



Utilisation et manutention sécuritaire des explosifs

Mise à jour des connaissances en forage-sautage

20 novembre 2024

SEEQ – 47^e Session d'étude sur les techniques de sautage



Présenté par: Paul P. Kuznik, ing.

Table des matières



- **Sûreté et sécurité de la zone de tir**
- **Classification des explosifs**
- **Systèmes d'initiation**
- **Projections de roc**
- **Sous-forage**
- **Bourrage**
- **Journal de forage**



Risques potentiels des sautages



- **Le potentiel de risque augmente lorsqu'on place le bouteufu dans une situation moins familière**
 - Foncée initiale
 - Tranchée
 - Sautage spécial (prédécoupage, blocs surdimensionnés [*boulders*])
 - Changements ou modifications de dernière minute

- **Le potentiel d'incident augmente lorsqu'on devient trop familiers avec la tâche**
 - Familiarité mène à la complaisance
 - La complaisance mène à la médiocrité
 - Médiocrité mène au désastre



Établir et maintenir une zone de tir sécuritaire



- **Le boute feu détermine la zone de tir avec le support et l'accord du:**
 - Responsable de carrière
 - Responsable du chantier de construction
 - Responsable/Directeur de mine attitré au forage-sautage
- **Communiquer la zone de tir et le calendrier/heure des sautages**
 - Identifier la localisation du sautage
 - Évacuer toutes les activités à proximité
 - Utiliser la signalisation adéquate
- **Poster des gardiens ou bloquer les accès à la zone de tir et à la zone d'exclusion (zone sécuritaire pour le personnel et équipement)**
 - S'assurer que les gardiens sont positionnés à un endroit sécuritaire
 - Les gardiens doivent demeurer en place jusqu'à ce que le retour au travail soit annoncé

Liste de vérification du boute feu avant et après un sautage

- Inspection du site, selon le besoin
- Avant sautage: forage, éléments de la conception, météo, sécurité
- Assigner les tâches, planifier le travail
- S'assurer que tout le personnel est qualifié (selon les tâches)
- Se familiariser et se conformer à toutes les réglementations
- S'assurer du nombre adéquat de personnes pour effectuer le travail
- Garder le nombre minimal de personnes/véhicules dans la zone du tir
- S'assurer que tous les ÉPI et les outils sont en bon ordre
- Vérifier la profondeur des trous, leur position et présence d'obstructions
- Planifier pour l'évacuation, gardiennage et initiation du sautage

Réunion de démarrage

- Comprendre les risques/dangers du site
- Communiquer le plan de sautage à tout le personnel
- S'assurer que le personnel comprenne toutes les exigences de sécurité

- Sécuriser la zone de tir pour la durée du chargement
- Sécuriser la zone de tir lors des procédures de sautage
- Évacuer, garder et signaler le sautage – coordonner avec le client
 - Confirmer que la zone est évacuée, surtout lors du partage des tâches
- Les gardiens doivent demeurer en place jusqu'à ce que le retour au travail soit annoncé



Sûreté et sécurité de la zone de tir



Autres considérations

- **Jamais manipuler les explosifs pendant un orage avec éclairs**
- **Jamais fumer à proximité des explosifs**
- **Tenir compte des règles de sécurité provinciales, locales et internes concernant la distance sécuritaire à travailler de la crête**
- **Jamais transporter les explosifs dans un contenant qui n'est pas spécifiquement conçu pour cet effet**



Sûreté et sécurité de la zone de tir



- **Jamais préparer les amorces à l'avance (joindre le détonateur avec l'amorce), seulement au moment de les insérer dans le trou**
- **Mesurer continuellement la montée de charge explosive afin de confirmer que la charge est continue (vrac et empaqueté)**
- **Utiliser uniquement les ohmmètres et explodeurs approuvés**
- **S'assurer que la personne qui initie le sautage est à un endroit sécuritaire**



Délimitation de la zone du tir



- Maintenir tout équipement non essentiel au chargement à des distances supérieures à 50 m
 - Distance peut varier selon les conditions du site
- Jamais permettre un marinage de face lors du chargement
- Comprendre les règlements provinciaux et locaux
 - Tâches du boutefeu



Classification internationale de l'ONU



■ Explosifs sensibles aux détonateurs (classe 1.1D) (cartouches)

- Explosifs brisants (à base de nitroglycérine, ex. dynamite)
- Émulsions (incluant un sensibilisateur ex. microsphères ou gaz)
- Autres explosifs moléculaires
 - ex. TNT ou PETN



■ Explosifs non-sensibles aux détonateurs (classe 1.5D) moins sensibles aux chocs, requiert une amorce

- Nitrate d'ammonium NA/H (ANFO)
- Émulsions (en sac ou en vrac)



Informations techniques



DYNO® TX

Émulsion de petit diamètre sensible au détonateur



Description du produit

DYNO TX est une émulsion explosive, sensible au détonateur, d'énergie élevée, résistante à l'eau et conçue spécifiquement pour les travaux de tranchée, utilitaires, de construction de route et pour la plupart des applications relatives à la préparation de sites. Il est recommandé dans le cas de conditions de terrains très humides, où des charges explosives dont les trous sont peu capaces et/ou les conditions géologiques provoquent des «chocs dynamiques» lorsque d'autres explosifs à base d'émulsion sont utilisés.

Recommandations d'application

- Le diamètre et le type d'emballage avoir une incidence sur la affecter sa densité. Il faut calculer le nombre de cartouches pour déterminer le poids exact de la charge explosive.

Lorsque la température du produit est plus de -18 °C (0 °F), **TOUJOURS** utiliser un détonateur de haute puissance Dyno Nobel ou l'équivalent. Lorsque la température du produit est moins de -18 °C (0 °F) et plus de -26 °C (-15 °F), utiliser une amorce renforçateur de 10 g et plus. Pour des températures de produit plus basses que -26 °C (-15 °F), consulter un représentant de Dyno Nobel pour le poids de l'amorce renforçateur recommandé.

- L'utilisation d'un cordeau détonant n'est pas recommandée.
- Pour une performance optimale, l'espacement entre le diamètre des trous de 50 mm (2 po) ne devrait pas être moins de 0,75m (30 po). L'espacement entre le diamètre des trous de 65 mm (2 ½ po) ne devrait pas être moins de 0,9 m (36 po). Lorsqu'il y a des charges de délais avec un minimum d'espacement, ne pas utiliser des intervalles de délais plus élevés que 25 millisecondes entre les charges adjacentes.

TOUJOURS assurer une d'une charge continue de la colonne de cartouches. Lorsqu'une séparation de la colonne est probable, utiliser une amorce additionnelle.

Information Technique



Propriétés

MSDS
#1030

	Papier	Pellicule PMP
Densité (g/cc) moy	1,10	1,17
Énergie^a (cal/g) (cal/cc)	985 1 085	1 000 1 170
Puissance massique^a	1,12	1,14
Puissance volumique^{a,b}	1,51	1,63
Vitesse de détonation^c (m/s) (pi/s)	5 000 16 400	5 000 16 400
Pression de détonation^c (Kbar)	69	73
Volume de gaz^a (moles/kg)	30	32
Entreposage maximal	1 an (à compter de la date de fabrication)	
La profondeur d'eau maximale	30 m (100 pi)	
Résistance à l'eau	Excellent	
Classe des fumées^d	Pas en souterrain	IME1

^a Toutes les valeurs énergétiques ont été obtenues à partir du logiciel PRODET™, développé par Dyno Nobel Inc. pour son usage exclusif. D'autres logiciels peuvent donner des valeurs différentes.

^b ANFO = 1,00 @ 0,82 g/cc

^c 2 po (50 mm) de diamètre, non confiné

^d Approuvé pour une utilisation souterraine selon la classe de fumées 1 de l'IME / Classe de fumées 1 de Ressources naturelles Canada uniquement dans le cas de tubes plissés/PMP.

Classification

Explosif de sautage, Type E, 1.1D, UN 0241 II



Les systèmes d'initiation



- Principaux systèmes d'initiation
 - Détonateur électrique
 - Sert à initier le détonateur NONEL
 - Détonateur non-électrique
 - Sert à initier l'amorce et permet de donner un délai entre les trous et les rangées
 - Détonateur électronique
 - Sert à initier l'amorce et donner un délai entre les trous. Utilisé pour des projets où les vibrations et précision des sautages sont des enjeux importants
 - Détonateur sans fil
 - Sécurité et efficacité améliorée
 - Permet un travail plus sécuritaire et un cycle de dynamitage raccourci



NONEL – rappelez-vous de TOUJOURS



- **Toujours protéger les explosifs de toute énergie involontaire:**
 - Impact d'une roche qui tombe sur un détonateur
 - Abrasion ou impact par forage dans un raté qui n'a pas été récupéré
 - Impact lorsqu'on roule avec un équipement sur un détonateur
 - Flamme ou feu, éclair ou toute autre décharge électrique
- **Toujours se réfugier à un endroit sécuritaire et aviser les autres avant initiation**
- **Toujours faire la rotation des stocks – utiliser le produit le plus vieux dans l'inventaire**
 - L'âge affecte l'intégrité des détonateurs et autres explosifs
- **Toujours rechercher des ratés et les éliminer adéquatement**

NONEL – rappelez-vous de JAMAIS



- **Jamais couper ou raccourcir le tube de choc et jamais enlever ou pincer (crimp) le détonateur sur le tube de choc**
 - Lorsque le tube de choc est coupé, l'humidité peut causer un raté
- **Jamais attacher le détonateur initiateur si toutes les connections n'ont pas été complétés et que la zone de tir n'a été évacuée**
- **Jamais omettre d'attacher des trous au reste du sautage. Les trous chargés non rattachés peuvent être initiés par le choc des trous adjacents**
 - Peut causer un dommage aux explosifs et systèmes d'initiation – cause de ratés
- **Jamais tirer, étirer, plier ou mettre sous tension le tube de choc**
 - La propagation de l'onde de choc dans le tube de choc sera affectée
- **Jamais joindre le détonateur avec l'amorce à moins qu'on est prêt à l'insérer dans le trou**

NONEL – rappelez-vous de JAMAIS

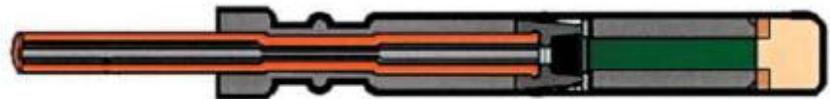


- **Jamais rattacher les délais de surface avant qu'on soit prêt à initier le sautage**
- **Jamais utiliser des matériaux explosifs qui semblent endommagés ou détériorés**
- **Jamais brûler les boîtes des matériaux explosifs dans les espaces confinés**
- **Jamais rouler un véhicule sur les tubes de choc. Ils peuvent s'emmêler dans l'équipement l'étirant au point de rupture**
- **Jamais essayer d'éteindre un feu qui implique des explosifs**
- **Jamais appliquer une tension excessive sur les tubes de choc**
 - Risque d'auto-initiation par le phénomène “*Snap, slap & shoot*”

Détonateurs

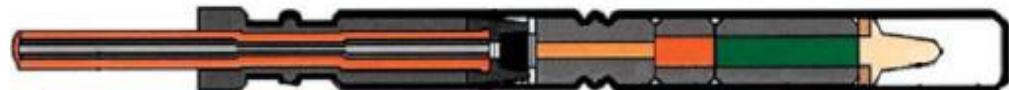


■ NONEL



240 mg

Pas de PETN



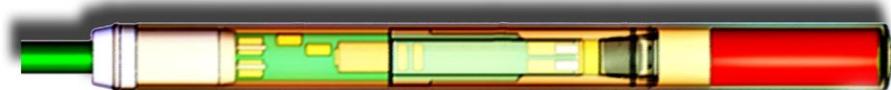
Azide de
plomb 95 mg

500 mg
de PETN

595 mg



■ Électronique



Tube de choc NONEL



- **Couche extérieure surlyn** – résistance à l'abrasion et protection UV
- **Couche centrale** – résistance à la tension, allongement et résistance chimique
- **Couche intérieure de Polyéthylène** – bonnes propriétés adhésives pour le produit réactif
- **Tube de plastique à 3 couches de petit diamètre (3 mm) rempli de 14.86 g / 1 km d'un matériel réactif**
- **Transmet un signal de faible énergie du point d'initiation au détonateur ± 2 100 m/sec**
- **Vu que la détonation est soutenue par cette très petite quantité de matériau réactif, la couche extérieure du tube de choc demeure intacte lors de l'initiation**



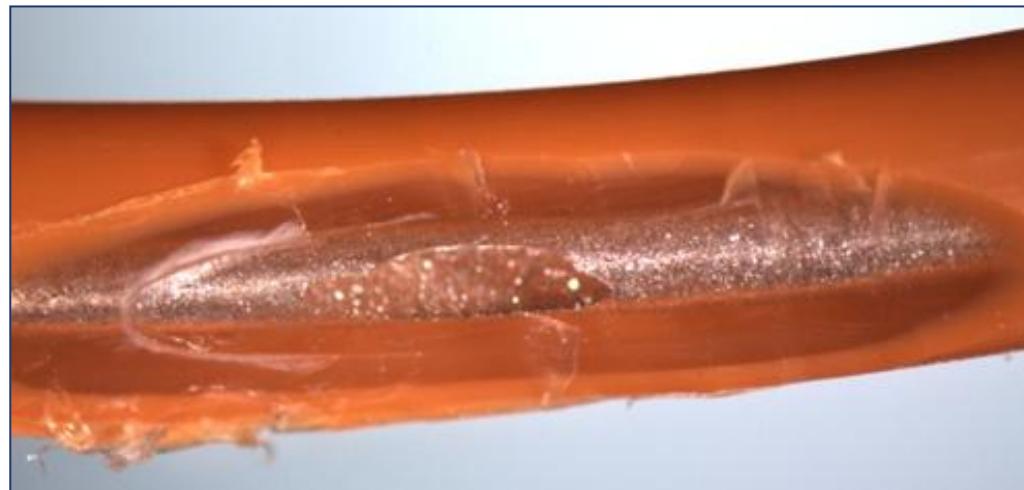
90% HMX
10% AL

Tube de choc NONEL



- On retrouve régulièrement les tubes de choc dans le déblai
- Le personnel peut ouvrir le tube de choc afin de déterminer s'il a bien fonctionné ou s'il est encore actif

- Tube de choc initié
 - Pas d'explosif visible
- Tube de choc actif
 - Matériau réactif argenté visible



Connecteurs de surface



- **Insérer 1 tube de choc à la fois dans le connecteur**
 - Prévient le croisement des tubes dans le connecteur
 - La tête du connecteur génère un click qu'on entend clairement
- **Après insertion de tous les tubes de choc, il faut glisser le connecteur pour bien positionner les tubes et éviter tout croisement**
- **Les connecteurs peuvent accommoder jusqu'à 6 tubes de choc**
- **Jamais utiliser les connecteurs avec un cordeau détonnant**
 - Possibilité de ratés

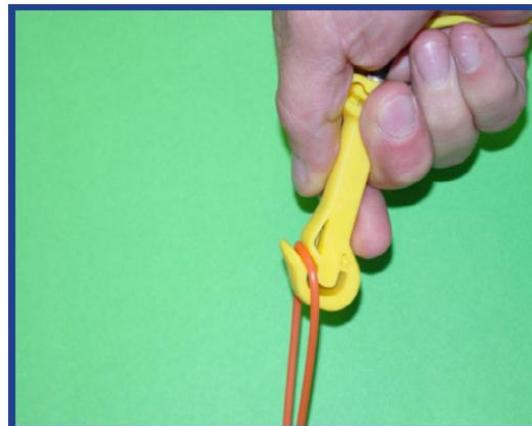


Figure 4 - Correct insertion of shock tube into EZ Connector block; one at a time.

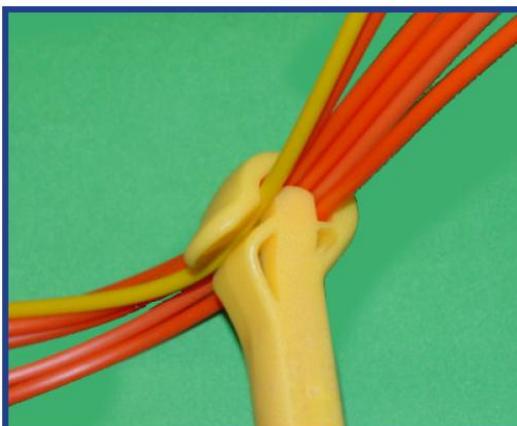


Figure 5 - Six shock tube leads correctly seated in the EZ Connector block.

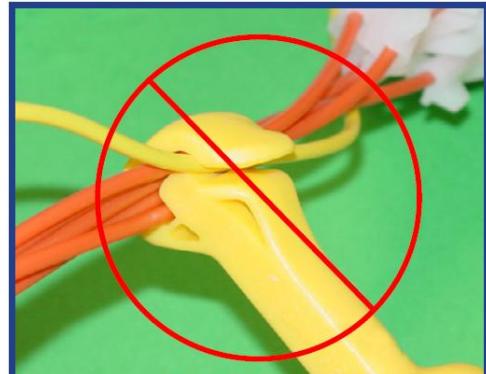


Figure 6 - Incorrect insertion of shock tube in the EZ Connector block; tube not fully inserted.

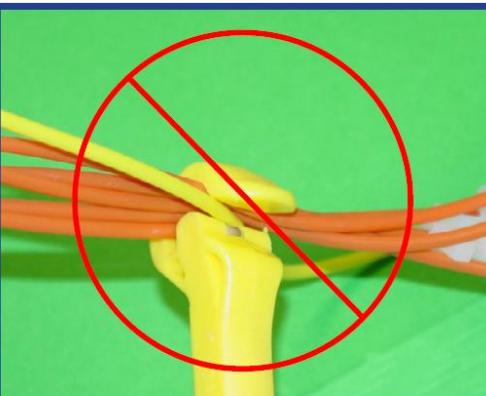


Figure 7 - Shock tube leads incorrectly seated. Yellow lead is crossed-over; misfire may result.

Inspection du rattachage



- Revérifier le rattachage avant de passer au trou suivant
- Une fois que tous les trous sont rattachés, effectuer une vérification finale de tous les trous en marchant tout le sautage et regarder pour:
 - Rattachage adéquat de tous les trous et tubes de choc
 - Tous les tubes de choc sont dans le bloc connecteur
 - Tube de choc est propre, sans tension et à angle droit
- Une fois que l'inspection est complétée, sécuriser la zone de tir et s'assurer que les connections ne sont pas touchées/dérangées
 - Effectuer une inspection supplémentaire si le sautage n'est pas initié pour une longue période de temps
- **Jamais repasser le même tube de choc une deuxième fois dans le bloc connecteur (double connexion)**



Troubleshooting

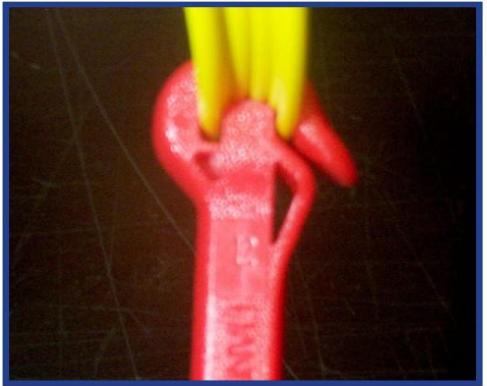


Figure 82 - All six shock tubes in the correct position.

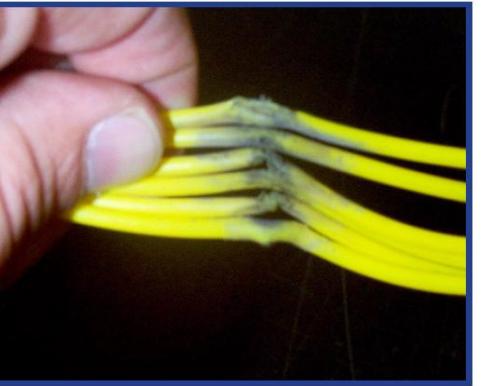


Figure 83 - Good "hit" marks on shock tube properly positioned in connector block.

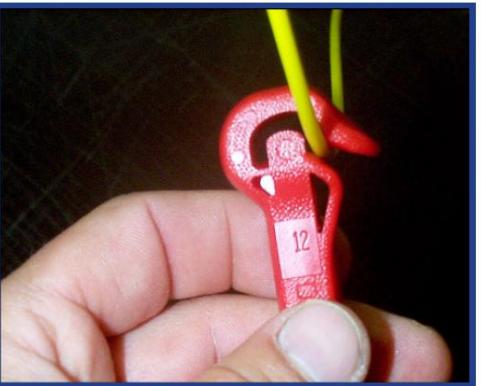


Figure 84 - Shock tube not fully inserted in connector block.



Figure 85 - Shock tube after functioning the EZ DET at left; the tube shows carbon/Al residue with no penetration marks into the jacket of the shock tube.

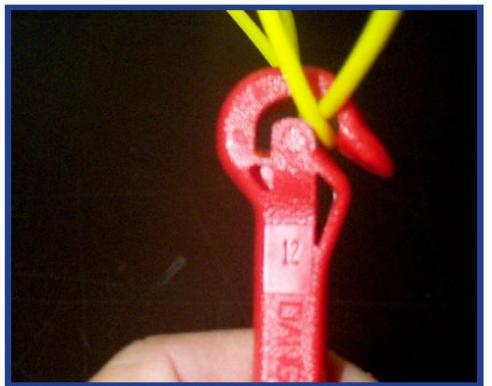


Figure 86 - Shock tube crossed over in the connector block.

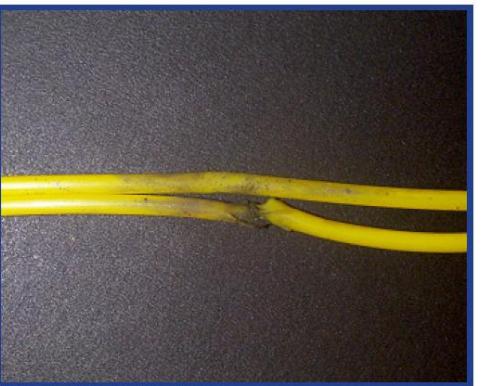


Figure 87 - Shock tube after functioning the EZ DET at left; one shock tube has a small carbon/Al mark and the shock tube that was located closer to the cap is twisted and received a good "Hit Mark."



Figure 88 - Shock tube not clipped in at all.

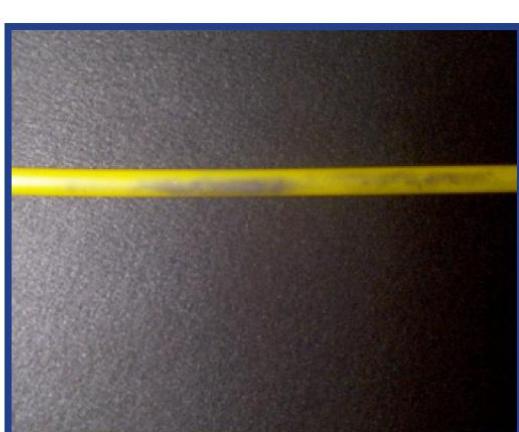


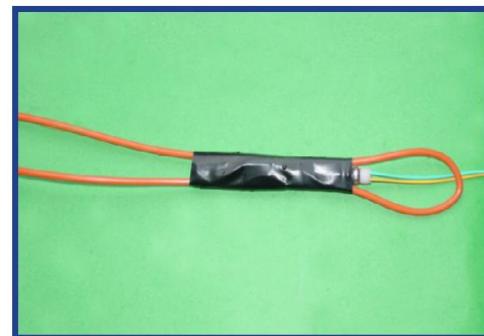
Figure 89 - "Hit Marks" left on shock tube that is not clipped in but is under the connector block.

Initiation du Nonel avec un détonateur



■ Initier le sautage

- Attacher le détonateur initiateur au 1^{er} trou une fois que toutes les connexions ont été rattachées et la zone de tir évacuée
- Attacher le détonateur initiateur au tube de choc du 1^{er} trou de façon qu'il initie le tube de choc dans les 2 directions
 - Créer une boucle dans le tube de choc et attacher le détonateur sécuritairement
- Rallonger les tubes de choc en ligne droite d'au moins 30 cm du détonateur
- Jamais replier le tube de choc autour du *bench block*, car il y a risque de coupure par les éclats du détonateur qui détonne
- Couvrir les connexions avec les copeaux de forage, matériau de bourrage ou tout autre matériau disponible afin de prévenir les coupures et le bruit



IME – Always and nevers



In the U.S.A.:
Lost & Stolen
Explosive Materials
Call BATF Toll Free
at: 1-800-800-3855

WARNING
LOCK UP
DETONATORS
KEEP FROM CHILDREN

PREVENTION OF ACCIDENTS
IN THE USE OF EXPLOSIVE

"ALWAYS AND NEVER"
WARNINGS AND INSTRUCTIONS
ADOPTED BY THE INSTITUTE OF
MAKERS OF EXPLOSIVES, JUNE, 1997

All explosives are dangerous and must be carefully handled and used following approved safety procedures either by or under the direction of competent, experienced persons in accordance with all applicable federal, state and local laws, regulations and ordinances. If, after carefully reading this entire leaflet, you have any questions or doubts as to how to use an explosive product, do not use it before consulting your supervisor, or the manufacturer if you do not have a supervisor. If your supervisor has any questions or doubts, he should consult the manufacturer before use.

The explosives in this package were manufactured and packed under careful supervision and inspection. However, the contents may become damaged by improper handling or storage beyond the control of the manufacturer; therefore, they should be carefully inspected before using.

WARNINGS AND INSTRUCTIONS
for Transporting, Storing, Handling,
and Using Explosive Materials

WARNING: READ THIS FOLDER BEFORE USING ANY EXPLOSIVE MATERIALS.

**PREVENTION OF ACCIDENTS IN THE TRANSPORTATION, STORAGE,
HANDLING, AND USE OF EXPLOSIVE MATERIALS.**

The misuse of any explosive material can kill or injure you or others.

Prevention of accidents depends on careful planning and the use of proper procedures.

This folder is designed to help you use explosive materials safely.

GENERAL WARNINGS

All explosive materials are DANGEROUS and must be carefully transported, handled, stored, and used following proper safety procedures or under competent supervision.

ALWAYS follow Federal, State and local laws and regulations.

ALWAYS lock up explosive materials and **keep from children and unauthorized persons.**

EXPLOSIVE MATERIALS COVERED IN THIS FOLDER:

High Explosives and Permissible Explosives

Blasting Agents

Electronic, Electric and Nonelectric Detonators

Safety Fuses

Slurries, Water Gels and Emulsions Detonating Cord

Primers & Boosters

QUESTIONS ON THE USE OF EXPLOSIVE MATERIALS:

THESE WARNINGS AND INSTRUCTIONS CANNOT COVER EVERY SITUATION WHICH MIGHT OCCUR. IF YOU HAVE ANY QUESTIONS ON

En los E.U.A.:
Materiales Explosivos
Robados o Perdidos
Llame sin costo al
BATF: 1-800-800-3855

ADVERTENCIA
MANTENGA LOS DETONADORES
BAJO LLAVE Y FUERA DEL
ALCANCE DE LOS NIÑOS

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
EN EL USO DE EXPLOSIVOS

"SIEMPRE Y NUNCA"
ADVERTENCIA E INSTRUCCIONES

ADOPTADO POR EL INSTITUTO DE FABRICANTES DE EXPLOSIVOS,
JUNIO 1997

Todos los explosivos son peligrosos y deben manejarse con cuidado. Deben usarse siguiendo procedimientos de seguridad aprobados y deben ser manejados por o bajo la dirección de personas capacitadas y autorizadas para garantizar la conformidad con las leyes, reglamentos y ordenanzas federales, estatales y locales aplicables. Si después de leer cuidadosamente esta publicación usted todavía tiene alguna duda o pregunta acerca del manejo de algún explosivo, por favor, no lo utilice sin antes consultar con su supervisor o con el fabricante del producto. Si su supervisor tiene preguntas o dudas, él deberá consultar con el fabricante del producto antes de utilizarlo.

Los explosivos en esta caja han sido fabricados y empacados bajo una cuidadosa supervisión e inspección. Sin embargo, en ocasiones, el contenido puede dañarse debido a maniobras o almacenamiento inadecuados fuera del control del fabricante. Por esta razón, los explosivos deben siempre revisarse cuidadosamente antes de utilizarse.

ADVERTENCIAS E INSTRUCCIONES
Para el transporte, almacenamiento, manejo y uso
de materiales explosivos

Pour Tout Explosif
Perdu Ou Volé
Appelle BATF
Sans Frais
1-800-800-3855

AVERTISSEMENT:
GARDER LES
DETONATEURS SOUS CLÉ
ET HORS DE LA PORTÉE
DES ENFANTS.

PRÉVENTION DES ACCIDENTS PENDANT
L'UTILISATION DES MATERIAUX EXPLOSIFS

"TOUJOURS ET NE JAMAIS"
AVERTISSEMENTS ET INSTRUCTIONS

Adopté par l'Institut des Fabricants D'explosifs, Juin 1997

Tous les explosifs sont dangereux et doivent être manipulés avec précaution par un personnel compétent et expérimenté ou sous sa direction, selon les consignes de sécurité admises ainsi qu'en conformité avec toutes les lois, tous les règlements et tous les décrets édictés par l'état, la province ou la municipalité. Si après avoir lu ce document, vous avez des questions ou doutes, veuillez poser vos questions ou éprouver des doutes sur la manière d'utiliser un produit explosif, ne vous en servez pas avant d'avoir consulté votre supérieur hiérarchique ou, si vous n'en avez pas, le fabricant du produit. Si votre supérieur hiérarchique se pose à son tour des questions ou éprouve des doutes, il doit lui aussi consulter le fabricant avant d'utiliser le produit.

Ces explosifs ont été fabriqués, emballés et inspectés sous surveillance et avec le plus grand soin. Toutefois, le produit pouvant se détériorer indépendamment de la volonté du fabricant par suite d'une manutention ou d'un entreposage non appropriés, s'assurer de bien l'examiner avant d'en faire usage.

CONSIGNES ET MISES EN GARDE
Consignes et mise en garde pour le transport, la manutention,
et l'utilisation des matières explosives

ATTENTION: LIRE CE DOCUMENT AVANT L'USAGE.
LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS AU COURS DU TRANSPORT DE
L'EXPLOSIF, DE LA MANUTENTION, DE LA MANIPULATION ET DE L'UTILISATION DES MATIÈRES EXPLOSIVES.

Le fait de mal se servir d'une matière explosive peut être une cause de mort ou de blessure pour vous et pour autrui.

La prévention des accidents repose sur une bonne planification et sur l'emploi de mesures et de méthodes appropriées.

Ce document a pour but de vous aider à faire un usage sécuritaire des matières explosives.

MISE EN GARDE GÉNÉRALE:
Toute matière explosive est dangereuse et doit être transportée, manutentionnée, entreposée et utilisée avec précaution selon de bonnes consignes de sécurité par un personnel compétent ou sous sa surveillance.

DANS TOUS LES CAS, on se conformera aux lois et aux règlements en vigueur dans le pays, l'état, la province et la municipalité.

DANS TOUS LES CAS, on prendra soin de garder les matières explosives sous clé et hors de la portée des enfants et des personnes non autorisées.

AUTRES RENSEIGNEMENTS SUR LA SÉCURITÉ DES MATIÈRES EXPLOSIVES:

L'Institute of Makers of Explosives (IME) publie des documents sur la sécurité des explosifs. Se reporter à la liste des publications du Centre de documentation sur la sécurité de l'IME (IME Safety Library) reproduite dans ce document.

MATIÈRES EXPLOSIVES FAISANT L'OBJET DE CE DOCUMENT:

Explosifs brisants et explosifs autorisés

Détonateurs électriques, électroniques et non électriques

Autres détonateurs autorisés et autorisés



Figure 1/Figura 1/Schema 1

Recommended method of making primer with small diameter cartridge and electric or electronic detonator.

Método recomendado para preparar una carga iniciadora (primer) con un cartucho de diámetro pequeño y con un detonador eléctrico o electrónico.

Méthode recommandée pour fabriquer une amorce à l'aide d'une cartouche de petit diamètre et d'un détonateur électrique ou électronique.

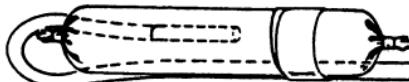


Figure 7/Figura7/Schema 7

Recommended method of making primer with plastic film cartridge and fuse or nonelectric detonator.

Método recomendado para preparar una carga iniciadora (primer) con un cartucho en envoltura plástica y con mecha o detonador no-eléctrico.

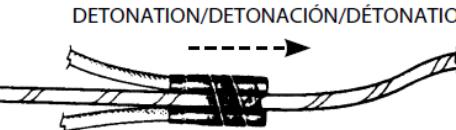
Méthode recommandée pour fabriquer une amorce à l'aide d'une cartouche de film plastique et d'un détonateur non électrique.

Figure 9/Figura 9/Schema 9

Methods for attaching detonators to detonating cord.

Métodos para fijar los detonadores al cordón detonante.

Méthodes pour attacher les détonateurs au cordeau détonant.



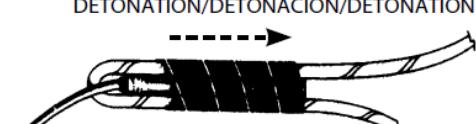
DETONATION/DETONACIÓN/DÉTONATION



a) Detonator & safety fuse (cap & fuse) 2 recommended
Detonador y mecha de seguridad (detonador y mecha). Se recomiendan dos (2).
Détonateur et mèche de sécurité (calotte et amorce) 2 recommandés



b) Electric or electronic detonator
Detonador eléctrico o electrónico
Détonateur électrique ou électronique



c) Other nonelectric detonators
Otros detonadores no-eléctricos
Autres détonateurs non-électriques

Prévenir les projections de roc



■ Types de projections

- Horizontale
- Verticale

■ Causes des projections

- Mauvaise conception
- Collets insuffisants ou bloqués
- Défaut de mesurer les fardeaux et ajuster le chargement des trous de face
- Fissures, failles, cavernes, etc.
- Trous inclinés ou déviés
- Ré-initiation des ratés



Mauvaise gestion de la zone de dynamitage



Scaled Depth of Burial



$$SDOB_m = \frac{I_s + 0.0005 \times m \times d}{0.00923 \times (m \times d^3 \times \rho_e)^{0.333}}$$

■ Où;

I_s = Longueur du collet (m)

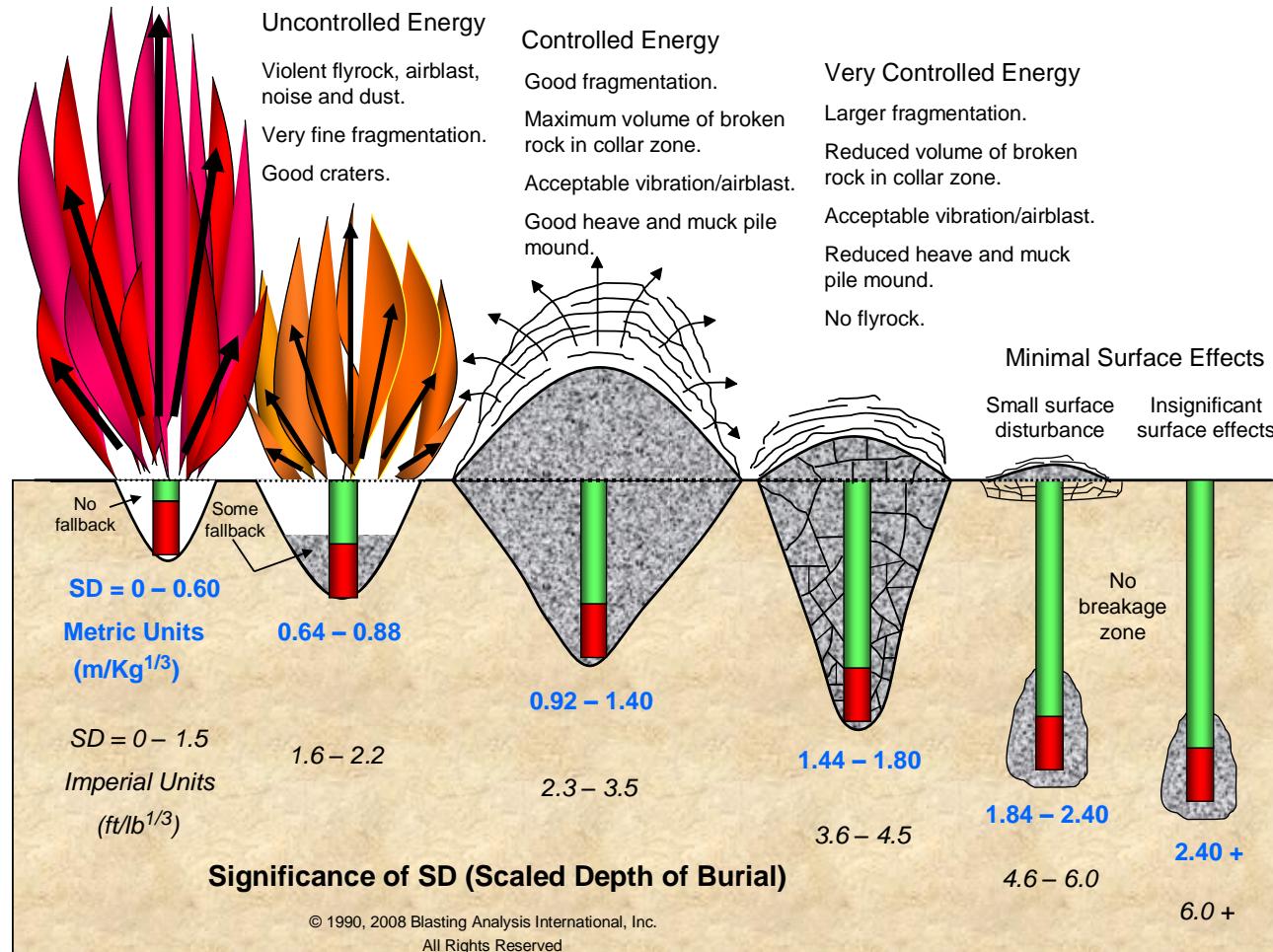
d = Diamètre du trou (mm)

m = Facteur de longueur de charge

ρ_e = Densité de l'explosif (g/cc)

$$m = \frac{1000 \times \text{longueur de charge}}{d}$$

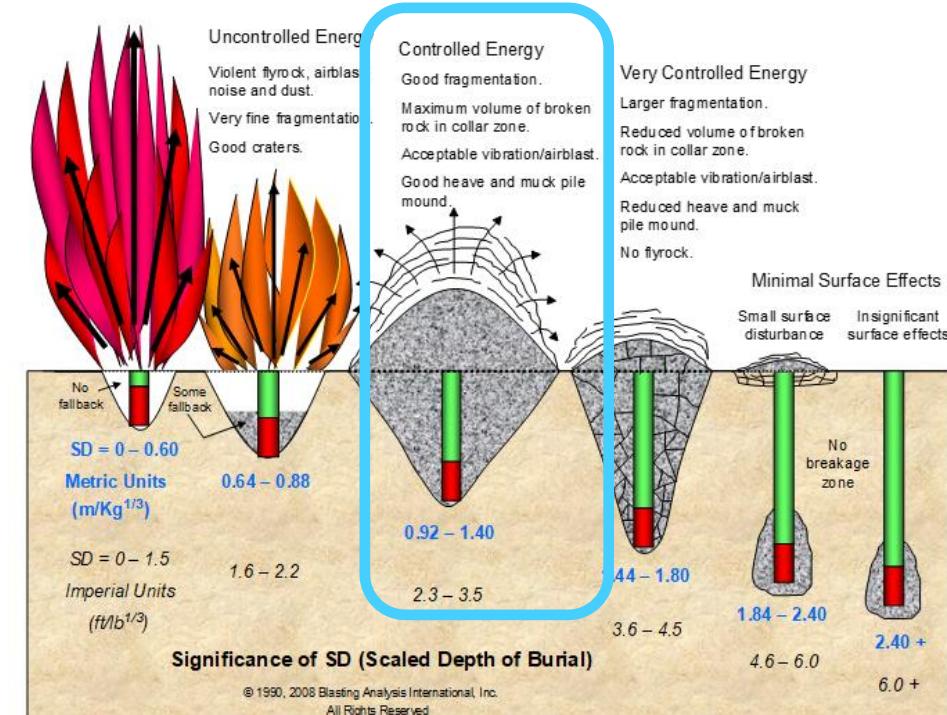
“ m ” a une valeur maximale de 8 pour un diamètre de forage inférieur à 100 mm et une valeur maximale de 10 pour un diamètre supérieur ou égal à 100 mm



Scaled Depth of Burial – Exemple



- Diamètre de forage: 114 mm
- Hauteur du banc: 12 m
- Produit: Émulsion 1.20 g/cc
- Densité du roc: 2.75 g/cc
- Sous-forage : 0.60 m
- Collet: 2.1 m
- Densité de chargement (kg/m): 12.2 kg/m
- Charge par trou (kg): 127.0 kg/hole



$$SDOB_m = \frac{I_s + 0.0005 \times m \times d}{0.00923 \times (m \times d^3 \times \rho_e)^{0.333}} = \frac{2.1 + 0.0005 \times 10 \times 114}{0.00923 \times (10 \times 114^3 \times 1.20)^{0.333}}$$

$$SDOB_m = 1.11 \text{ m/kg}^{1/3}$$

$$m = \frac{1000 \times \text{charge length}}{d}$$

$$= \frac{1000 \times (12 + 0.6 - 2.1)}{114}$$

$$m = 92.1, \text{ utiliser } m = 10 \text{ (valeur max)}$$

Zone de tir sécuritaire



- En utilisant la formule **SDOB**, la portée maximale de projection de roc est calculée ainsi:

$$Range_{max} = 11 \times SDOB_m^{-2.167} \times d^{.667}$$

- Pour l'évacuation du personnel, il est suggéré d'utiliser un facteur minimal de sécurité de 2

$$Clearance\ dist. = FoS \times Range_{max}$$

- De l'exemple précédent:

$$Range_{max} = 11 \times 1.11^{-2.167} \times 114^{.667} = 205\ m$$

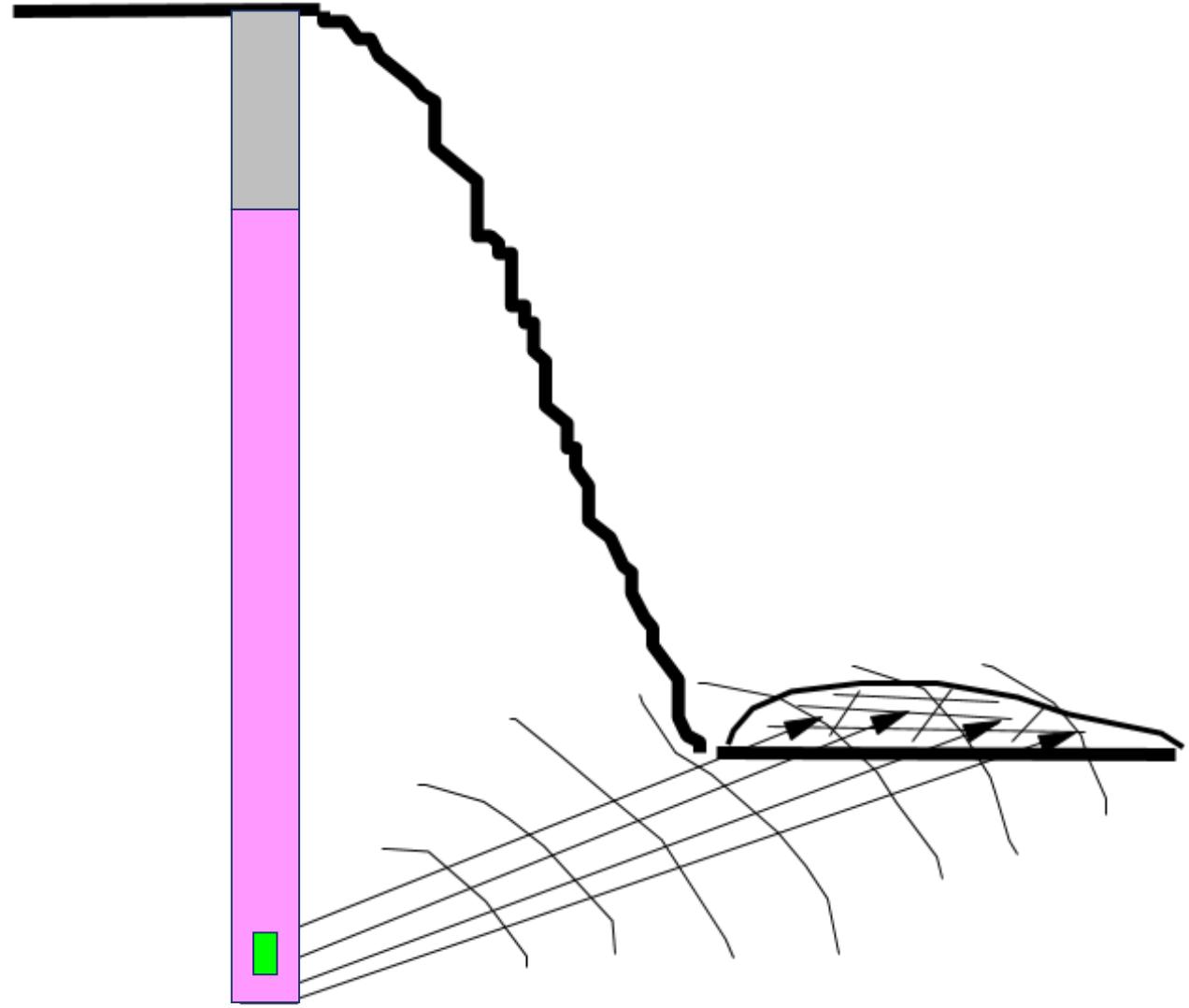
$$Clearance\ dist. = FoS \times Range_{max} = 2 \times 205 = 410\ m$$

Sous-forage excessif

- **Désavantage**
 - Augmente la vibration
 - Endommage le banc inférieur
 - Augmente le bris hors profil
 - Fissure le roc sous le niveau de plancher mais ne le casse pas
 - Peut causer des problèmes de plancher
 - **Votre but est d'éliminer le sous-forage**



Sous-forage excessif



- **Sous-forage excessif peut pousser le matériau de plancher et créer des bosses**



Bourrage

- **Définition:**
 - Matériau inerte chargé au-dessus de la colonne de charge
 - **Objectif**
 - Réduire les projections verticales
 - Réduire la surpression d'air
 - Confiner la charge le plus longtemps possible dans le trou
 - **Matériaux:**
 - Pierre concassée, nette, angulaire (idéalement)
 - Dimension: $\frac{1}{8}$ du diamètre du trou
 - **Restrictions:**
 - On ne devrait pas utiliser les copeaux de forage
 - Peut faire flotter l'explosif dans l'eau
 - Permet aux gaz de s'échapper facilement
 - Bourrer l'équivalent de 100% du fardeau



Trou bloqué



- Blocage du trou lors du bourrage cause une réduction du matériau introduit dans la zone du collet
- Conséquences
 - Projection de roc
 - Suppression d'air
 - Roches surdimensionnées
- L'équipe de bourrage devrait aviser le bouteuf de tout trou potentiellement bloqué



Items à considérer pour éviter des trous bloqués



- Utiliser une pierre nette et uniforme
- Porter une attention particulière lorsque le matériau de bourrage est gelé
- Lorsque vous utilisez des équipements mobiles, introduisez la Bourre lentement
- Trous inclinés ou mouillés requièrent une attention supplémentaire ou l'introduction de la Bourre plus lente



Journal de forage



- Un roc préconditionné ou altéré en surface requiert une hauteur supplémentaire de bourre
 - Un journal de forage précis est un outil essentiel pour le bouteau pour déterminer des hauteurs de collets adéquats
 - Le bouteau devrait consulter les chartes de conversion de bourre pour les ajuster selon les conditions du site
 - En absence du journal de forage précis, considérer une hauteur de collets égal à 100% du fardeau

FRM-DNA-EXMS-2.01.K

Drill Log

Details

Company:		Date:	
Location:		Hole Diameter:	
Shot Location/Number:		Sheet number:	of



DYNO[®]
Dyno Nobel

Sous-forage excessif vs hauteur de bourrage



- Sous-forage excessif du banc supérieur cause un roc préconditionné qui doit être considéré dans la hauteur de bourre**

STEMMING CONVERSION CHART

		NORMAL STEMMING HEIGHT (ft)												
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DEPTH OF BROKE, LOOSE OR ANY UNCONSOLIDATED MATERIAL	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16.5
	2	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	15.5	16.5
3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16	17	
4	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17	18	
5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	17.5	18.5	
6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	
7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	
8	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	19.5	20.5	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	21	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	22	
11	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	21.5	22.5	
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	22	23	
13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	24	
14	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	23.5	24.5	
15	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	24	25	
16	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	
17	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	25.5	26.5	
18	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	26	27	
19	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	
20	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	27.5	28.5	

Note: stem heights for end holes should be increased to 100% of burden





Questions?





DYNO[®]
Dyno Nobel