

MINE NIOCAN
Oka, Chemin Ste-Sophie
Rapport d'étude des effets des vibrations prévisibles

Soumis à:

Niocan Inc.
a/s M. Jean-François Ricard, ing.
et à Groupe-conseil ROCHE
a/s M. Yves Thomassin, ing.

Par:

Yves Gilbert, ingénieur

Le 21 décembre 1999

TABLE DES MATIÈRES

MANDAT	1
OBJET DU RAPPORT	1
CHAPITRE 1 - INFORMATIONS OBTENUES	1
1.1 Localisation des installations et des massifs à exploiter	1
1.2 Relevés géotechniques	1
1.3 Mode d'exploitation prévu	2
1.4 Limites sur les nuisances par vibrations	2
1.5 Nappe d'eau	3
1.6 Répercussions potentielles anticipées	3
CHAPITRE 2 - ESSAI DE SAUTAGE	3
2.1 Date et personnes présentes	3
2.2 Patron de forage	4
2.3 Objectif	4
2.4 Méthode de mesure	4
2.5 Mesures	4
2.6 Résultats	5
CHAPITRE 3 - DISCUSSION	5
3.1 Règlement sur les carrières et sablières	5
3.2 Protection des bâtiments	5
3.3 Nuisances psychologiques	6
3.4 Protection de la structure de la mine	7
CHAPITRE 4 - CONCLUSION	8
4.1 Respect de la réglementation en vigueur	8
4.2 Estimation des vibrations	8
4.3 Impact sur les structures	8
4.4 Impact sur la perméabilisation du sol	8
4.5 Impact psychologique	8
4.6 Contrôle des vibrations	10
ANNEXE	
Référence 1 : Localisation du site	
Référence 2 : Localisation agrandie du site et de nos interventions	
Référence 3 : Sommaire des relevés sismographiques	
Référence 4 : Relevés sismographiques détaillés	
Référence 5 : Fiche technique des sismographes utilisés	
Référence 6 : Sondages F1 à F4	
Référence 7 : Calcul des vibrations	
Référence 8 : Tableau des seuils sécuritaires pour les structures, (USBM)	
Référence 9 : Graphique d'estimation des niveaux moyens de vibrations	
Référence 10 : Graphique des critères de réactions humaines aux vibrations	

MANDAT

Étudier les conséquences de l'opération d'une mine de niobium relativement à la stabilité des structures environnantes et aux nuisances.

OBJET DU RAPPORT

Faire part des informations obtenues, de nos observations et essais de vibrations.

Soumettre nos commentaires et opinion sur les effets des vibrations générées par l'opération de la mine.

CHAPITRE 1 - INFORMATIONS OBTENUES

1.1 LOCALISATION DES INSTALLATIONS ET DES MASSIFS À EXPLOITER

Les bâtiments des installations futures sont localisés aux références 1 et 2, la référence 2 étant un agrandissement du centre de la référence 1. On y retrouve l'ampleur des bâtiments de surface et leur position par rapport au chemin Ste-Sophie.

Les massifs de minerais exploités en profondeur y sont schématisés et identifiés zones S60 et HWM2. Les plus petites distances horizontales et verticales entre le massif à exploiter et le bâtiment le plus près, excluant ceux sur la propriété actuelle de Niocan, sont respectivement de 50 et 89 mètres, dont 37 mètres de mort terrain et 52 mètres de roc, ce qui donne une distance réelle entre les sautages les plus près et le bâtiment de l'ordre de 100 mètres.

1.2 RELEVÉS GÉOTECHNIQUES

Nous joignons à la référence 6 les détails de forages effectués par le Laboratoire Monterval pour Niocan Inc. Les forages sont localisés à la référence 2.

Ces relevés qualifient le sol meuble au-dessus du socle rocheux. Il y a eu 4 forages identifiés F-99-01 à -04 que nous nommons F1 à F4. Ces forages ont été faits jusqu'au roc et les sols meubles y sont qualifiés de la façon suivante:

Sondage	Épaisseur de sol meuble (m)	Sol prédominant
F1	7.5	sable silteux
F2	46.0	?
F3	5.25	sable silteux
F4	7.92	?

Les bâtiments situés au Nord du chemin Ste-Sophie sont donc construits sur un sol meuble dont l'épaisseur est de l'ordre de 40 à 50 m. Seul le sondage F2 est représentatif des épaisseurs de sol meuble sous les bâtiments à protéger.

Le forage F4 est celui que nous avons utilisé pour le sautage d'essai.

1.3 MODE D'EXPLOITATION PRÉVU

Ce sera une exploitation souterraine avec puits d'extraction. La profondeur minimale de l'exploitation par rapport à la surface sera supérieur à 90 m. La production de masse se fera par abattage dans des galeries de grandes dimensions, donc par des sautages en banc vers une face libre. Ce type d'exploitation est celui qui génère le moins de vibrations.

1.4 LIMITES SUR LES NUISANCES PAR VIBRATIONS

Le Ministère de l'Environnement du Québec fixe des limites sur la vitesse de particules produites par les opérations de sautage du roc à l'explosif. Le Règlement actuel sur les carrières et sablières impose la norme suivante:

SECTION VI ONDES SISMIQUES

34. Normes: *L'exploitation d'une carrière ne doit pas émettre dans l'environnement des ondes sismiques impulsives ou discontinues dont la vitesse au sol évaluée à moins de 30 mètres de toute construction ou immeuble visé à l'article 11 ou de tout puits artésien est supérieure à 4 cm/seconde.*

1.5 NAPPE D'EAU

L'élévation de la nappe d'eau dans les forages décrits à la référence 6 se situe à l'intérieur du sol meuble.

1.6 RÉPERCUSSIONS POTENTIELLES ANTICIPÉES

1.6.1 Gaz radon

Actuellement, il y aurait une émission significative de gaz radon en provenance du sol dans les secteurs où l'épaisseur de mort terrain est faible et ce serait problématique pour certains bâtiments. Il y aurait des craintes à l'effet que l'exploitation de la mine augmente ces émissions, notamment en affectant l'étanchéité du sol et plus particulièrement en provoquant des fissures dans les fondations des maisons.

1.6.2 Nappe d'eau souterraine

Il y aurait crainte que les opérations minières affectent l'élévation des nappes souterraines dans le roc et dans le mort-terrain.

1.6.3 Stabilité structurale des bâtiments

Il y a crainte que l'ampleur et la répétition des vibrations affectent l'intégrité structurale des bâtiments et de leurs fondations.

1.6.4 Nuisance psychologique

Il y aurait crainte que la répétition des vibrations dans le sol affecte la jouissance normale des lieux pour les propriétaires adjacents à la future mine.

CHAPITRE 2 - ESSAI DE SAUTAGE

2.1 DATE ET PERSONNES PRÉSENTES

Nous avons procédé à un tir d'essai le 25 août 1999 à 11 h 44 avec l'assistance de l'entrepreneur Les Entreprises Pierre-Paul Riopel Inc. et de représentants de Niocan Inc.

2.2 PATRON DE FORAGE

Le forage F4 décrit à la référence 6 et localisé à la référence 2 a été utilisé pour le tir d'essai. Ce forage avait été maintenu ouvert par un tube d'observation à travers le sol meuble. Le socle rocheux était à une profondeur de 7.92 m et le forage pénétrait dans le roc jusqu'à 11.86 mètres.

Une charge de 5 cartouches de 400 mm x 50 mm totalisant 5.75 kg d'explosifs a été utilisée et a été comprimée en condition submergée. Un collet granulaire de 1 m dans le roc a été utilisé pour confiner le sautage et prévenir les projections.

La mise à feu a été électrique.

2.3 OBJECTIF

Mesurer le potentiel d'atténuation des vibrations à travers le sol meuble servant d'assise aux bâtiments.

2.4 MÉTHODE DE MESURE

Nous avons utilisé quatre séismographes de même type. Ils ont été installés en surface du sol aux endroits et distances montrés à la référence 2. Les séismographes y sont indiqués par leur numéro de série. La fiche technique des séismographes utilisés est à la référence 5. Ces appareils avaient été calibrés récemment aux dates indiquées sur les relevés détaillés de la référence 4.

2.5 MESURES

Les détails mesurés et les graphiques correspondants pour chaque séismographe identifié par son numéro de série sont à la référence 4. Les vibrations sont mesurées selon 3 composantes, la verticale, l'horizontale et la transversale. C'est la vitesse de particule qui est mesurée ainsi que la fréquence et l'accélération. La résultante des 3 composantes de la vitesse de particules est calculée. La vitesse de particules est la caractéristique des vibrations qui est la plus représentative quant aux dommages observés. La fréquence des vibrations est aussi considérée quand elle est basse.

À la référence 3, on retrouve un sommaire des mesures des 4 séismographes pour le tir d'essai de 11 h 44. Les variations des secondes d'un appareil à l'autre dépendent principalement d'écarts d'ajustement des horloges internes. Les autres mesures de

vibrations avant ou après 11 h 44 sont celles provenant de la circulation automobile ou piétonne à proximité des appareils pendant la période enregistrée. Le seuil de déclenchement des appareils avait été fixé à 0.25 mm par seconde pour une des trois composantes d'onde. Les appareils étaient orientés vers le tir d'essai au forage F4. Les résultats intéressants de la référence 3 sont la distance (colonne 10) et la vitesse de particule résultantes maximales (colonne 8) à chaque séismographe (identifié à la colonne 11). À la référence 7, ces données sont intégrées au tableau de calcul de comparaison entre les vitesses de particules mesurées (colonne 6) et celles prévisibles (colonne 5) selon la formule empirique de calcul qui y est décrite. Cette formule de calcul de la vitesse de particule est basée sur la charge explosive, la distance et les conditions physiques du site du sautage.

2.6 RÉSULTATS

On constate à la référence 7 que les données mesurées sont voisines de celles prévisibles, ce qui implique qu'il n'y a pas d'anomalie géotechnique affectant le modèle mathématique de prévision des vibrations. Donc, ce modèle peut être utilisé sans crainte de résultats significatifs différents de ceux prévisibles.

CHAPITRE 3 - DISCUSSION

3.1 RÈGLEMENT SUR LES CARRIÈRES ET SABLIERES

L'ampleur des vibrations ne doit pas excéder 40 mm/sec., mesure prise en surface du sol à 30 mètres avant toute construction ou bâtiment à protéger. Cette valeur est fondée sur le principe de la nuisance psychologique plutôt que sur les effets aux structures des bâtiments.

3.2 PROTECTION DES BÂTIMENTS

L'ampleur des vibrations à l'endroit des bâtiments à protéger doit être inférieure à 50 mm/sec. Cette valeur est fondée sur de nombreuses études tant européennes que nord-américaines mais, entre autres, par le USBM (bureau américain des mines). Cette valeur est quand même sujette à interprétation puisqu'elle peut varier selon la fréquence de la vibration exprimée en cycle par seconde; dans le cas des basses fréquences, le seuil sécuritaire de la vitesse de particules est abaissé. Le tableau en référence 8 illustre les variations du seuil des vitesses de particules sécuritaires selon la fréquence.

Cependant, il faut savoir que la fréquence sera élevée (supérieure à 40 cycles/seconde) pour des sources de vibrations très près de la structure à protéger (moins de 50 mètres) et s'abaissera graduellement avec l'éloignement de la source. De plus, la fréquence s'abaissera en passant d'un milieu plus rigide (roc) à un milieu moins rigide (sol meuble).

Donc, plus une source de vibration est éloignée, plus basse sera sa fréquence, mais en contrepartie, l'ampleur de la vitesse de particule aura grandement diminué en fonction de la distance. La vitesse de particule diminue à l'inverse de la distance comme l'indique la formule mathématique montrée à la référence 7. Comme l'indiquent les mesures prises lors du tir d'essai, la fréquence des vibrations prévisibles sera de l'ordre de 10 à 20 cycles par seconde selon la distance de la source.

Le seuil sécuritaire s'applique aussi aux éléments les plus fragiles d'un bâtiment, tel les finis en plâtre. Les structures proprement dites résistent sans dommages à des vibrations beaucoup plus élevées que le seuil sécuritaire identifié ici.

À la référence 9, nous reproduisons un graphique de calcul de prévision des charges explosives admissibles en fonction de la distance et de l'ampleur des vibrations acceptables pour des conditions moyennes.

3.3 NUISANCES PSYCHOLOGIQUES

Ce concept est plus abstrait que celui relatif à la protection des structures. Il est fondé sur la perception des individus, laquelle varie selon l'individu, selon les circonstances au moment de la perception et selon la sympathie de l'individu envers la source de vibrations.

À la référence 10, nous avons reproduit en tableau la perception s'appliquant à des individus antipathiques à la source de vibrations; ce sont généralement ceux-là qui sont les plus sensibles à des vibrations et les plus prompts à y réagir. Ce tableau s'applique à des vibrations provenant d'un sautage contenant plusieurs charges explosives séparées chacune d'au moins 20 millisecondes, le seuil perceptible est de l'ordre de 1 milliseconde. Les vibrations ainsi générées sont plus perceptibles que celles provenant d'un sautage où toute la charge saute instantanément parce que la durée est beaucoup plus longue mais l'ampleur des vibrations est grandement diminuée ainsi que le risque de dommages physiques.

Dans notre cas, au bâtiment le plus près de la source de vibrations et où la fréquence des vibrations devrait être de l'ordre de 10 à 20 cycles par seconde, le seuil perceptible serait de l'ordre de 1 mm par seconde, celui déplaisant de l'ordre de 7 mm par seconde et celui intolérable supérieur à 25 mm par seconde.

Aux bâtiments situés à plus de 1500 m de la source, tels ceux le long du chemin Oka, le seuil perceptible, en tenant compte d'une diminution de la fréquence due à la distance, sera de 1.5 mm par seconde, déplaçant à 10 mm par seconde. Cela s'applique entre autres aux quartiers Mont St-Pierre Sud, Mont St-Pierre Nord et Oka-sur-la-Montagne. Compte tenu de la distance, cela implique cependant des charges explosives d'une ampleur irréaliste compte tenu d'une exploitation souterraine où la structure même de la mine doit être protégée.

3.4 PROTECTION DE LA STRUCTURE DE LA MINE

L'ampleur des charges explosives et leur mode d'utilisation sont conçues de façon à optimiser la production mais aussi à protéger la structure de la mine. En effet, des charges excessives altéreraient les parois de la mine. Donc, les charges seront fractionnées de façon à circonscrire l'effet brisant de l'explosif et ainsi protéger les parois même de la mine qui en sont la structure. La charge explosive totale d'un sautage est alors séparée en plusieurs petites charges dont l'explosion est différée de l'une à l'autre d'au moins 20 millisecondes de telle sorte qu'il n'y a pas superposition de vibrations d'une explosion à l'autre. Généralement, l'espacement est de 25 millisecondes. Cela permet de faire sauter à la fois un grand volume de roc mais avec un grand nombre de petites charges sautant toutes à des instants différents selon un patron défini. Dans ces conditions, la limite du volume d'explosif utilisé ne dépend pas de la protection des structures mais plutôt de contraintes pratiques d'organisation du travail dans la mine.

La conception du patron de sautage dépend des calculs d'optimisation fondés sur la géologie et les équipements utilisés, de la protection des parois structurales de la mine et aussi de la protection du voisinage. Dans ce cas-ci, dans le calcul du patron de sautage, le critère de la protection de la structure de la mine nous apparaît plus contraignant que celui de la protection des bâtiments voisins puisque l'ampleur des vibrations diminue proportionnellement à l'inverse de la distance. La conception d'un tel patron ne fait pas partie de la présente étude. De plus, un tel patron sera à adapter continuellement en fonction des changements des contraintes telles que la variation des distances, de la géologie et autres. Il est à noter que dans une exploitation à ciel ouvert, la protection des parois d'excavation est beaucoup moins contraignante et que les charges explosives y sont donc beaucoup plus importantes.

CHAPITRE 4 - CONCLUSION

4.1 RESPECT DU RÉGLEMENT EN VIGUEUR

Les vibrations mesurées à 30 m et moins des bâtiments voisins devront avoir une vitesse de particule égale ou inférieure à 40 mm/sec. Cela implique des vitesses de particule plus faibles à l'endroit des bâtiments.

4.2 ESTIMATION DES VIBRATIONS

À cette étape du projet, l'ampleur des vibrations est un des éléments de base du calcul des patrons de sautage. Les autres facteurs sont la protection des parois et des équipements de la mine et l'optimisation de la production.

Donc, l'ampleur maximale des vibrations aux bâtiments voisins à protéger, mesurée en vitesse de particule, devra être égale ou inférieure à 40 mm/sec. tel qu'établi par la réglementation en vigueur actuellement.

4.3 IMPACT SUR LES STRUCTURES

Les parties les plus fragiles des bâtiments de type résidentiel résistent sécuritairement à des vibrations supérieures à 50 mm/sec. aux fréquences générées par des sautages à l'explosif. L'ossature de bois et les fondations en béton résisteront sans dommage à des vibrations beaucoup plus élevées.

Donc, des vibrations limitées à 40 mm/sec. et ce, à 30 m en amont des bâtiments à protéger n'auront pas d'impact sur les bâtiments normalement construits.

De plus, la nécessité de protéger les parois de la mine sera un critère prépondérant pour limiter l'ampleur des vibrations.

4.4 IMPACT SUR LA PERMÉABILITÉ DU SOL

Les vibrations n'auront pas d'impact négatif sur les sols meubles (mort-terrain). En effet, les sols meubles ont plutôt tendance à se consolider sous l'effet des vibrations de la faible ampleur de celles générées par la mine et même à diminuer leur perméabilité.

La perméabilité du sol ne changera toutefois pas de façon significative suite aux vibrations générées par les activités de la mine.

4.5 IMPACT PSYCHOLOGIQUE

Cet aspect est arbitraire et dépend du degré de sympathie d'un individu face à la source de vibration. Comme il pourrait y avoir des individus de tolérance presque nulle, il faut plutôt comparer et qualifier selon d'autres types de nuisance.

Une nuisance à laquelle tous sont confrontés de près est la circulation routière.

Le passage d'un camion sur une route hors ville pourra alors être une nuisance variant de déplaisante à intolérable à l'endroit d'un bâtiment résidentiel sis le long de la route. Pourtant, les gens s'établissent dans la grande majorité des cas le long des routes où il n'y a pas ou peu de restriction à la circulation des camions lourds.

De plus, la fréquence de la circulation est un élément prépondérant de l'ampleur de la nuisance; une nuisance ponctuelle étant très différente et de moindre ampleur qu'une nuisance continue.

Dans notre cas, nous prévoyons qu'il y aura génération de vibrations de 1 à 3 fois par semaine et à des heures choisies et fixes et ce, pour des raisons de gestion de la mine. C'est donc une faible fréquence et à des moments connus des intéressés; cela a pour effet de réduire considérablement l'interprétation qualitative du niveau de nuisance.

Ainsi, le terme déplaisant s'applique tant à des vibrations variant de 5 à 40 mm/sec. sans bruit qu'à la circulation routière bruyante acceptée par tous et générant des vibrations au sol et sonores relativement importantes.

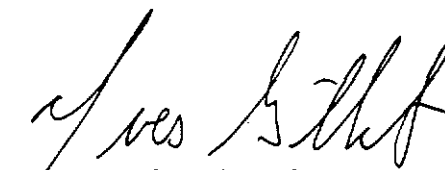
Donc, les patrons de sautage devront être déterminés selon les critères de vitesse de particule et de fréquence des vibrations.

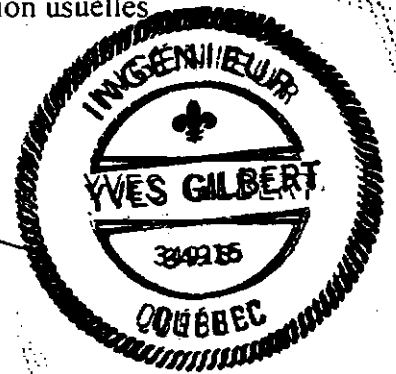
La distance, le type d'explosifs et la nature du sol détermineront l'ampleur maximale de vibration acceptable, laquelle variera de 25 à 40 mm/sec. selon ces conditions à l'endroit du bâtiment voisin le plus près des sautages, ampleur diminuant proportionnellement à l'inverse de la distance. Les patrons de sautage devront être adaptés à la limite de vibration acceptable et à la distance du site à protéger.

4.6 CONTRÔLE DES VIBRATIONS

Seuls les bâtiments sis à proximité de la mine ressentiront des vibrations pouvant être près des limites réglementaires. Comme les sautages seront conçus en fonction de ces bâtiments et comme l'ampleur des vibrations diminue en fonction de l'inverse de la distance, les sites plus éloignés comme ceux le long du chemin Oka et des quartiers Mont St-Pierre Sud et Nord et Oka-sur-la-Montagne ne subiront pas de vibrations de façon significative.

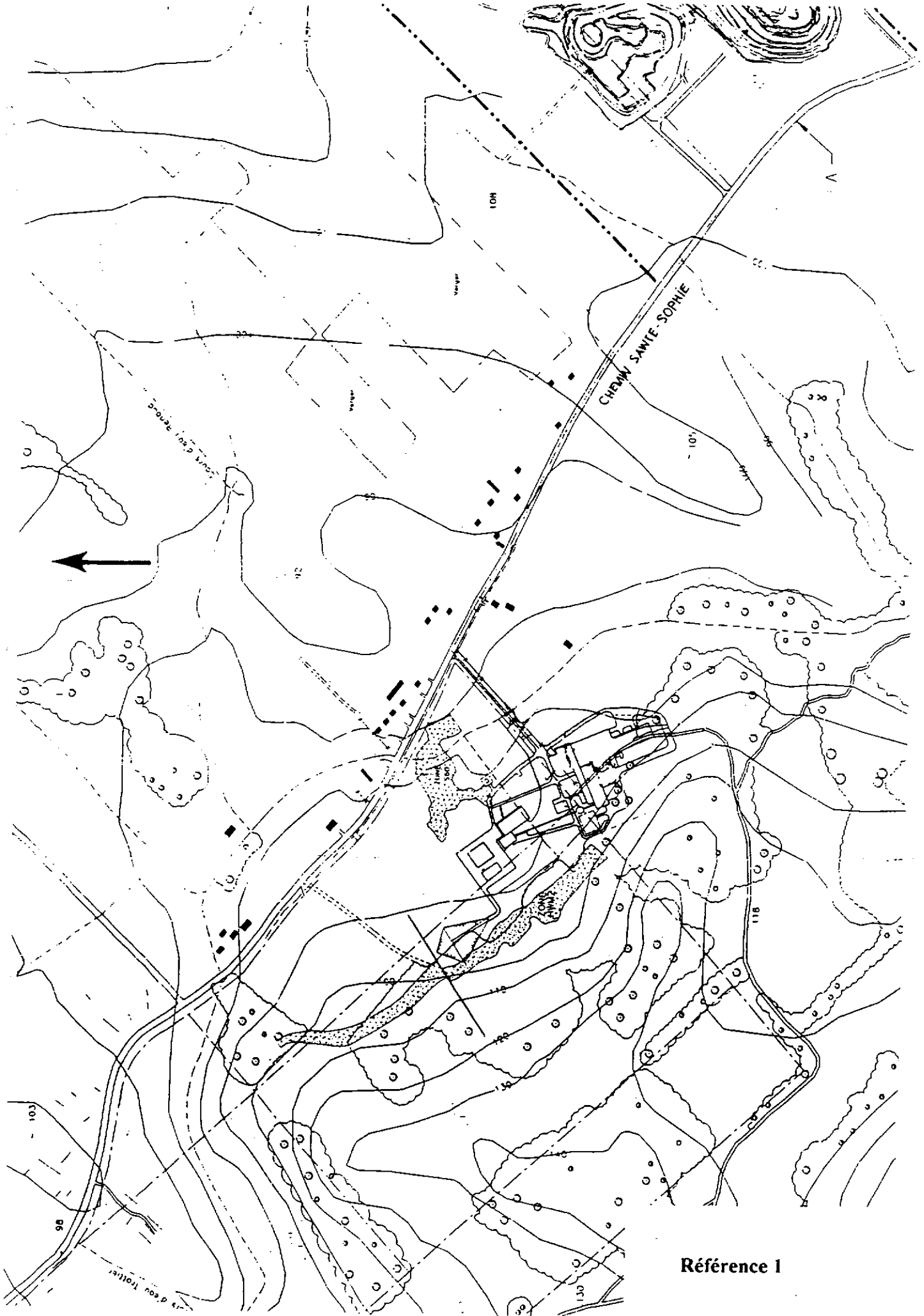
Les concepteurs des patrons de sautage devront donc considérer dans leurs calculs une ampleur de vibration sécuritaire et inférieure à la limite réglementaire à l'endroit du bâtiment le plus près. Cet objectif est réalisable avec les connaissances, équipements, méthodes et explosifs actuels et fait partie des contraintes de conception usuelles.


Yves Gilbert, ingénieur

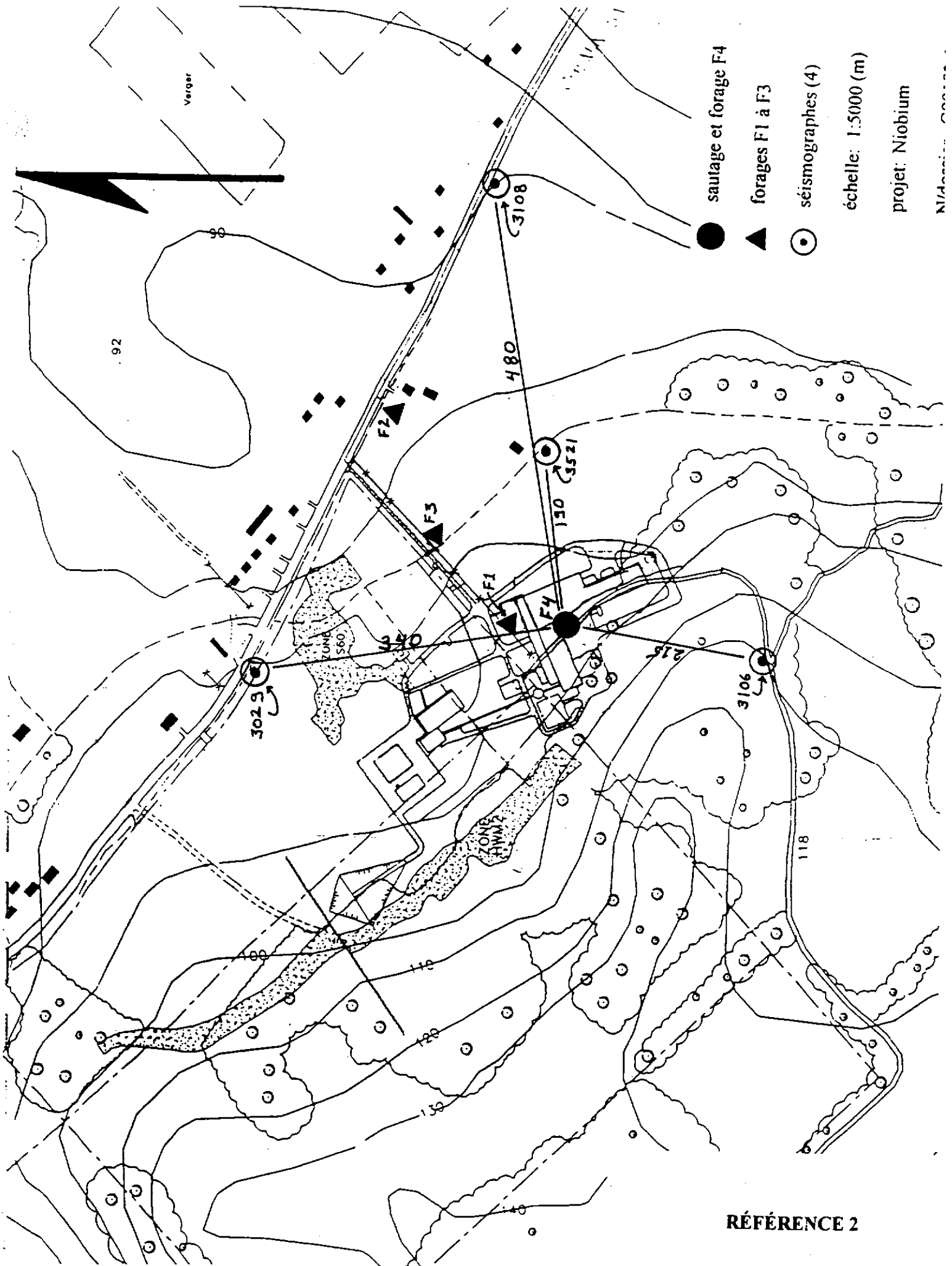


ANNEXE

Référence 1	:	Localisation du site
Référence 2	:	Localisation agrandie du site et de nos interventions
Référence 3	:	Sommaire des relevés sismographiques
Référence 4	:	Relevés sismographiques détaillés
Référence 5	:	Fiche technique des sismographes utilisés
Référence 6	:	Sondages F1 à F4
Référence 7	:	Calcul des vibrations
Référence 8	:	Tableau des seuils sécuritaires pour les structures, (USBM)
Référence 9	:	Graphique d'estimation des niveaux moyens de vibrations
Référence 10	:	Graphique des critères de réactions humaines aux vibrations



Référence 1



RÉFÉRENCE 2

LISTING OF EVENTS

1	2	3	4		5		6		7		8	9	10	11
TYPE & CODE	TIME h:m:s	DATE m d/y	PPVT		PPVV		PPVL		PSPL		PVS	LOCATION	distance (m)	#appreci
			mm/s	Hz	mm/s	Hz	mm/s	Hz	dB	Hz	mm/s			
W E5217N8B.A7I	11:44:31	Aug 25/99	2.22	18	1.33	18	1.78	18	100.0L	N/A	2.22	Projet: Mine OKA	190	3521
W E5217N8B.IWI	11:49:44	Aug 25/99	0.57	N/A	0.38	N/A	0.32	N/A	106.1L	N/A	0.62	Projet: Mine OKA		
W E1087N8A.D9I	11:24:45	Aug 25/99	0.25	85	0.25	N/A	0.06	N/A	<100L	N/A	0.27	projet: MINE OKA		
W E1087N8A.DPI	11:24:51	Aug 25/99	0.19	N/A	0.25	N/A	0.13	N/A	<100L	N/A	0.27	projet: MINE OKA		
W E1087N8A.HOI	11:27:00	Aug 25/99	0.19	16	0.25	27	0.06	N/A	<100L	N/A	0.25	projet: MINE OKA		
W E1087N8A.JPI	11:28:37	Aug 25/99	0.13	N/A	0.25	26	0.06	N/A	<100L	N/A	0.27	projet: MINE OKA		
W E1087N8B.ACI	11:44:36	Aug 25/99	0.32	12	0.25	17	0.32	12	<100L	N/A	0.37	projet: MINE OKA	480	3108
W E1087N8B.AWI	11:44:56	Aug 25/99	0.51	N/A	0.44	N/A	0.13	N/A	<100L	N/A	0.68	projet: MINE OKA		
W E1067N8B.AD1	11:44:37	Aug 25/99	2.60	24	1.91	22	2.29	21	<100L	N/A	2.65	Projet: MINE OKA	215	3106
W E1067N8B.PRI	11:53:51	Aug 25/99	2.03	11	1.33	13	2.41	14	109.6L	3	3.02	Projet: MINE OKA		
W E0297N8A.VNI	11:35:47	Aug 25/99	0.13	39	0.25	28	0.13	73	100.0L	20	0.27	Projet: Mines OKA		
W E0297N8B.AGI	11:44:40	Aug 25/99	0.89	12	0.25	34	0.95	14	100.0L	N/A	1.21	Projet: Mines OKA	340	3029
W E0297N8B.GCI	11:48:12	Aug 25/99	0.51	N/A	0.19	N/A	0.32	N/A	100.0L	N/A	0.60	Projet: Mines OKA		

(W) - Full Waveform
(L) - Linear Weighting
(N/A) - Not applicable

(w) - Waveform Summary
(A) - A Weighting

(S) - Stripchart
(C) - C Weighting

(s) - Stripchart Summary

PPVP : Vitesse de particules transversales maximales

PPVV : Vitesse de particules verticales maximales

PPVL : Vitesse de particules longitudinales maximales

PVS : Vitesse de particules résultante maximale

EVENT SUMMARY SHEET

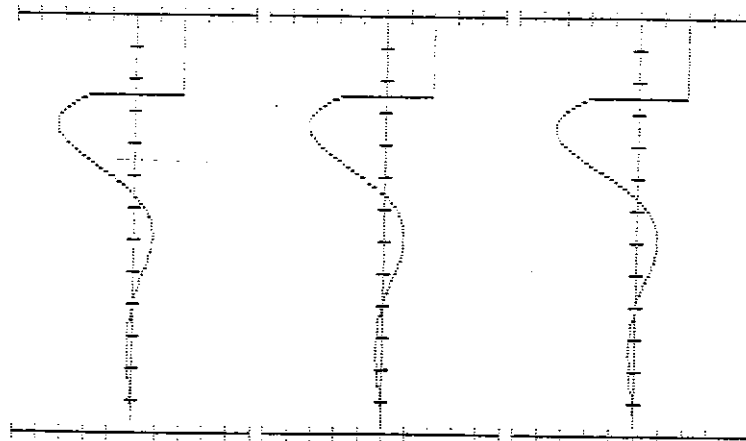
EVENT TYPE Full Waveform
 SERIAL NO. 3106 V2.5-077
 CODE E1067N8B.ADI
 TIME & DATE Tran. at 11:44:37 Aug 25, 1999
 TRIGGER SOURCE Geo 0.25 mm/sec
 RECORD TIME 1 sec. stored in Format 3

LOCATION Projet: MINE OKA
 CLIENT Les mines Nokia
 USER Pierre Anderson

NOTES
 SCALED DISTANCE N/A

PEAK VECTOR SUM 2.65 mm/sec at 146 ms
 MICROPHONE LINEAR WEIGHTING
 PK AIR <100 dB(L) at 2 ms
 ZC FREQ N/A
 BATTERY LEVEL 6.4 volts

	TRAN	VERT	LONG	
PPV	2.60	1.91	2.29	mm/sec
ZC FREQ	24	22	21	Hz
FFT FREQ	N/A	N/A	N/A	Hz
TIME (REL.TO TRIG)	146	94	86	ms
ACCEL	0.12	0.05	0.04	g
1/4 WAVE DISP	0.017	0.014	0.014	mm
SENSORCHECK	Passed	Passed	Passed	



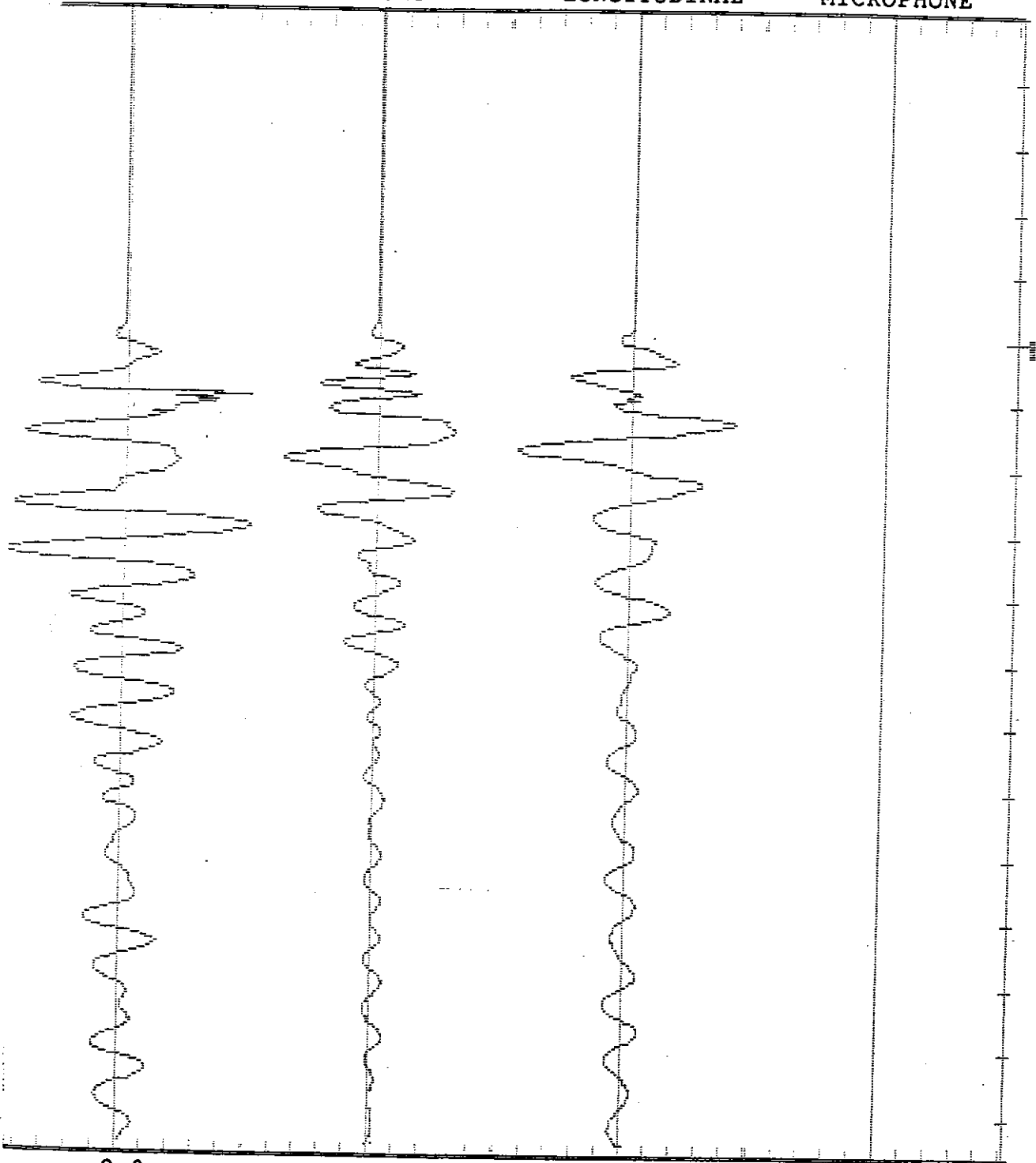
INTERNAL MIC CHANNEL TEST: Failed Freq = 0 Amp = 0


CALIBRATED ON Apr 14, 1999 by InstanTel Inc.
 (N/A) - Not applicable

CODE B1067N8B.ADI
TRANSVERSE

EVENT WAVEFORMS
VERTICAL LONGITUDINAL

PAGE # 1 of 2
MICROPHONE



0.0 0.0 0.0 0.0
AMPLITUDE SCALE: GEO: 0.50 mm/sec/div MIC: 5.00 pa(L)/div
TIME SCALE: 50 msec/div 0.877 sec/page TRIGGER = 

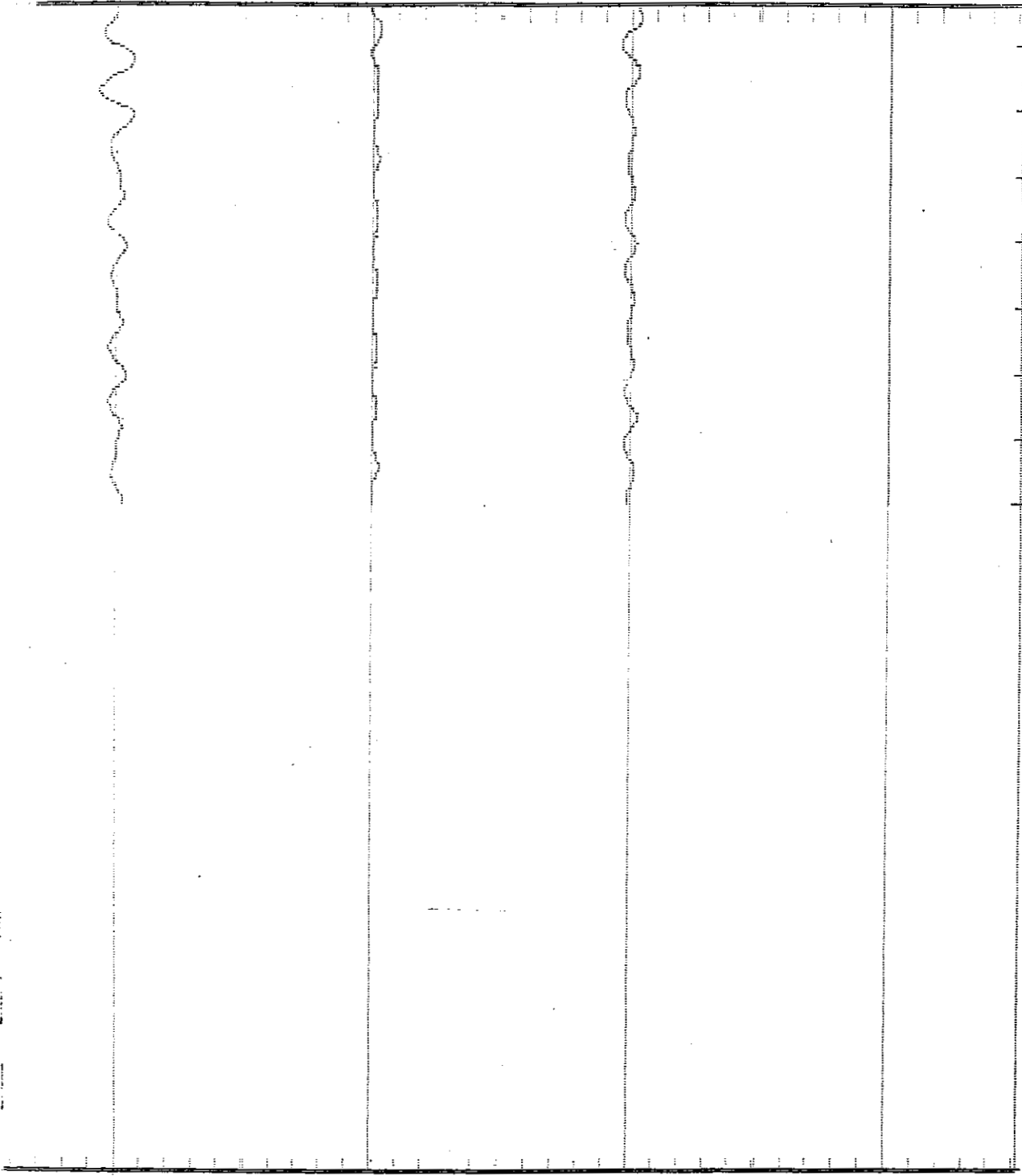
YVES GILBERT ING.
25 place Marche Champlain, 402, Que
418-692-4221

CODE E1067N88.ADI
TRANSVERSE

EVENT WAVEFORMS
VERTICAL

LONGITUDINAL

PAGE # 2 of 2
MICROPHONE



0.0 0.0 0.0 0.0
AMPLITUDE SCALE: GEO: 0.50 mm/sec/div MIC: 5.00 pa(L)/div
TIME SCALE: 50 msec/div 0.877 sec/page

Copyright © Instantel 1988-1994

YVES GILBERT ING.
 25 place Marche Champlain, 402, Que
 418-692-4221

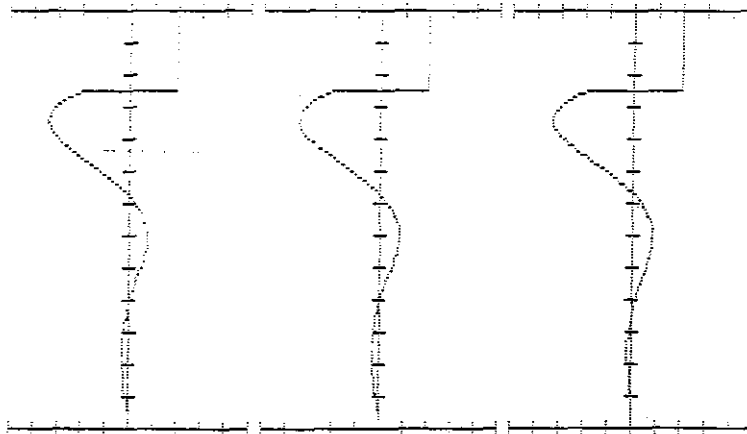
EVENT SUMMARY SHEET

EVENT TYPE Full Waveform
 SERIAL NO. 3029 V2.5-077
 CODE E0297N8B.AGI
 TIME & DATE Vert. at 11:44:40 Aug 25, 1999
 TRIGGER SOURCE Geo 0.25 mm/sec
 RECORD TIME 1 sec. stored in Format 3

LOCATION Projet: Mines OKA
 CLIENT Les mines NOKIA
 USER Pierre Anderson
 NOTES
 SCALED DISTANCE N/A

PEAK VECTOR SUM 1.21 mm/sec at 198 ms
 MICROPHONE LINEAR WEIGHTING
 PK AIR 100.0 dB(L) at 0 ms
 ZC FREQ N/A
 BATTERY LEVEL 6.4 volts

	TRAN	VERT	LONG	
PPV	0.89	0.25	0.95	mm/sec
ZC FREQ	12	34	14	Hz
FFT FREQ	N/A	N/A	N/A	Hz
TIME (REL. TO TRIG)	145	0	193	ms
ACCEL	0.01	0.01	0.01	g
1/4 WAVE DISP	0.011	0.001	0.011	mm
SENSORCHECK	Passed	Passed	Passed	



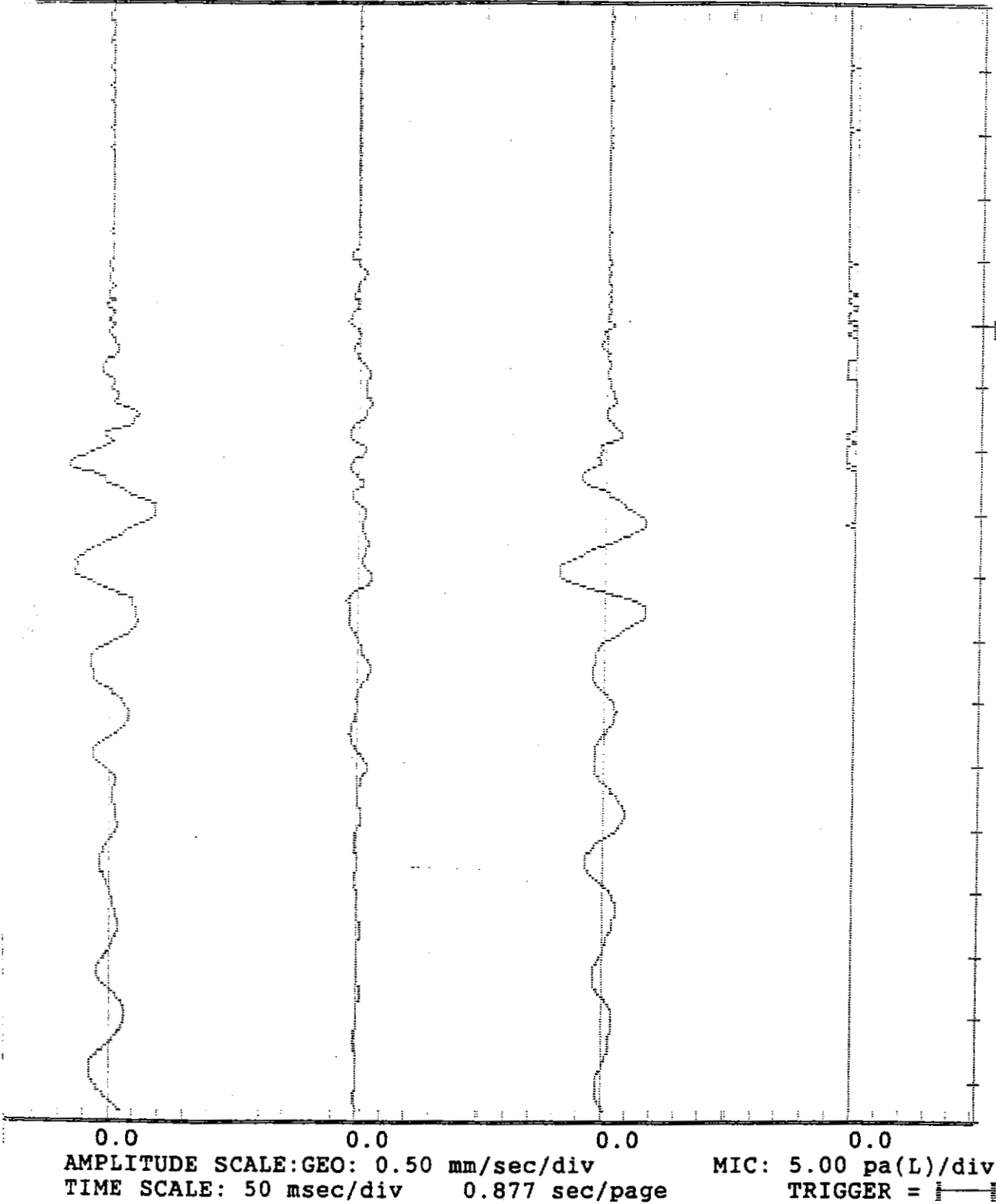
INTERNAL MIC CHANNEL TEST: Failed Freq = 0 Amp = 18


CALIBRATED ON May 13, 1999 by InstanTel Inc.
 (N/A) - Not applicable

CODE E0297N88.AGI

EVENT WAVEFORMS
TRANSVERSE VERTICAL LONGITUDINAL

PAGE # 1 of 2
MICROPHONE



0.0 0.0 0.0 0.0
AMPLITUDE SCALE:GEO: 0.50 mm/sec/div MIC: 5.00 pa(L)/div
TIME SCALE: 50 msec/div 0.877 sec/page TRIGGER = 

YVES GILBERT ING.
 25 place Marche Champlain, 402, Que
 418-692-4221
 YVES GILBERT ING.
 25 place Marche Champlain, 402, Que
 418-692-4221

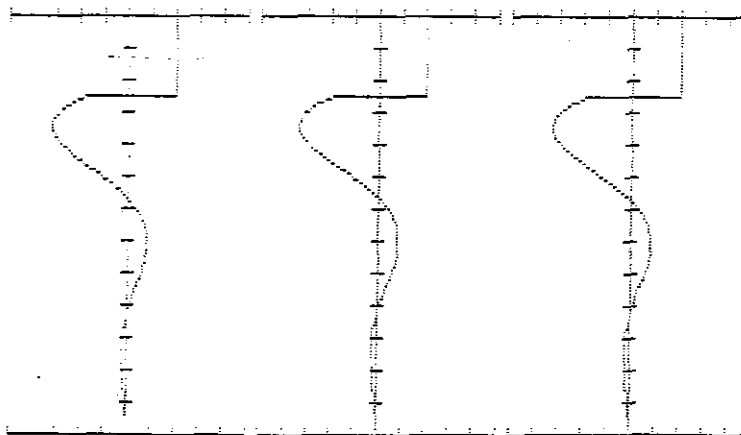
EVENT SUMMARY SHEET

EVENT TYPE Full Waveform
 SERIAL NO. 3108 V2.6-077
 CODE E1087N8B.ACI
 TIME & DATE Tran. at 11:44:36 Aug 25, 1999
 TRIGGER SOURCE Geo 0.25 mm/sec
 RECORD TIME 1 sec. stored in Format 3

LOCATION projet: MINE OKA
 CLIENT Les mines NOKIA
 USER Pierre Anderson
 NOTES
 SCALED DISTANCE N/A

PEAK VECTOR SUM 0.37 mm/sec at 181 ms
 MICROPHONE LINEAR WEIGHTING
 PK AIR <100 dB(L) at 2 ms
 ZC FREQ N/A
 BATTERY LEVEL 6.5 volts

	TRAN	VERT	LONG	
PPV	0.32	0.25	0.32	mm/sec
ZC FREQ	12	17	12	Hz
FFT FREQ	N/A	N/A	N/A	Hz
TIME (REL.TO TRIG)	581	138	181	ms
ACCEL	0.01	0.01	0.01	g
1/4 WAVE DISP	0.003	0.001	0.004	mm
SENSORCHECK	Passed	Passed	Passed	



INTERNAL MIC CHANNEL TEST: Failed Freq = 0 Amp = 5

CALIBRATED ON May 25, 1999 by Instantel
 (N/A) - Not applicable

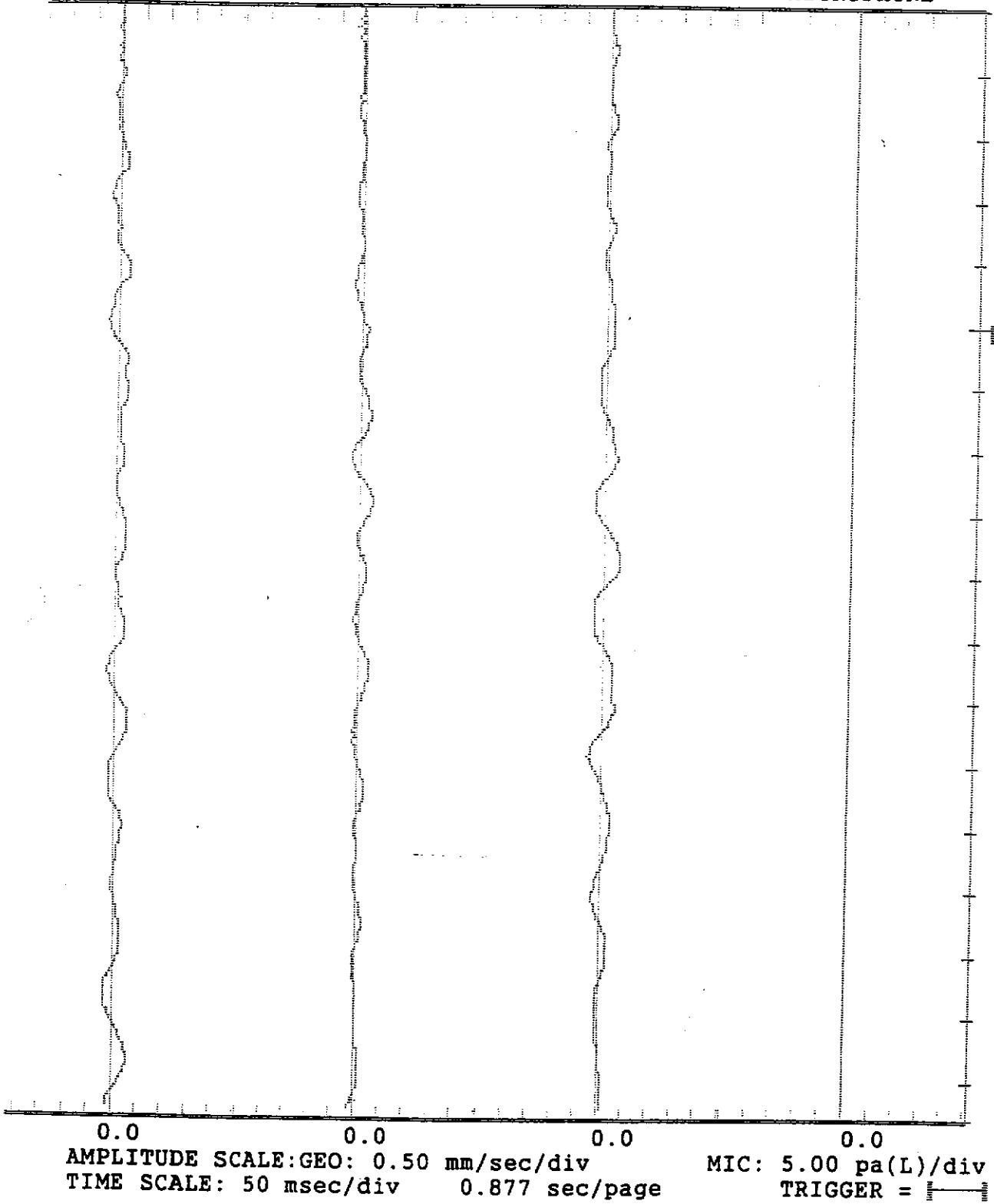
YVES GILBERT ING.
25 place Marche Champlain, 402, Que
418-692-4221

CODE E1087N8B.ACI
TRANSVERSE

EVENT WAVEFORMS
VERTICAL

LONGITUDINAL

PAGE # 1 of 2
MICROPHONE



Copyright © Instantel 1988-1994

YVES GILBERT ING.
 25 place Marche Champlain, 402, Que
 418-692-4221

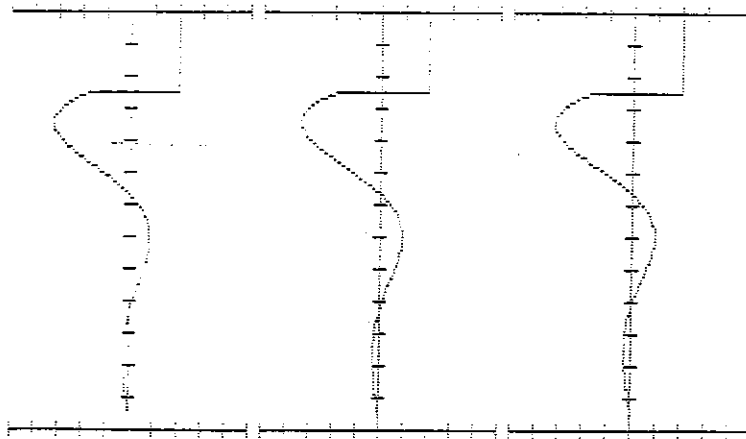
EVENT SUMMARY SHEET

EVENT TYPE Full Waveform
 SERIAL NO. 3521 V2.5-077
 CODE E5217N8B.A7I
 TIME & DATE Vert. at 11:44:31 Aug 25, 1999
 TRIGGER SOURCE Geo 0.49 mm/sec
 RECORD TIME 1 sec. stored in Format 3

LOCATION Projet: Mine OKA
 CLIENT Les mines NOKIA
 USER Pierre Anderson
 NOTES
 SCALED DISTANCE N/A

PEAK VECTOR SUM 2.22 mm/sec at 164 ms
 MICROPHONE LINEAR WEIGHTING
 PK AIR 100.0 dB(L) at 1 ms
 ZC FREQ N/A
 BATTERY LEVEL 6.4 volts

	TRAN	VERT	LONG	
PPV	2.22	1.33	1.78	mm/sec
ZC FREQ	18	18	18	Hz
FFT FREQ	N/A	N/A	N/A	Hz
TIME (REL.TO TRIG)	163	42	149	ms
ACCEL	0.03	0.03	0.03	g
1/4 WAVE DISP	0.018	0.011	0.017	mm
SENSORCHECK	Passed	Passed	Passed	



INTERNAL MIC CHANNEL TEST: Failed Freq = 0 Amp = 1

CALIBRATED ON May 4, 1999 by InstanTel Inc.
 (N/A) - Not applicable

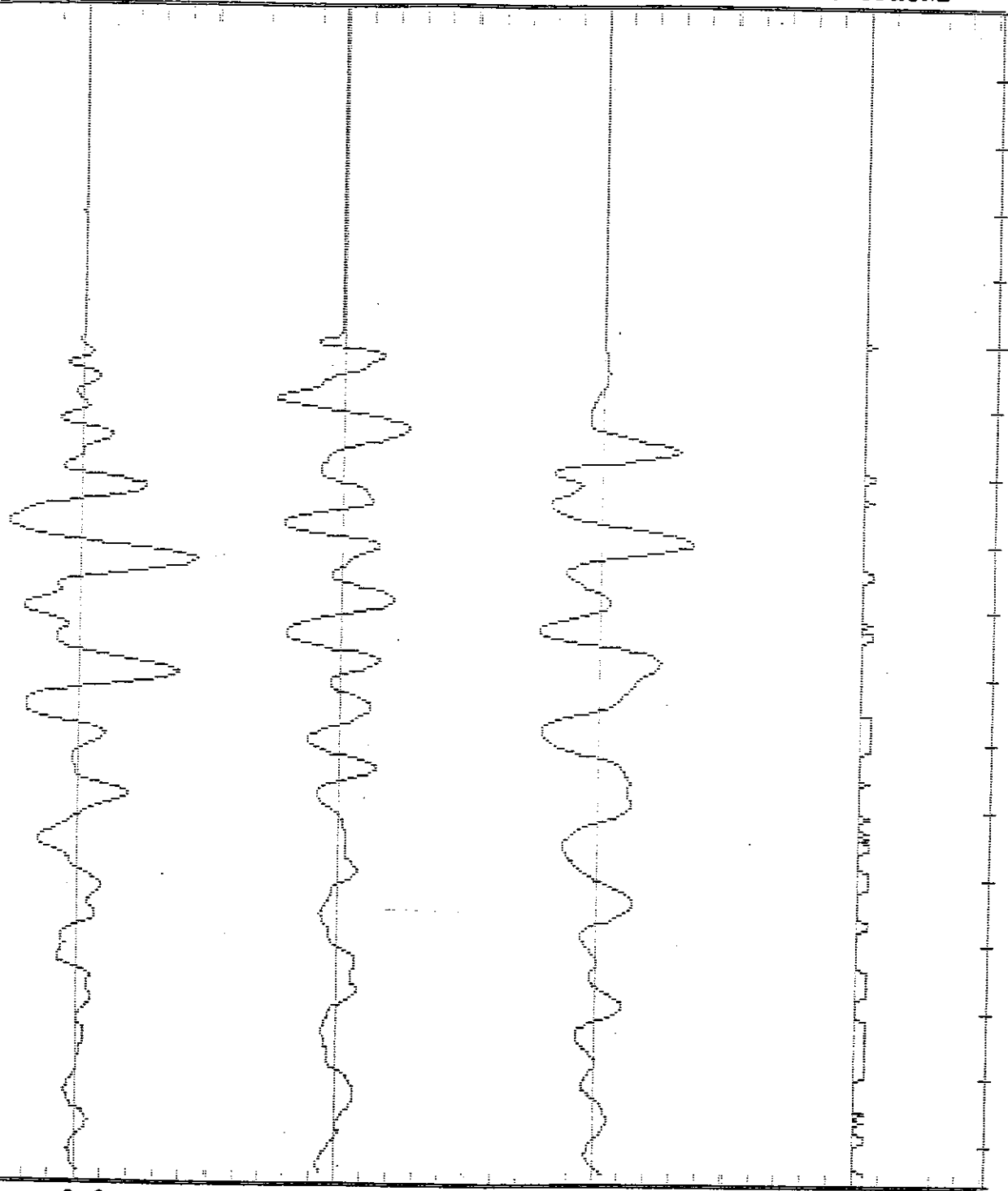
YVES GILBERT ING.
25 place Marche Champlain, 402, Que
418-692-4221


CODE E5217N88.A71

EVENT WAVEFORMS
TRANSVERSE VERTICAL LONGITUDINAL

PAGE # 1 of 2

MICROPHONE

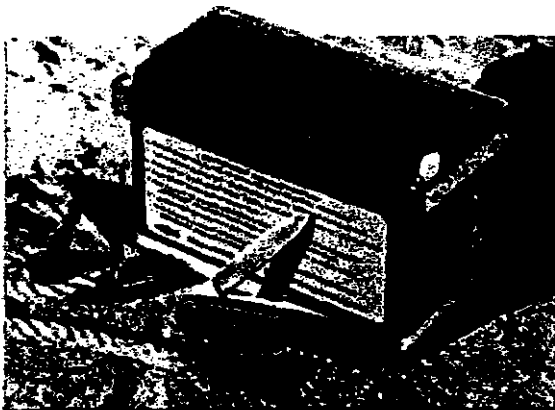


0.0 0.0 0.0 0.0
AMPLITUDE SCALE:GEO: 0.50 mm/sec/div MIC: 5.00 pa(L)/div
TIME SCALE: 50 msec/div 0.877 sec/page TRIGGER = 

Series II

MiniMate

In the complex and highly competitive blasting, quarrying and construction industries, every activity and each cost is analyzed in search of greater productivity. This is even more true today when commodity prices are low and profit margins are small. In terms of blasting operations, the abilities of new technologies to enhance productivity and safety will be at the forefront of developments in explosives applications for these industries during the 1990's. Great strides were made in blast monitoring technology during the 1980's. It was not long ago that blast monitoring instrumentation was based on so-called analog technology that was traditionally used for monitoring earthquakes. Blast records were recorded on magnetic tape which had to be sent away to be analyzed. The technology revolution that was associated with the microprocessor chip dramatical changed blast monitoring instrumen resulting in the digital seismogra



p

p

The Instantel DS-077 MiniMate

The MiniMate doesn't achieve it's small size and weight by eliminating essentials. The keypad and LCD give you the complete control you need. You don't have to guess how it is set up or what it's doing. No additional interface boxes and bulky seismographs are needed. You're not tied to long term vibration consulting for routine monitoring. The Instantel Quick Report software, provided with every MiniMate, provides the data analysis and printout simply and effectively with your DOS computer. If

you already have a seismograph, the MiniMate provides additional monitoring, cost effectively. If you own a BlastMate Series II, you can use it to store and print MiniMate data. Whether it's your computer or a BlastMate, it's your choice - as it should be.

You have enough on your mind when blasting without having to worry about how much battery life or event capacity is left in your monitor. Even with it's small size, the MiniMate still provides a full 10 continuous days of rechargeable battery life and up to 40 blast event storage. Naturally, the MiniMate automatically keeps you informed of battery status and event capacity. Even if you let the batteries run down, the data isn't lost. The MiniMate has true non-volatile memory that doesn't depend on any battery for event storage. The MiniMate's sensors can be easily reconfigured in the field for wall and ceiling installations or ground operation. The microphone has been kept separate from the main unit, so you get results that meet regulations and are unaffected by ground motion or ground reflection.

This small, inexpensive, and compact four-channel unit weighs less than 1.4 kg (3 lbs), compared to earlier equipment which weighed a hefty 13.6 to 18.1 kg (30 to 40 lbs). Measuring approximately 75 mm x 75 mm x 150 mm (3-in x 3-in x 6-in), the MiniMate can easily fit in the palm of a hand. This miniature, "stand-alone" seismograph, because of its low cost, provides a cost-effective solution to projects where multi-point monitoring is required or desired. The unit is also excellent for operations considering the purchase of a blast monitoring seismograph for the first time.

The DS-077 MiniMate records and stores up to 40 one-second, full waveform events to internal memory. It provides a full ten continuous days of rechargeable battery life and the stored blast data will not be lost even if the batteries run down. Date, time and peak for each event can be reviewed on the LCD. The operator can change set-up information and record parameters using the tactile keypad.

The MiniMate comes with a built-in triaxial geophone, external microphone, microphone cable, DS-467 Quick Report software, RS-232 cable and carrying case. The unit can download data directly to

a DOS computer where the events can be stored/archived onto disk, and printed out on standard sized paper for professional reports. As with all InstanTel seismographs, the MiniMate is compatible with all InstanTel software, such as the DS-567 Analysis software used to analyze blast events.

In addition to miniaturization, a key technology feature of MiniMate is its versatility. It can be reconfigured in the field to almost any position - on a wall, on a ceiling, or on the ground.

While legal and regulatory considerations have provided the largest impetus to the development of blast monitoring seismographs, today the technology is increasingly utilized to verify blast design drilling patterns, sequencing, etc. Compliance with environmental standards is also a growing field of application, particularly in sensitive areas where noise and vibration are of concern.

Clearly, low cost, multi-point monitoring capability is where blast monitoring technology is going in the 1990s. It further satisfies the need or desire of operations to monitor blasting activities at a number of areas of concern simultaneously, aiding compliance and public relations and providing the kind of data needed for greater efficiency and increased productivity in blasting.

Click here to see the DS-077 MiniMate's Specifications.....

InstanTel

InstanTel Inc. 309 Legget Drive, Kanata, Ontario, Canada, K2K 3A3
826 Proctor Avenue, Ogdensburg, New York, USA 13669
phone (613) 592-4642 1-800-267-9111 fax (613) 592-4296

InstanTel, the InstanTel logo, BlastMate, BlastMate Plus, and WatchMate are registered trademarks of InstanTel Inc. in the USA & Canada. MiniMate, WatchMate, BlastMate Plus, Precept, the Precept logo, Huey, Finch, and MyCall are trademarks of InstanTel Inc. in the USA & Canada.

p

VODMate™

specifications

Instantel VODMate Specifications

Number of Channels	1 or 2
Resolution	14 bits, 1 part in 16,384
Recording Rate	Up to 2 MHz, independent of the number channels
Record Time @ 1 MHz	1 second @ 2 channels, 2 seconds @ 1 channel
Pretrigger time	Adjustable 0 - 100%
Record modes	Single shot, continuous, and manual trigger
Multiple Event Storage	Up to 8 events stored in permanent memory
Triggering	Internal VOD level or external wire make or break
Battery Life	10 hours with internal battery pack
Size	3.2 x 3.6 x 6.3 in. (81 x 91 x 160 mm)
Weight	3.3 lbs. (1.5 kg) complete
Environmental	Electronics : -22 to 158 F (-30 to 70 C) LCD : 14 to 122 F (-10 to 50 C)
PC Connection	High speed RS232
Software	Fully compatible with the Windows based BlastWare III software offering full zoom capability, advanced automatic digital signal processing, and direct display of velocity vs. time
Setups	Automatically adjusts for maximum resolution, records all operating parameters, no need for extra instruments

Safety	Current limiting automatic field checking, lockable lid
Display	4 x 20 character backlit LCD
Keyboard	8 key simple operation
VOD Cable	Supports a wide variety of resistive cables with lengths up to 1200 ft. (400 m)
Other Sensors	Support for a variety of industry standard sensors including high frequency accelerometers and high pressure sensors for close-in monitoring

p

Instantel

p

Instantel Inc. 309 Legget Drive, Kanata, Ontario, Canada, K2K 3A3
 826 Proctor Avenue, Ogdensburg, New York, USA 13669
 phone (613) 592-4642 1-800-267-9111 fax (613) 592-4296

Instantel, the Instantel logo, BlastMate, BlastWare, and WatchMate are registered trademarks of Instantel Inc. in the USA & Canada. MiniWare, VoiceMate, MeriMate Plus, Percepis, the Percepis logo, Hugs, Finest, and AnyCall are trademarks of Instantel Inc. in the USA & Canada.

p

MONTERVAL

RAPPORT DE FORAGE

Page: 1 de 2

Projet No: 1066

Forage No: F-99-01

Client: Niocan inc.

Projet: Travaux de reconnaissance

Foré du 99-07-26 au 99-07-26

Localisation: Oka, Québec

Projet minier Niocan, Rang Ste-Sophie

Marteau: 63.5 Chute: 0.76

Niveau de référence:

Tubage: TARIERE

Prof no:pe: 4.47 le 99-08-02

PROFONDEUR (m)	COUPE STRATIGRAPHIQUE			ECHANTILLONS			LIMITE DE CONSISTANCE wp wn wl 20. 40. 60. 80.	ESSAIS LABORATOIRE ET IN-SITU	PENETROMETRE COUPS / 0.3 m 20. 40. 60. 80.						
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL OU DU ROC	STRATIGRAPHIE	TUBE D'OBSERVATION	TYPE ET NUMERO	ETAT			RECUPERATION	N ou ROD	RESISTANCE AU CISAILEMENT, kPa 20. 40. 60. 80.				
1.	0.60	Silt argileux, traces de sable, traces de gravier, brun. Consistance d'apparence raide.		99-08-02	CF-1	X	25	11							
		Sable graveleux, un peu de silt ou silteux, brun. Présence de cailloux. Compacité moyenne à dense.			CF-2	X	50	46							
2.					CF-3	X	67	29							
3.	2.25	Sable silteux, un peu de gravier ou graveleux, gris. Présence de cailloux. Compacité dense à très dense.		99-08-02	CF-4	X	44	47							
4.					CF-5	X	56	50							
5.					CF-6	X	67	52							
6.															
7.															
8.	7.65	Roc: roche grenue gris-blanc, à grains moyens à grossiers, de type "carbonatite".		99-08-02	NX-7		48	48							
9.		Présence de joints ouverts entre les profondeurs approximatives de 9,70 et 9,80 m.			NO-8		97	84							

PRÉLIMINAIRE

NOTE:

Référence 6

MONTERVAL

RAPPORT DE FORAGE

Page: 2 de 2

Projet No: 1066

Forage No: F-99-01

Cliant: Niocan inc.

Projet: Travaux de reconnaissance

Foré du 99-07-26 au 99-07-26

Localisation: Oka, Québec

Projet minier Niocan, Rang Ste-Sophie

Marteau 63.5 Chute: 0.76

Niveau de référence:

Tubage: TARIERE

Prof name: 4.47 le 99-08-02

PROFONDEUR (m)	COUPE STRATIGRAPHIQUE			STRATIGRAPHIC	TUBE D'OBSERVATION	ECHANTILLONS			LIMITE DE CONSISTANCE wp wn wl 20. 40. 60. 80.	ESSAIS LABORATOIRE ET IN-SITU	PENETROMETRE COUPS / 0.3 m 20. 40. 60. 80.				
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL OU DU ROC	STRATIGRAPHIC			TYPE ET NUMERO	ETAT	RECUOPERATION			N ou ROD	RESISTANCE AU CISAILEMENT, kPa 20. 40. 60. 80.			
11.		Roc: roche grenue gris-blanc, à grains moyens à grossiers, de type "carbonatite".													
12.		Joint ouvert à la profondeur approximative de 11,0 m.													
13.		Passée mafique à texture bréchique entre les profondeurs approximatives de 13,70 et 14,78 m.													
14.															
15.		Joint ouvert ou avec matériaux d'altération à la profondeur approximative de 14,67 m.													
16.															
17.	16.82	FIN DU FORAGE													
18.															
19.															

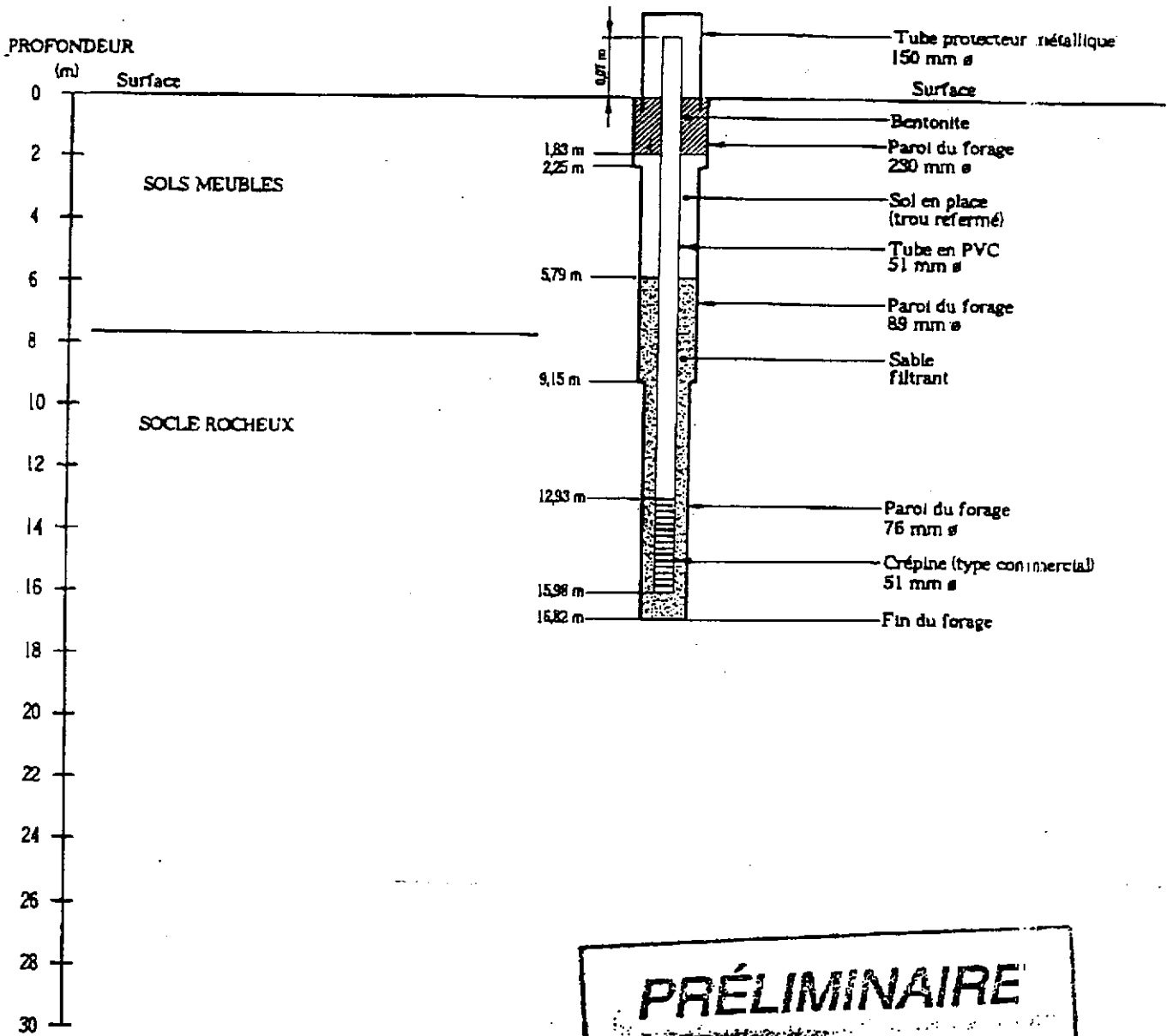
PRÉLIMINAIRE

NOTE:

Date: 99-08-06

PUITS D'OBSERVATION F-99-01 SCHEMA D'INSTALLATION

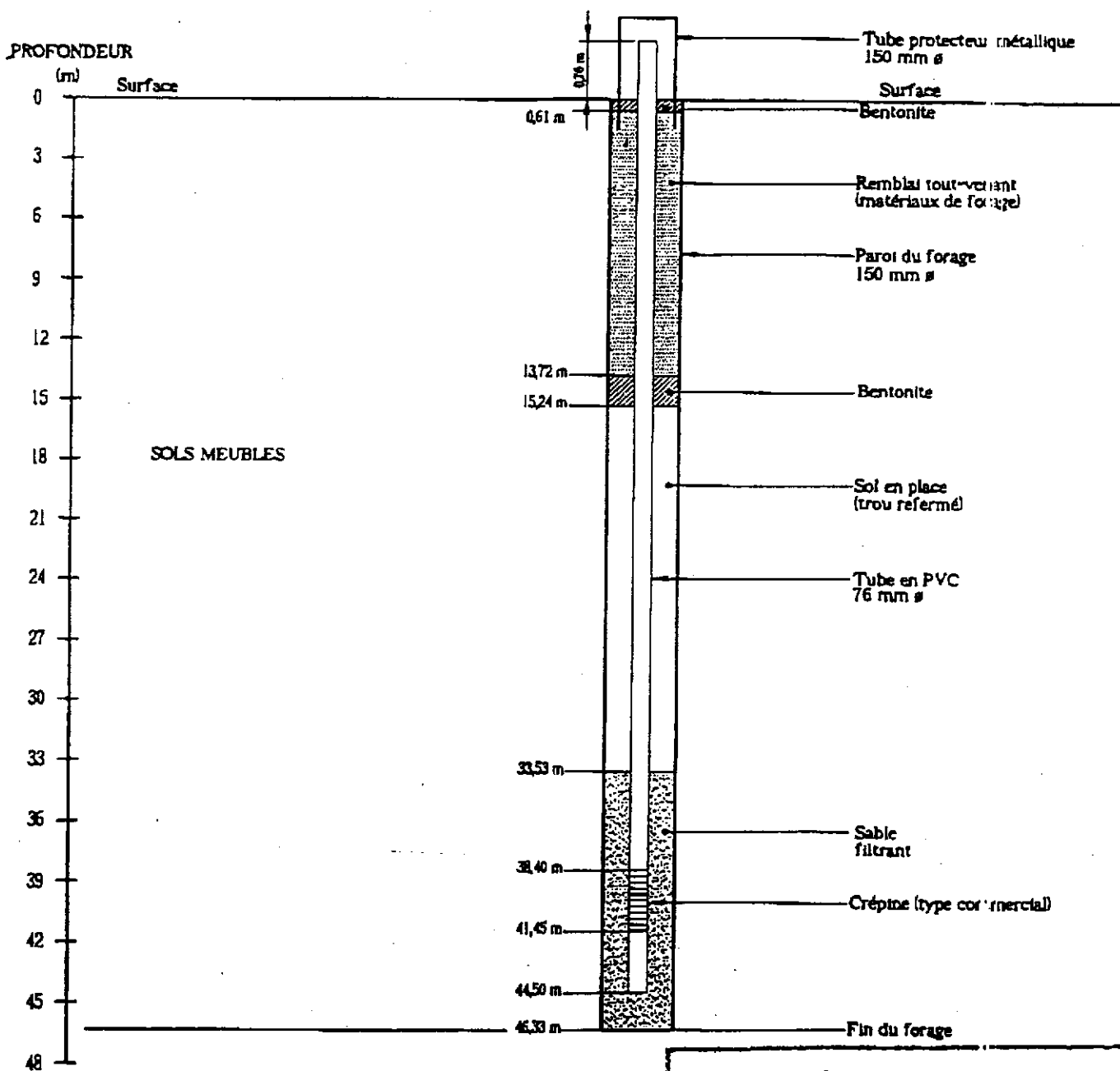
N/RÉF: 1066



PROJET MINIER NIOCAN, RANG STE-SOPHIE
OKA, QUÉBEC
TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

PUITS D'OBSERVATION F-99-02 SCHEMA D'INSTALLATION

N/RÉF: 1066



PRÉLIMINAIRE

PROJET MINIER NIOCAN, RANG STE-SOPHIE
OKA, QUÉBEC
TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

MONTERVAL

RAPPORT DE FORAGE

Projet No: 1056

Forage No: F-99-03

Client: Niocan inc.

Projet: Travaux de reconnaissance

Foré d: 99-07-28 au 99-07-28

Localisation: Oka, Québec

Projet minier Niocan, Rang Ste-Sophie

Martea: 63.5 Chute: 0.76

Niveau de référence:

Tubage: TARIERE

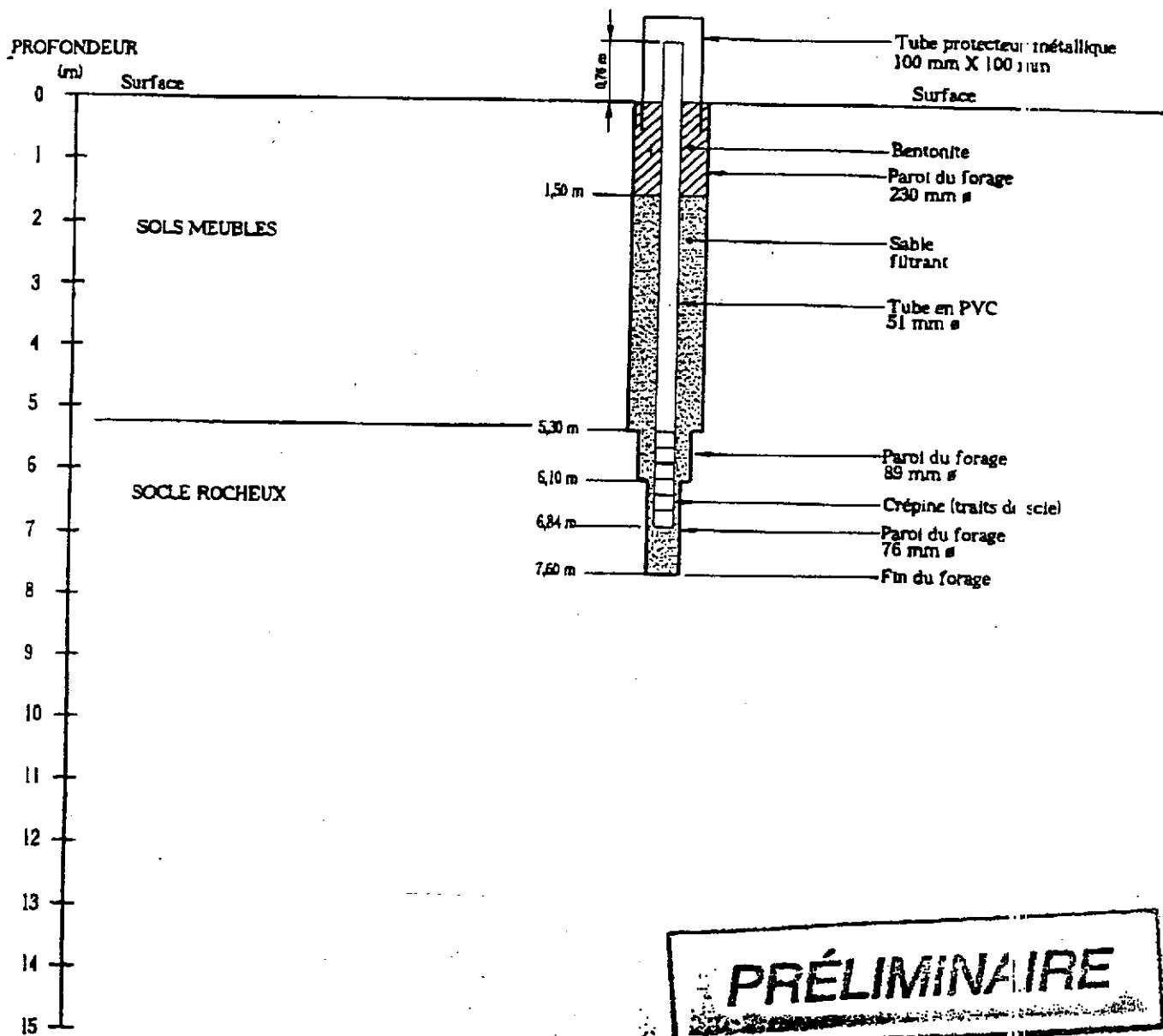
Prof Anode: 0.80 le 99-08-02

PROFONDEUR (m)	COUPE STRATIGRAPHIQUE			ECHANTILLONS			LIMITE DE CONSISTANCE wp wn wl 20. 40. 60. 80.	ESSAIS LABORATOIR ET IN-SITU	PENETROMETRE COUPS / 0.3 m 20. 40. 60. 80.				
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL OU DU ROC	STRATIGRAPHIE	TUBE D'OBSERVATION	TYPE ET NUMERO	ETAT			RECUPERATION	N ou ROC	RESISTANCE AU CISAILLEMENT, kPo 20. 40. 60. 80.		
1.	0.30	Sol végétal Silt sableux, traces de gravier, brun. Compacité lâche.		199-08-02	CF-1	X	75	8					
2.	1.50	Silt et sable, traces d'argile, traces de gravier, gris. Compacité très lâche.			CF-2	X	17	1					
3.	2.55	Sable silteux, un peu de gravier ou graveleux, gris. Présence de cailloux. Compacité lâche à moyenne.			CF-3	X	56	16					
4.					CF-4	X	67	9					
5.					CF-5	X	56	24					
6.	5.25	Roc: roche grenue gris-blanc, à grains moyens à grossiers, de type "carbonatite".			NX-6		88	75					
7.					NQ-7		97	89					
8.	7.60	FIN DU FORAGE											
9.													

PRÉLIMINAIRE

PUITS D'OBSERVATION F-99-03 SCHÉMA D'INSTALLATION

N/RÉF: 1066



PROJET MINIER NIOCAN, RANG STE-SOPHIE
OKA, QUÉBEC
TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

Projet No: 1066

Forage No: F-99-84

Client: Niocan inc.

Projet: Travaux de reconnaissance

Foré de: 99-07-27 au 99-07-27

Localisation: Oka, Québec

Projet minier Niocan, Rang Ste-Sophie

Marteau: 63.5 Chute: 0.76

Niveau de référence:

Tubage: NW

Prof no: pe: 3.60 le 99-07-28

PROFONDEUR (m)	COUPE STRATIGRAPHIQUE			TUBE D'OBSERVATION	ECHANTILLONS			LIMITE DE CONSISTANCE wp wn wi 20. 40. 60. 80.	ESSAIS LABORATOIRE ET IN-SITU	PENETROMETRE COUPS / 0.3 m 20. 40. 60. 80.				
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL OU DU ROC	STRATIGRAPHIE		TYPE ET NUMERO	ETAT	RECUPERATION			N ou ROD	RESISTANCE AU CISAILLEMENT, kPa 20. 40. 60. 80.			
1.		Forage réalisé en destructif jusqu'à la profondeur de 7.92 m.		99-07-28										
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.	7.92	Roc: roche à texture grenue gris-blanc, à grains moyens de type "carbonatite".			NX-1	56	56							
9.		Joints ouverts aux profondeurs approximatives de 8.71 et 9.32 m.			NQ-2	97	97							

PRÉLIMINAIRE

NOTE:

Date: 99-08-06

Client: Niocan inc.

Projet: Travaux de reconnaissance

Forage No: F-99-04

Localisation: Oka, Québec

Projet minier Niocan, Rang Ste-Sophie

Foré de: 99-07-27 au 99-07-27

Marteau: 63.5 Chute: 0.76

Niveau de référence:

Tubage: NW

Profondeur: 3.60 le 99-07-28

PROFONDEUR (m)	COUPE STRATIGRAPHIQUE				ECHANTILLONS			LIMITE DE CONSISTANCE wp wn wi 20. 40. 60. 80.	ESSAIS LABORATOIRE ET IN-SITU	PENETROMETRE COUPS / 0.3 m 20. 40. 60. 80.								
	NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL OU DU ROC	STRATIGRAPHIE	TUBE D'OBSERVATION	TYPE ET NUMERO	ETAT	RECUPERATION			N ou ROD	RESISTANCE AU CISAILEMENT, kPa 20. 40. 60. 80.							
11.		Roc: roche à texture grenue gris-blanc, à grains moyens, de type "carbonatite". Inclusion grisâtre à grains fins, calcaire, entre les profondeurs approximatives de 10,59 et 10,77 m. Joint ouvert à la profondeur approximative de 11,20 m.			NQ-3		100	100										
12.	11.86	FIN DU FORAGE																
13.																		
14.																		
15.																		
16.																		
17.																		
18.																		
19.																		

PRÉLIMINAIRE

NOTE:

Date: 99-08-06

CALCUL D'ESTIMATION DES VIBRATIONS

	1	2	3	4	5	6
1	# séismographe	poids de l'explosif (kg)	distance (m)	K	Vitesse de particules calculée (mm/sec.)	Vitesse de particules mesurée (mm/sec.)
2	3521	5.75	190	230	2.90	2.22
3	3106	5.75	215	230	2.56	2.65
4	3029	5.75	340	230	1.62	1.21
5	3108	5.75	480	230	1.14	0.37

VITESSE DES PARTICULES

(version métrique)

$$V_p = \frac{k \sqrt{w}}{D}$$

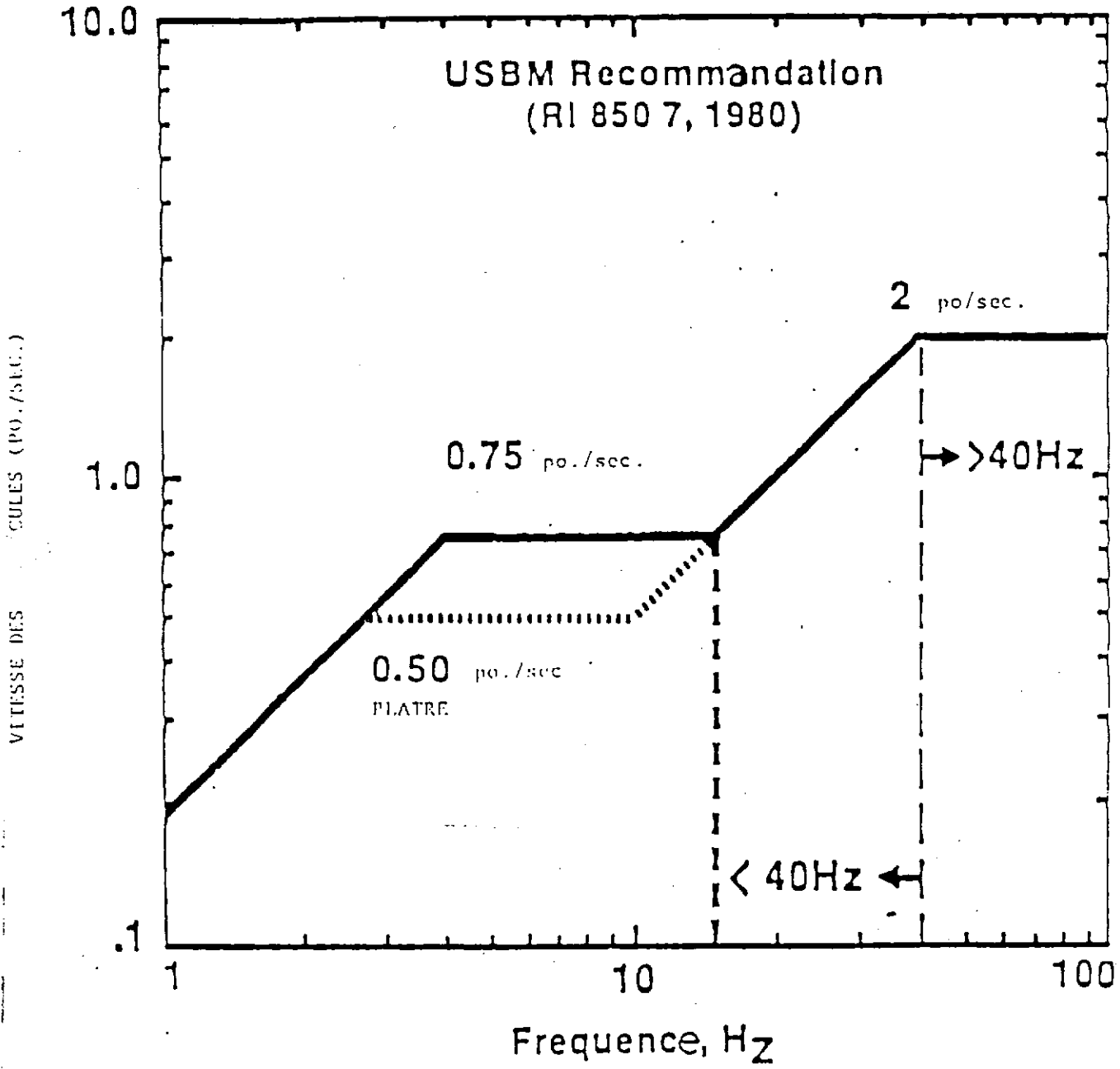
V_p = vitesse des particules (mm/sec)
 w = charge maximale par délai (kilos)
 D = distance en mètres
 k = constance de site

Valeurs de "k"

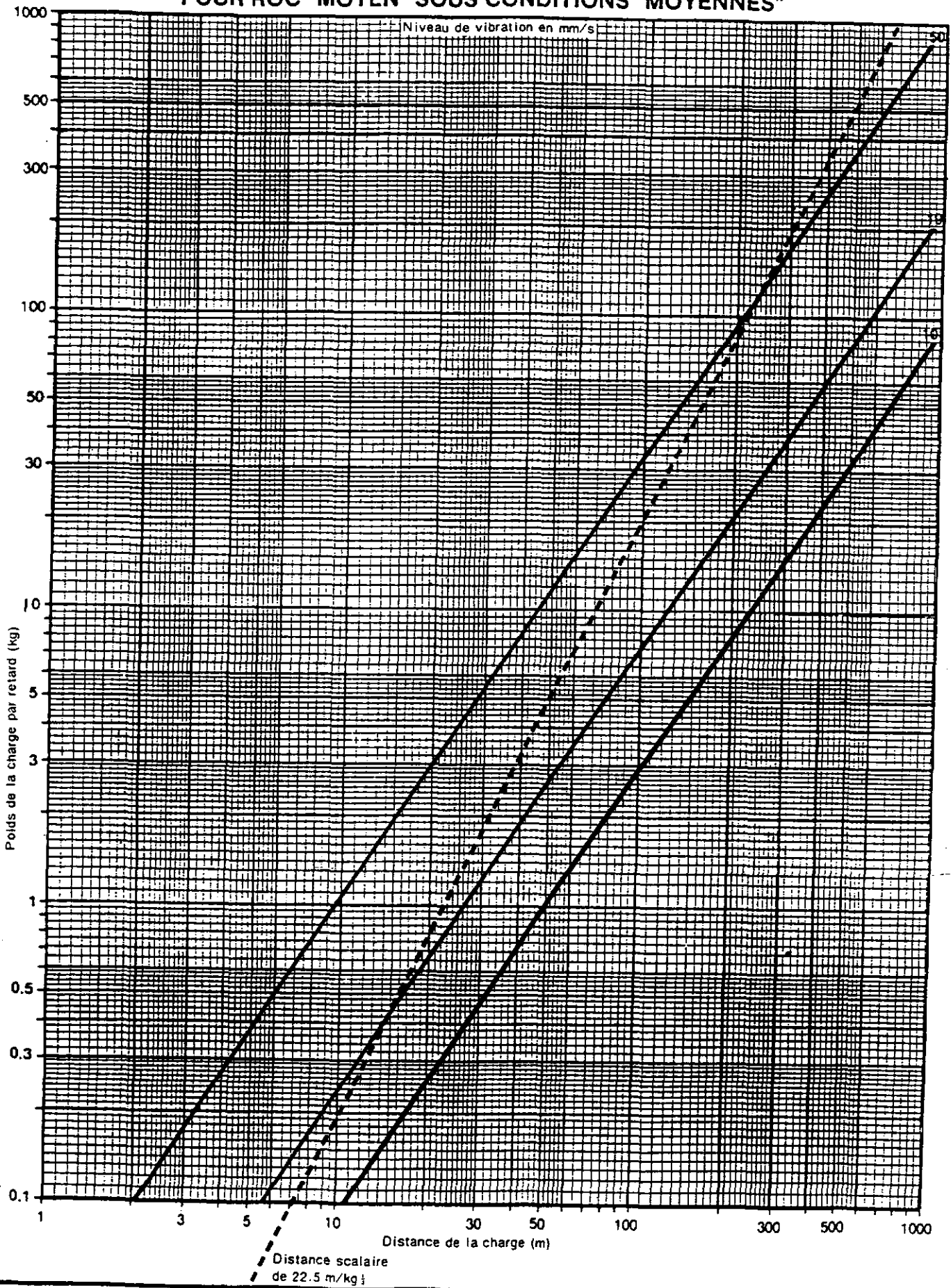
K	<u>Condion de dynamitage</u>
230	sautage de faible profondeur, roc fracturé
350	sautage de banc
450	volée de galerie, excavation étroite
575	foncée initiale

$$k \text{ (système impérial)} \times 11.49 = k \text{ système métrique}$$

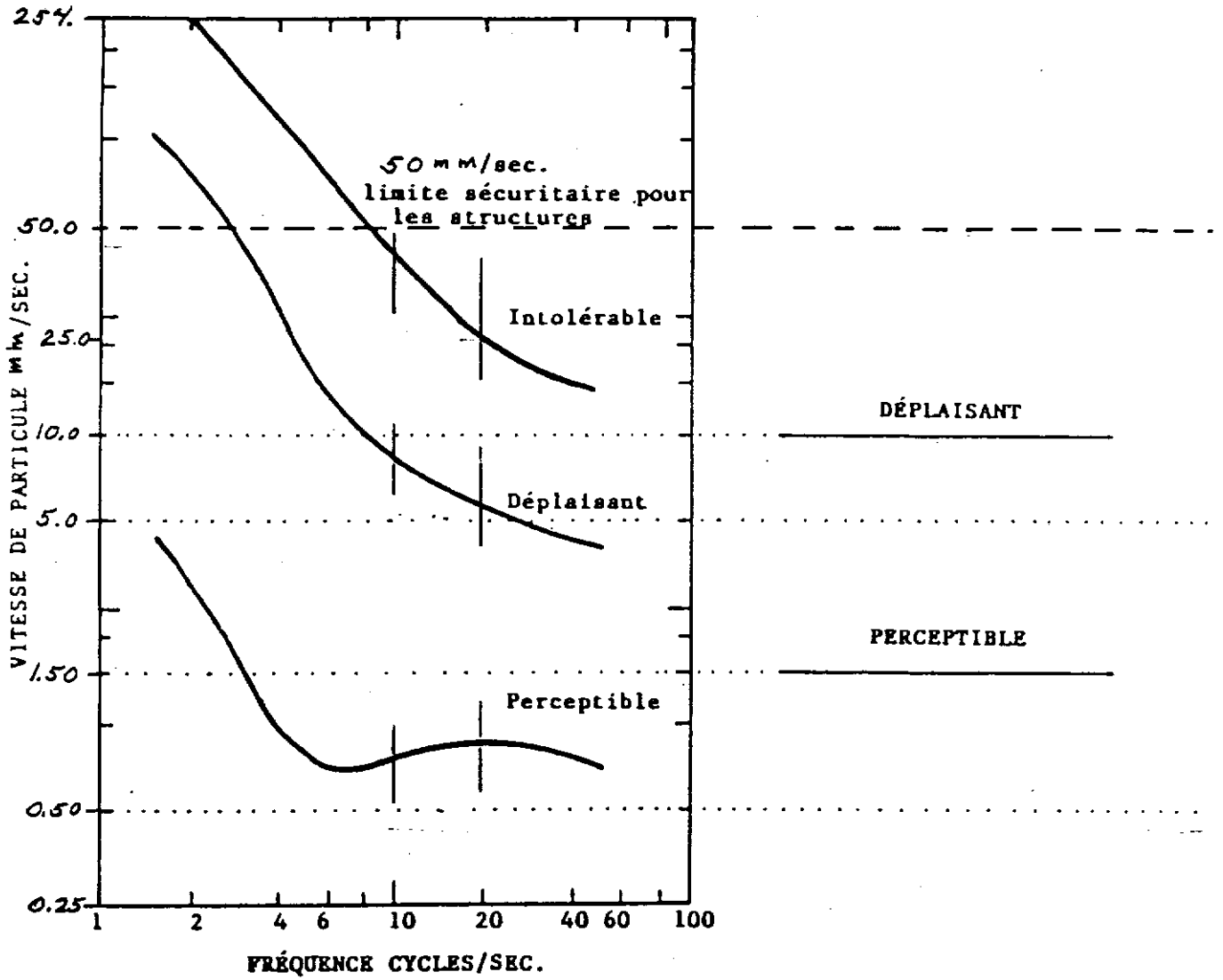
VITESSE DES PARTICULES vs FREQUENCE



GRAPHIQUE POUR ESTIMER LES NIVEAUX DE VIBRATION POUR ROC "MOYEN" SOUS CONDITIONS "MOYENNES"



VIBRATION SANS EFFET
DE SURPRESSION D'AIR



REACTION DU CORPS HUMAIN AUX VIBRATIONS