

21e Session d'étude sur les techniques de sautage
Les 29 et 30 octobre 1998

**Optimisation du forage et du dynamitage des chantiers
longs trous à la mine Beaufor**

André Bernard, Dyno Nobel
André Harvey, Aurizon, Mine Beaufor

Rapport

Auteurs: André Bernard, Représentant Technique, Dyno Nobel
André Harvey, Chef Ingénieur, Aurizon - Mine Beaufor

Date: Le 2 octobre 1998

Optimisation du forage et du dynamitage des chantiers longs trous à la mine Beaufor

AVANT PROPOS

Lors de la planification d'une exploitation minière, il est nécessaire d'établir les paramètres relatifs aux méthodes de minage et aux équipements utilisés. Comme ces choix régiront par la suite l'ensemble des travaux de production, il est également nécessaire d'évaluer, avec le plus de précision possible, chacune des composantes de l'opération.

Ce document présente les travaux relatifs à l'utilisation d'un logiciel de modélisation visant à établir la maille de forage adéquate à un environnement géologique donné. Les méthodes de vérification et d'évaluation de la véracité des estimations théoriques y sont également traitées. Ces travaux ont été effectués à la mine Beaufor au cours de la dernière année.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avant propos	
1- Introduction	1
2- Situation	1
2.1- La mine	1
2.2- Historique	1
2.3- Problématique	1
2.4- Objet de l'étude	2
3- Évaluation théorique	3
3.1- Présentation du logiciel Dynacad 3D	3
3.2- Résultats des simulations	4
4- Méthodes de vérification et d'évaluation des résultats	5
4.1- Évaluation visuelle de la dimension de l'ouverture obtenue	5
4.2- Évaluation granulométrique	6
4.3- Évaluation de la productivité des opérations de soutirage	6
5- Révision du patron de forage	6
6- Enregistrement sismique de tir de production	7
6.1 Régression linéaire	8
7- Conclusion	11
8- Bibliographie	
9- Annexe	

1- INTRODUCTION :

Le logiciel DYNACAD 3D a été utilisé pour déterminer les paramètres reliés au forage long trou de la zone B à la mine Beaufor. Ce document présente le logiciel Dynacad 3D ainsi que les résultats propres au cas mentionné.

Les méthodes de suivi et d'évaluation des résultats, suite à l'application de l'évaluation théorique, sont également traitées dans le présent document. Parmi celles-ci, notons l'évaluation de la granulométrie suite au tir de production et l'enregistrement sismique de certains tirs.

Les efforts reliés à l'optimisation des travaux de forage et sautage se sont échelonnés de l'été 1997 à l'été 1998 et ont engendré une baisse significative des coûts de production à la mine Beaufor.

2- SITUATION

2.1- LA MINE

La mine Beaufor, située à 26 kilomètres de Val-d'Or, est une mine d'or gérée par la compagnie Mines Aurizon Ltée et est la propriété conjointe des compagnies Mine Aurizon Ltée (50%) et de la Société Minière Louvem Inc. (50%). Le minerai produit à la mine Beaufor est transporté par camion à l'usine Camflo, situé à 50 kilomètres (voir figure 1).

2.2- HISTORIQUE

Le gisement a été découvert en 1930 par la mise à jour de la veine Matthews. En 1933, la mine Perron voit le jour et demeure en opération jusqu'à l'année 1951. Deux autres puits sont excavés au cours de cette période, soit les puits Beaufor et Pascalis.

Entre 1951 et 1987, la propriété fait l'objet d'exploration sporadique permettant de découvrir les zones B et C, qui seront mises en valeur entre 1993 et 1996 par Mine Aurizon Ltée.

La production commerciale reprend en janvier 1996. La mine Beaufor produira 160,000 tonnes de minerai en 1998 dont 70% provenant des chantiers long trou, 20% de travaux de développement et 10% d'un chantier chambre et pilier.

2.3 PROBLÉMATIQUE

C'est à l'été 1997, soit au moment de planifier le développement des chantiers de production d'une nouvelle zone de minerai, la zone B, que les appuis techniques du fournisseur

d'explosifs ont été demandés. Le diamètre de forage ainsi que la maille devaient être ré-évalués afin de rendre la méthode d'exploitation la plus optimale possible. La méthode de minage long trou était déjà établie pour la zone C et se caractérisait comme suit:

Puissance de la zone :	3.0 mètres (jusqu'à 5 mètres)
Distance entre les sous-niveaux :	15.0m
Diamètre foré :	50mm (2.0 po.)
Patron de forage :	1.0 x 1.0 mètre
Facteur tonne :	1.6 t/m (tonne/mètre foré)
Facteur d'explosif :	1.0 kg/t (2.8 kg/m ³)
Pendage :	45°

La zone B est caractérisée par la présence de plusieurs veines minéralisées irrégulières, regroupées et exploitées en vrac par forage long trou. L'accessibilité à la zone est possible par 3 niveaux distants de 76 mètres reliés entre eux par des monteries (voir figure 2). Le forage long trou et le soutirage, sont effectués à partir de sous-niveaux, ceux-ci sont accessibles par les monteries, ce qui limite le choix des équipements de forage. Le minerai est amené vers une cheminée interne par des chargeuses navettes électriques, puis transporté à la cheminée à minerai principale par des wagons sur rail de 5 tonnes. Les caractéristiques de la zone B sont les suivantes :

Puissance de la zone :	5.0 mètres (jusqu'à 15 mètres)
Distance entre les sous-niveaux :	15.0m
Diamètre foré et patron de forage :	à déterminer
Pendage :	45°

2.4- OBJET DE L'ÉTUDE

Concevoir et instaurer une maille de forage pour des trous de plus grands diamètres permettant à la fois d'optimiser les coûts reliés au forage et au dynamitage tout en rencontrant les objectifs de productivité de l'opération. Dans un premier temps, trois diamètres de trou de forage furent envisagés soit :

- 2.5 pouces (63mm)
- 3.0 pouces (75mm)
- 3.5 pouces (89mm)

Toutefois, l'option 2.5 pouces a rapidement été la seule retenue pour des raisons de performance des équipements et de compatibilité avec les foreuses déjà en place. Les bris hors profil et les niveaux de vibrations théoriques sont également été pris en considération, puisque les chantiers ne sont pas remblayés.

3- ÉVALUATION THÉORIQUE

3.1- PRÉSENTATION DU LOGICIEL DYNACAD 3D

Afin d'effectuer une première évaluation du patron de forage envisageable, nous avons utilisé le logiciel Dynacad 3D. Ce logiciel a été développé par Dyno Nobel avec l'objectif d'offrir une perspective tridimensionnelle à la conception des tirs pour que les zones d'influence de chacune des charges puissent être facilement observées. Il est alors possible d'identifier les zones ayant un surplus ou un manque d'énergie, particulièrement dans le cas de forage en éventail. Dynacad 3D constitue une fusion de quatre puissants logiciels soit:

- a) Le calcul thermodynamique des pressions engendrées par les charges explosives afin de générer l'expansion des fissures dans le massif rocheux, ce qui constitue le moteur du mécanisme de bris de roc.
- b) Le calcul des résistances intrinsèques au massif rocheux à partir des propriétés géomécaniques obtenues soit en laboratoire ou suite à des essais in situ.
- c) Un puissant logiciel de dessin 3D permettant d'effectuer plusieurs représentations volumétriques, selon différentes orientations. Des calculs de volumes et de surfaces d'interférence sont aussi réalisables.
- d) Un logiciel interne permettant la création de différents patrons de forage selon diverses géométries ou forme, de même que leur chargement selon différents rayons d'influence.

Le calcul du rayon de bris anticipé est obtenu en utilisant le logiciel Breaker, une sous-routine au logiciel Dynacad 3D, qui génère deux valeurs bien précises, soit:

- a) Une distance radiale à partir du trou selon laquelle un pourcentage des fissures se propageront selon un certain degré de confiance exprimé en pourcentage.
- b) Une limite radiale maximale selon laquelle la propagation des fissures va cesser, toujours selon un certain degré de confiance.

La relation entre la distance radiale et le degré de fissuration provient de plusieurs années de cueillette d'information provenant soit de mines à ciel ouvert, souterraines ou de sites d'essais.

Ces données caractérisent le degré de fissuration d'un massif rocheux soumis à des forces engendrées par la détonation d'un explosif, et ce, en fonction de la distance par rapport à ce dernier.

Elles constituent le côté empirique du logiciel "Breaker".

Les paramètres de chargement utilisés par le logiciel sont ceux reliés à l'Anfo chargé pneumatiquement et sont présentés en annexe.

3.2- RÉSULTATS DES SIMULATIONS

Les feuilles de résultats telles que produites par le logiciel Dynacad 3D sont également présentées en annexe (section Dynacad 3D), les résultats globaux pour les trois diamètres de forage initialement envisagés sont résumés dans le tableau suivant.

Résultats cumulés des simulations sur Dynacad 3D.

Type de charge	Diamètre (po)	Rayon minimum (m)	Rayon maximum (m)	Rayon moyen (m)	Fardeau (m)	Espacement (m)
Anfo pneumatiquement	2.5 (63mm)	0,84	1,36	1,10	2,00	2,00
Anfo versé librement	2.5 (63mm)	0,68	1,06	0,87	1,75	1,75
Anfo pneumatiquement	3 (75mm)	0,95	1,46	1,20	2,40	2,40
Anfo versé librement	3 (75mm)	0,81	1,20	1,00	2,00	2,00
Anfo pneumatiquement	3.63 (92mm)	1,12	1,64	1,40	2,80	2,80



Patron envisagé

Suite à cette étape, la maille de forage de 2.0 x 2.0 mètres a été retenue et appliquée aux premiers chantiers de production de la zone B, soit les chantiers 17-B-95 et 15-B-103.

Comparaison des paramètres entre la zone C et les premiers chantiers de la zone B.

Paramètre	Zone C	Chantiers 17-B-95 et 15-B-103
Puissance de la zone	3.0 mètres (jusqu'à 5)	11 m
Distance entre les sous-niveaux	15.0m	15m
Diamètre foré	2 po. (50mm)	2.5 po. (63mm)
Maille de forage	1.0 x 1.0m	2.0 x 2.0m
Facteur tonne	1.6 t/m (tonne/mètre foré)	5.3 t/m
Facteur explosif	1.0 kg/t (2.8 kg/m ³)	0.42 kg/t (1.2 kg/m ³)
Pendage	45°	45°

4- MÉTHODES DE VÉRIFICATION ET D'ÉVALUATION DES RÉSULTATS

Diverses méthodes sont disponibles pour évaluer et estimer les résultats produits par l'instauration d'un nouveau patron de forage. Parmi ceux-ci, les méthodes suivantes ont été retenues. :

- Évaluation visuelle de la dimension de l'ouverture obtenue
- Évaluation de la granulométrie du minerai abattu.
- Évaluation de la productivité des opérations de soutirage.

4.1- ÉVALUATION VISUELLE DE LA DIMENSION DE L'OUVERTURE OBTENUE

Nous n'avons pas utilisé d'appareil permettant d'arpenter l'ouverture finale suite au tir. Toutefois, une vérification visuelle nous a confirmé qu'il n'y avait pas de présence de fond de trou. La trace des trous visibles du sous-niveau le démontrait clairement.

4.2- ÉVALUATION GRANULOMÉTRIQUE

L'évaluation granulométrique a été effectuée à l'aide du logiciel Wipfrag. Ce logiciel permet d'évaluer la distribution granulométrique d'une pile de minerai à partir d'une photographie de la pile, incluant une référence de dimension connue. La technique d'évaluation de fragmentation ne sera pas élaborée d'avantage dans ce document puisqu'elle a été abondamment décrite ultérieurement.

Résultats des analyses granulométriques:

Chantier	Patron de forage	Diamètre foré	Photos analysées	Échantillons analysés	50% passant	75% passant	90% passant
17-B-95	2.0m x 2.0m	63mm (2.0po)	5,00	2147,00	0.207m (8.1 po)	0.287 m (11.3 po)	0.436 m (17.2 po)

4.3- ÉVALUATION DE LA PRODUCTIVITÉ DES OPÉRATIONS DE SOUTIRAGE.

L'instauration de la maille de forage de 2.0 x 2.0 m a engendré un ralentissement des opérations de déblayage. La granulométrie plus grossière du minerai, bien que n'ayant peu d'effet sur la productivité des chargeuses navettes, rendait parfois difficile le soutirage à partir d'une chute ou à l'aide d'un cavo. La proportion de blocs hors dimension, en relation à l'équipement disponible, a également augmenté substantiellement.

5- RÉVISION DU PATRON DE FORAGE.

L'exploitation du chantier 17-B-95 et 15-B-103 démontra la justesse des évaluations théoriques. Toutefois, la diminution de productivité des opérations de déblayage, principalement reliée aux équipements et infrastructures en place à la mine Beaufor, suggérait un resserrement de la maille de forage. Le chantier suivant soit le chantier 17-B-103 a donc été foré avec une maille de forage de 1.75 x 2.0m (voir figure 4)

L'amélioration substantielle de la productivité du déblayage et la diminution de la proportion de blocs hors dimension ont rapidement justifié l'instauration de cette maille de forage comme patron standard à la mine Beaufor.

Comparaison des trois différents paramètres de forage et sautage utilisé à la mine Beaufor.

Paramètre	Zone C	Chantiers 17-B-95 et 15-B-103	Chantiers 17-B-103
Puissance de la zone	3 à 5 m	9 à 11 m	7 à 10 m
Distance entre les sous-niveaux	15m	15m	15m
Diamètre foré	2 po. (50 mm)	2.5 po. (63mm)	2.5 (63mm)
Maille de forage	1.0 x 1.0m	2.0 x 2.0m	1.75 x 2.0m
Facteur tonne	1.6 t/m	5.3 t/m	4.7 t/m
Facteur explosif	1.0 kg/t (2.8 kg/m ³)	0.42 kg/t (1.2 kg/m ³)	0.6 kg/t (1.7 kg/m ³)
Pendage	45°	45°	45°

Cette pratique est maintenant régulière à la mine Beaufor. Suite à l'optimisation de la maille de forage pour des trous de 2.5 po., le standard pour la zone C, (2.0 po. foré) a également été optimisé. La maille actuelle est maintenant de 1.25 x 1.5 mètre, pour un facteur d'explosif de 0.6 kg/t (1.7kg/m³).

Une analyse de fragmentation est présentement en progression dans le but de comparer les courbes granulométriques obtenues pour les différentes mailles de forage (2.0 x 2.0m et 1.75 x 2.0m).

6- ENREGISTREMENT SÉISMIQUE DE TIR DE PRODUCTION.

Parallèlement aux essais de différentes mailles de forage, certains tirs de production ont été enregistrés. Ces enregistrements ont été captés par différents instruments soit :

- ✓ Séismographe Instantell BlastMate III muni de géophone haute fréquence.
- ✓ Séismographe Instantell DS477 muni d'un géophone tri-axial.

Ces travaux visaient à vérifier les points suivants:

- ✓ S'assurer que les vibrations induites aux infrastructures permanentes (travers banc, galerie, etc.) n'excèdent pas un seuil sécuritaire (250 mm/sec.). (voir annexe 5)
- ✓ Déterminer la séquence de mise à feu réelle.
- ✓ Déterminer la régression linéaire propre au site de la mine Beaufor.
- ✓ Vérifier la performance des explosifs et des accessoires

Certains résultats d'enregistrement sont présentés en annexe (annexe no. 6, 7 et 8). Une observation sommaire permet d'affirmer que :

- ✓ Chaque délai utilisé est identifiable.
- ✓ Il ne semble pas y avoir présence d'initiation sympathique.
- ✓ Le niveau de vibration produit par les charges reliées à différents délais est relativement constant, aucune charge n'a produit un niveau de vibration excessif.
- ✓ Les niveaux de vibrations rencontrés dans les infrastructures permanentes ne semblent pas excessifs.

6.1- RÉGRESSION LINÉAIRE

Outre l'analyse de chaque tir individuellement, les résultats des enregistrements séismiques ont été compilés dans le but de déterminer une relation statistique entre la vitesse des particules (PPV), la charge explosive (Kg) et la distance (m). Cette relation, une fois estimée, permettra d'anticiper le niveau de vibration induit en fonction d'une charge et d'une distance connue. Pour établir cette relation, nous avons utilisé la forme suivante :

où:

$$PPV = K \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^n$$

PPV: vitesse de particule (mm)

W : charge effective d'explosifs par délai (kg)

D : distance entre la charge d'explosifs et le géophone

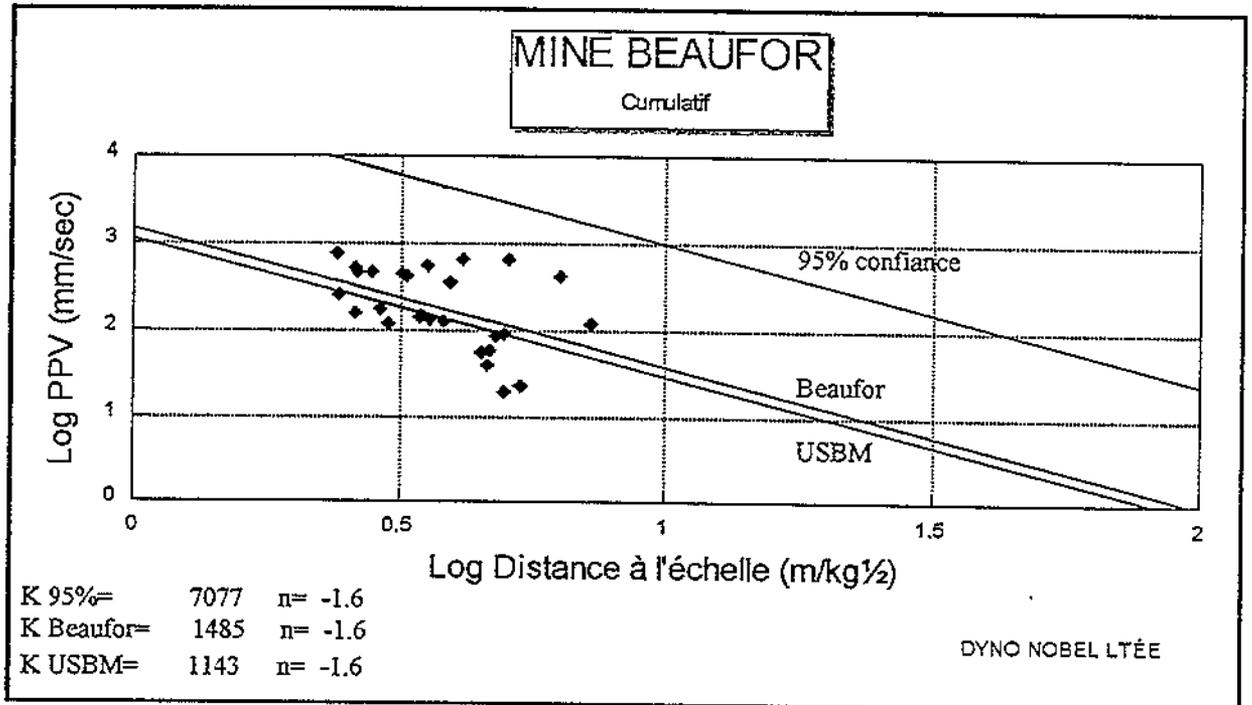
K,n : Constante propre au massif rocheux local

Les données utilisées proviennent de différents tirs de production. Pour chaque enregistrement, seulement les niveaux de vibrations facilement identifiables à la charge correspondante ont été retenus.

Données utilisées pour effectuer la régression linéaire.

Point	Chantier	PPV (mm/sec)	Charge effective (kg)	Distance (m)
1,00	17-C-108	440,00	42,00	20,70
2,00	17-C-108	258,00	79,20	21,50
3,00	17-C-108	542,00	17,40	14,90
4,00	17-C-108	755,00	72,70	20,50
5,00	17-C-108	151,00	66,70	21,30
6,00	17-C-108	640,00	27,30	26,30
7,00	17-C-108	649,00	24,80	20,70
8,00	17-C-108	509,00	66,70	21,30
9,00	17-C-108	422,00	33,10	18,70
10,00	17-C-108	462,00	34,00	22,40
11,00	17-C-108	450,00	68,30	21,70
12,00	17-C-108	347,00	24,00	19,20
13,00	17-C-108	413,00	5,70	15,10
2,10	17-B-95	145,00	52,30	25,00
2,20	17-B-95	135,00	52,90	25,00
2,30	17-B-95	115,00	69,00	25,00
2,40	17-B-95	125,00	42,30	25,00
2,70	17-B-95	128,00	48,20	25,00
2,10	17-B-95	168,00	62,80	23,00
2,11	17-B-95	91,00	21,50	23,00
2,14	17-B-95	117,00	10,10	23,00
3,10	15-B-103	85,80	53,30	35,00
3,30	15-B-103	53,80	60,30	35,00
3,40	15-B-103	55,90	56,40	35,00
3,13	15-B-103	39,60	51,00	33,00
3,14	15-B-103	22,20	38,40	33,00
3,16	15-B-103	19,00	44,10	33,00

Régression linéaire propre à la mine Beaufor



7- CONCLUSION

L'optimisation des paramètres de forage et sautage a procuré à la mine Beaufor une diminution substantielle des coûts de production. Pour ce faire, l'utilisation du logiciel de modélisation fut primordiale. Chacune des modifications apportées à la pratique courante, même simple en apparence, doit préalablement être évaluée et estimée. Toute décision laissée au hasard pourrait engendrer des pertes de productivités importantes.

L'utilisation du Logiciel Dynacad 3D, dans ce cas particulier, nous a rapidement guidés vers une maille de forage optimum réaliste. Toutefois, parallèlement aux prescriptions théoriques, il demeure primordial de conserver une vue globale de l'opération minière concernée. Dans le cas de la mine Beaufor, le type d'équipement et l'infrastructure en place imposaient une révision plus conservatrice de l'évaluation théorique, de façon à rencontrer le rapport coût de production - productivité optimum.

L'utilisation de différents outils techniques tel l'estimation de la fragmentation avec le logiciel Wipfrag ou l'enregistrement séismique des tirs de production, procurent des informations pertinentes en tous temps. Pour ces raisons, la cueillette d'informations se poursuivra de façon occasionnelle à la mine Beaufor. La banque de données actuellement en construction sera, au fil de ans, de plus en plus complète et utile dans la poursuite de la recherche de l'opération optimum.

Bibliographie

3D BLAST DESIGN FOR RING BLASTING IN UNDERGROUND MINES, Chris J. Preston P. ENG., 1995.

CONCEPTION D'UN PATRON DE TIR LONG TROU, Sylvain Lessard, François Goulet, 1997, document remis à la mine Beaufor.

ENREGISTREMENT D'UN SAUTAGE DE PRODUCTION, Sylvain Lessard, 1997, document remis à la mine Beaufor.

EXPLOSIVES AND ROCK BLASTING, Atlas Powder Company, 1987

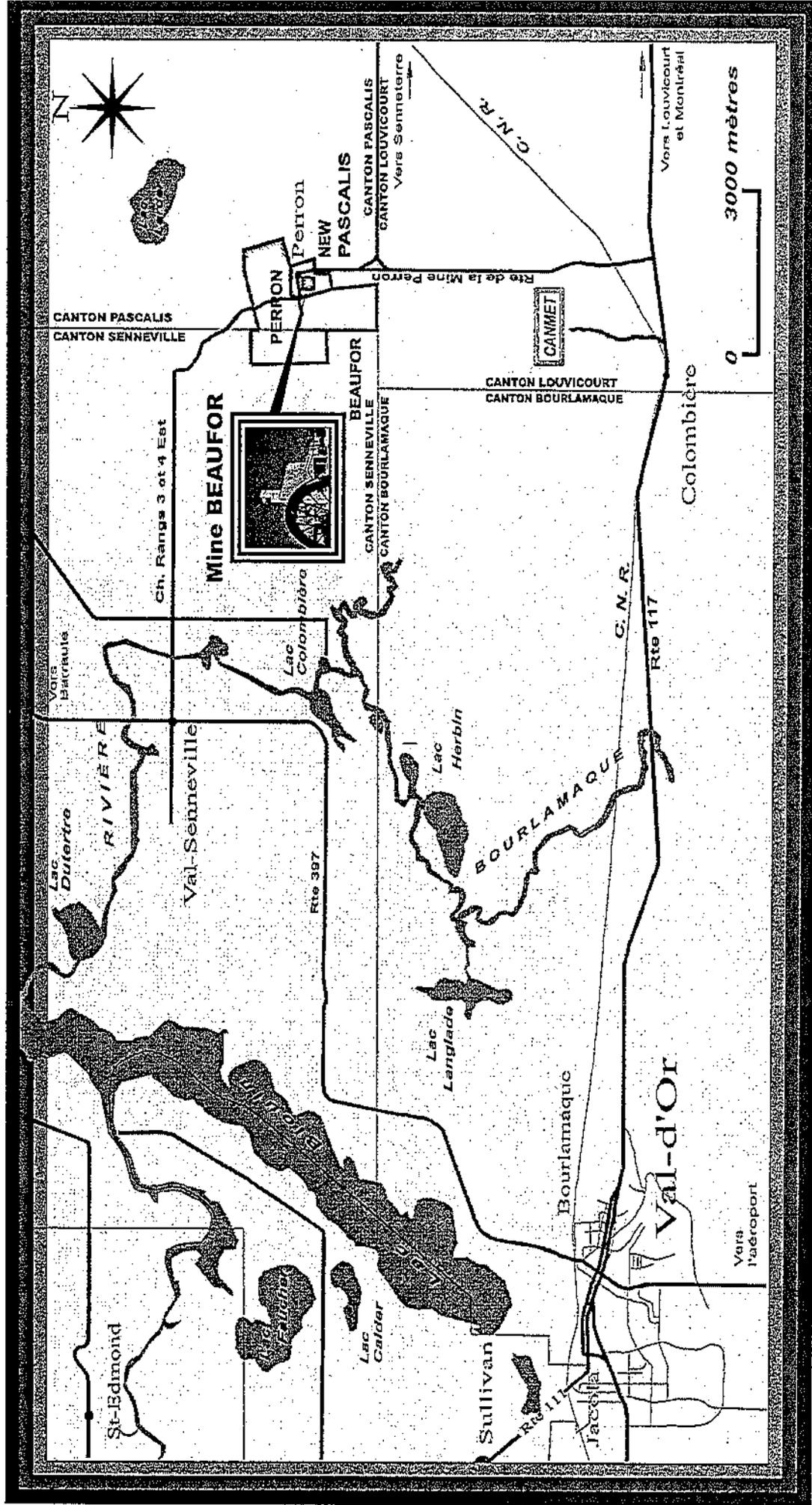


Figure 1

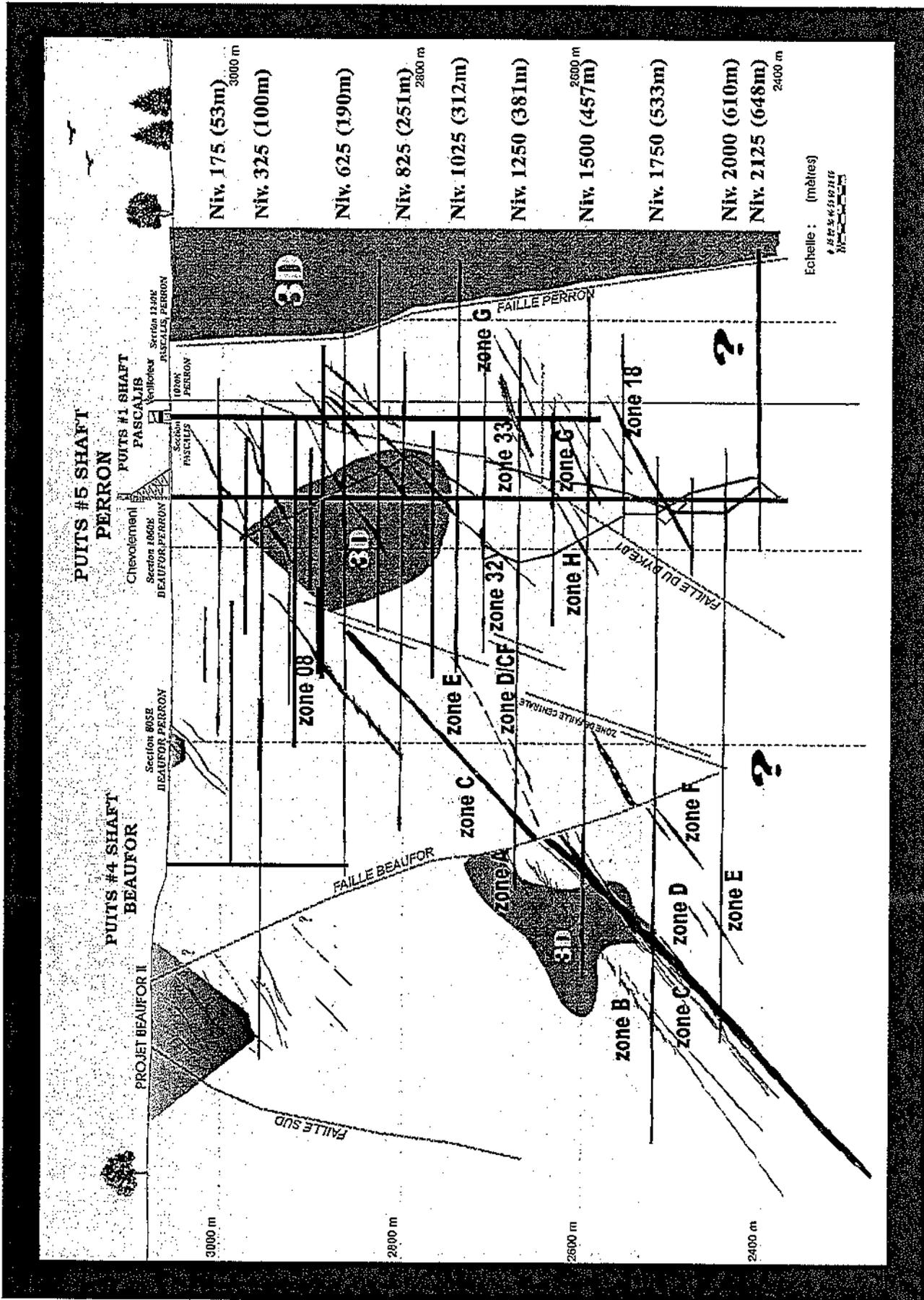


Figure 2

Load: ANFO - Pneumatique Number of Holes/Ring: 1 Hole: 1

Media: Minetaj Number of Rings: 1 Ring: 1

Load Parameters

Weight Strength: 100

Density (g/cc): 0.95

Aluminum Content (%): 0

Diameter (in): 2.5

Column Height (ft): 39

Velocity (ft/sec): 14000

Weight (lbs): 78.8

Media Parameters

Young's Modulus (KBars): 345

Poisson's Ratio: 0.09

Fracture Index (%): 23.7

Borehole Diameter (in): 2.5

Borehole Depth (ft): 50

Coupling Ratio: 100.0

Collar Length (ft): 11.0

Rock/Ore Density (lbs/cu ft): 175

Stemming or Deck (ft): 11.0

Initial Tensile Strength (psi): 2300

Coupling Medium: Fully Coupled Dry

Mine Location: Mine Beaufor

Mine Level: X

X-Cut: X

CostOut Explosives

Skip Explosives Costing

Do Not Skip Explosives Costing

Check If Parallel Holes Only Are Used



Retrieve DATA

Initial STATIC Tensile Strength (psi)

Hole

Ring

Ranged Static and Dynamic Values

	- 30 %	- 15 %	Mean	+ 15 %	+ 30 %
Static Tensile Strength (psi)	1610	1955	2300	2645	2990
Static Compressive Strength (psi)	29762	36140	42517	48895	55273
Dynamic Borehole Pressure (psi)	306455	317212	328347	339873	351803
Dynamic Compressive Strength (psi)	48848	59315	69782	80250	90717

Media Parameters

Young's Modulus (KBars)

Poisson's Ratio

Fracture Index (%)

Graphics

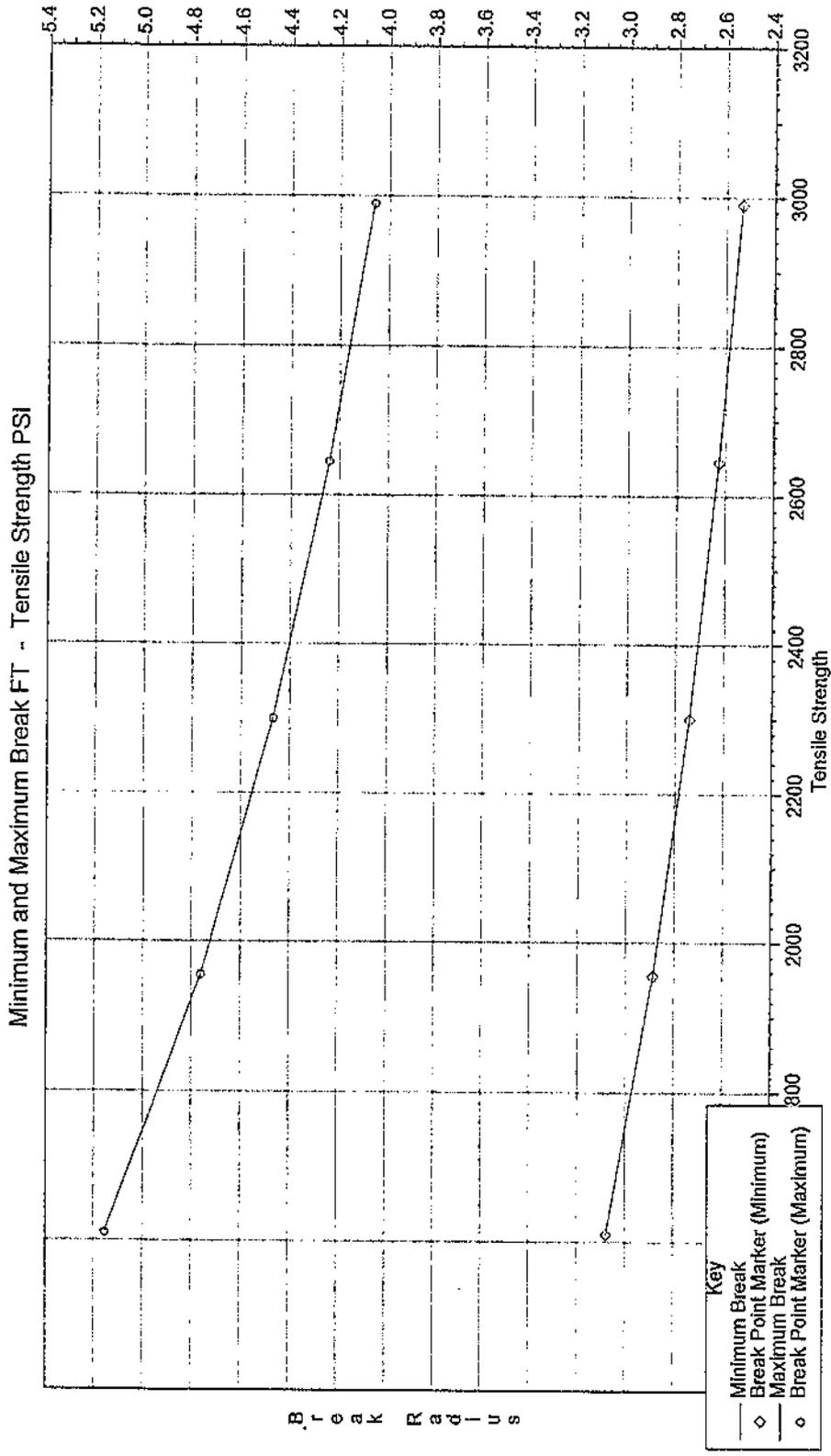
Static Compressive Strength (psi)

Dynamic Borehole Pressure (psi)

Dynamic Compressive Strength (psi)

Print Graph





Retrieve DATA

Hole Number

Initial STATIC Tensile Strength (psi)

Ring Number

Ranged Breaks and Costs

	- 30 %	- 15 %	Mean	+ 15 %	+ 30 %
BREAK_Minimum_Single Hole (ft)	3.08	2.89	2.74	2.63	2.53
BREAK_Maximum_Single Hole (ft)	5.16	4.76	4.47	4.24	4.06
Minimum Break_Limit Fit (%)	80.54	78.77	77.34	76.16	75.16
Tons Broken_Single Hole (Tons)	102	89	81	74	69
Powder Factor_Single Hole (lbs/ton)	0.775	0.882	0.979	1.066	1.145
Energy Units (KJ/ton)	310	352	391	425	457
Explosive Cost (\$/lb)	\$ 0.000	\$ 0.000	\$ 0.000	\$ 0.000	\$ 0.000

Graphics

Pattern Minimum_Maximum (ft)

Powder Factor (lbs/ton)_Cost (\$/ton)

Tons Broken (tons)_Energy Units (KJ/ton)

Print Graph

PRINT < >

Retrieve DATA Calibrate Hole

Initial STATIC Tensile Strength (psi) Ring

Ranged Pattern Characteristics

	-30 %	-15 %	Mean	+15 %	+30 %
Borehole Angle_Minimum Break (deg)	7.048	6.608	6.274	6.013	5.803
Calculated Toe Spacing (ft)	6.15	5.76	5.47	5.24	5.06
Calculated Ring Burden (ft)	6.15	5.76	5.47	5.24	5.06
Interpolated Collar_Adjacent Hole (ft)	25	25	25	25	25

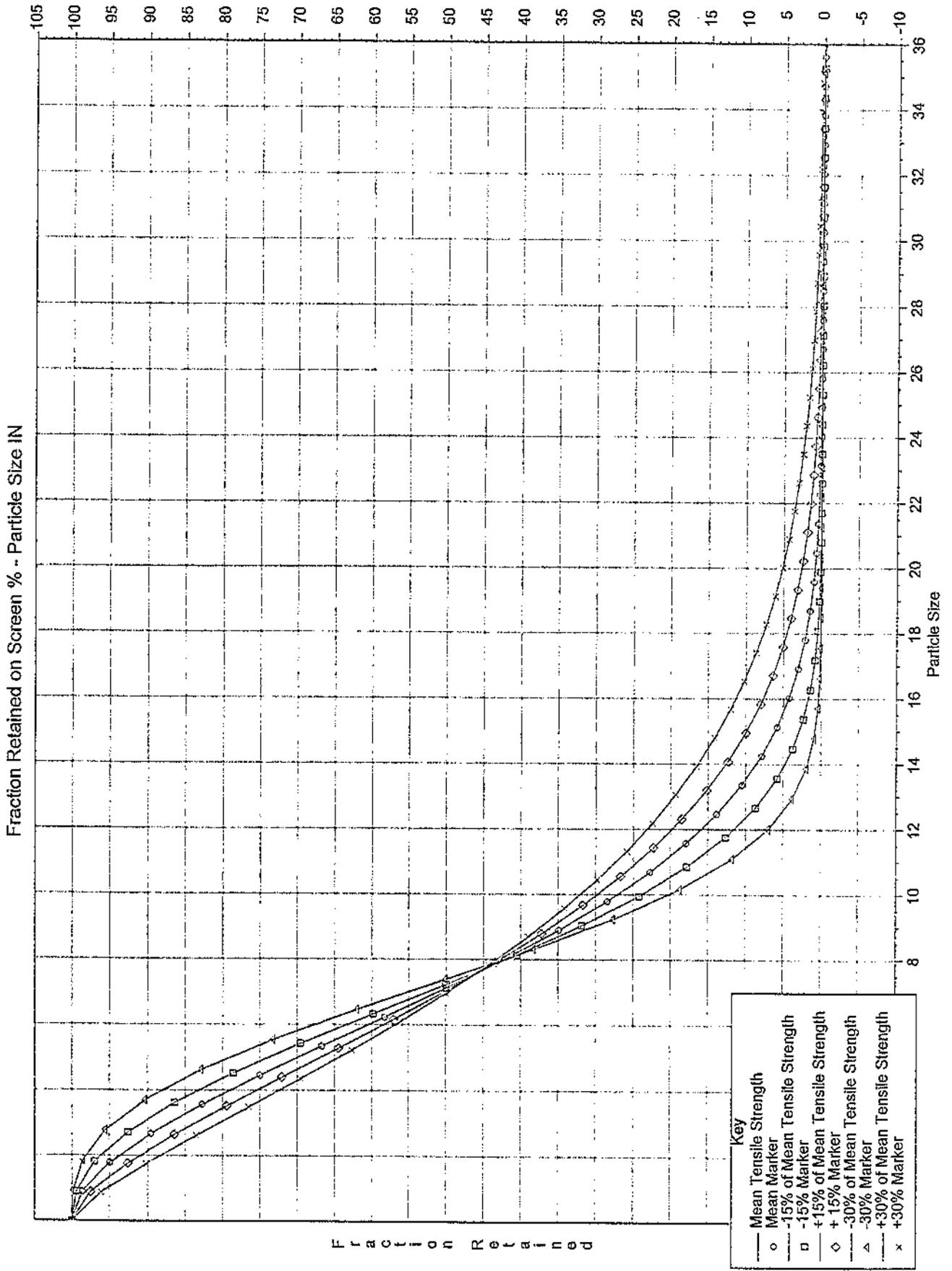
Graphics

Select Tensile Strength Value -30% -15% Mean +15% +30%

Fragmentation Prediction

Print Fragmentation Graph

Load DATA to Report

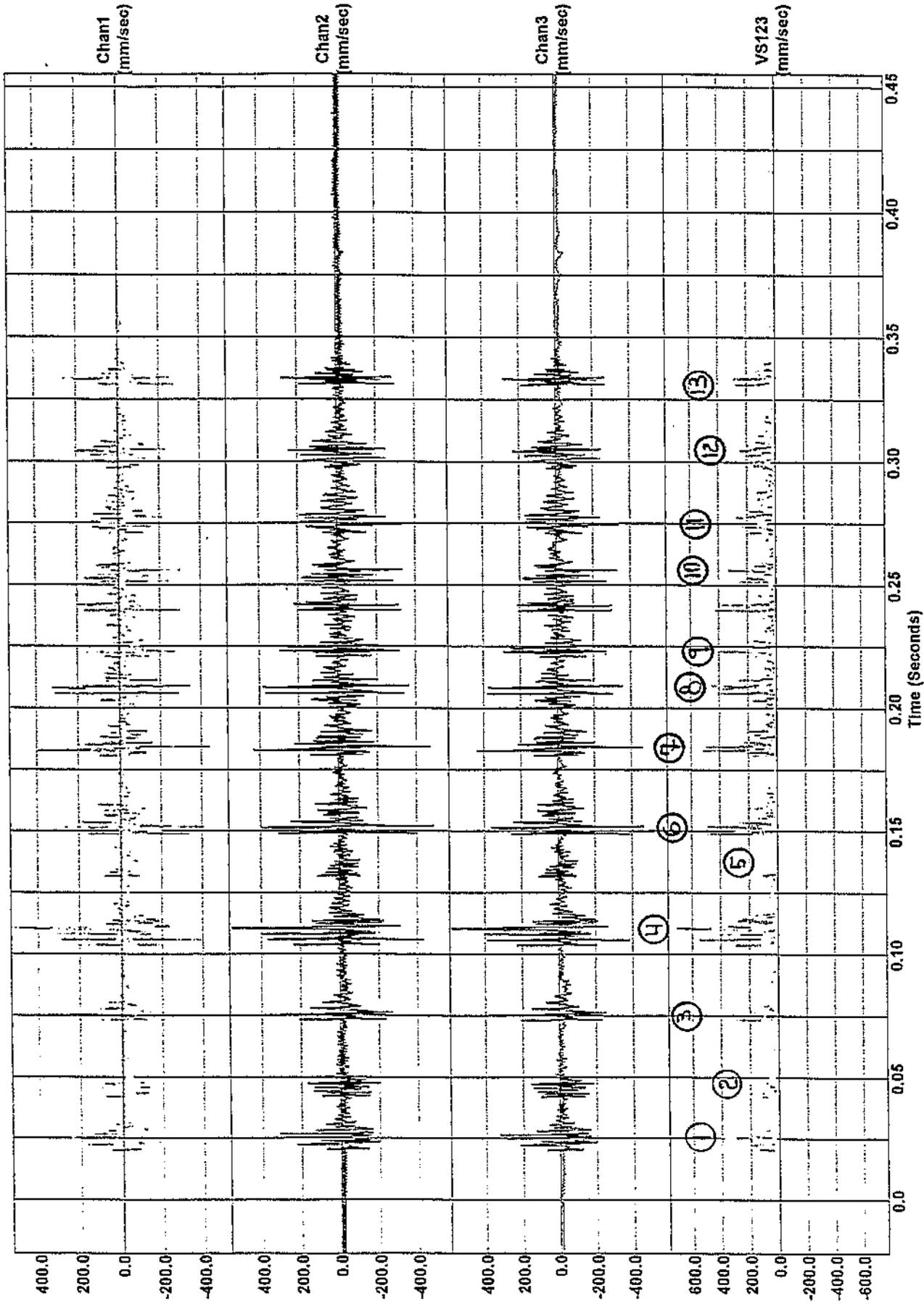


**TABLEAU DE COMPARAISON DES DOMMAGES EN FONCTION DU NIVEAU
DE VIBRATION POUR UNE OPÉRATION SOUTERRAINE**

VITESSE DE POINTE DES PARTICULES	NATURE DES BRIS
250 mm/sec	Pas de bris visibles aux excavations souterraines. Niveau de vibration maximal tolérable pour les excavations permanentes.
300 mm/sec	Chute de roc dans les galeries sans soutènement.
500 mm/sec	Effritement mineur observé. Niveau maximal tolérable pour les galerie principales.
750 mm/sec	Développement de fissures dans le terrain peu compétent. Du boisage est requis pour supporter les murs effrités. C'est le niveau maximal tolérable pour les accès temporaires.
1000 mm/sec	Formation possible de fissures de 15 mm de largeur sur les plans de faiblesse des structures géologiques amenant des fuites d'eau sévères et un risque de rupture.
1500 mm/sec et plus	Possibilité de formation de fissures de 15 mm de largeur dans les galeries forées dans la roche compétente qui peuvent entraîner l'abandon des galeries d'accès.

Réf.: Tr. Yu, Ground Control at Kiddcreek, underground Engineering, CIM Special Vol.22.

BA5033, Mar 11 1997 09:41:24 : Process



Annexe 6

Event Report
BA5033, Sep 22 /97 16:42:46 : Waveform

