

REVUE SEEQ

Société d'Énergie Explosive du Québec
Vol. 30 - No.1

Spécial 47^e Session d'Étude - novembre 2024

(Gratuit aux membres)
www.seeq.qc.ca



Dans cette édition

- Résoudre l'inefficacité des explosifs
- Effet de la distance du fardeau sur la fragmentation
- Utiliser ou non des forages inclinés dans les sautages à ciel ouvert
- 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

Pierre Dorval
Revue.seeq.qc@gmail.com

Photo page couverture

Projet APUAT – Forage Saguenay
Photo courtoisie Anthony Jomphe

COLLABORATEURS

Francis Trépanier
Pierre-Luc Deschênes
Harold Blackburn
Pierre Dorval

IMPRESSION

Les Copies de la Capitale Inc.

Sommaire

SEEQuences du **Président** 3

Chronique Explosifs

Résoudre l'inefficacité des explosifs..... 4

Effet du fardeau sur la fragmentation..... 8

Chronique Sautage

Faut-il utiliser ou non des forages inclinés dans les sautages à ciel ouvert?..... 9

Chronique Boutefeux

Nouvelles d'Harold et de nos foreurs-boutefeux 15

Conseil d'administration 2024

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	
	Estelle Bilodeau	
	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
	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,

Nous voilà de nouveau tous réunis pour notre traditionnelle session d'étude sur les techniques de sautage. En mon nom personnel ainsi qu'au nom de la SEEQ et de l'Université Laval, nous vous accueillons avec une immense joie ces 21 et 22 novembre 2024 à cette 47e édition.



Au cours de cette 47e session d'étude, nos conférencier(ère)s auront l'occasion de vous partager les résultats de projets et d'études en lien avec l'optimisation des sautages, la protection de structures et la sécurité des travaux aux explosifs.

Plus particulièrement cette année, en marge de cette 47e session d'étude, la SEEQ a également eu l'immense plaisir de vous offrir la première édition d'une formation pour la mise à jour des connaissances en forage et sautage. Cette première édition a eu lieu le 20 novembre 2024 et nous espérons que celle-ci marquera un point tournant important dans le rôle de la SEEQ à promouvoir la sécurité et l'utilisation sécuritaire de l'énergie explosive pour le bien de la société.

Dans l'esprit des changements environnementaux et de l'importance de la sécurité, nous avons le devoir d'être fier de l'expertise de pointe que le Québec possède et nous avons encore plus le devoir de la promouvoir au-delà de nos frontières québécoises. Chaque individu peut apporter de petits changements, mais ensemble et surtout en collaboration, nous pouvons amener de beaux et grands changements pour le bien des générations futures.

La SEEQ s'engage pour 2025 et les années à venir à poursuivre sa raison d'être, soit de promouvoir la sécurité, la recherche, l'éducation, le libre échange d'idées et la formation de ses membres dans l'utilisation de l'énergie explosive de façon sécuritaire et pour le bien de la société.

En mon nom personnel ainsi qu'au nom de la SEEQ et de l'Université Laval, nous tenons à vous remercier pour votre intérêt à participer à nos sessions d'étude. Votre présence en si grand nombre, année après année, nous oblige à poursuivre ce rendez-vous annuel incontestable. Nous vous souhaitons donc une très belle 47e session d'étude en compagnie de vos collègues et ami(e)s.

N'hésitez pas à venir me rencontrer personnellement ou un membre du comité organisateur afin de nous faire part de vos idées et commentaires ou de tout autre sujet pour le bien de notre passion qu'est le sautage.



En terminant, c'est avec tristesse que j'ai appris le décès de Richard Reid le 13 octobre dernier à l'âge de 75 ans. Richard était passionné par son travail, mais aussi dans la vie de tous les jours. Il a dévoué sa vie à la géophysique et aux travaux à l'explosif. Conférencier à 4 reprises à la SEEQ, sa dernière présentation remonte à la 45e session en 2022. Les funérailles ont eu lieu le 16 novembre dernier.

Au nom de tous ceux qui ont travaillé avec Richard, nous tenons à offrir à la famille et aux proches nos plus sincères sympathies.

Francis Trépanier, ing.
Président SEEQ

Résoudre l'inefficacité des explosifs

Par : Anthony Konya et Dr. Calvin J. Konya
Source : Pit & Quarry, 15 mai 2017
<https://www.pitandquarry.com/resolving-explosives-inefficiency/>

Traduction et adaptation : Pierre Dorval



Photo Pierre Dorval

Introduction

Le bourrage d'un trou de forage est normalement constitué de matériau rocheux (pierre concassée, copeaux de forage), ou sableux (sable et gravier, poussière de forage) que l'on place généralement au dessus de la colonne d'explosif que l'on appelle le collet.

Les boutefeux utilisent le bourrage, car il permet de réduire les niveaux de surpression d'air d'une explosion de plus de 98 % lorsqu'il est bien utilisé. En outre, un bourrage approprié peut entraîner une meilleure fragmentation et une réduction de plus de 18 % de la durée du cycle de marirage.

En fait, c'est le bourrage qui permet de favoriser la fragmentation et diminuer le bruit associé à un sautage. Un bourrage bien adapté maximisera l'efficacité de l'explosif.

Lorsque le bourrage est projeté dans les airs hors des trous de forage (effet canon), il y a de fortes chances que la longueur du bourrage était insuffisante. Cela entraîne des augmentations importantes de la surpression de l'air, jusqu'à 6 décibels (dB), et peut augmenter la taille du P80 de plus de 10 % dans une sautage moyen.

À l'inverse, si le bourrage est trop grand, la quantité d'explosif dans le trou de mine est réduite et la fragmentation sera moins bonne avec une augmentation de la taille des fragments. Un sautage avec un bourrage trop important peut également entraîner la formation de gros blocs rocheux au sommet du banc.

Afin de parvenir à une utilisation efficace des explosifs, le bourrage doit être soigneusement conçu et évalué comme une variable majeure de la conception des sautages.

Les matériaux de bourrage

Le sable fin n'est pas idéal comme matériau de bourre, car il ne s'imbrique pas pour former un bouchon efficace dans le trou de forage.

Le choix qu'une mine fait du matériau utilisé pour la bourre est l'une des considérations les plus importantes pour le dynamitage. Il existe généralement quatre types de matériaux de bourre: les liquides, les solides, les sables et graviers, et la pierre concassée.

Ces matériaux varient en fonction de leur capacité à former un "bouchon" et de la durée pendant laquelle ils peuvent retenir la pression des gaz. Un bouchon est formé lorsque le matériau de bourre est suffisamment compacté pour former un bouchon solide sur toute la surface du trou de forage afin de développer une bonne adhésion entre le matériau de bourre et la paroi du trou, ce qui est l'une des fonctions les plus importantes du bourrage.

Un liquide utilisé comme bourre est l'eau lorsque les trous de mine sont chargés d'émulsion. L'eau

CHRONIQUE EXPLOSIFS

ne retient pratiquement pas les gaz du sautage et fonctionne très mal comme matériau de bourre.

Les solides consistent en des matériaux tels que le béton et le plâtre. Bien que ces matériaux soient solides, ils peuvent être coûteux et prendre beaucoup de temps à se solidifier. Ils ne sont pas non plus très efficaces comme bourrage seul, car ils ont tendance à ne pas former une bonne adhésion avec la paroi du trou et à se détacher et être éjectés en un seul morceau à très grande vitesse.

Les sables et graviers (graviers de rivière) sont classiquement définis comme des matériaux ayant une sphéricité élevée mais peuvent être considérés comme arrondis peu importe la taille. Les débris de forage sont généralement inclus dans cette catégorie en raison de leur fonction similaire. Ces matériaux offrent un temps de rétention général des gaz plus long, mais ne forment pas un bouchon compact et sont généralement éjectés, libérant les gaz générés par les explosifs prématurément.

La pierre concassée est considérée comme le meilleur matériau de bourre et crée un bouchon permettant la rétention du bourrage pendant une plus longue période. Elle est 40 % plus efficace que les sables et graviers (et les débris de forage).

Dans presque tous les cas, l'utilisation de pierre concassée correctement dimensionnée peut faciliter la conception des sautages dans lesquels on vise à n'avoir aucune projection en surface . Cela est souvent le cas sur le terrain, où de nombreux projets d'écluses et de barrages réglementés par l'U.S. Army Corps of Engineers ne permettent pas de projeter des roches à plus de 20 à 40 pieds au-dessus du banc.

En général, il s'agit également de l'une des méthodes de bourrage les moins chères et les plus faciles à utiliser, car la plupart des sites d'exploitation disposent de pierre concassée appropriée dans leurs réserves.

Dimensionnement du matériel de bourre

Après avoir pris la décision d'utiliser la pierre concassée comme matériel de bourre, la question suivante est de savoir de quelle pile de réserve prélever ce matériau. Ou, plus important encore, quel est le meilleur calibre de pierre concassée à utiliser?

Le calibre de la pierre concassée est en fait d'une importance significative, car la quantité totale de pierre concassée utilisée comme matériel de bourre peut être réduite de plus de 30 %. Cela permet de placer davantage d'explosif dans le trou de forage, ce qui se traduit par une meilleure fragmentation ou encore d'une augmentation des dimensions du sautage (fardeau et espacement). En général, la pierre concassée de 1/4 à 1/2 pouce (6,3 à 12,5 mm) constitue le meilleur calibre de matériel de bourrage pour les trous de mine d'un diamètre maximal de 10 pouces.

Lorsqu'un matériau de bourrage non lavé ou mal calibré est utilisé, le P50 peut généralement être utilisé pour prendre en considération le matériau.

Les bouchons de bourrage



À gauche : bourrage réalisé lors d'un test de simulation de trou de forage. À droite : le matériel de bourrage utilisé pour former le bouchon dans un tuyau en PVC pour montrer comment il serait placé dans un trou de forage.

CHRONIQUE EXPLOSIFS

Un bouchon de bourre (plug) est un dispositif que l'on peut placer dans la partie du collet d'un trou de mine et qui est conçu pour aider le matériau de bourrage à demeurer en place plus longtemps dans le trou de forage. Ces dispositifs existent dans un certain nombre de formes, de tailles et de matériaux différents, dans le but d'améliorer la tenue des matériaux de bourrage, telles que les sables, les graviers et les débris de forage.

La majorité de ces bouchons font en sorte que les matériaux de bourre non idéaux tiennent plus longtemps et peuvent même retenir complètement le matériel de bourre comme si c'était de la pierre concassée. De plus, l'ajout de matériaux solides au milieu des colonnes de matériau non idéal permet également d'augmenter le temps de rétention du bourrage.

Toutes ces méthodes qui augmentent l'efficacité des matériaux non idéaux coûtent cependant plus cher par trou de forage et sont normalement plus coûteuses que l'utilisation de pierre concassée. Ces matériaux non idéaux nécessitent souvent une longueur totale de bourrage plus importante que la pierre concassée seule. Compte tenu de ce qui précède, la pierre concassée est peut-être le meilleur type de matériau de bourre couramment disponible.

Qu'en est-il de l'utilisation de bouchons et de matériaux solides avec la pierre concassée? Bien qu'aucune donnée réelle n'ait été présentée, indiquant que la longueur totale de bourrage pourrait être réduite grâce à cette méthode, c'est possible et cela nécessiterait des essais sur chaque site minier pour déterminer si cela est économique.

Longueur du collet

Après avoir sélectionné le matériel de bourre approprié, la longueur totale du collet doit être conçue afin d'obtenir une utilisation efficace des explosifs. En tant que précurseur de la conception du sautage, le dimensionnement du collet suppose que le reste du sautage, y compris le fardeau et la

séquence d'initiation est correctement conçu. Un sautage mal conçu à l'origine ne peut pas être sauvé grâce à une conception adéquate du collet - seule l'efficacité d'un sautage correctement conçu peut être considérablement augmentée avec un collet optimisé.



Mise en place du collet avec de la pierre concassée comme matériel de bourre

La longueur du collet peut alors être calculé comme une relation avec le fardeau. En effet, le calcul du fardeau et de la longueur du collet repose sur les mêmes variables : la pression du trou de forage, le type de roc et la géologie structurale, pour n'en citer que quelques-unes. Si la bourre du collet peut tenir jusqu'à ce que le fardeau soit brisée, le collet se dépressuriser et il demeurera complètement en place pendant toute la durée du sautage.

En général, le matériel du collet sera éjecté lorsque le trou de forage est pressurisé et que le fardeau n'est pas complètement fracturé. La conception du collet à l'aide de pierre concassée peut généralement être considérée comme représentant 70 % du fardeau ou être calculée à l'aide de la formule ci-dessous :

$$T = 0,7 \times B$$

Où : T = longueur du collet (pieds ou en mètres)

B = distance du fardeau (pieds ou en mètres)

CHRONIQUE EXPLOSIFS

Si la pierre concassée n'est pas une option, on peut utiliser des copeaux de forage. Cependant, l'utilisation de copeaux de forage comme matériel de bourre augmentera considérablement le risque d'éjection de la bourre. Cela diminuera l'efficacité totale de l'explosif. Cependant, c'est toujours mieux que de ne pas utiliser de bourrage du tout.

Dans le cas d'une utilisation de matériel de bourre non idéal, l'objectif sera d'augmenter le temps de rétention de la bourre dans le trou de mine pour permettre une utilisation maximale de l'énergie explosive. Dans le même temps, un collet excessif entraînera une diminution de la fragmentation et une augmentation de la production de blocs.

Afin de créer une situation optimale avec les matériaux non idéaux, la longueur du collet sera égale au fardeau ou peut être calculée avec la formule ci-dessous :

$$T = B$$

Où : T = Longueur du collet (pieds ou mètres)

B = Distance du fardeau (pieds ou mètres)

Méthodes de chargement

Dans de nombreux cas, les copeaux de forage sont utilisés parce que le boutefeu peut facilement et rapidement les pelleter dans le trou de forage. Bien que cette méthode puisse être rapide, les résultats peuvent être préjudiciables et coûteux pour une mine.

Si des chargeuses et des pelles peuvent être utilisés pour le chargement de la pierre concassée, l'utilisation de chargeurs de petite ou moyenne taille peut constituer un moyen très rapide et pratique de mettre en place le matériel de bourrage pour le collet dans les trous de mine. Dans le cas d'un sautage correctement conçu, la colonne d'explosif doit arriver jusqu'au point de départ du collet (charge continue). Cette pratique garantit l'utilisation complète du trou de forage. Dans ce cas, il suffit de déverser lentement le matériel de

bourre dans le trou de forage et de les remplir jusqu'au sommet.

L'utilisation d'un matériau de bourrage approprié et d'une longueur de collet adéquate peut entraîner d'importants avantages économiques et communautaires pour une mine. Les avantages économiques d'un collet réalisé avec une bourre appropriée proviennent d'une augmentation de la fragmentation, d'une diminution de la variabilité de la fragmentation et d'une augmentation de l'utilisation du trou de forage pour optimiser la mise en place des explosifs.

L'impact sur la communauté d'une conception appropriée des collets se traduit souvent par une réduction de la surpression de l'air allant jusqu'à 6 dB, réduisant ainsi le bruit généré par les sautages. Ces améliorations au niveau du collet et des matériaux de bourrage sont généralement faciles à introduire et les résultats sont visibles immédiatement.

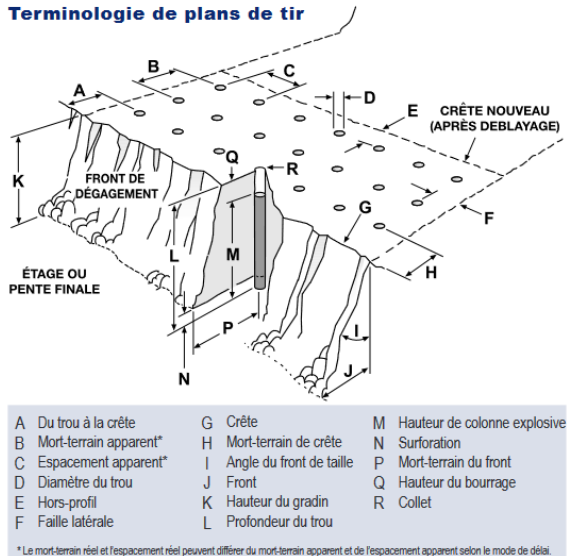
Anthony Konya est ingénieur en explosifs pour Precision Blasting Services. Il est consultant dans le monde entier en matière de dynamitage de roches et de vibrations dues aux explosions. Le Dr Calvin J. Konya, décédé en novembre 2021, a été le président de Precision Blasting Services et le directeur de l'Academy of Blasting and Explosive Technology, qui offre des conseils et des formations dans le monde entier en matière de dynamitage de roches, de vibrations et de fabrication d'émulsions.



Effet de la distance du fardeau sur la fragmentation

Source : Publication LinkedIn par Blessing Olamide Taiwo, Explosives/Blastings (Energic Materials) OSH, Groupe public.

Traduction et adaptation libre, Pierre Dorval



Source : Dyno Nobel ee guide 2013-french

Définition fardeau

Le fardeau est définie comme la distance horizontale entre l'avant du trou de dynamitage et la face libre du roc la plus proche. Il joue un rôle crucial dans la détermination de l'efficacité avec laquelle l'énergie explosive est utilisée pendant les opérations de dynamitage.

Fardeau et espacement

Le fardeau est étroitement liée à l'espacement, qui correspond à la distance entre les trous de forage adjacents perpendiculaire au fardeau. Ensemble, ces facteurs influencent la distribution de l'énergie explosive dans la masse rocheuse. Un fardeau et un espacement optimaux garantissent que l'énergie est efficacement dirigée pour fracturer la roche, minimisant ainsi l'énergie inutilisée et maximisant la fragmentation.

Effet du fardeau sur la fragmentation

Le fardeau affecte considérablement la qualité de la fragmentation. Un fardeau appropriée permet une micro-fracturation efficace de la roche, ce qui est essentiel pour obtenir les tailles de fragments souhaitées. Si le fardeau est trop important, l'énergie explosive peut ne pas être pleinement utilisée, ce qui entraîne une fragmentation médiocre et des morceaux de roche plus gros et indésirables. Inversement, un fardeau insuffisant peut entraîner des vibrations excessives et des projections de roches, compromettant la sécurité et l'efficacité.

Importance de la micro-fracturation générée par les explosifs

Lors de la micro-fracturation générée par la pression des gaz de l'explosif, le fardeau appropriée permet de générer des fragments plus fins en améliorant la distribution des ondes de choc. Cette micro-fracturation peut être vitale dans des opérations telles que l'exploitation de carrières, où le résultat souhaité est une fragmentation de la roche plus petite et plus facile à gérer qui nécessite moins de traitement.

Amélioration continue et sélection des fardeaux

Les propriétés des roches évoluent au fil de l'exploitation en raison des variations géologiques. Il est donc essentiel d'améliorer en permanence la sélection des fardeaux. En surveillant et en s'adaptant à ces changements, les opérateurs peuvent optimiser la conception des dynamitages pour maintenir une fragmentation efficace.

En résumé, il est essentiel de comprendre l'effet de la distance de fardeau sur la fragmentation pour optimiser les opérations de dynamitage, garantir la sécurité et atteindre les calibres de roche souhaitées. La surveillance continue et les outils logiciels tels que WipFrag sont inestimables dans ce processus continu.

Faut-il utiliser ou non des forages inclinés dans les sautages à ciel ouvert ?

Par : Bruno Pimentel, Spécialiste en dynamitage

Publié dans LinkedIn 4 février 2023

Pour de plus amples articles, suivez le lien :

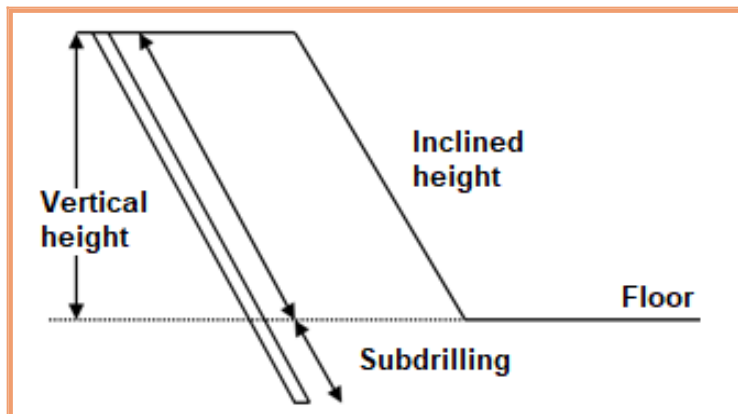
<https://www.linkedin.com/newsletters/rock-blasting-6959820770344595456/>

Traduction libre et adaptation par Pierre Dorval

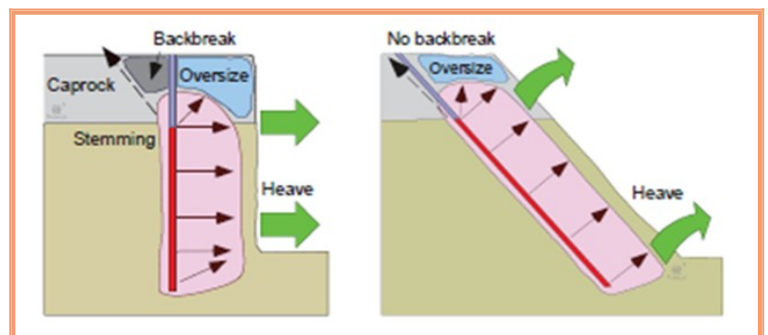
Dans cet article nous allons parler brièvement d'un sujet qui suscite toujours beaucoup de discussions, à savoir la possibilité d'utiliser des trous inclinés dans nos opérations de dynamitage, car même si pour certaines opérations cela peut sembler une pratique standard, d'autres s'interrogent toujours à savoir si les bénéfices en valent vraiment la peine considérant les difficultés opérationnelles.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est important de vous aviser que nous n'allons pas dicter des règles ou dire ce qu'il faut faire, mais plutôt de soulever les principaux points qui doivent être respectés au niveau de chaque exploitation afin de pouvoir évaluer si les bénéfices constatés sont supérieurs aux difficultés de réalisation.

En général, tant les concepts théoriques que les applications pratiques ont montré que l'utilisation de trous inclinés dans le sautage à ciel ouvert, principalement pour les sautages par bancs, produit de meilleurs résultats. Les principales raisons étant les suivantes :



1. La répartition de la charge explosive est plus uniforme ;
2. Meilleure direction de l'énergie vers la région du collet ;
3. Meilleur dégagement à la base de l'excavation;
4. Meilleur mouvement du matériel ;
5. Meilleure définition des pentes d'excavation.



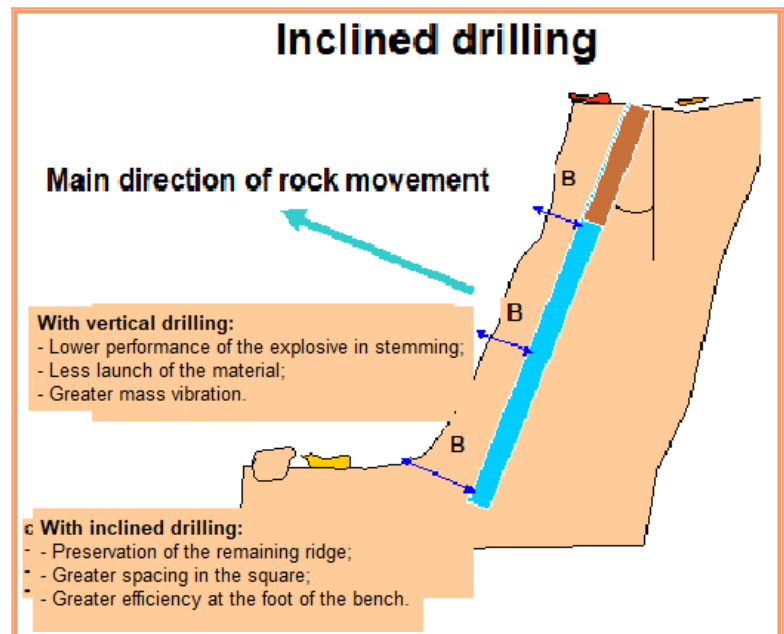
Ces raisons impliquent une série d'avantages possibles qui varieront en fonction des autres paramètres du sautage et principalement en fonction des caractéristiques du roc, notamment la géologie structurale, et c'est un point très important, car les caractéristiques du roc peuvent complètement changer les résultats. Par exemple, même si le plan de sautage est identique et l'inclinaison des trous sont les mêmes, nous aurons un résultat complètement différent si nous avons un changement de direction des structures géologiques, de la même manière que dans les roches friables, nous bénéficierons beaucoup plus du gonflement et du déplacement du matériau, tandis que dans les roches dures, nous utiliserons beaucoup plus l'énergie de l'explosif. Il est donc important que, lors de l'analyse des performances des forages inclinés, nous prenions en compte les caractéristiques de la roche. Aussi il est primordial que les paramètres de conception du sautage soient testés et adaptés à chaque type de massif et de scénario de sautage.

CHRONIQUE SAUTAGE

En général, nous pouvons dire que les principaux avantages de l'utilisation de trous inclinés peuvent être :

- La meilleure répartition de l'explosif dans tout le volume de la roche qui contribue à une meilleure fragmentation, plus uniforme, réduisant la fraction grossière ;
- Avec une meilleure utilisation de l'énergie de l'explosif, nous avons également une diminution des impacts possibles causés par des pertes d'énergie, principalement une réduction des vibrations ;
- L'inclinaison des trous permet également une efficacité plus importante de l'explosif dans la région du collet, et ce non seulement immédiatement au-dessus de la colonne d'explosif, mais principalement entre les trous, améliorant la fragmentation dans cette région, réduisant même le nombre de blocs ;
- La disposition des trous inclinés et le relâchement plus important des gaz générés lors du dynamitage permettent une plus grande efficacité dans l'excavation du roc à la base du banc et l'obtention du niveau du plancher, ce qui permet de réduire le sous forage et les reprises de plancher. Dans de nombreux cas, la réduction du sous-forage contribue à justifier une partie de l'augmentation de la longueur de forage ;
- L'efficacité de fracturation accrue à la base du banc permet également de préserver le sommet du banc du niveau inférieur ;
- Nous avons un meilleur contrôle du déplacement des matériaux, avec des empilements mieux formés et un meilleur foisonnement des matériaux, facilitant leur excavation ;
- Dans plusieurs cas, il est possible de profiter des avantages générés pour réviser le plan de forage et sautage, principalement dans des roches friables, et ainsi réduire la consommation spécifique d'explosifs ;

- Au fur et à mesure que l'inclinaison des trous s'adapte à la pente d'excavation du roc, nous aurons normalement une régularisation du fardeau et de l'espacement de la première rangée, ainsi qu'une meilleure configuration de la pente restante ;
- Comme le roc devant les trous de forage se déplacent plus facilement, cela favorise un plus grand soulagement de la pression des gaz lors du sautage. Ainsi cela diminue l'impact de l'énergie des explosifs sur le massif à conserver, réduisant les bris hors profil, les dommages à la crête et au talus de la pente restante ;
- Les parois inclinées permettent également une plus grande stabilité que les parois verticales, surtout lorsque l'inclinaison des trous coïncide avec l'angle de stabilité associée à la géologie structurale du massif.



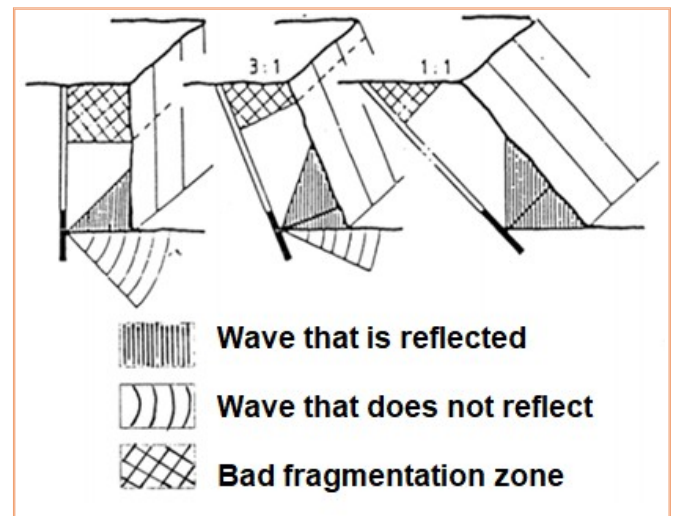
D'autre part, malgré les nombreux avantages, nous notons toutefois une série d'inconvénients lors de l'utilisation de trous inclinés, et c'est pourquoi il est nécessaire de faire une évaluation minutieuse de son utilisation, car dans certaines situations, les inconvénients peuvent apporter beaucoup plus de mal que de bien, ce qui fait que le rapport coût/bénéfice peut être très élevé.

En résumé, les principaux inconvénients sont :

CHRONIQUE SAUTAGE

- Augmentation de la quantité forée, qui sera directement liée à l'inclinaison choisie où, plus l'inclinaison est grande, plus la quantité forée est importante, ce qui implique bien sûr une augmentation des coûts de forage ;
- L'inclinaison des trous entraîne de plus grands problèmes opérationnels dans l'exécution du forage, générant normalement de plus grandes difficultés dans l'alignement, le positionnement et la mise en place des trous ;
- Par conséquent, une supervision, un suivi et un contrôle accrus de l'exécution des activités de forage et de chargement sont généralement nécessaires afin de garantir qu'elles respectent les paramètres appropriés ;
- Dans la pratique, malgré l'utilisation d'inclinaisons allant jusqu'à 45°, il existe la plupart du temps plusieurs limitations et difficultés opérationnelles pour des inclinaisons supérieures à 20°, tant pour le forage que pour le chargement d'explosifs. Ces contraintes doivent être soigneusement prises en compte car elles peuvent augmenter considérablement les délais et la qualité ;
- Les trous inclinés sont plus difficiles à charger avec des explosifs, surtout lors du chargement manuel ou lorsqu'il y a de l'eau dans les trous ;
- La plupart des appareils de forage connaîtront une réduction de la force de poussée efficace, ce qui réduira les niveaux de production et augmentera les coûts ;
- Nous verrons également une augmentation de l'usure des outils de forage ;
- Le forage incliné a tendance à générer des déviations plus importantes, ce qui constitue l'un des plus gros problèmes, car les déviations et les erreurs de forage entraîneront des différences dans le maillage et la distribution de l'explosif, ce qui peut avoir un impact sur les résultats et également augmenter considérablement le risque potentiel de détonation sympathique;

- Des sur-excavations de matériaux ou des erreurs de pente dans la première rangée peuvent impliquer un risque plus élevé de projections de pierres ;
- Plus grande difficulté à sortir les débris de forage, ce qui fait qu'une plus grande quantité reste à l'intérieur du trou, réduisant ainsi une partie de la profondeur ;
- Un point crucial est que l'inclinaison des trous doit être perpendiculaire à la séquence d'initiation (notez que l'orientation de la rangée de forage peut être différente). Idéalement, la séquence d'initiation doit être la même que la ligne de forage et parallèle à la face libre ;
- Il est également important que l'inclinaison suive l'inclinaison du banc ou que des réglages soient effectués dans la première rangée pour éviter un fardeau trop important ou insuffisant, de la même manière, il doit s'adapter à l'angle de pente prévu.



Outre les inconvénients, il convient de souligner les difficultés opérationnelles liées à l'utilisation d'angles supérieurs à 20°, car même si dans des scénarios spécifiques ils peuvent être contournés, dans les opérations de grande envergure, ces difficultés peuvent avoir un impact important sur la productivité et les performances de l'exploitation. Par conséquent, nous devons tenir compte des points suivants :

CHRONIQUE SAUTAGE

- Limitations opérationnelles des appareils de forage : la plupart des appareils de forage perdent en efficacité à mesure que la pente augmente, ce qui augmente les déviations, les risques d'erreurs, les coûts de fonctionnement, le temps, etc.

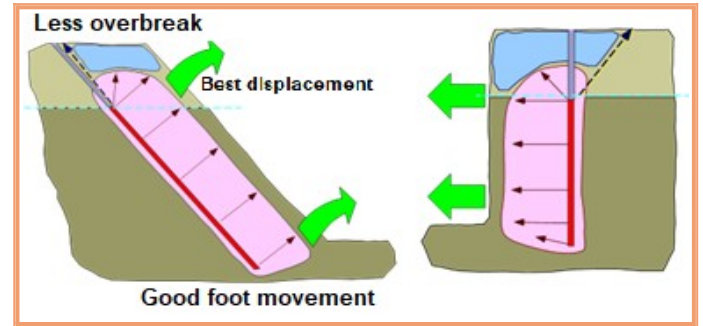
- Plus grande difficulté de forage et d'alignement des trous : et ce point s'intensifie lorsque les conditions du banc ne sont pas idéales, de sorte que dans les zones irrégulières, cela peut représenter une situation avec une forte probabilité d'erreurs et de déviations.

- Les trous inclinés provoquent une usure plus importante des tiges, des roulements, des accouplements et des stabilisateurs : cela impliquera à la fois des coûts et la possibilité d'erreurs plus importantes.

- Ils provoquent généralement un niveau de déviation plus élevé : les erreurs et les déviations doivent être la plus grande préoccupation dans le forage incliné, car leur impact peut générer beaucoup plus de dommages que d'avantages potentiels, donc un paramètre de base qui doit être analysé avec le plus grand soin pour déterminer s'il faut ou non utiliser du forage incliné est la capacité à maintenir la précision.

- Les trous inclinés sont plus susceptibles de s'effondrer : cela s'intensifie avec l'angle, car la partie supérieure de la paroi du trou perd son support naturel, et en particulier dans les roches friables ou fracturées. Il est courant que du matériau tombe des parois du trou, provoquant une perte de profondeur ainsi que la création de vides plus grands le long du trou.

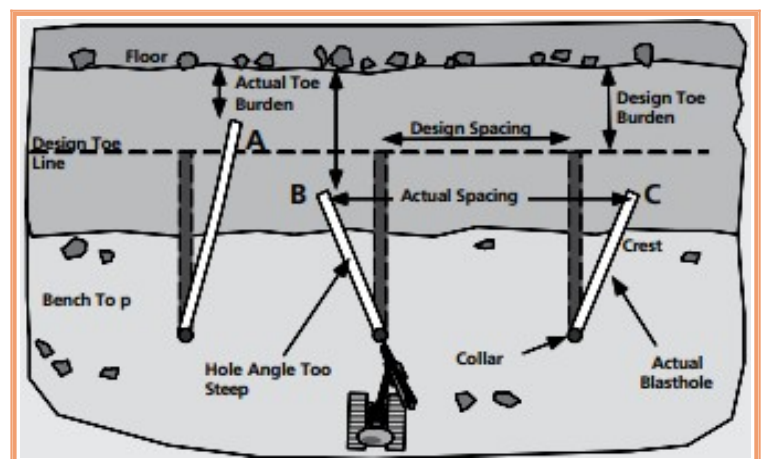
- Difficulté de chargement manuel de trous très inclinés : plus l'inclinaison des trous est grande, plus grande est la difficulté d'effectuer le chargement, où il est souvent nécessaire d'utiliser des tiges de guidage pour amener l'explosif jusqu'au fond.



Un autre point auquel nous devons être très attentifs lors de l'utilisation de trous inclinés est leur alignement (direction), car un mauvais alignement éliminera tout avantage de l'inclinaison et créera la plupart du temps un scénario de pertes bien supérieures à tout avantage potentiel. C'est pourquoi il est important de garder à l'esprit que les trous inclinés nécessitent un système d'alignement de foret précis et fiable pour garantir que le trou de forage va dans la bonne direction.

Dans la figure suivante, nous voyons quelques erreurs d'alignement possibles :

- Trou A avec un espacement très faible au pied ;
- Trous B et C avec un très grand espacement au niveau du pied ;
- Les trous A et B sont trop proches et les trous B et C sont trop éloignés.



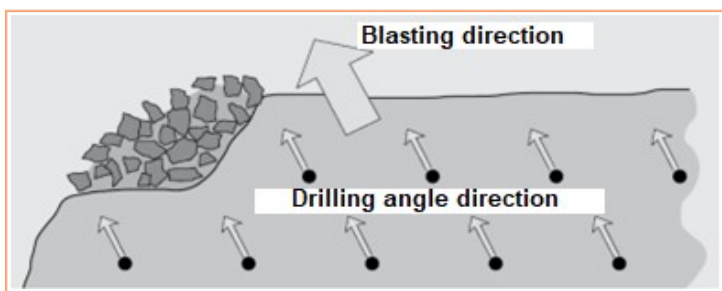
Il est très important que les trous inclinés soient clairement orientés avec un alignement correct, suivant la pente de la face libre ou plus précisément la direction du front de tir.

CHRONIQUE SAUTAGE

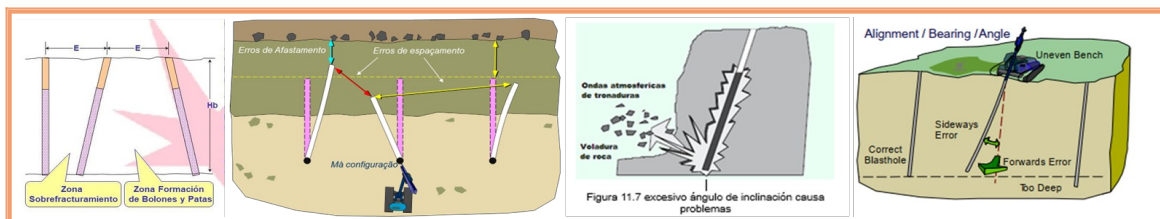
Imaginez le scénario dans lequel nous avons le trou aligné vers l'avant et nous allons diriger la détonation vers l'un des côtés. Ce qui se produira, c'est que le trou sortira latéralement, perdant complètement les avantages de l'inclinaison frontale. Nous devons donc concevoir l'alignement orienté en fonction de la séquence de détonation des trous et cela doit être une direction constante tout au long du sautage.

Idéalement, la direction de l'orientation des trous doit être définie à l'avance, en même temps que la conception du séquençage du sautage, afin de conserver les avantages des forages inclinés et éviter des résultats non désirés.

Lorsque l'alignement et le séquençage des trous suivent la direction de la face libre, nous obtenons généralement de meilleurs résultats, car nous profitons des avantages des trous inclinés ainsi que de ceux fournis par l'existence d'une bonne face libre. En revanche, lorsque le séquençage ne suit pas la face libre ou l'alignement des trous, nous aurons des trous complètement hors direction et les résultats peuvent être très imprévisibles, augmentant le risque d'impacts et de résultats moins bons.



Comme nous l'avons déjà mentionné, la plus grande préoccupation concernant les trous inclinés est la précision, car les erreurs peuvent être beaucoup plus nuisibles et dangereuses. C'est pour cette raison que la pratique de forer avec des trous inclinés est moins populaire. Si nous ne pouvons garantir l'exactitude et



la qualité de l'inclinaison de déviation et de l'alignement des trous, il vaut mieux ne pas tenter cette méthode, car c'est une condition préalable de base pour prendre toute décision à cet égard.

Par exemple, sur un banc d'une hauteur de 15 m, des erreurs de 1° dans la pente peuvent entraîner des erreurs de 0,5 m à la base de la banquette, ce qui peut signifier un grand impact dans le sautage, principalement dans les petits trous ou lorsqu'ils sont dans la première rangée. De même, les erreurs d'alignement impliquent d'énormes déviations.

Il est important de prendre en considération que les principales causes d'erreurs sont liées aux caractéristiques du roc, aux erreurs opérationnelles et aux conditions de l'équipement, nous devons donc évaluer chacun de ces points très attentivement.

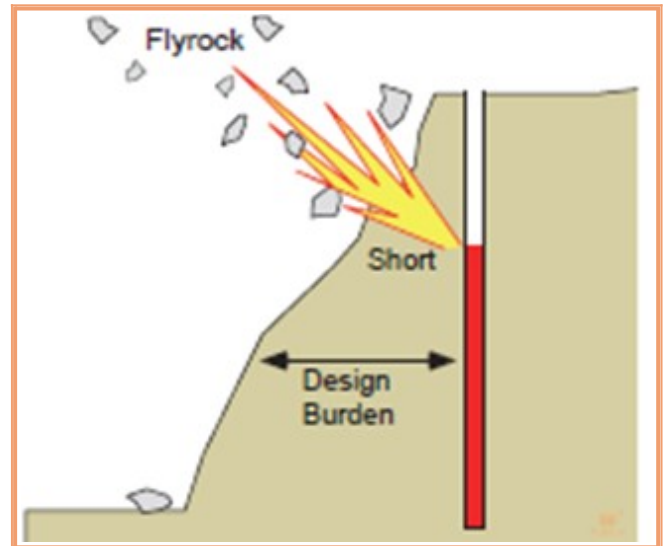
Ainsi, quelques considérations finales que nous jugeons importantes :

- Il est généralement admis que lorsqu'il est possible d'effectuer un forage incliné de qualité, cela apporte plus d'avantages aux résultats, et dans certaines occasions, cela peut être utilisé comme un moyen d'améliorer les résultats ou de réduire les coûts en optimisant un autre paramètre du plan de sautage, par exemple, en utilisant un collet plus long, en augmentant légèrement la maille de forage, en diminuant le sous-forage, etc.
- L'inclinaison des trous de forage est plus couramment réalisée avec des diamètres plus petits, en raison de la flexibilité de l'équipement, mais elle peut être utilisée dans toutes les conditions, en autant que l'équipement dispose de cette fonction et que des améliorations possibles des résultats soient identifiées justifiant son utilisation.

CHRONIQUE SAUTAGE

- Forer des trous inclinés peut également être utilisé dans le cas de tirs sans front de taille, si on recherche la possibilité d'un plus grand dégagement vertical du matériau. Certaines techniques d'ouverture de banc proposeront même une ouverture initiale réalisée avec des forages inclinés pour ouvrir une première face libre dans la séquence de sautage.
- Il ne faut pas oublier d'analyser les caractéristiques du roc, notamment la géologie structurale car, d'un côté de l'exploitation, l'inclinaison et la direction des trous peuvent coïncider avec les structures géologiques principales, tandis que de l'autre côté, elles peuvent avoir des directions opposées, ce qui aura un impact direct sur les résultats du dynamitage et l'efficacité du forage incliné. Nous pourrions donc utiliser des trous inclinés d'un côté de l'exploitation et verticaux de l'autre, ou nous pourrions devoir changer la direction des trous ou encore l'orientation des faces d'exploitations.
- Il convient de rappeler que nous avons toujours deux options en ce qui concerne les avantages, soit de continuer avec la configuration de départ pour profiter des avantages obtenus, soit d'optimiser d'autres paramètres du plan de sautage, comme modifier le patron de forage en réduisant, par exemple, le sous-forage, avec l'objectif de faire des économies tout en maintenant les mêmes résultats. Pour cela, il est nécessaire de quantifier les coûts supplémentaires du forage incliné par rapport aux économies générées par l'optimisation du plan de sautage.
- Certaines opérations utiliseront des trous inclinés pour mieux s'adapter à la pente de stabilité du roc généralement régi par la géologie structurale, soit en ajustant la pente d'inclinaison des trous de la première rangée parallèle à la face libre à la pente de repos du roc après excavation.
- Certaines opérations peuvent également n'utiliser que quelques rangées de forages inclinées, près de la face libre ou de la pente de la paroi finale

pour y parvenir, réalisant le reste du tir avec des trous verticaux.



- Dans les situations où la face libre peut être très irrégulière, l'inclinaison des trous de la première rangée, ou de certaines rangées, peut aider à adapter la distribution de la charge explosive, en évitant un fardeau trop grand au pied du banc ou même des situations de risque potentiel de projections non désirées dues à un fardeau trop faible favorisant l'évacuation de la pression des gaz générés par les explosifs.

En conclusion, la décision d'utiliser des forages inclinés n'est pas nécessairement facile à prendre car malgré les nombreux avantages, il demeure complexe d'en mesurer les bénéfices avantages / inconvénients et on doit bien les évaluer avant d'entreprendre plusieurs tests permettant de prendre la décision finale à appliquer à notre exploitation.

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 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, ce qui nous permet de garder contact avec vous. Cette année encore plusieurs étudiantes et étudiants ont été formés à travers diverses cohortes des CFP Baie James, Sept-Îles et Sherbrooke.

Au CFP Baie James en 2024, nous avons eu trois cohortes de finissants venant de partout au Québec et de l'international pour un total de 60 étudiants. Une nouvelle cohorte de 25 étudiants a débuté en novembre. Le CFP Sept-Îles a débuté une cohorte de 6 étudiants le 10 juin qui se terminera le 7 décembre, tandis que le CFP de Sherbrooke a débuté une formation comptant 18 étudiants en septembre qui prendra fin le 9 mai 2025. Malheureusement, nous n'avons aucune donnée concernant les formations de foreurs-boutefeux qui ont eu lieu à Val D'Or en 2024.

Ainsi plusieurs nouveaux foreurs et boutefeux, hommes et femmes, sont ou seront bientôt présents sur les chantiers de construction, ainsi que dans les mines et les carrières afin de mieux soutenir l'industrie. Nous leur souhaitons bonne chance dans leurs nouvelles fonctions.

Pour que nos étudiants soient fonctionnels sur le terrain lors de leur stage, nous leur donnons en plus des 900 heures en forage et dynamitage : formations fit test, travaux en hauteur, ASP et cadénassage. Nous prenons à cœur la sensibilisation et la prévention des apprenants sur la santé et la sécurité au travail.

Ces nouveaux travailleurs auront toutefois besoin de votre soutien et de vos connaissances. Nous comptons donc sur vous, gens de l'industrie, pour leur partager vos expériences et agir comme mentor. Avec votre aide, l'intégration n'en sera que plus facile. Merci encore à vous, les plus anciens, pour votre patience et votre compréhension. Entre autre, la sécurité de ces nouveaux travailleurs en dépend, vous êtes donc important pour leur avenir.

Nous ne le dirons pas assez souvent, mais vous êtes les meilleurs professeurs qu'ils puissent avoir tout au long de leur carrière dans ce domaine.

Harold Blackburn

Nos diplômés et futurs diplômés en forage et dynamitage en 2024-2025



CFP Baie James : finissants et enseignants de la cohorte FDC 35 de mars 2024. Photo courtoisie Harold Blackburn.

CHRONIQUE BOUTEFEU



CFP Baie James : Groupe FDC 36 qui ont complété leur formation en juillet 2024.
Photo courtoisie : Harold Blackburn.



CFP Baie James : Groupe FDC 37, étudiants accompagnés de leurs enseignants qui compléteront leur formation en décembre 2024. Photo courtoisie : Harold Blackburn.



L'Équipe d'enseignants du
CFP Baie James à Chibougamau :
Yan Larivière, Sylvain Paré,
Guylaine Fleury, Harold Blackburn et
Dylan Blackburn

CHRONIQUE BOUTEFEU



Cohorte CFP de Sept-Îles 10 juin au 7 décembre 2024 : Zachary Leblanc, Louis-Philippe Génard, Jean-Paul Parisé (enseignant) Alain Bizosa et Olivier Ringuette. Étaient absents : Elhadji Cisse, Moustapha Kane (stage) et Yannick Tremblay (enseignant et photographe). Notez l'acquisition d'une foreuse Stone Power (Scorpion).



CFP de Sherbrooke : Septembre 2024 au 9 mai 2025. Enseignants : Daniel Williams, Eric Simoneau, Patrick Préfontaine

CHRONIQUE BOUTEFEU

La formation et les stages en images



Dans le cadre de leur formation au CFP Baie James de Chibougamau, les étudiants ont eu la chance de faire une visite de la Mine Canadian Malartic d'Agnico Eagle à Malartic ainsi que de la mine Niobec à Saint-Honoré au Lac Saint-Jean



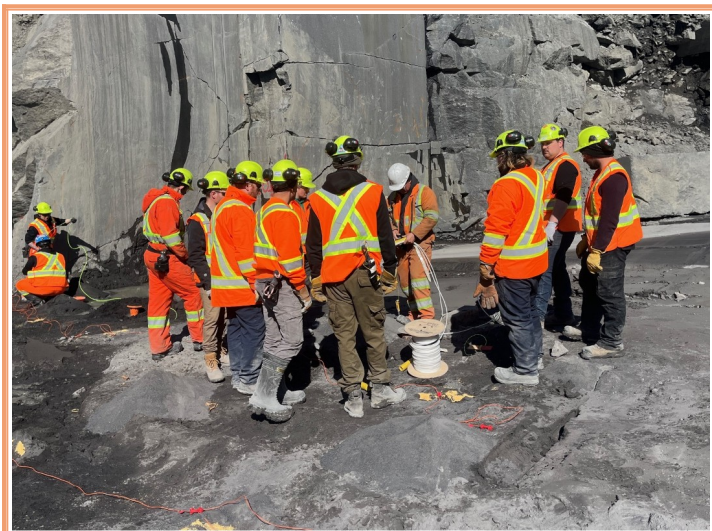
CHRONIQUE BOUTEFEU



Étudiants avec Dynamitage Larivière. (Photo courtoisie Harold Blackburn)



Étudiants en stage avec l'entreprise Dynamitage Gaudreault. (Photo courtoisie David Gaudreault)



Étudiants en stage avec Dynamitage du Lac. (Photo courtoisie Harold Blackburn.)



Casque peinturé au airbrush par un artiste représentant Harold au travail. Cadeau de son fils Dylan pour son anniversaire. (Le papa était bien content!)



Étudiants en stage avec Forage Saguenay. (Photo courtoisie Harold Blackburn.)



CHRONIQUE BOUTEFEU

Nouvelles de nos foreurs-boutefeux

INTER-CITÉ CONSTRUCTION



Usine de billettes, Rio Tinto, Alma. Photo courtoisie Alexandre Coudé



Romaine 4 : Photo courtoisie Alexandre Coudé.



FORAGE BEAUPIED



Projet dans Lanaudière. Photo courtoisie Benoit Beaupied



Franquelin, route 138. Photo courtoisie Alexandre Coudé

CHRONIQUE BOUTEFEU



Six générations de Beupied : Simon, Léo, Michel, Benoit et Martin
Maude et Emerick, Ivia (3 ans) et Jules (1 an absent sur la photo)



Photos courtoisie Benoit Beupied



BLASTFORCE

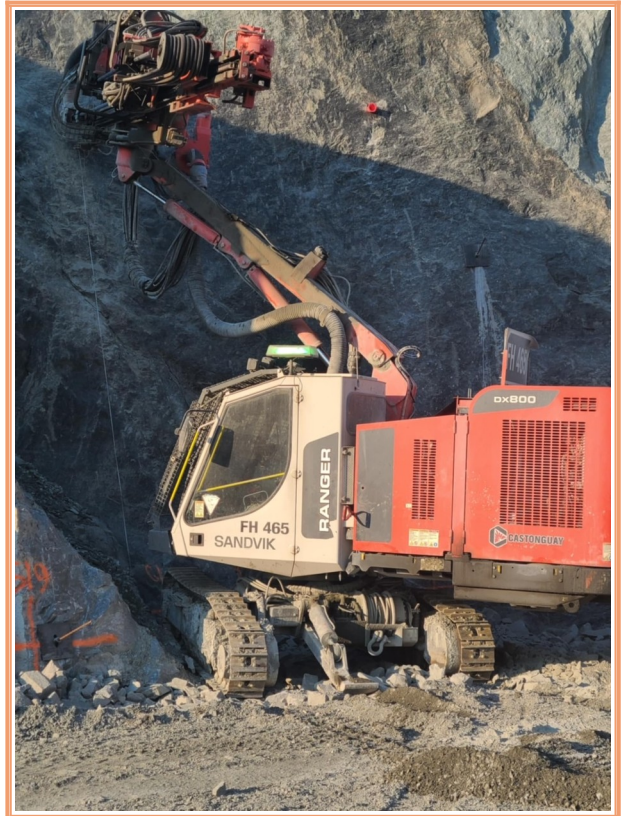


Photo courtoisie Régis Dumas

CHRONIQUE BOUTEFEU

DYNAMITAGE CASTONGUAY LTÉE

BLASTFORCE (suite)

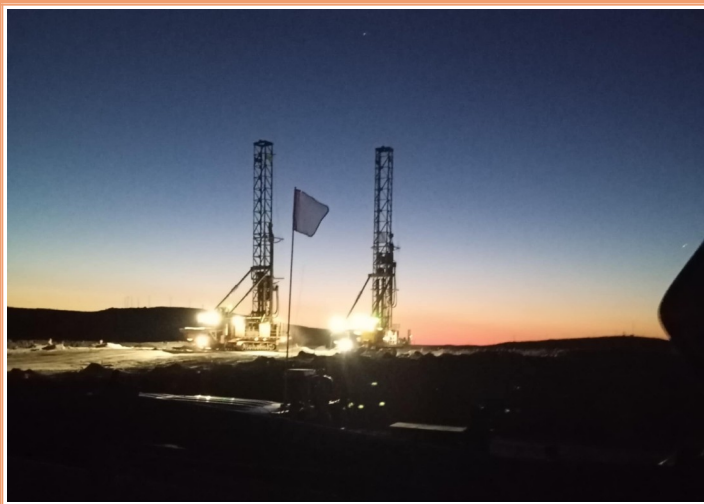


Photos courtoisie Régis Dumas

Malartic: photos courtoisie Frédéric Boudreault

CHRONIQUE BOUTEFEU

FORAGES CCL



Mont Wright, photos courtoisie Catherine Gagné Roy

DUBÉ CONCASSAGE INC.



Mine Akasaba, fosse ouest – Agnico Eagle, secteur Val D'Or. Photos courtoisie Mathieu Chamberland

CHRONIQUE BOUTEFEU

DYNAFOR FORAGE DYNAMITAGE

DUBÉ CONCASSAGE INC. (suite)



Projet Upper Beaver, Kirkland Lake, Agnico-Eagle, photos courtoisie Mathieu Chamberland

Parc Oméga. Photos courtoisie Sylvain Gagnon

CHRONIQUE BOUTEFEU

DYNAMITAGE HARDROC



Restigouche Nouveau-Brunswick, photo courtoisie Nicolas Boucher.



Charny, Québec, photo courtoisie Nicolas Boucher.



Protection des travailleurs. Photo courtoisie Nicolas Boucher

ENTREPRISES ELIE GRENIER INC.



Agrandissement d'un terrain commercial à Grand-Mère, photo courtoisie Eric Bordeleau.



DYNAMITAGE FORAGE MB INC.



L'éclipse solaire 2024, St-Gédéon, photo courtoisie Mathieu Bisson



CHRONIQUE BOUTEFEU

DYNAMITAGE FORAGE MB (suite)



St-



Saint-Raymond de Portneuf, travaux nécessitant de sécuriser la foreuse à l'aide d'un câble d'acier. Photo courtoisie Mathieu Bisson



FORAGE SAGUENAY

APUIAT- Éoliennes, plus de 1 360 000 m. cu. dont 200 000 à l'heure et au matelas. Réalisé en 39 semaines (19-06-2023 au 8-04-2024), 2,1 millions de kg d'explosifs.



Photos courtoisie Anthony Jomphe.

CHRONIQUE BOUTEFEU

FDDF



Élargissement de l'A-50 à Lachute, photo courtoisie Étienne Bibeau.



Ville de Montréal, construction d'un quai continu, carrière St-Michel, photo courtoisie Étienne Bibeau.



Pont des Piles, Shawinigan, photo courtoisie Étienne Bibeau.

Divers



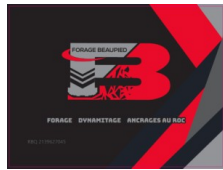
Hydro Québec, reconstruction du barrage Mondanac, photo courtoisie Étienne Bibeau.



Ikuutak, Nunavut, photo courtoisie Jonathan Perron



MERCI À NOS MEMBRES CORPORATIFS



RBO : 2414-6532-94

