.

C'est sur ce que je conclurai cet article sur l'analyse des résultats du prédécoupage.

NDLR : Bruno Pimentel est Spécialiste du dynamitage, | gestionnaire de contrats, d'opérations et d'équipes techniques | Travail de la mine à l'usine et optimisation du dynamitage
Goiânia, État Goiás, Brésil

CHRONIQUE BOUTEFEU

Nouvelles d'Harold

Formation



Bonjour à vous tous,

Encore une fois, un grand merci à ceux qui ont eu la gentillesse de m'envoyer des photos pour remplir les nouvelles d'Harold. Cette année, plusieurs nouveaux foreurs et boute-feux, hommes et femmes, seront présents sur les chantiers de construction, ainsi que dans les mines et les carrières. Nous leur souhaitons bonne chance dans leurs nouvelles fonctions.

Avec l'arrivée de plusieurs nouveaux étudiants et étudiantes qui intègrent le métier, le soutien et les connaissances des plus expérimentés sont indispensables. Sans vous, l'intégration serait très difficile. Merci encore à vous, les plus anciens, pour votre patience et votre compréhension. La sécurité des nouveaux en dépend, vous êtes donc importants pour leur avenir.

Vous êtes les meilleurs professeurs qu'ils puissent avoir tout au long de leur vie dans ce domaine.

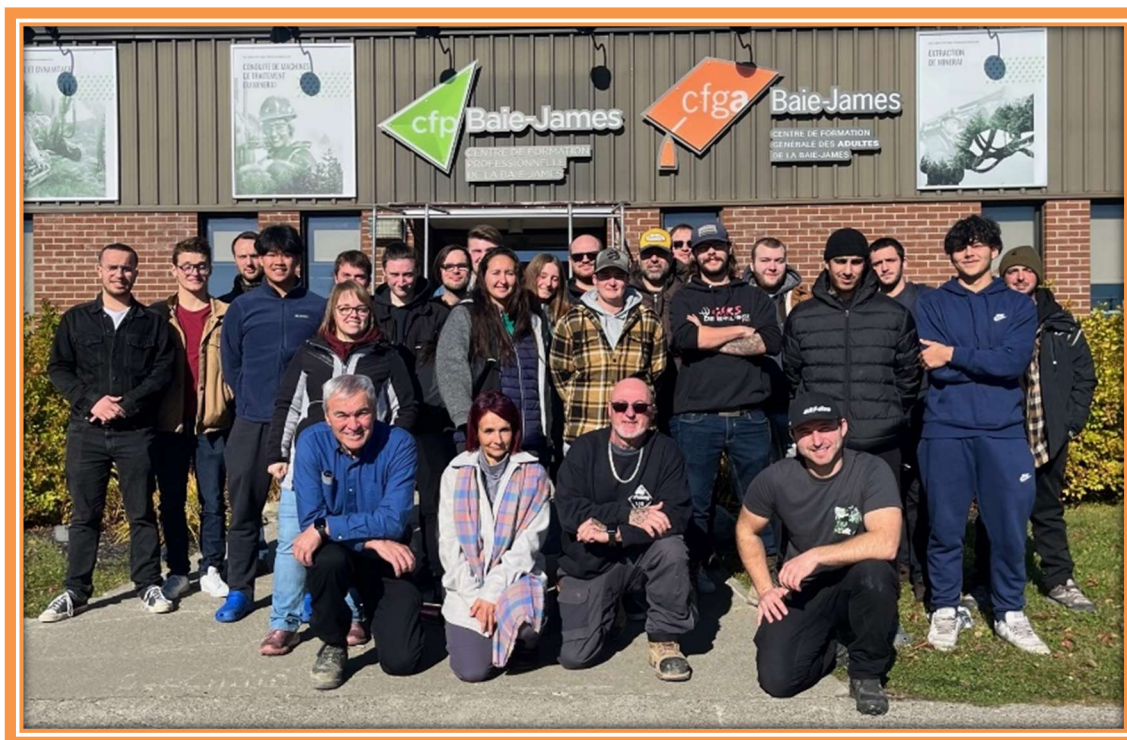
Harold Blackburn.

Nos futurs diplômés en forage et dynamitage en 2023-2024



CFP de la Baie James : Groupe FDC 34 qui ont terminé leur formation le 21 octobre dernier. Photo courtoisie : Harold Blackburn
Enseignants : Sylvain Paré, Guylaine Fleury, Harold Blackburn et Yan Larivière.

CHRONIQUE BOUTEFEU



CFP de la Baie James : Groupe FDC 35 qui ont commencé leur formation à la mi-septembre et vont terminer en mars 2024. Photo courtoisie : Harold Blackburn.
Enseignants : Sylvain Paré, Guylaine Fleury, Harold Blackburn et Yan Larivière.



CFP de de Sept-îles : Cohorte 15 mai au 24 novembre 2023
Jean-Paul Parisé, Charlie Monette, Gabriel Lacoursière, Olivier Dion, Keven Jomphe, François Dumas, William Brisson et Yannick Tremblay. Photo courtoisie : Jean-Paul Parisé.

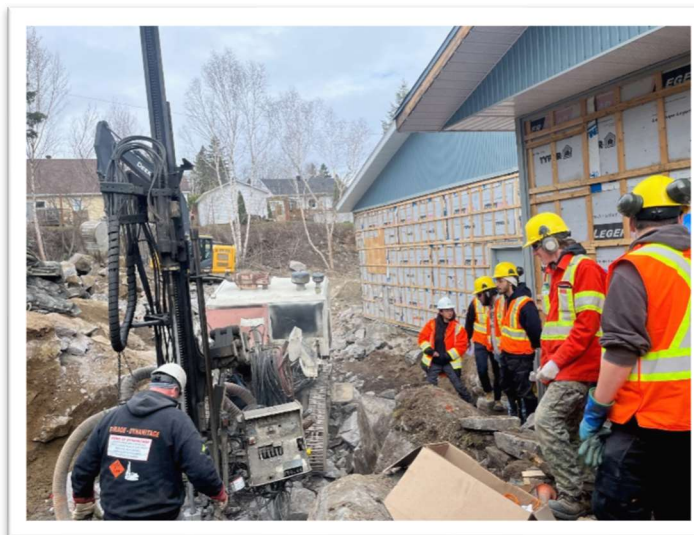


CFP de Sherbrooke : Cohorte du 27 septembre 2023 au 17 mai 2024. La prochaine cohorte débutera en septembre 2024.
Photo courtoisie : Patrick Préfontaine, enseignant.

La formation en images au CFP de la Baie James



Chargement de prédécoupage, Guylaine Fleury, enseignante.



Observation de sautage en milieu urbain. Travaux effectués par Forage Saguenay

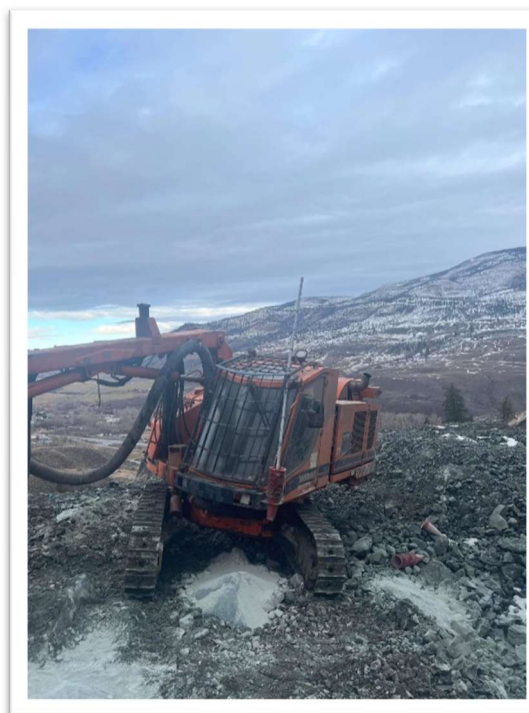
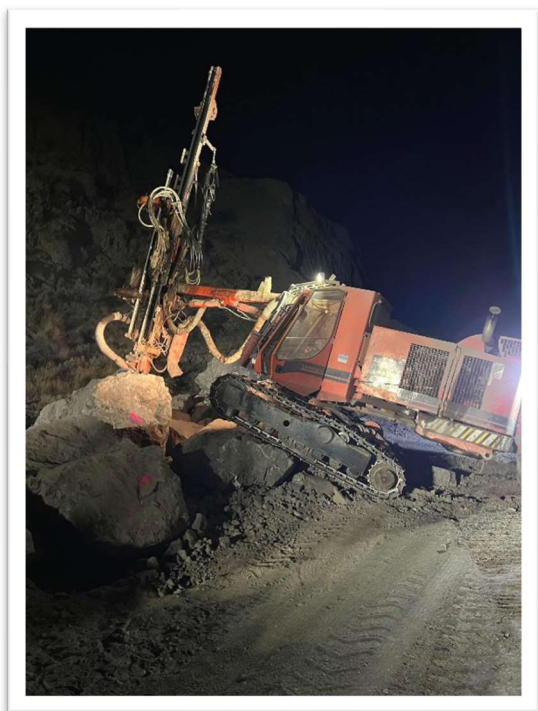


Visite chez Solution mécanique Sylvain Raymond.
Foreuse Spyder



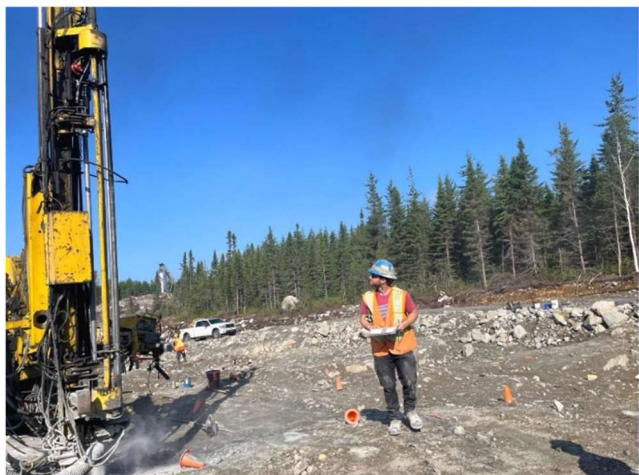
Sa conjointe et ces garçons, également dans le même domaine, ont tenu à souligner les 60 ans d'Harold en lui confectionnant ce gâteau de circonstance.

Nouvelles de nos foreurs-boutefeux

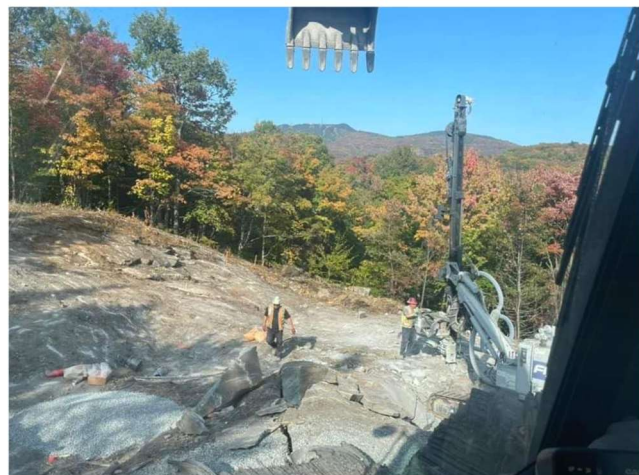


Ashcroft CB Leaverite Drill & Blast – Photos courtoisie: Zachary Paulin

CHRONIQUE BOUTEFEU



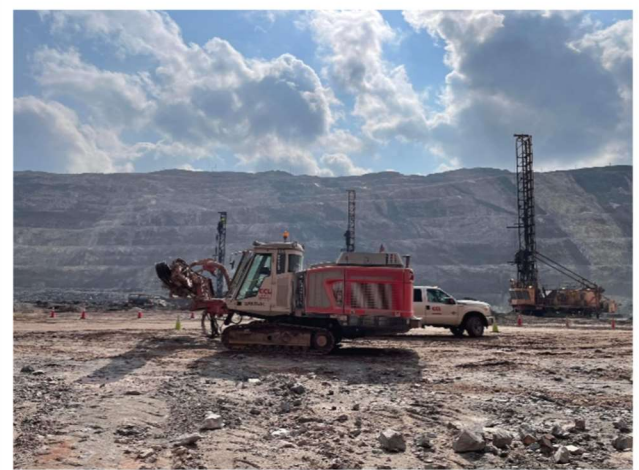
Carrière Pavex, Aigremont, Chibougamau, Dynamitage Larivière,
Photo courtoisie: Harold Blackburn



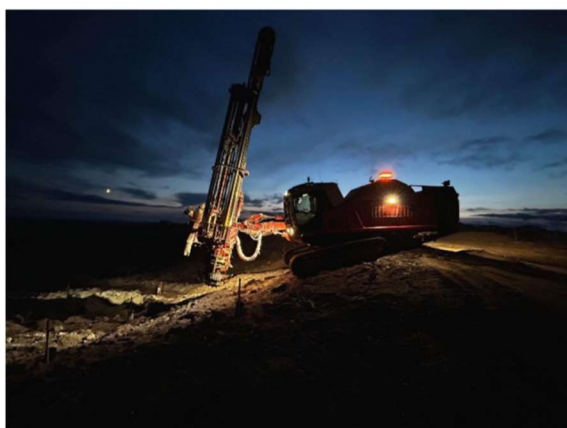
Dynamitage Ritchie, Mont Tremblant. Photo courtoisie :
Joey Champagne



Canadian Royalties, Castonguay. Photo courtoisie:
Jonathan Blondeau.



Fermont CCL. Photo courtoisie : Albenider Ortiz



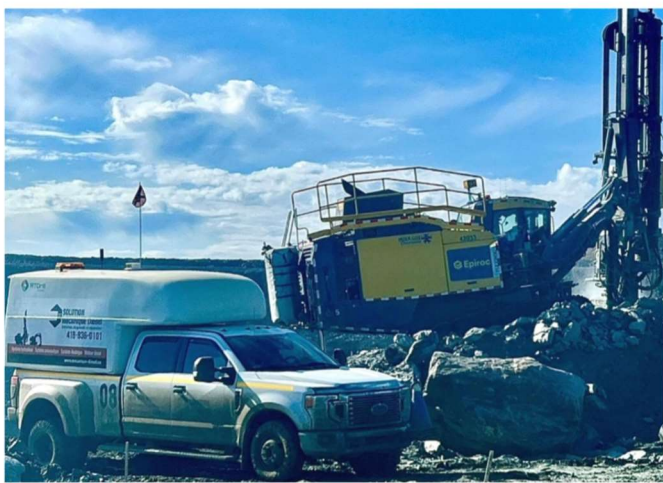
Fermont, Mont
Wright.

Foreuse Léopard
DI 650i

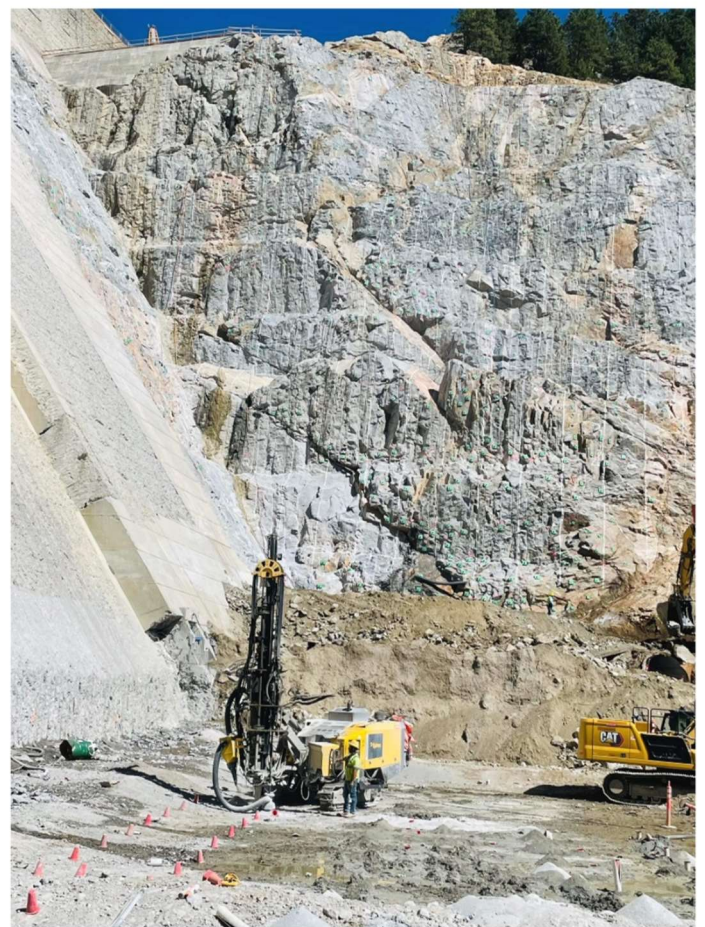
Photo courtoisie:
Nikola Brassard



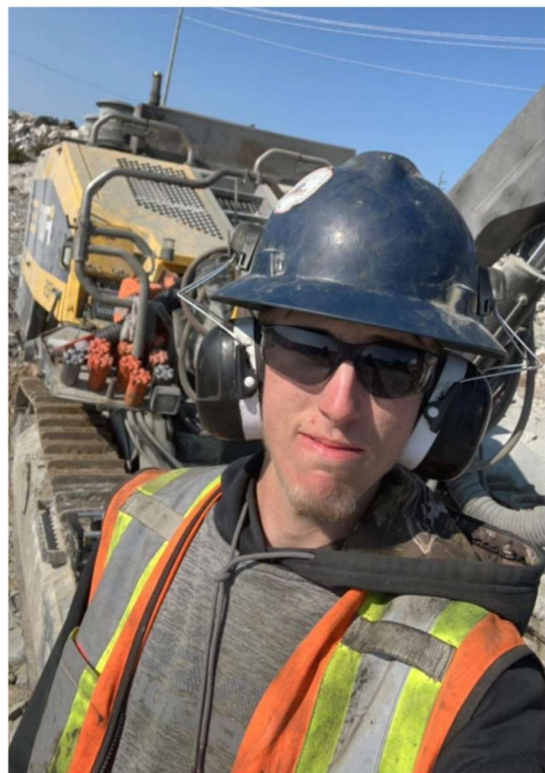
Forexplo Inc., Sherbrooke, Sable LG, St-Hippolyte. Photo courtoisie: Charles de La Chevrotière.



IOC, Humphrey Pit, Intercité et SMD le camion mécanique. Photo courtoisie : Miguel Tremblay



Kiewit Barnard, Colorado.
Photo courtoisie: Xavier St-Cyr.



Mine Wabouch, Nemaska Lithium, FDDF, en sous contrat pour Castonguay. « Projet de construction d'un bassin. » Photos courtoisie : Alexandre Francoeur.

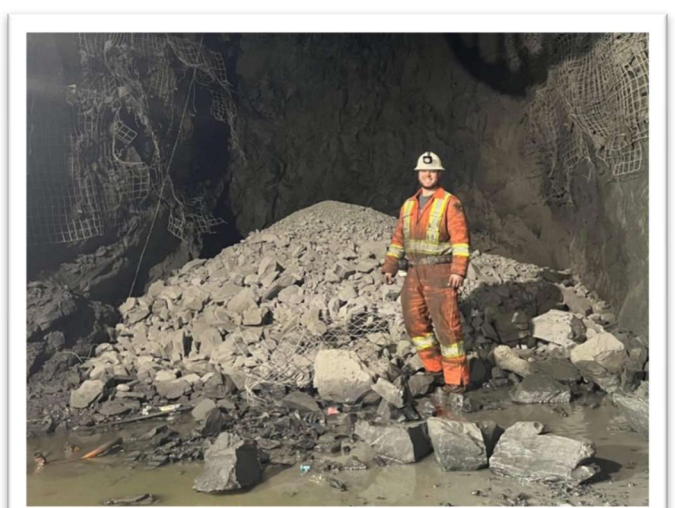
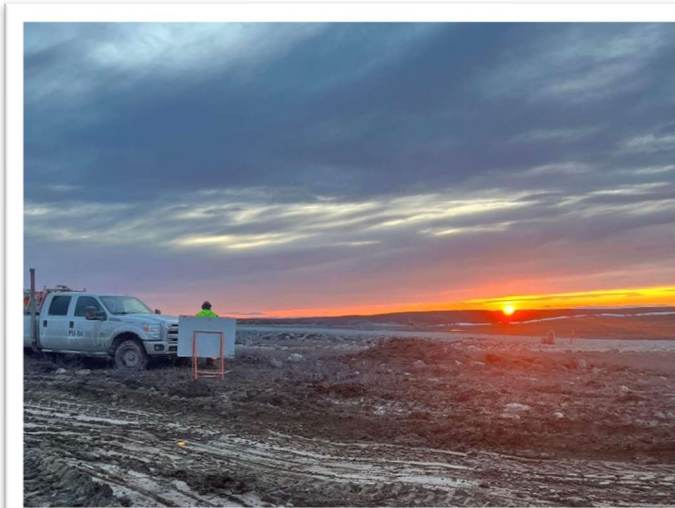


Mont Wright, Dynamitage Express.
Photo courtoisie : PO Larouche

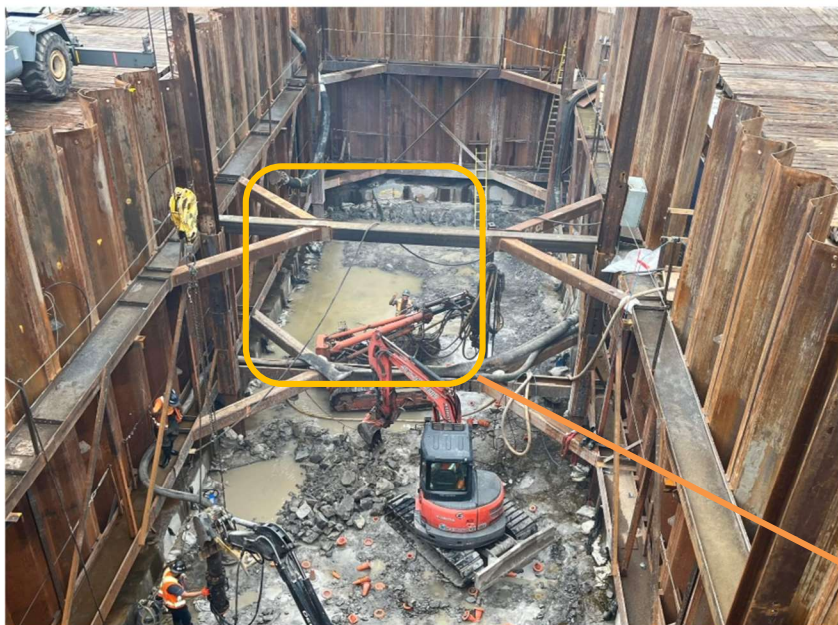


Aurore boreal, Nunavut, Black River Gold, photo courtoisie:
Zachary Paulin

CHRONIQUE BOUTEFEU



Nunavut, Black River Gold, Ikuutak Drill & Blast. Photo courtoisie : Zachary Paulin



Nouveau pont, Île Bizard,
FDDF – EBC
Photo courtoisie : Emmanuel Proulx





MERCI À NOS MEMBRES CORPORATIFS

