



SMⁱ Groupe S.M. International inc.

**SMART CENTRES
Centre Commercial Carrière Francon
Montréal**

Étude préliminaire des parois rocheuses Géologie structurale



Présentée à :

**Monsieur Éric Thomas, directeur de projet
Smart Centres
395, boul. Ste-Croix, Bureau 202
Montréal (Québec)
H4N 2L3**

Préparée par :

**Groupe S.M. International inc.
75, rue Queen, Bureau 5200
Montréal (Québec)
H1P 3H6**

N/D : F063392-003

Août 2007



ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DES PAROIS ROCHEUSES GÉOLOGIE STRUCTURALE

PRÉSENTÉE À :

Smart Centres

a/s Eric Thomas, directeur de projet
395, boul. Ste-Croix, Bureau 202
Montréal (Québec)
H4N 2L3

PRÉPARÉE PAR :

Le Groupe S.M. International inc.

75, rue Queen
Bureau 5200
Montréal (Québec)
H3C 2N6

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Katie St-Amand", written over a horizontal line.

Katie St-Amand, géol. M. Sc.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Patrick Therrien", written over a horizontal line.

Patrick Therrien, ing.
Chargé de projets - géotechnique

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "John Hnatiuk", written over a horizontal line.

John Hnatiuk, bachelier en technologie
Chargé de projet

Août 2007

N/D: F063392-003

Table des matières

ÉQUIPE DE TRAVAIL.....	IV
1 INTRODUCTION.....	1
2 DESCRIPTION ET HISTORIQUE DU SITE	2
3 MÉTHODOLOGIE.....	3
3.1 CRITÈRES D'ÉVALUATION	3
3.1.1 <i>Hauteur des parois</i>	3
3.1.2 <i>Caractéristiques géologiques</i>	3
3.1.3 <i>Chutes de blocs</i>	5
3.1.4 <i>Facteurs climatiques et présence d'eau sur la paroi</i>	6
3.1.5 <i>Historique des évènements de chute de blocs</i>	6
3.1.6 <i>Temps d'exposition au soleil (Gel-dégel)</i>	7
3.2 DIVISION ET DESCRIPTION DES PAROIS	7
3.2.1 <i>Paroi le long de la route d'accès</i>	7
3.2.2 <i>Palier 1</i>	9
3.2.3 <i>Paliers 2A et 2B</i>	11
3.2.4 <i>Palier 3</i>	13
3 RECOMMANDATIONS.....	26
4 BIBLIOGRAPHIE.....	30
5 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE.....	31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pointage des différentes parois à l'étude	25
---	----

Liste des figures

Figure 1 : Modified Ritchie's design chart to determine required width and depth of rock catch ditches in relation to height (H) and slope angle of hillslope. (after Witheside, 1986)	29
--	----



Liste des annexes

- Annexe 1 : Étude : 83F460 Carrière Francon – Qualité de la roche en place
PIDT : 7976 et 8106
- Annexe 2 : Photographie
- Annexe 3 : Plan Étude d'avant projet Carrière St-Michel F074340001C001-02



ÉQUIPE DE TRAVAIL

John Hnatiuk, B.Tech., chargé de projet
Guy Fouquet, ing. Vice-Président Aménagement, Environnement et Science de la Terre

SOUTIEN TECHNIQUE

Valérie Plante, technicienne bureautique
Andrée Lambert, technicienne bureautique
Pierre Côté, cartographie et géomatique
Sylvain Laroche, infographie

GÉOTECHNIQUE ET GÉOLOGIE

Katie St-Amand, géologue, M.Sc.
Ghislain Houde, ing.
Patrick Therrien, ing.
Isabelle Gauthier, tech.

1 INTRODUCTION

Au cours de l'année 2006, **Le Groupe S.M. International inc.** a réalisé les études environnementales et géotechniques préliminaires afin de connaître les contraintes d'aménagement reliées aux caractéristiques physiques et environnementales du site de la carrière Saint-Michel.

Un des aspects importants intrinsèques à la conception préliminaire de l'ensemble du projet est l'évaluation des contraintes engendrées par les parois rocheuses en regard des éboulements éventuels et de la stabilité de ces dernières. De plus, la construction de quelques bâtiments ancrés dans les parois de la carrière et à proximité des parois rocheuses est préliminairement envisagée.

Cette étude préliminaire consiste dans la réalisation d'une cartographie sommaire géologique des parois rocheuses afin de caractériser les parois en fonction de leur potentiel de glissement ou d'éboulement. De plus, la conception préliminaire des fossés de captage a été évaluée.

2 DESCRIPTION ET HISTORIQUE DU SITE

La carrière Saint-Michel est située à l'intérieur du quadrilatère formé par le boulevard Industriel au nord, le boulevard Pie IX à l'est, la rue Jarry Est au sud et les 15^e, 16^e et 17^e rues à l'ouest. Elle est située dans le quartier Saint-Michel au nord de l'autoroute 40. La superficie de la carrière Saint-Michel est d'environ 91 hectares. Une autre carrière importante, la carrière Miron, est située à l'ouest de la carrière Saint-Michel. L'emplacement de ces deux carrières est montré sur une copie du plan de Saint-Michel joint à l'annexe 1. Il est à noter que la carrière Saint-Michel est également appelée carrière Francon comme c'est le cas du plan de Saint-Michel joint à l'annexe 3.

Caractérisée par des falaises de calcaire pouvant atteindre 70 mètres de hauteur, la carrière Saint-Michel a été pendant plus de 40 ans exploitée pour le prélèvement de calcaire utilisé dans la fabrication du ciment, d'enrobés bitumineux et de pierres concassées. Les opérations à la carrière ont pris fin en décembre 1986 (PARI Saint-Michel, non daté). Le site est par ailleurs reconnu pour la présence de minéraux rares, notamment le cristal de weloganite (minéral jaune), la franconite ainsi que quelques autres minéraux très peu connus et à peine documentés.

La Carrière Saint-Michel est enclavée entre un secteur à vocation industrielle et un quartier résidentiel. Mentionnons également qu'en 1984, la ville de Montréal fait l'acquisition de la carrière Saint-Michel et utilise une partie comme site de dépôt pour les neiges usées de la ville (Brassard, 2003). Des quais de déchargement ont été érigés au sommet des parois rocheuses. Les parois rocheuses dans l'axe des quais ont fait l'objet d'étude stabilité par la firme SNC. Seule l'étude numérotée de la ville de Montréal 83F460 est actuellement disponible. Cette étude est jointe à l'annexe 1.

3 MÉTHODOLOGIE

Les critères d'évaluation des parois utilisés pour les fins de cette étude s'inspirent de la littérature disponible sur le « rockfall hazard rating system » utilisée par les autorités américaines (ODOT) et canadiennes (CN, CP) afin d'évaluer les risques de chute de pierres des pentes et parois rocheuses à proximité des routes et des structures de transport terrestre. (Hoek, Evert et Budetta (Assessment of rockfall risk along roads, 2004)).

3.1 CRITÈRES D'ÉVALUATION

Ces critères proviennent du chapitre intitulé Analysis of rockfall hazards du Dr Evert Hoek. La distance de tombé des blocs de la paroi ainsi que le temps d'exposition au soleil ont été ajoutés.

1. Hauteur des parois
2. Caractéristiques géologiques
3. A-Grandeurs des blocs tombés; B-quantité tombé par événement; C-distance de la paroi de blocs de rocs tombés
4. Facteurs climatiques et présence d'eau sur la paroi
5. Historique des événements de chute de blocs
6. Temps d'exposition au soleil

3.1.1 HAUTEUR DES PAROIS

La hauteur des parois considérée est la hauteur maximale d'où une chute de pierre pourrait survenir.

Le pointage est exponentiellement proportionnel à la hauteur de la paroi (voir figure 9 - chapitre Analysis of rockfall hazards de Evert Hoek, 2007 New Edition)).

3.1.2 CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES

Cas – 1 Caractéristiques structurales dominantes

(Condition structurale) L'orientation de la stratigraphie (favorable, aléatoire ou inverse) et la continuité (ou discontinuité) des joints sont des éléments à évaluer (pointage de 3 à 81).

3 points – Joints discontinus et orientation favorable de la stratigraphie

9 points – Joints discontinus et orientation aléatoire de la stratigraphie

27 points – Joints discontinus et orientation inverse de la stratigraphie

81 points – Joints continus et orientation inverse de la stratigraphie

(Friction de la roche) Les caractéristiques des surfaces des joints (irrégulier ou rugueux, ondulé, plan ou avec remplissage d'argile ou surface soyeuse) sont considérées. Pointage de 3 à 81.

Cas – 2 Caractéristiques de type érosion dominantes

(Condition structurale) Des éléments tel que des unités stratigraphiques non supportées, la présence de roche résistante exposée sur une pente menant à des chutes de pierre ou un suraidissement des pentes sont considérés comme des conditions structurales de type érosion. Pointage de 3 à 81.

3 points – quelques éléments d'érosion différentiel

9 points – éléments d'érosion occasionnel différentiel

27 points – plusieurs éléments d'érosion

81 points – éléments d'érosion majeurs

Différence dans le taux d'érosion

Petite différence (pente plutôt homogène et stable) – 3 points

Différence modérée (Pente présente des éléments d'érosion prenant plusieurs années à apparaître) – 9 points

Grande différence (Pente présentant des éléments d'érosion se développant en l'espace d'une année) – 27 points

Différence extrême (pente présentant des éléments d'érosion rapide) – 81 points

Dans cette catégorie, le pointage donné doit refléter la fréquence et la quantité de matériel érodé (chute de pierres), car ces éléments sont directement liés au phénomène d'érosion.

À noter que dans l'évaluation des caractéristiques géologiques, le pointage attribué est cumulatif au sein du cas choisi.

Pour les parois présentant des caractéristiques associées aux deux cas décrits précédemment, ceux-ci sont évalués et le pointage le plus élevé des deux cas est considéré dans l'évaluation globale.

3.1.3 CHUTES DE BLOCS

A - Grandeur des blocs tombés

0,3 mètre – 3 points

0,6 mètre – 9 points

1 mètre – 27 points

1,2 mètres – 81 points

La dimension des blocs tombés des parois est évaluée à l'aide d'un ruban à mesurer.

B - La quantité de roc (en m³) tombée des parois depuis l'arrêt de l'exploitation de la carrière est évaluée.

3 points – environ 2,3 m³

9 points – environ 4,6 m³

27 points – environ 6,9 m³

81 points – 9,2 m³ et plus

C - Distance de roulement des blocs tombés

La hauteur et la largeur des talus d'accumulation ainsi que la distance de roulement des blocs sont mesurées à l'aide d'une chaîne métrique. Pointage de 3 à 81 pts.

3.1.4 FACTEURS CLIMATIQUES ET PRÉSENCE D'EAU SUR LA PAROI

3 points – Précipitation faible à moyenne, pas de période de gel, pas de venue d'eau sur la paroi;

9 points – Précipitation moyenne, courte période de gel, présence intermittente d'eau sur la surface de la paroi;

27 points – Précipitation élevée ou longue période de gel ou présence continue d'eau sur la paroi et longue période de gel;

81 points – Précipitation élevée et longue période de gel ou présence continue d'eau sur la paroi et longue période de gel

3.1.5 HISTORIQUE DES ÉVÈNEMENTS DE CHUTE DE BLOCS

Peu de chute de rocs – 3 points

Ce pointage est appliqué si les chutes de pierres se produisent plusieurs fois dans le temps mais que ces chutes de pierres ne constituent pas un problème persistant ou significatif. Si des chutes de pierres se produisent quelquefois par année pendant des événements climatiques particuliers ou s'il n'y a pas d'historique de chute de pierres disponible, cette catégorie est utilisée.

Chutes occasionnelles – 9 points

Les chutes de pierres se produisent régulièrement durant l'année et durant la majorité des événements climatiques particuliers.

Plusieurs chutes de pierres – 27 points

Cette catégorie correspond aux chutes de pierres qui se produisent fréquemment durant certaines saisons (notamment au printemps lors de la période de gel-dégel et à l'automne). Elle s'applique aussi dans le cas où les chutes de pierres se produisent durant certaines saisons mais ne causent pas de problème significatif, ou bien lorsqu'une sévère chute de pierres est déjà survenue.

Chutes de pierres constantes – 81 points

S'applique quand les chutes de pierres se produisent fréquemment tout au long de l'année ou lorsque de sévères chutes de pierres sont considérées comme des événements courants.

3.1.6 TEMPS D'EXPOSITION AU SOLEIL (GEL-DÉGEL)

L'exposition au soleil peut avoir une influence sur la chute de blocs. Le cycle de gel et dégel suivant le réchauffement de la surface par le soleil peut accélérer le fractionnement ainsi que le déplacement de blocs, voir même d'ensemble de blocs, provoquant à la longue des chutes ou des effondrements.

Une cote est calculée pour chacune des sections de paroi à l'étude. Cette cote correspond au résultat de l'addition du pointage des 6 catégories (caractéristiques observées).

Le résultat final sera inclus dans un intervalle allant de 27 à 748 points.

Ainsi, le classement qui s'en suit permet donc d'identifier les parois demandant une intervention accrue pour fins de sécurité; intervention sur la paroi même, dimension des fossés de captage de chutes de rocs, emplacements des accès, des stationnements et des bâtiments.

À noter que cette étude a pour objectif la détermination des zones les plus propices à l'aménagement. Toutefois, des études exhaustives (supplémentaires) seront nécessaires afin de préciser les interventions à effectuer.

3.2 DIVISION ET DESCRIPTION DES PAROIS

3.2.1 PAROI LE LONG DE LA ROUTE D'ACCÈS

Plusieurs petits affleurements rocheux sont observables le long de la route d'accès (Photo 1). Deux de ces zones rocheuses ont été évaluées de façon distincte (Photos 2 et 3). Ces parois présentent une stratigraphie de petits lits de calcaire interlités avec de minces couches de shale. Un système de fracturation plus ou moins serré est visible sur l'affleurement 1. Le second affleurement situé plus bas le long de la route d'accès présente quand à lui, des signes d'érosion assez importants. Dans les deux cas, quelques blocs sont visibles sur le bord de la route, mais aucune accumulation significative n'est toutefois observée.



Photo 1 : Vue d'ensemble de la route d'accès



Photo 2 : Affleurement n° 1



Photo 3 : Affleurement n° 2

3.2.2 PALIER 1

Le palier 1, occupé actuellement par le service de la voirie de la ville de Montréal, présente une paroi rocheuse peu élevée, 4 mètres tout au plus. Une stratigraphie subhorizontale relativement homogène constitue l'ensemble de la paroi. La présence de nombreuses fissures associées à un système de diaclases permet le détachement de groupe de blocs (Photos 4 et 5).



Photo 4 : Présence de fissures et d'instabilité dans la paroi du palier 1



Photo 5 : Vue d'une partie de la paroi du palier 1

3.2.3 PALIERS 2A ET 2B

La paroi des paliers 2A et 2B est accessible par un chemin d'accès situé à sa base. La paroi présente une stratigraphie subhorizontale sur son ensemble. À la base de la paroi, il y a présence d'un talus d'accumulation de débris de roc, la zone d'accumulation des débris mesure environ 6 mètres de large. Cette accumulation de blocs d'une hauteur de 2 mètres est pratiquement constante partout à la base de la paroi du palier 2. La distance maximale mesurée pour les chutes de blocs est d'environ 15 mètres. Cette distance s'explique principalement par le roulement des blocs sur le talus d'accumulation présent à la base de la paroi.

La paroi du palier 2 est constituée d'ensemble de lits de calcaire interlités de petites couches de shale. Des zones d'instabilité, soit un ensemble de blocs se détachant de la paroi, (Photo 6 : zone d'instabilité) des zones d'érosion et de glissement ont été observées.

La présence d'un système de diaclase très rapproché favorise la formation de blocs de petite dimension qui peuvent se détacher facilement de la paroi. La forme et la dimension des blocs constituant les talus d'accumulation en témoignent.

Deux secteurs du palier sont caractérisés par une surface avec moins d'éléments de fissuration et d'érosion favorable à l'implantation du bâtiment d'accès.

Le premier secteur A est délimité par le talus de remblai formant le palier 1 et s'étend sur environ 30 mètres. Un remblai est présent à la base de la paroi empêchant l'observation de sa base (Photo 7 : Palier 2, Secteur A).

Le deuxième secteur B est situé directement en face de l'entrée du chemin d'accès du palier 2. Un talus de blocs de 2 mètres de hauteur et de 5 mètres de largeur est présent à la base de cette zone de la paroi. La surface nous indique des sections un peu plus lisses et la stratigraphie est moins affectée par la fracturation. (Photo 8 : Palier 2, Secteur B).

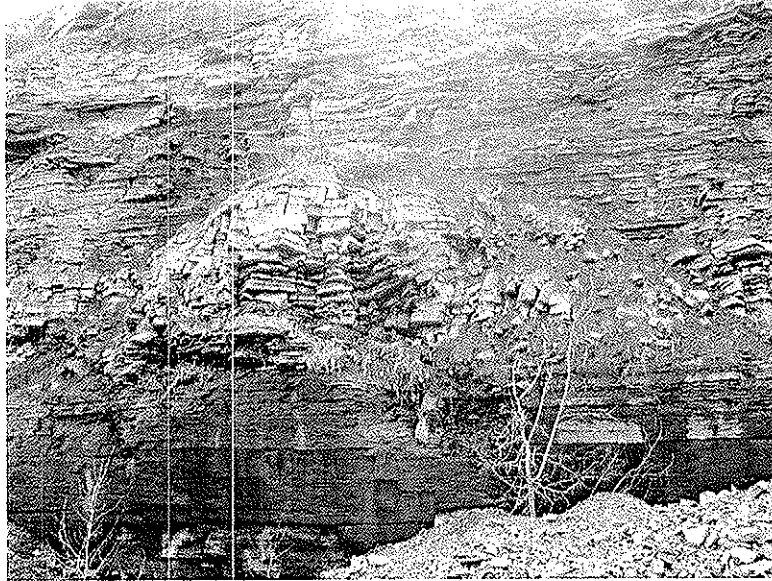


Photo 6 : Palier 2 général, secteur non favorable



Photo 7 : Palier 2 secteur A, secteur favorable

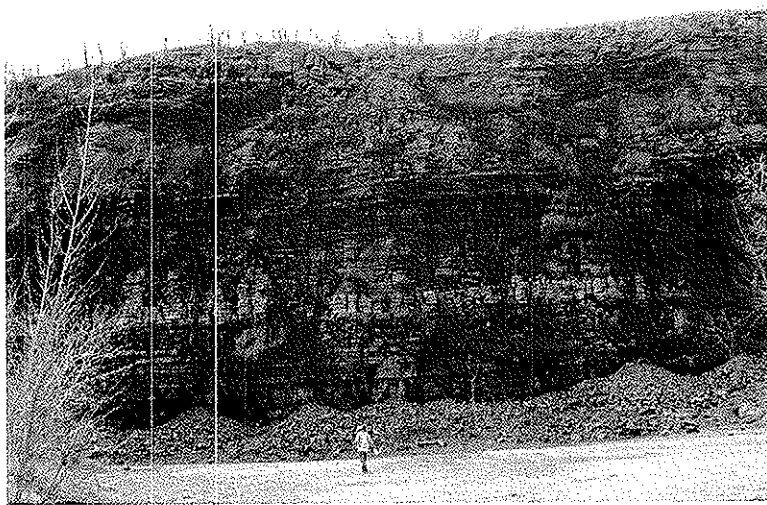


Photo 8 : Palier 2, secteur B, secteur favorable

3.2.4 PALIER 3

Les parois du palier 3 sont évaluées en regard de six sections distinctes. Ces sections se différencient par leur orientation dans la carrière et par leurs caractéristiques géologiques nécessitant un traitement distinct (Voir photo aérienne).

Section 1

La paroi de la section 1 est constituée de lits de calcaire interlités de petites couches de shale. La stratigraphie est subhorizontale avec une tendance favorable à la chute de blocs (pendage vers l'intérieur de la carrière).

La section 1 présente une combinaison d'éléments structuraux et d'érosions majeurs. Des talus d'accumulation de blocs d'au moins 2 mètres de hauteur et de 6 mètres de largeur sont présents à la base de la paroi sur toute la longueur de la section à l'étude. Les talus d'accumulation des zones les plus affectées structurellement contiennent des blocs de plus grande dimension (3 mètres et plus) et des blocs de plus de 2 mètres de diamètre ont été observés à la base de la paroi (Photos 9 et 10).

Une importante zone de décrochement est visible sur cette section (Photos 11 et 12).

À noter qu'une chute d'eau permanente est observée dans la partie de la paroi attenante au palier 2. Un important talus d'effondrement est présent à la base de la paroi. Celui-ci mesure environ 4 mètres de hauteur et 12 mètres d'étalement. La dimension des blocs varie de quelques centimètres à 1 mètre (Photo 13).

Section 2

La section 2 délimite le palier 2 et le palier 3. Sa stratigraphie est subhorizontale.

Cette paroi présente une venue d'eau permanente (nappe phréatique) dont la hauteur varie en fonction des saisons. Des talus d'accumulation de débris sont présents tout au long de la base de la paroi. La hauteur de ces talus d'accumulation varie de 2 à 5 mètres et l'étalement des débris se rend jusqu'à 11 mètres de la paroi (Photo 14). La venue d'eau a encavé, par l'érosion, la paroi en son centre et la partie supérieure de la paroi est en surplomb à certains endroits. (Photo 15)

Section 3

La section 3 est limitée par l'intersection avec la section 2 et se termine après une zone de paroi très lisse le long de la limite Sud de la carrière (Photo 16). Une partie du palier 2 limite la paroi à son sommet.

La section 3 présente une stratigraphie subhorizontale constituée de lits de calcaire d'épaisseur moyenne diminuant vers le sommet de la paroi. Un système de diaclase rapproché permet la formation de blocs de petite dimension. La présence de caractéristiques structurales majeures combinées avec des éléments d'érosion rend cette section plus problématique à moyen terme (Photos 17 et 18).

Les talus d'accumulation de débris de rocs sont relativement homogènes et mesurent environ 2 mètres de hauteur sur 6 mètres d'étalement pour un maximum de 15 mètres. Une avancé de la paroi présente des signes d'instabilité majeure. Plusieurs blocs de grandes dimensions, soit 2 mètres de diamètre et plus, sont visibles à la base de cette avancé de la paroi (Photo 19).

Section 4

Cette section est délimitée par la fin d'une zone lisse de la paroi de la section 3 et constitue la plus haute des parois à l'étude, soit environ 70 mètres. La stratigraphie de la section 4 est aussi subhorizontale et présente peu de variation.

La paroi de la section 4 présente des éléments structuraux majeurs visibles. Un important système de faille distancé de quelques mètres a été observé sur la partie supérieure de la paroi (Photos 20 et 21). L'intersection de fissures permet la formation de plan de glissement de roches. Des talus d'accumulation de débris sont de grandes dimensions pour cette section (jusqu'à 25 mètres d'étalement). Des blocs de roches de plusieurs mètres de diamètre sont présents en plus grande quantité. Une fracture localisée dans la partie inférieure de la paroi présente un remplissage d'argile (Photo 22).

Une zone d'environ 20 mètres, située à la fin de la section 4, a subi des travaux d'aménagement car elle présente une surface verticale et est pratiquement lisse dans sa partie supérieure. Quelques aspérités dans sa partie inférieure sont toutefois observables. Le talus d'accumulation est de dimension réduite dans cette zone, soit jusqu'à 1 mètre de hauteur et 5 mètres d'étalement.

Section 5

La section 5 se trouve presque partiellement obstruée par la présence de matériaux de remblayage. Des arbres sont également présents. Une partie de la paroi observable à l'intersection avec la section 4 présente des signes importants d'érosion. Des débris de roc et de sols meubles pêle-mêle sont visibles sur la pente ainsi qu'à la base de la paroi. (Photos 23 et 24).

Section 6

La section 6 présente une stratigraphie d'orientation variable, composée de petits lits de calcaire interlités de shale. La paroi est constituée de 3 plateaux d'une hauteur similaire (Photo 25). À plusieurs endroits, un sill de lamprophyre entrecoupe l'ensemble des couches de roche. La base de la paroi de la section 6 fait actuellement l'objet de travaux d'entretien en raison de la proximité de la route d'accès. La paroi montre quelques zones de blocs instables. Le long de la route d'accès, les talus d'accumulation de blocs sont de faibles dimensions. La base de la paroi inférieure du côté du palier 3 présente quant à elle, une quantité de débris plus importante localisée dans les 5 à 8 mètres (Photo 26) de la paroi.



Photo 9 : Section 1, bloc de plus de 2 m de diamètre



Photo 10 : Section 1, présence de plan de fractures importantes



Photo 11 : Section 1, zone de décrochement



Photo 12 : Section 1, zone de décrochement



Photo 13 : Sections 1-2, venue d'eau et talus d'effondrement



Photo 14 : Section 2, présence de talus d'accumulation de débris à la base de la paroi



Photo 15 : Section 2, vue de côté



Photo 16 : Section 3, zone de paroi très lisse



Photo 17 : Section 3, vue d'une partie de la paroi

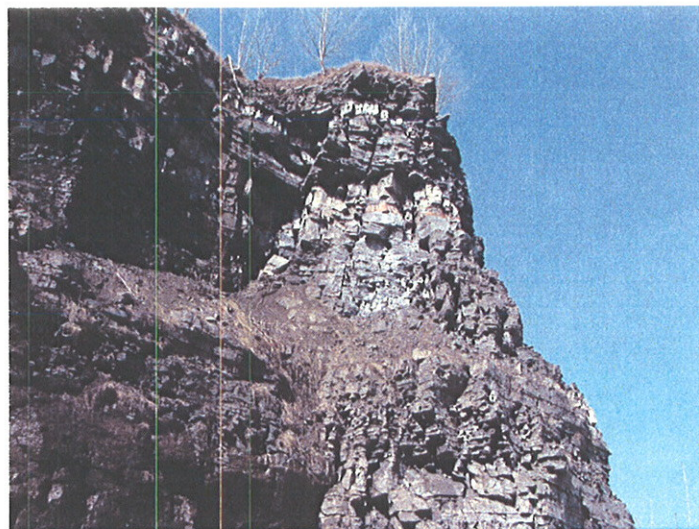


Photo 18 : Section 3, zone de décrochement



Photo 19 : Section 3, vue d'ensemble d'un talus d'effondrement



Photo 20 : Section 4, vue du système de failles

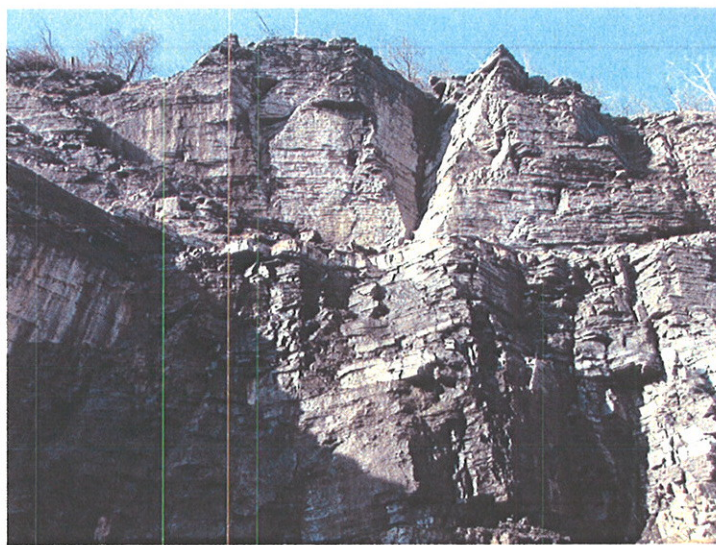


Photo 21 : Section 4, vue détaillée d'une partie de la paroi



Photo 22 : Section 4, fracture avec remplissage d'argile



Photo 23 : Section 5, zone de blocs instables



Photo 24 : Section 5, zone de débris d'effondrement



Photo 25 : Section 6, vue de la paroi dans son ensemble



Photo 26 : Section 6, zone de débris

Tableau 1 : Pointage des différentes parois à l'étude

<i>Palier</i>		<i>Pointage</i>	<i>Caractéristiques principales</i>
Affleurement 1		225	Faible hauteur, chutes de blocs non significatif
Affleurement 2		210	Faible hauteur, chutes de blocs non significatif
Palier 1		122	Faible hauteur, pente subverticale, instabilités localisées
Palier 2		508	Système de diaclase serré, talus de dimension homogène
Palier 3	Section 1	514	Route d'accès au dessus, éléments structuraux dominants
	Section 2	406	Venue d'eau permanente, partie supérieure en surplomb
	Section 3	370	Palier 2 au-dessus, système de diaclases plutôt serré
	Section 4	622	Hauteur très élevée, éléments structuraux prédominants
	Section 5	406	Hauteur moyenne, signes d'érosion prédominants
	Section 6	244	3 plateaux, pente subverticale,

4 RECOMMANDATIONS

Il est impératif d'effectuer un écaillage sommaire de toutes les parois avant de procéder à l'aménagement de fossés de captage et ce, en vue de réduire les risques de chutes de blocs pendant les travaux, d'assurer la sécurité des travailleurs et du public et de faciliter l'aménagement ultérieur des paliers différents.

Conception préliminaire des fossés de captage de chutes de blocs

Les observations des parois et des talus d'accumulation existants (leur dimension et la distance maximale de roulement des blocs de roches lors de chutes), permettent d'établir de façon **préliminaire**, les dimensions d'aménagement des fossés de captage des chutes de blocs. De plus, une charte de design de fossé de captage présentée dans l'article de Budetta est utilisée afin de proposer des dimensions réalistes d'aménagement.

Palier 1

Le fossé de captage proposé, applicable à la base de la paroi du palier 1, serait d'environ 4 mètres de large et de 1 mètre de profond.

Palier 2

Le fossé de captage suggéré, applicable à la base de la paroi du palier 2, serait d'environ 6 mètres de large et 2,5 mètres de profond. Toutefois, certaines zones présentant des instabilités plus importantes devront voir leurs bases aménagées avec un fossé agrandi soit de 1 à 2 mètres supplémentaires. Des mesures supplémentaires de captage des chutes de pierres devront être ajoutées pour tous les bâtiments qui seraient aménagés à proximité ou directement au droit de la paroi tel que le boulonnage des parois et l'installation permanente de mailles de protection.

Palier 3

Le palier 3 constitue un défi pour l'aménagement des abords des parois rocheuses. Les sections 2 et 4 présentent des caractéristiques particulières : la première section ayant une venue d'eau permanente en toute saison, la seconde étant la paroi la plus élevée de l'étude, soit environ 70 mètres.

Les sections 1, 2 et 3

Ces trois sections présentent en hauteur, en dimension de talus et en distance maximale de chute de blocs (sauf exception) des comportements similaires. Nous proposons des fossés de captage entre 6 mètres de largeur et de 3 mètres de profondeur.

Section 4

Des évidences d'instabilité structurale devront être prises en considération (Photo 27 : vue d'ensemble de la section 4). Le fossé de captage proposé est d'au moins 8 mètres de large et de 2 mètres de profond. Aussi, il est à noter qu'une partie de la section 4 présente des signes d'aménagement tel qu'une paroi lisse et une pente complètement verticale) (Photo 28 : Partie de la section 4 montrant le plus de stabilité actuellement). D'ailleurs, les dimensions du talus actuel sont réduites démontrant ainsi l'efficacité de mesures d'intervention affectant le risque de chutes de pierres. De plus, cette section devra faire l'objet d'études plus exhaustive particulièrement dans la zone présentant des failles importantes et des bâtiments plus rapprochés.

Section 5

La paroi rocheuse de la section 5 est recouverte en partie de matériaux de remblai. Actuellement, aucun talus et aucune chute de bloc où le remblai est présent n'est observable. Par contre, le côté de cette section adjacent à la section 4 présente quant à lui, des signes d'instabilité. Lors de l'aménagement de cette section, s'il y a dégagement de la paroi rocheuse, un fossé de captage sera requis selon les nouvelles données.

Section 6

Cette paroi est composée de 3 plateaux. La base de ces plateaux devra comporter des fosses de captage des chutes de blocs. La dimension suggérée du fossé de captage applicable à la base de chacune des parois des plateaux, est d'environ 3 mètres de large et de 1 mètre de profond.



Photo 27 : Vue d'ensemble de la section 4, palier 3



Photo 28 : Partie de la section 4 montrant une zone plus stable que l'ensemble.

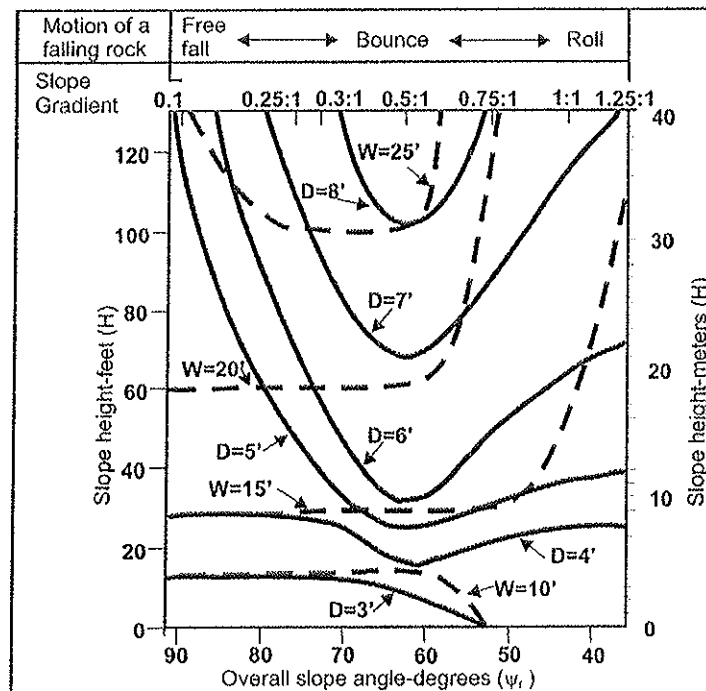


Figure 1 : Modified Ritchie's design chart to determine required width and depth of rock catch ditches in relation to height (H) and slope angle of hillslope. (after Witheside, 1986)

5 BIBLIOGRAPHIE

Assessment of rockfall risk along roads, Budetta, P., Natural Hazards and Earth System Sciences (2004) 4: 71-81

A Short Course in soil and Rock engineering, Simons, N., Menzies, B. and Matthews M., Thomas Telford (Part 2 Chapter 7)

Practical Rock Engineering, Hoek, E. (New 2007, complete edition) source internet sur rocscience.com)

Stabilité des talus rocheux, Panet, M., Rotheval, j.-P., bull. de liaison P. Ch. Spécial décembre 1976 (pages 171 à 186)

Foundation on rock, Wyllie D.C., E & FN Spon 1999

Landslide – Investigation and Mitigation, Transportation Research Board, Special report 247S, Wyllie D.C., Norrish N.I., Chapter 14 to 16.

6 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE

Les recommandations émises dans ce rapport sont basées sur les résultats des conditions actuelles des parois et sur les renseignements dont nous disposons.

Dans l'éventualité où la construction de bâtiments ancrés directement dans les parois rocheuses soit envisagée, des études plus exhaustives seront nécessaires afin de vérifier ponctuellement les conditions du roc et d'évaluer les paramètres de conception des fondations structurales et les méthodes de construction.

De plus, advenant l'identification de conditions problématiques lors de la réalisation des travaux d'écaillage de l'ensemble des parois rocheuses, des évaluations ponctuelles seront effectuées afin de proposer des travaux de stabilisation complémentaires pour assurer la sécurité structurale des parois.



ANNEXE 1

Étude : 83F460 Carrière Francon

Qualité de la roche en place PIDT : 7976 et 8106

ÉTUDE: 83F460

**CARRIÈRE FRANCON
QUALITÉ DE LA ROCHE EN PLACE.**

"PIDT: 7976 et 8106"

**VIVRE,
MONTREAL**



ÉTUDE: 83F460

**CARRIÈRE FRANCON
QUALITÉ DE LA ROCHE EN PLACE.**

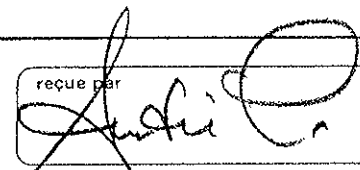
"PIDT: 7976 et 8106"



projet ou contrat CARRIÈRE FRANCON PIERRE EVALUATION DE LA QUALITE DE LA		jour mois année 16-11-83
entrepreneur	fournisseur	
organisme requérant Mod. Voirie (SOUTIEN TECHNIQUE ... 'STIE)	représentant	téléphone

N° réquisition	N° commande	NORMES DE RÉFÉRENCE
ÉTUDE OU ESSAIS 2 Forages au fond de la carrière, 20m de prof.		

ÉCHANTILLONS	<input type="checkbox"/> reçus	<input type="checkbox"/> à venir	<input type="checkbox"/> à cueillir
(Empty space for sample details)			

<input type="checkbox"/> CONFIRMATION lettre doit suivre	Transmettre au secrétariat pour la coordination	reçue par 
--	---	---



Le 9 Décembre 1983

Compagnie nationale de forage
et sondage
1130, rue Sherbrooke ouest
MONTREAL (Québec)
H3A 2R5

A l'attention de Monsieur Guy Sicard, ing.

Objet: Contrat pour travaux de forage
Projet numéro 83 F 460

Messieurs,

Nous vous transmettons ci-jointes deux copies de plan indiquant la localisation et la profondeur des forages à exécuter.

Avant de procéder aux travaux de forage, il y aura lieu de communiquer avec les compagnies d'utilités publiques et les divisions qui exploitent les services publics à cet endroit.

Nous vous prions de procéder à ces travaux dans les plus brefs délais et d'aviser monsieur Maurice Hébert, technologue, au poste 381-9177, de la date du début de ces forages. Nous comptons également recevoir les échantillons et les rapports dans les délais indiqués au cahier des charges.

Agréez, Messieurs, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

LE SURINTENDANT

Raymond Perreault, ing.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'M. Hébert', written over a faint printed name.

M. Hébert, tech.
JR/
p.j. (2)

LOCALISATION x y adresse

sondage
B3F460-1

NOM DU PROJET Francor

Profond. (pi.)	Qualité		Stratigraphie				Structure			ÉPAISS. (pi.)	Commentaires		
	REC	RQD	FRGM %	GR-FRM	COU	PR	OA	SE	OO			TYPE	ANG
0,3				GA			CO	FO	SA			MT	
0,64							CA	OX		di. de	GU	(FO)	Stylobolite + murex passées de sh. (
5,70							CA	SH		di. de	B	(FO)	Calc. nubarnick sh.
6,85							SH	MTCA		di. de	J.	(FO)	
9,65							SH	CA					Nubarni
10,80							SH	MTCA					
12,30							SH						siltsstone
14,15							CA	MTSA				(FO)	
16,40							SH						
17,10							CA		SH	arenacé			silts de sh.
19,35							CA	MTSA		arenacé			FO traces d'ox
20,10													

signature du responsable



VILLE DE
MONTREAL

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
DIVISION TECHNIQUE - LABORATOIRE

ANALYSE DÉTAILLÉE DU ROC

jour mois année page
22 02 88 /

LOCALISATION x y adresse

NOM DU PROJET Francor

sondage
88FALD - 2

Profond. (pi.)	Qualité		ERG 0/9	GR-FRM	Stratigraphie			Structure ÉPAISS. (pi.)			Commentaires	
	REC	RQD			COU	PR	QA	SE	OO	TYPE		ANG
1,52				BAIAM	SHA							
1,93					SHA	GRDO						Pa de SH / SNGR (PR)
4,50												
4,90				CZ	CACX							Styls
12,90					SHAFO	CAEA						MTT
15,35					SHA	CA						Mubano
16,45					CA	MTSA						
17,80					SHA	GR						
19,75					SHA	MTCA						fo
20,80					CACX	GR						88 passées de SH
21,60					SHA							
22,30					CA	MTSA						fo

signature du responsable

Ville de Montréal

Service des travaux publics

Module technique
Laboratoire de contrôle et recherche
999, rue de Louvain Est
Montréal H2M 1B3

Le 6 mars 1984

Monsieur Raymond-T. Cyr, ing.
Assistant-directeur
Module Voirie
Bureau 291
700, rue St-Antoine est
Montréal (Québec)

Objet: Carrière Francon
Qualité de la roche en place
Notre étude: 83F-460 -

Monsieur,

Comme nous vous l'avions mentionné dans notre étude du 18 novembre 1983 (83F-238) portant sur la stabilité de la paroi est de la carrière Francon, nous vous soumettons les résultats de notre évaluation de la qualité de la roche en place aux niveaux du dernier gradin et du fond de la carrière. Cette évaluation a été faite à partir des échantillons de deux forages de 20 mètres de profondeur situés aux endroits indiqués sur le dessin 7976 PIDT ci-joint.

Les échantillons montrent une roche saine et peu fracturée, ce qui correspond à l'état général de la masse rocheuse exploitée jusqu'à ce jour. Quant à la qualité de la roche comme granulats potentiels, elle est variable. Sur le dessin numéro 7976 (feuille 2) nous illustrons les principaux faciès identifiés dans chaque forage. Pour les fins de l'étude nous considérons que les faciès identifiés demeurent les mêmes d'un bout à l'autre de la carrière et que le pendage des couches est pratiquement nul (inférieur à 1% vers le sud).

Nous avons regroupé les faciès géologiques en quatre unités distinctes identifiées par les lettres A, B, C et D.

L'unité A n'a pas été échantillonnée mais plutôt cartographiée sur place; elle se situe entre les élévations -17 et -33 et elle couvre entièrement le gradin inférieur. Cette unité est composée de calcaire cristallin et fossilifère avec de minces interlits de shale; à la base on retrouve des calcaires purs et de la dolomie calcareuse et légèrement gréseuse. Le nombre pétrographique d'un granulats tiré

.../2

de cette pierre devrait se situer autour de 120, ce qui est généralement accepté comme granulats à béton.

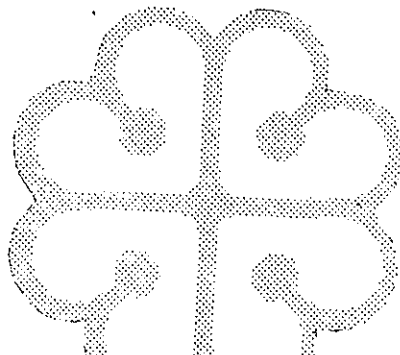
L'unité B se situe approximativement entre les élévations -33 et -39; elle constitue en grande partie le plancher de la carrière dans sa moitié sud. La roche est essentiellement un shale dolomitique avec des lentilles de dolomie gréseuse. Cette pierre est inacceptable pour le béton et pour les fondations de chaussée; elle se maintiendrait sur la limite de l'acceptation comme pierre de remplissage (nombre pétrographique autour de 300).

L'unité C se situe à peu près entre les élévations -39 et -46; son épaisseur peut osciller entre cinq et sept mètres d'une extrémité à l'autre de la carrière. La pierre est un calcaire cristallin et fossilifère en lits épais avec quelques lentilles de shale calcareux. Le calcaire est légèrement dolomitique et gréseux. Cette pierre est de bonne qualité et peut fournir des agrégats dont le nombre pétrographique est inférieur à 150.

En-dessous de l'élévation -46, on définit l'unité D comme un shale calcareux et dolomitique avec lits de calcaire argileux. En raison de sa forte proportion en shale, cette unité produira des granulats de très mauvaise qualité qui seraient même souvent inacceptables comme matériau de remplissage.

En conclusion, nous croyons qu'une telle alternance de roches de bonne qualité et de roches de très mauvaise qualité pourrait être exploitée en deux bancs. L'unité A est actuellement en exploitation à l'extrémité sur de la carrière; cette bonne roche pourrait être "exploitée" lors des opérations d'enlèvement du gradin inférieur. Les unités B, C et D ne sont pas assez épaisses pour être exploitées individuellement. Il ne serait sûrement pas rentable, par exemple de se débarrasser de l'unité B dans un premier temps pour recueillir par la suite la bonne pierre de l'unité C.

Nous recommandons alors d'exploiter, à partir du plancher actuel de la carrière, un banc d'une dizaine de mètres dans lequel on retrouverait de la pierre de différentes qualités donnant dans l'ensemble un granulats acceptable comme matériau de remplissage (nombre pétrographique inférieur à 300).



M Raymond-T. Cyr

- 3 -

06-03-84

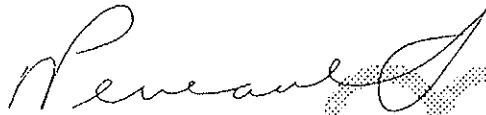
Avant les opérations, il sera utile d'effectuer d'autres forages de reconnaissance pour localiser plus précisément l'élévation du plancher éventuel nous permettant d'optimiser la qualité de la pierre.

Nous espérons que ces commentaires sauront vous satisfaire et nous demeurons à votre disposition pour tout renseignement supplémentaire.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

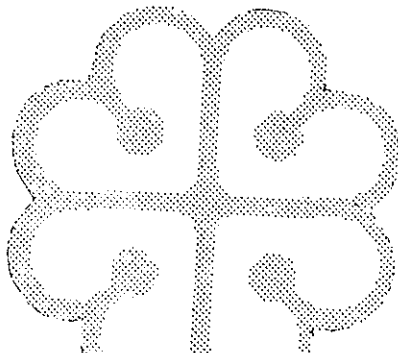
Le surintendant,

Raymond Perreault, ing.



A. Campeau, ing./cb

pj: dessin 7976 (2 feuilles)



COORDONNÉES GÉODÉSIQUES: X 51171 Y 49646

IDENTIFICATION DU SONDAGE 83F-460-1

TYPE DE SONDAGE Diam. SOL RW Diam. ROC BQ INCL. vert.

ÉLEVATION DE SURFACE 37,27 mètres

PROFONDEUR DU SONDAGE 20,14 mètres

PROFONDEUR DU ROC 0,31 mètres

LOCALISATION CIVILE _____

NOM DU PROJET Carrière Francon

NOM DU REQUÉRANT VILLE DE MONTREAL

NOM DE L'ENTREPRENEUR C.N.F.S. INC.

DÉBUT DU SONDAGE 83-11-17

FIN DU SONDAGE 83-11-18

PRÉPARÉ PAR F. Audet DATE 83-11-18

VÉRIFIÉ PAR [Signature] DATE 83-12-16

NIVEAU D'EAU




DATE _____ PROF. _____ PAR. _____

DATE _____ PROF. _____ PAR. _____

TYPES D'ÉCHANTILLONS

- SS Cullière fondue: diam. _____ po
- BT Tube à paroi mince: diam. _____ po
- WS Échantillon de lavage
- RC Échantillon par forage au diamant

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

-  Remanié
-  Perdu
-  Forage au diamant

SYMBOLES

- M Indice de pénétration standard
N = nb de coups pour l'enfoncement
des 2 derniers 6po. (15cm)
- R Refus (N > 100)
- R.Q.D. Indice de qualité du roc
(Rock Quality Designation)
%R.Q.D. = $\frac{\sum \text{Carottes} > 4 \text{ po (10cm)}}{\text{longueur forée}}$

DESCRIPTION		ÉCHANTILLONS					INCLINAISON DES FRACTURES	R.Q.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai, ...)
IDENTIFICATION VISUELLE	PROF. m pi	LOC. ÉCH.	TYPE A NO.	% RÉC.	RÉSISTANCE COUPS/6po (15cm)	N			
Fragments de roc	0,31								
	0,64		RC-1	100			0		
	1,65		RC 2	100			45		
	3,20		RC 3	93			66		
Roc Calcaire gris schisteux fossilifère	4,78		RC 4	100			89		
	6,38		RC 5	100			100		
			RC 6	98			97		

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE N° 83F-460-1

DESCRIPTION		ÉCHANTILLONS						INCLINAISON DES FRACTURES	R.Q.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai,...)
IDENTIFICATION	VISUELLE	PROF m. pi.	LOC ÉCH.	TYPE ET NO	% REC.	RÉSISTANCE CCUPS/6po (15 cm)	N			
		7,98	8							
				RC 7	100				95	
		9,58	30							
	Minces lits de schiste entre 9,58 et 12,09 m		10	RC 8	100				94	
		11,18	35							
			11							
			12	RC 9	100				95	
	Schiste	12,78	40							
			13							
			14	RC 10	100				92	
		14,38	45							
	Minces lits de schiste entre 14,10 et 16,36 m		15	RC 11	99				77	
		15,95	50							
	Schiste		16							
			17	RC 12	98				95	
		17,53	55							
	Minces lits de schiste entre 17,12 et 20,14 m		18	RC 13	100				100	
			60							

RAPPORT DE FORAGE

FORAGE N° 83F-460-1

DESCRIPTION			ÉCHANTILLONS					INCLINAISON DES FRACTURES	R.O.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai,...)
IDENTIFICATION	VISUELLE	PROF. m. pi	LOC ECH.	TYPE ET NO	% REC	RÉSISTANCE COUPS/6po(15 cm.)	N			
	19,10	19								
		65		RC 14	100				7.6	
Fin du forage @ 20,14 m			20							
		21								
		70								
		22								
		23								
		75								
		24								
		30								
		25								
		26								
		85								
		27								
		90								
		28								
		29								
		95								

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES: X 51580 Y 49510

IDENTIFICATION DU SONDAGE 83F-460-2

TYPE DE SONDAGE Diam. SOL BW Diam. ROC BQ INCL. VERT.

ÉLÉVATION DE SURFACE -33,10 mètres

PROFONDEUR DU SONDAGE 22,78 mètres

PROFONDEUR DU ROC 1,52 mètres

LOCALISATION CIVILE _____

NOM DU PROJET Carrière Francon

NOM DU REÇÉRANT VILLE DE MONTREAL

NOM DE L'ENTREPRENEUR C.N.F.S. INC.

DÉBUT DU SONDAGE 83-11-18

FIN DU SONDAGE 83-11-22

PRÉPARÉ PAR F. Audet DATE 83-11-22

VÉRIFIÉ PAR [Signature] DATE 83-12-16

NIVEAU D'EAU

DATE _____ PROF. _____ PAR. _____
DATE _____ PROF. _____ PAR. _____

TYPES D'ÉCHANTILLONS

- SS Cullibra fendue: diam. _____ po
- ST Tube à paroi mince: diam. _____ po
- WS Échantillon de lavage
- RC Échantillon par forage au diamant

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

- Remanié
- Perdu
- Forage au diamant

SYMBOLES

- M Indice de pénétration standard
N° nb de coups pour l'enfoncement
des 2 derniers 6po. (15cm)
- R Refus (M > 100)
- R.Q.D. Indice de qualité du roc
(Rock Quality Designation)
 $\%R.Q.D. = \frac{\sum \text{Corantes} > 4 \text{ po (10cm)}}{\text{longueur forée}}$

DESCRIPTION		ÉCHANTILLONS					INCLINAISON DES FRACTURES	R.Q.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai, ...)
IDENTIFICATION VISUELLE	PROF. m ft	LOC. ÉCH.	TYPE & NO.	% RÉC.	RÉSISTANCE COUPS/6po (15cm)	M			
Fragments de roc	1,52								
Roc	1,93		RC 1	63			0		
Schiste	3,61		RC 2	100			73		
			RC 3	100			52		
Calcaire gris schisteux fossilifère	5,21		RC 4	100			94		
	6,81								

RAPPORT DE FORAGE

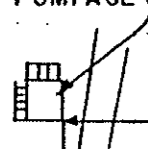
FORAGE N° 83F-460-2

DESCRIPTION			ÉCHANTILLONS					INCLINAISON DES FRACTURES	R.O.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai, ...)
IDENTIFICATION	VISUELLE	PROF m. pi.	LOC ÉCH	TYPE ET NO	% RÈC.	RÉSISTANCE CCUPS/6po (15 cm)	N			
		8		RC 5	100				91	
	8,41	9		RC 6	100				94	
		10								
	9,98	11		RC 7	100				100	
		12								
	11,58	13		RC 8	100				90	
		14								
	13,18	15		RC 9	100				88	
		16								
	14,78	17		RC 10	100				95	
		18								
	16,38	55		RC 11	100				65	
		60								
	17,98									
	Schiste									

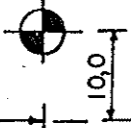
Minces lits de
schiste entre
8,41 et 17,98 m

0 50 100 150 mm

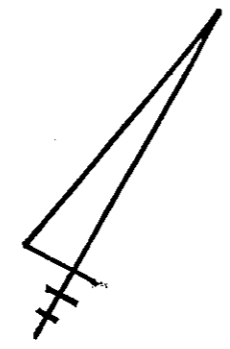
STATION DE POMPAGE



No: 1



90,0



No1 X: 51171
Y: 49646
Z: -37,27

No2 X: 51580
Y: 49510
Z: -33,10

No: 2



290,0

BOUL. PIE IX

42^e RUE

41^e RUE

40^e RUE

code du microfilm					3
Phases du microfilm		Division	Archives		
REV.	MOTIF	DATE ACCEPTATION	DATE MICROFILM	PAR	

2 FORAGES 20m de profondeur

PREPARE: M. HEBERT DESSINE: G. PETTOFREZZA

VERIFIE: DATE: 09-12-83

SURINTENDANT

1:2000

REQUERANT:
MODULE VOIRIE

PROJET
CARRIERE FRANCON

Forages dans le fond de la carrière

83 F 460

VILLE DE MONTRÉAL
SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
Module technique-LABORATOIRE

Microfilm: Dessin N°
P.I.D.T. 7976

code du microfilm					3
-------------------	--	--	--	--	---



COMPAGNIE NATIONALE
DE FORAGE ET SONDRAGE INC.
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE
MONTREAL H3A 2R5
TEL (514) 288-1177

Projet VILLE DE MONTREAL N656-

Contrat No. 83F460

Site CARRIERE FRANCON

Forage No. -1-

POIDS DU MARTEAU		TUBAGE				SCISSOMETRE				Niveau d'eau			
Tubage: lbs		LONGUEUR - PIEDS				No Sciss.:				Forage No			
Echant.: lbs		H	NX	BX	AX	No Cadran:				Date			
Hauteur de chute: po.		6'				No Pointe:				Heure			
						Bras:				Long. Tuyau			

NATURE DU TERRAIN		ECHANTILLONS ET ESSAIS				REMARQUES
Elév.	Surface du sol	PROFON-DEUR	TYPE	NOMBRE DE COUPS OU LECTURE SCISS.	RÉC.	
DED'A 1' ROC BRISÉ						
			ROC DE 1' A			TOURNE BX COURS
			DE 1' A 2' FORÉ		RÉC	DED'A 6'
				13"		13"
			2' 1" 5' 5"	40"		40"
			5' 5" 10' 6"	61"		58"
			10' 6" 15' 8"	62"		62"
			15' 8" 20' 11"	63"		63"
			20' 11" 26' 2"	63"		63"
			26' 2" 31' 5"	63"		63"
			31' 5" 36' 8"	63"		63"
			36' 8" 41' 11"	63"		63"
			41' 11" 47' 2"	63"		63"

Roc de	à	FORÉ		FORÉ po.	RÉCUP. po.
		de	à		
1'	66' 1"	47' 2"	52' 4"	62"	62"
Longueur max. carottes: 18"		52' 4"	57' 6"	62"	62"
Type de carottier: BQ		57' 6"	62' 8"	62"	62"
		62' 8"	66' 1"	41"	41"

EMPLOI DU TEMPS										Foreuse No <u>B.B.S.1.</u>			
DATE	A.M.		P.M.		Trans- port	Forage	Dépla- cement	Bris	Atten- te	Total	Pompe No <u>B.M.</u>		
	de	à	de	à							Borne fontaine	Transport de l'eau	Autre
17/11/83	7	8								1			
	8	9								1			
	9	10								1			
	10	12	12' 5	16' 5		FORAGE				6			
18/11/83	7	12	12' 5	13' 5						6			
										15 H			

Foreuse No B.B.S.1.
 Pompe No B.M.
 Borne fontaine
 Transport de l'eau
 Autre ROISSEAU
 Foreur: F. AUDET
 Aides: E. BOUCHER
 Date: 18/11/83

Poster sans retard ce rapport — Transporter ou expédier sans délai les échantillons du contrat

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES: X 51171 Y 49646

IDENTIFICATION DU SONDAGE 83F-460-1

TYPE DE SONDAGE Diom. SOL BW Diom. ROCEQ INCL vert

ÉLEVATION DE SURFACE - 37,27 mètres

PROFONDEUR DU SONDAGE 20,14 mètres

PROFONDEUR DU ROC 0,31 mètres

LOCALISATION CIVILE _____

NOM DU PROJET Carrière Francon

NOM DU REÇVÉRANT VILLE DE MONTREAL

NOM DE L'ENTREPRENEUR C.N.F.S. INC.

DÉBUT DU SONDAGE 83-11-17

FIN DU SONDAGE 83-11-18

PRÉPARÉ PAR F. Audet DATE 83-11-18

VÉRIFIÉ PAR [Signature] DATE 83-12-16

NIVEAU D'EAU




DATE _____ PROF. _____ PAR. _____

DATE _____ PROF. _____ PAR. _____

TYPES D'ÉCHANTILLONS

- SS Cullière fendue: diam. _____ po
- BT Tube à paroi mince: diam. _____ po
- WS Échantillon de terroir
- RC Échantillon par forage au diamant

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

-  Remanié
-  Perdu
-  Forage au diamant

SYMBOLES

- M Indice de pénétration standard
N° nb de coups pour l'enfoncement
des 20mm de 6pa. (15cm)
- R Refus (R > 100)
- R.Q.D. Indice de qualité du roc
(Rock Quality Designation)
%R.Q.D. = $\frac{\sum \text{Carottes} > 4 \text{ po (10cm)}}{\text{longueur forée}}$

DESCRIPTION		ÉCHANTILLONS						INCLINAISON DES FRACTURES	R.Q.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai, ...)
IDENTIFICATION VISUELLE	PROF. m pl	LOC. ÉCH.	TYPE NO.	% RÉC.	RÉSISTANCE COUPS/6po (15 cm) M					
Fragments de roc	0,31									
	0,64		RC-1	330 100				0°	5	
	1,65		RC 2	100	1050			470 45	15	
	3,20		RC 3	93	1460			920 66	11	
Roc Calcaire gris schisteux fossilifère	4,78		RC 4	100	1570			1230 89	12	
	6,38		RC 5	100	1610			1520 100	9	
			RC 6	98	1570			1440 97	7	



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE N° 83F-460-1

DESCRIPTION			ÉCHANTILLONS					INCLINAISON DES FRACTURES	R.O.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai,...)
IDENTIFICATION	VISUELLE	PROF m., pi.	LOC ÉCH.	TYPE ET NO	% RÉC.	RÉSISTANCE CCUPS/6po (15 cm)	N			
		7,98								
				RC 7	1590 100				1480 95	8
	Minces lits de schiste entre 9,58 et 12,09 m	9,58								
				RC 8	100	1600			930 94	14
		11,18								
				RC 9	100	1600			1270 95	13
	Schiste	12,78								
				RC 10	100	1600			700 92	17
		14,38								
	Minces lits de schiste entre 14,10 et 16,36 m			RC 11	99	1560			930 77	13
		15,95								
	Schiste			RC 12	98	1560			1350 95	6
		17,53								
	Minces lits de schiste entre 17,12 et 20,14 m			RC 13	100	1500			900 100	17



COMPAGNIE NATIONALE
DE FORAGE ET SONDRAGE INC.
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE
MONTREAL H3A 2R5
TEL (514) 288-1177

Projet VILLE DE MONTREAL N656 Contrat No 83F460

Site CARRIERE FRANCON

Forage No -2-

POIDS DU MARTEAU		TUBAGE				SCISSOMETRE				Niveau d'eau			
Tubage: lbs		LONGUEUR - PIEDS				No Sciss.:				Forage No			
Echant.: lbs		H	NX	BX	AX	No Cadran:				Date			
Hauteur de chute: po.						No Pointe:				Heure			
					6'	Bras:				Long. Tuyau			

NATURE DU TERRAIN		ECHANTILLONS ET ESSAIS				REMARQUES
Elév.	Surface du sol	PROFON-DEUR	TYPE	NOMBRE DE COUPS OU LECTURE SCISS.	RÉC.	
			ROC			
	DE 0" A 5' PIEDS ROC BRISE CON CASSE ROCHES RAMBLAIS ROC DE 5' A 74' 9"			DE 5' 46" 4 FORÉ 16"	10"	TOURNÉ BX
	LAISSE PLASTIQUE			6' 4" 11' 10"	66"	DE 0" A 6'
	NIVEAU D'EAU			11' 10" 17' 11"	63"	63"
				17' 1" 22' 4"	63"	63"
				22' 4" 27' 7"	63"	63"
				27' 7" 32' 9"	62"	62"
				32' 9" 38'	63"	63"
				38' 43 3"	63"	63"
				43' 3" 48' 6"	63"	63"
				48' 6" 53' 9"	63"	63"
				53' 9" 59'	63"	63"
				59' 64' 3"	63"	63"

Roc de <u>5'</u> à	FORÉ		FORÉ	RÉCUP.
Longueur max. carottes: <u>28"</u>	de	à	po.	po.
Type de carottier: <u>BA</u>	<u>64' 3"</u>	<u>69' 6"</u>	<u>63"</u>	<u>63"</u>
	<u>69' 6"</u>	<u>74' 9"</u>	<u>63"</u>	<u>63"</u>

EMPLOI DU TEMPS										Foreuse No <u>B.B.S.11</u>			
DATE	A.M.		P.M.		Trans- port	Forage	Dépla- cement	Bris	Atten- te	Total	Pompe No <u>B.M.</u>		
	de	à	de	à							Borne fontaine	Transport de l'eau	Autre
<u>18/11/83</u>			<u>13'5"</u>	<u>14'5"</u>			<u>DEPL ET INT</u>			<u>1</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<u>14'5"</u>	<u>15'5"</u>		<u>FORAGE</u>				<u>1</u>			
<u>21/11/83</u>	<u>7</u>	<u>12</u>	<u>12'5"</u>	<u>16'5"</u>		<u>FORAGE</u>				<u>9</u>			
<u>22/11/83</u>	<u>7</u>	<u>9'5"</u>				<u>FORAGE</u>				<u>3'5"</u>			
										<u>13'5"</u>			

Foreur: F. AUDET
Aides: E. BOUCHER
Date: 22/11/83

↓ 50
↓ 100
↓ 150 mm

No1 X: 51171
 Y: 49646
 Z: -37,27

 No2 X: 51580
 Y: 49510
 Z: -33,10

code du microfilm				
Phases du microfilm			Division	Archives
REV.	MOTIF	DATE ACCEPTATION	DATE MICROFILM	PAR

Unité A: Calcaire fossilifère ayant un N.P. (nombre pétrographique) autour de 120
 Unité B: Shale dolomique ayant un N.P. supérieur à 300
 Unité C: Calcaire cristallin et fossilifère ayant un N.P. inférieur à 150
 Unité D: Shale calcaireux ayant un N.P. supérieur à 250

NOTE: L'élévation de la surface du roc provient du plan no. M-146 St-Michel

PREPARE: A. CAMPEAU DESSINE: B. JETTE
 VERIFIE: A. CAMPEAU DATE: 17-04-84

SURINTENDANT



REQUERANT:
 MODULE VOIRIE

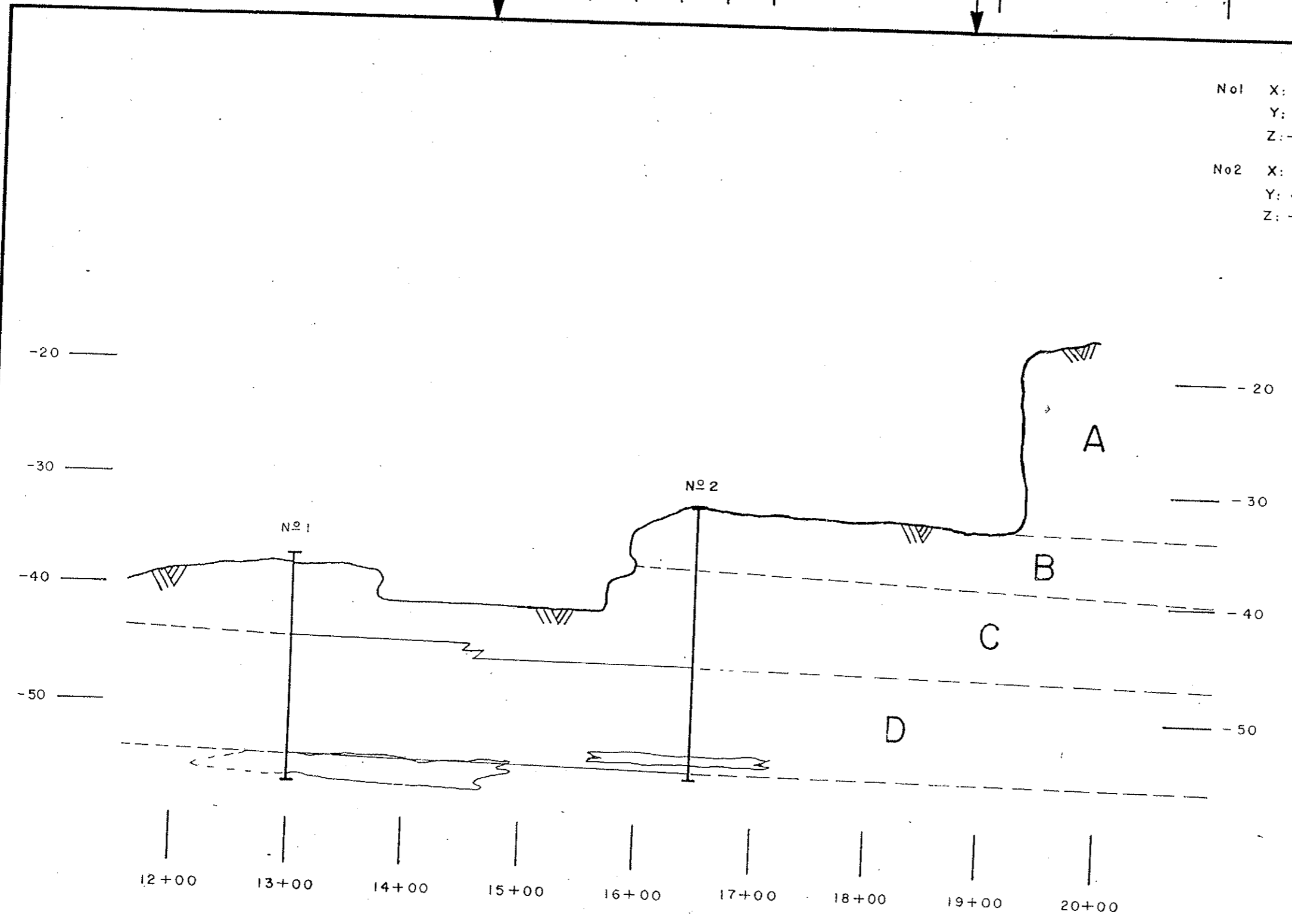
PROJET CARRIERE FRANCON
 Qualité de la roche en place
 Coupe stratigraphique du fond de la carrière

83 F 460

VILLE DE MONTRÉAL
 SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
 Module technique-LABORATOIRE

Microfilm: Dessin No
P.I.D.T. 8106

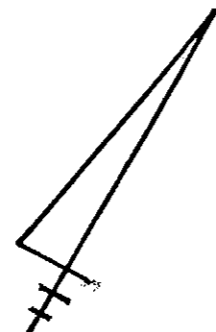
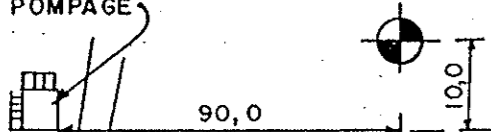
code du microfilm



0 50 100 150 mm

STATION DE POMPAGE

No: 1



No1 X: 51171
 Y: 49646
 Z: -37,27

No2 X: 51580
 Y: 49510
 Z: -33,10

No: 2

290,0

BOUL. PIE IX

42^e RUE

41^e RUE

40^e RUE

code du microfilm					3
Phases du microfilm		Division	Archives		
REV.	MOTIF	DATE ACCEPTATION	DATE MICROFILM	PAR	

2 FORAGES 20m de profondeur


PREPARE: M. HEBERT	DESSINE: G. PETTOFREZZA
VERIFIE: <i>A</i>	DATE: 09-12-83

SURINTENDANT

1:2000
 REQUERANT:
 MODULE VOIRIE

PROJET
 CARRIERE FRANCON
 Forages dans le fond de la carrière

83 F 460

 **VILLE DE MONTRÉAL**
 SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
 Module technique-LABORATOIRE

Microfilm: <input type="checkbox"/>	Dessin N°
	P.I.D.T. 7976

code du microfilm	3
-------------------	---



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE N° 83F-460-2

DESCRIPTION		ÉCHANTILLONS						INCLINAISON DES FRACTURES	R.O.D. %	REMARQUES (perte d'eau, essai,...)
IDENTIFICATION	VISUELLE	PROF m. pi.	LOC ÉCH.	TYPE ET NO	% RÈC.	RÉSISTANCE CCUP%/6po (15 cm)	N			
		8		RC 5	1620 100				1480 91	6
	8,41									
		9		RC 6	1560 100				1430 94	4
	9,98									
		10								
		11		RC 7	1640 100				1440 100	9
	11,58									
		12		RC 8	1630 100				1230 90	14
	13,18									
		13								
		14		RC 9	1600 100				1110 88	17
	14,78									
		15								
		16		RC 10	1630 100				520 95	17
	16,38									
		17		RC 11	1500 100				690 65	21
	17,98									
		18								
		60								
	Schiste									

Minces lits de schiste entre 8,41 et 17,98 m

TABLEAU 4 COUPE ET RÉSULTATS DE LA CARRIÈRE C (suite)

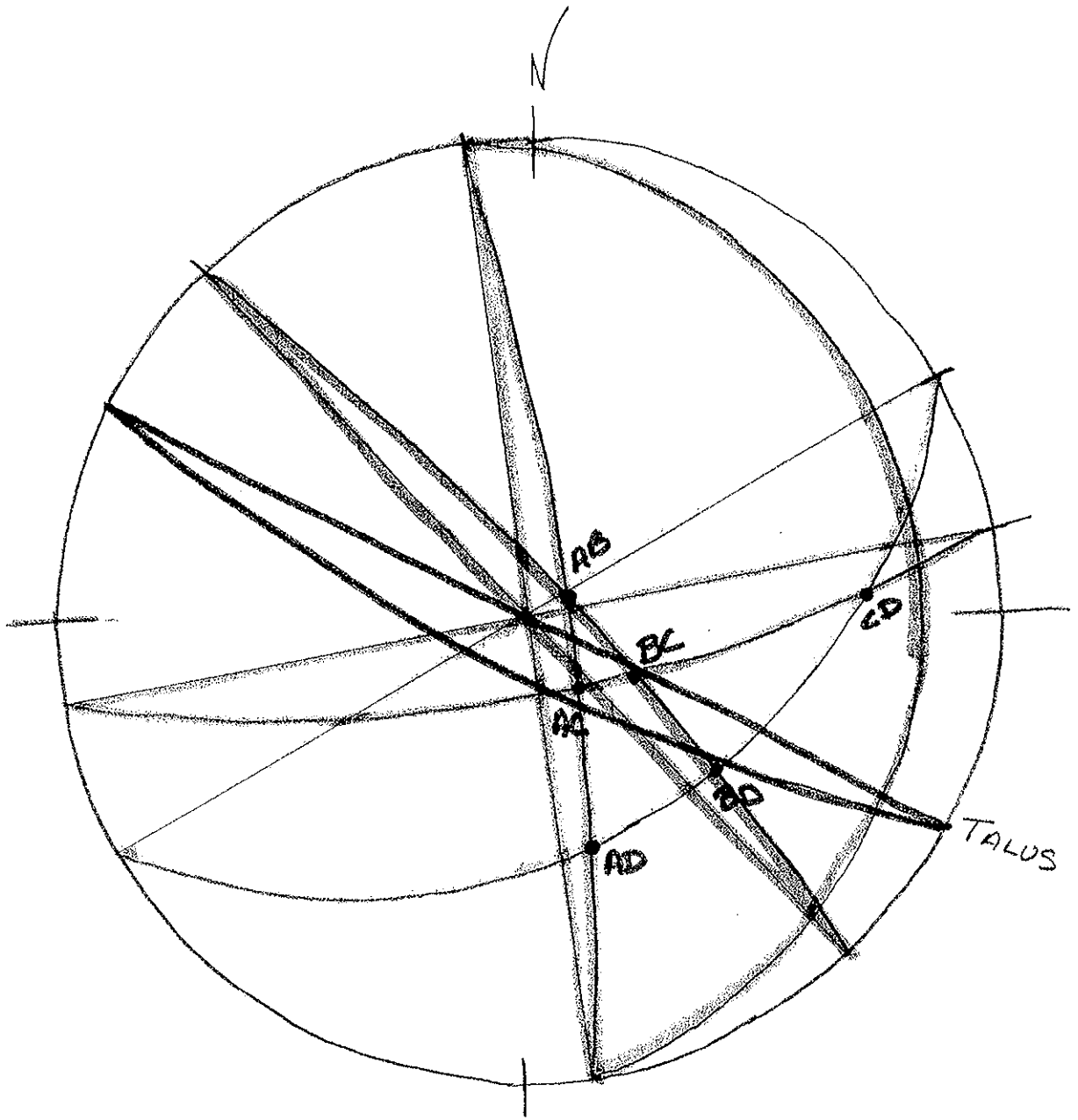
GÉOLOGIE	EL. (m)	COUPE	DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE ET TEXTURE	ZONE	ANALYSES CHIMIQUES						ESSAIS DE CONTRÔLE								AUTRES									
					CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CA	MG	SI	AL	RI	CG	AB	DR	LA	DV		NP	DM	DN	HD	PB	FB	BA		
																											CA	MG
CHAZY	40		packstone légèrement dolomitique et argileux à grains moyens. Texture mixte (20). Lits de 30 cm, interlits de shale dolomitique (5 cm). calcaire localement gréseux et shaleux.	C2	39.3	4.9	41.5	4.0	18.5	8.0	.91	2.70	32.6	24.3	109	17.7	8.5	NIL	.29	3870	20	Argiles						
	42																											
	44																											
	46																											
	48																											
	50																											
	52				grainstone-packstone dolomitique et shaleux à grains fins à moyens. Texture mixte (20). Lits de 20 cm, interlits de shale (5 cm). Dolomite calcaireuse et calcaire gréseux.	C1	38.5	4.5	41.5	2.8	14.4	5.1	1.05	2.72	31.7	225	104	16.1	3.5	NIL	.13	3350	0	Argiles, Experimentation				
	54																											
	56																											
	58																											

• : échantillonnage

TABLEAU 5 COUPE ET RÉSULTATS DE LA CARRIÈRE D

GÉOLOGIE	EL. m.	COUPE	DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE ET TEXTURE	ZONE	ANALYSES CHIMIQUES							ESSAIS DE CONTRÔLE							AUTRES										
					CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CA	MG	SI	AL	RI	CG	AB	DR	LA	DV		NP	DM	DN	HD	PB	FB	BA			
TRENTON, FORMATION DE MONTRÉAL	ROSEMONT		wackestone-packstone à grains fins. Texture boueuse (S1). Lits réguliers de 10-15 cm, interlits de shale de 2-3 cm. Localement mudstone.	D6	45.8	1.9	6.7	2.3	9.6	24.6	.53	2.68	24.9	16.1	114	6.3	-	-	-	-	0.50	4.50	30	Hadley					
				D5	45.8	2.5	7.0	2.9	8.8	18.3	.50	2.68	24.8	17.5	140	4.5	-	-	-	-	-	0.36	3840	18	Hadley				
	ST - MICHEL		packstone-wackestone à grains fins à moyens. Texture boueuse (41). Lits de 15 cm. Localement grainstone à grains fins.																										

• : échantillonnage



103

CARRIERE FRANCON

SITE DE DISPOSITION DE LA NEIGE

COMMENTAIRES

DE

CARMEL, FYEN, JACQUES ET ASSOCIES INC.

SUR

LE RAPPORT SNC CONCERNANT LA STABILITE DES PAROIS

Prepare par:

LUCIEN JACQUES, ing.



Lucien Jacques

16 AVRIL 84

CARRIERE FRANCON

SITE DE DISPOSITION DE LA NEIGE

COMMENTAIRES

DE

CARMEL, FYEN, JACQUES ET ASSOCIES INC.

SUR

LE RAPPORT SNC CONCERNANT LA STABILITE DES FAROIS

Prepare par :

LUCIEN JACQUES, ing.



Lucien Jacques

16 AVRIL 84

CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS INC.
CONSULTANTS

E GUY CARMEL, Ing., B.Sc.A
ROGER FYEN, Ing., B.Sc.A
LUCIEN JACQUES, Ing., B.Sc.A
JEAN-LOUIS JUILLET, Ing., B.Sc.A
PIERRE S. A. BERNARD, Ing., B.Sc.A
GILLES GAUTHIER, Ing., B.Sc.A

700 OUEST, BOULEVARD CRÉMAZIE, MONTRÉAL H3N 1A1

TÉL. 274-5671

Montréal, le 16 avril 1984

Ville de Montréal
Service des Travaux Publics
700 est, rue St-Antoine
Montréal, P.Q.
H2Y 1A6

Att'n: M. Marcel Messier, ing.
Surintendant.

OBJET: Site de disposition de la neige,
Carrière Francon.

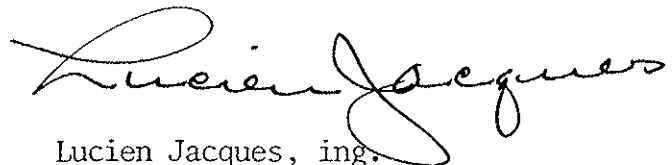
Monsieur,

Suite à votre lettre du 5 mars 1984, nous avons examiné le rapport SNC sur la stabilité des parois de la Carrière Francon. Nous vous transmettons, avec la présente, deux copies de nos commentaires concernant principalement la sécurité des quais vis-à-vis des possibilités de rupture décrites dans ce rapport.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, nous demeurons à votre disposition pour tout renseignement additionnel.

Bien à vous,

Carmel, Fyen, Jacques & Associés Inc.



Lucien Jacques, ing.

cc: M. Laval Samson, SNC
Raymond Perreault, Labo.
de la Ville.

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC1. PRÉAMBULE:

De façon à mieux situer l'esprit du présent document, il serait sans doute souhaitable de rappeler dans quel contexte nous avons été appelé à préparer les présents commentaires.

2. RAPPEL:

À l'automne 1981, dix quais sont construits, lesquels ont un caractère temporaire. Étant des quais «gravité», la pression unitaire sur le roc, causée par la charge vive et les charges mortes, est relativement faible. Afin d'éviter un «glissement», la masse de béton est rattachée au roc à l'aide d'ancrages verticaux, le tout tel qu'illustré au croquis «R3».

L'année suivante, trois quais, dits «permanents» sont construits. Des sondages sont exécutés par la Ville. À cause de l'urgence, seuls des résultats préliminaires nous sont transmis, sous forme olographe. La possibilité d'ancrages au roc dans la partie supérieure de la falaise est évoquée. Aucune action précise n'est décidée.

À l'été 1983, la firme SNC est engagée par la Ville afin de préparer un rapport, dont une partie traitera de la stabilité de la falaise.

3. IMPLICATIONS DE C.F.J.A. INC.:

Ayant calculés et dessinés ces quais, et puisque le rapport SNC dit (indirectement) que la stabilité du roc sous les quais est précaire, il était normal que nous soyons mis au courant de ce rapport.

4. BUT VISÉ PAR NOS COMMENTAIRES:

Les commentaires qui vont suivre n'ont d'autre but que d'apporter un éclairage différent à un problème déjà vu sous un certain angle. Nous voulons apporter le point de vue d'un ingénieur en structure sur un problème qui relève de la mécanique des roches. Nos connaissances en ce domaine sont très limitées, - nous le proclamons bien haut - mais à la lecture du rapport SNC,

...../

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC4. BUT VISÉ PAR NOS COMMENTAIRES (suite):

certaines interrogations se sont manifestées et nous avons voulu les partager, en espérant que notre «son de cloche» pourra permettre de mieux cerner la réalité. Nos commentaires sont plutôt des questions, dont les réponses, nous le souhaitons, sauront lever toutes les équivoques engendrées.

5. MODES DE RUPTURE:

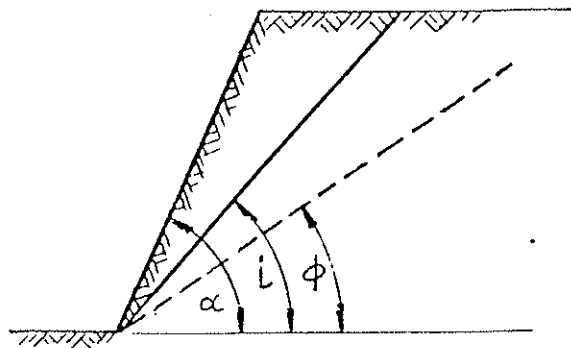
Dans son rapport, SNC mentionne qu'il se présente à la Carrière Francon, trois modes principaux de rupture de la roche, et il y évalue les dangers possibles. Ces trois modes de rupture sont: 1° par glissement potentiel d'un plan 2° par rupture en coin d'un bloc de roc et 3° par désenchevêtrement de colonnes quasi verticales de roc. Nous commenterons chacune de ces possibilités.

6. MODE DE RUPTURE SUIVANT UN PLAN POTENTIEL:A) EXPLICATIONS:

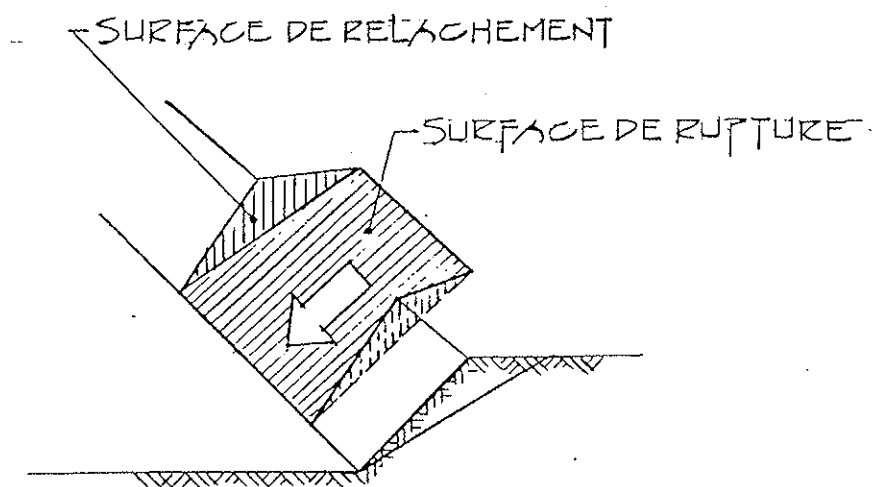
De façon à mieux comprendre le phénomène de la possibilité de rupture potentielle suivant un plan de glissement, nous avons jugé utile de reproduire les croquis R1 et R2, qui illustrent les divers éléments mentionnés dans les formules du chapitre 4 du rapport SNC.

Le schéma «R1» est une isométrie qui définit globalement la façon dont la roche peut se détacher de la masse.

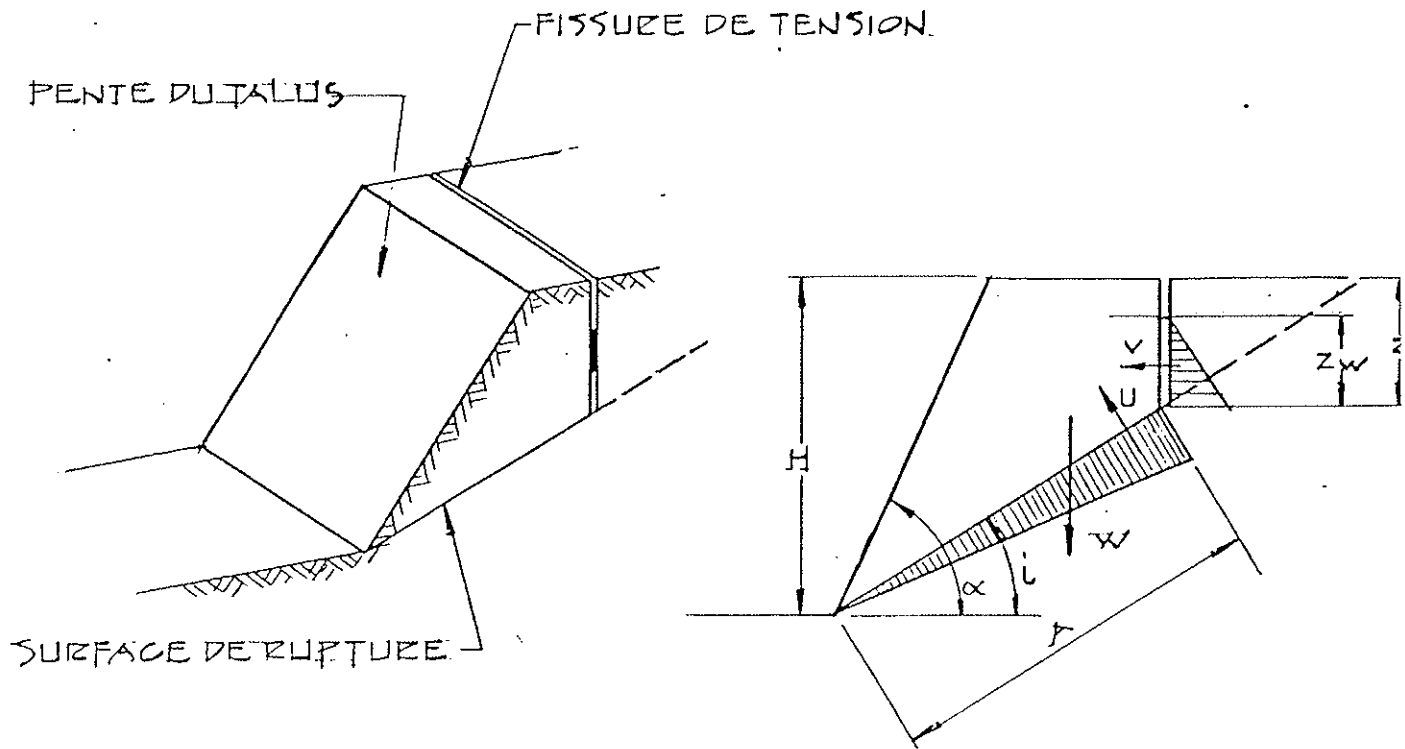
Le schéma «R2» décrit, d'une façon un peu plus précise, la géométrie des forces en présence, lorsque le plan potentiel de glissement est accompagné d'une fissure de tension, dans la partie supérieure de la masse rocheuse. Selon le rapport SNC, c'est le cas le plus critique concernant la rupture suivant un plan.



LE GLISSEMENT SE PRODUIT SI $\alpha > i > \phi$



SCHEMA DU GLISSEMENT SUIVANT UN PLAN POTENTIEL



GEOMETRIE D'UNE PENTE ACCOMPAGNEE D'UNE FISSURE DE TENSION DANS SA PARTIE SUPERIEURE

$$F = \frac{c \times A + (W \cos l - U - V \sin l) \tan \phi}{W \sin l + V \cos l}$$

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC6. MODE DE RUPTURE SUIVANT UN PLAN POTENTIEL (suite):B) STABILITÉ DE LA PENTE GLOBALE (pages 18 @ 23, art. 4.2 & 4.3):

Les facteurs de sécurité calculés par SNC étant très élevés, nous croyons qu'il n'est pas utile de faire des commentaires sur ce point.

C) STABILITÉ DU GRADIN SUPÉRIEUR (pages 23 @ 29, art. 4.4 & 4.6):

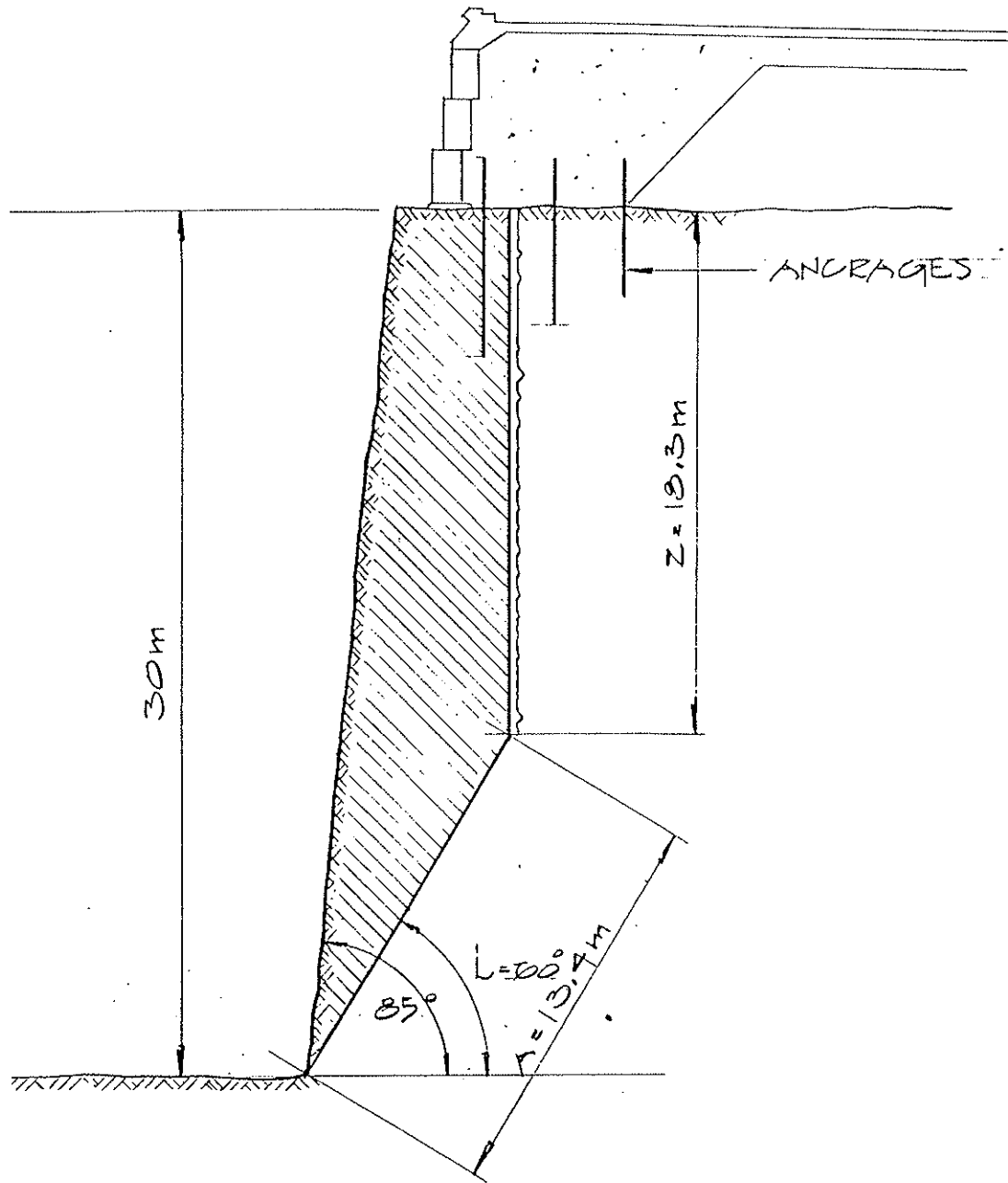
Ce qui nous a particulièrement intrigué dans ce calcul, c'est le fait que la surcharge prise en compte par SNC était de 1000 tonnes métriques par mètre linéaire, alors que le poids du roc déplacé n'était que de 328 tonnes.

Avec une telle surcharge, l'on obtient un facteur de sécurité de 1.01. À notre avis, cette surcharge a été surévaluée. Le poids total d'un quai «1981» est de 1,600 tonnes réparties sur une largeur à la base d'au moins 13 mètres. Tandis que sur chaque «aile de béton» des quais de «1982», la charge totale maximum est de 350 tonnes métriques.

Afin de mieux faire saisir l'ampleur du problème lorsqu'on l'applique aux deux types de quais construits à la Carrière Francon, nous avons préparé les croquis R3 et R4. Ces croquis illustrent l'allure de la rupture potentielle du roc en regard de la géométrie approximative des deux types de quais.

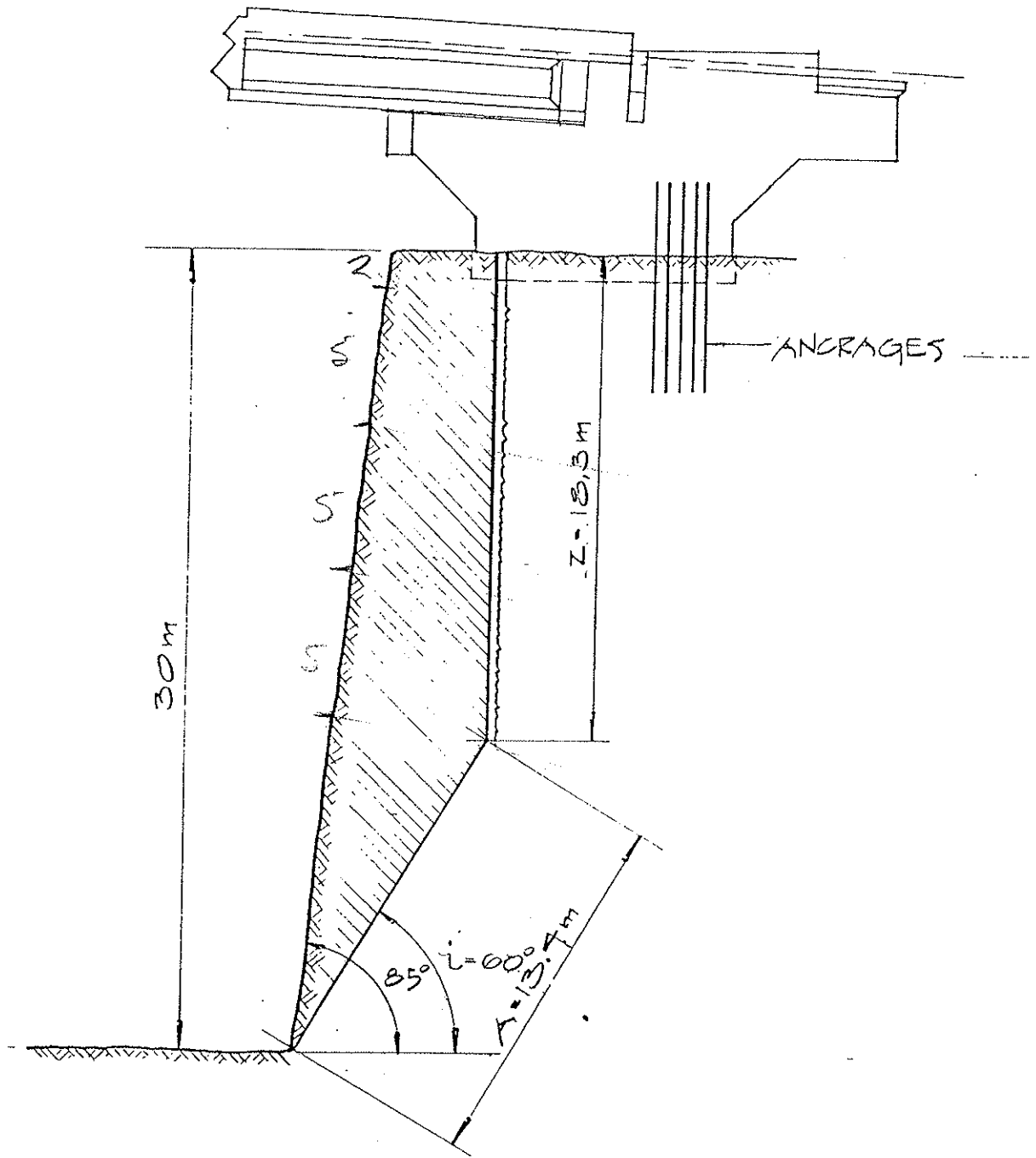
À notre humble avis, en étant pessimiste, la condition actuelle la pire, celle des quais de 1982, nous donne au maximum une surcharge d'environ 75 tonnes métriques au mètre linéaire, sur la partie de la masse susceptible de se détacher.

En appliquant cette surcharge aux chiffres fournis à la page 24, et selon la formule (5) de la page 17, on obtient un facteur de sécurité de 2.21.



GLISSEMENT POTENTIEL SUIVANT UN PLAN
GRADIN SUPERIEUR
VIS-A-VIS QUAI "TEMPORAIRE" - 1981

CROQUIS R3



GLISSEMENT POTENTIEL SUIVANT UN PLAN
 GRADIN SUPERIEUR
 VIS-A-VIS QUAI "PERMANENT"-1982

CROQUIS R4

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC6. MODE DE RUPTURE SUIVANT UN PLAN POTENTIEL (suite):C) STABILITÉ DU GRADIN SUPÉRIEUR (suite):

Terratech, dans son rapport, à la page 25, préconise un facteur de sécurité minimum de 1.3.

D) AUTRES CALCULS:

1° Calculons le facteur de sécurité, avec la même surcharge, mais s'il n'y avait pas d'eau:

$$F.S. = \frac{75.0 \times 13.4 + 403 \times 0.5 \times .7002}{403 \times 0.866}$$

$$= \frac{1005 + 141}{349} = \frac{1146}{349} = 3.28$$

2° Calculons le facteur de sécurité, avec présence d'eau, mais au lieu de la surcharge d'un quai, prenons une surcharge possible de terrain meuble, disons de 10 tonnes métriques.

$$F = \frac{75 \times 13.4 + (338 \times .5 - 122.6 - 145) \times 0.7002}{338 \times 0.866 + 167.4 \times 0.5}$$

$$F = \frac{1005 - 69.0}{292.7 + 83.7} = \frac{936}{376.4} = 2.487$$

E) CONDITIONS CRÉÉES PAR LA CONSTRUCTION DES QUAIS:

On voit donc en examinant ces facteurs de sécurité, que la construction des quais a fait diminuer le F.S. de 2.49 à 2.21. Par contre, s'il n'y avait pas d'eau, le F.S. passerait de 2.21 à 3.28.

Mais si l'on examine plus attentivement la construction des quais, nous pensons que la façon dont ils sont construits, empêche la pénétration de l'eau dans les fissures du roc en surface. En ce faisant, le F.S. passe de

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC

E) CONDITIONS CRÉÉES PAR LA CONSTRUCTION DES QUAIS (suite):
2.21 à 3.28 et est donc supérieur à 2.49.

Selon ce raisonnement, dans l'ensemble, la construction des quais actuels, n'aurait pas diminué le facteur de sécurité contre la possibilité d'une rupture potentiel suivant un plan incliné.

F) AUTRES CONSIDÉRATIONS

Supposons un seul moment que nos chiffres soient erronés, mais que les images des croquis «R3» et «R4» soient exactes. Advenant une rupture éventuelle du roc selon le schéma montré au croquis R3, nous pensons qu'il y aurait une situation précaire, mais sans perte de vie au quais 81. De même, aux quais 82, croquis R4, il y aurait augmentation des pressions sur le roc et dans les tirants, mais encore là, il n'y aurait pas de perte de vie. À moins qu'il y ait une condition encore plus dangereuse dont n'a pas parlé SNC?

G) RÉSUMÉ

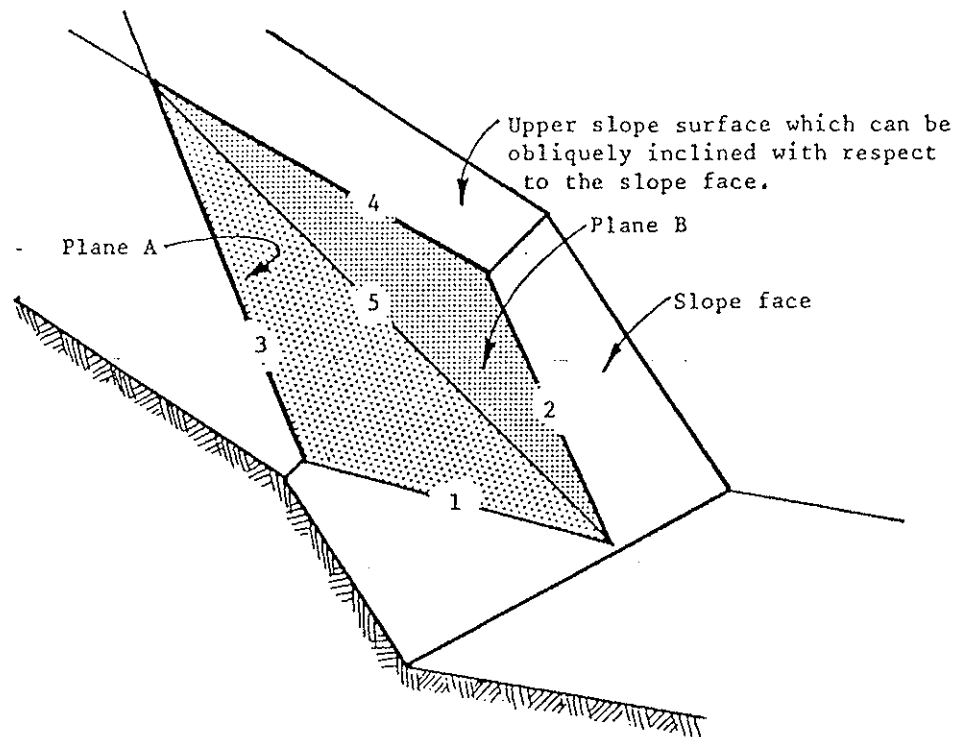
En corrigeant les surcharges, on voit que, selon les autres chiffres fournis par SNC, la condition actuelle des quais, tel que construits, quant à la possibilité d'une «rupture selon un plan potentiel de glissement», ne serait pas critique. À moins que...

7. GLISSEMENT POTENTIEL SUIVANT UNE RUPTURE EN COIN:

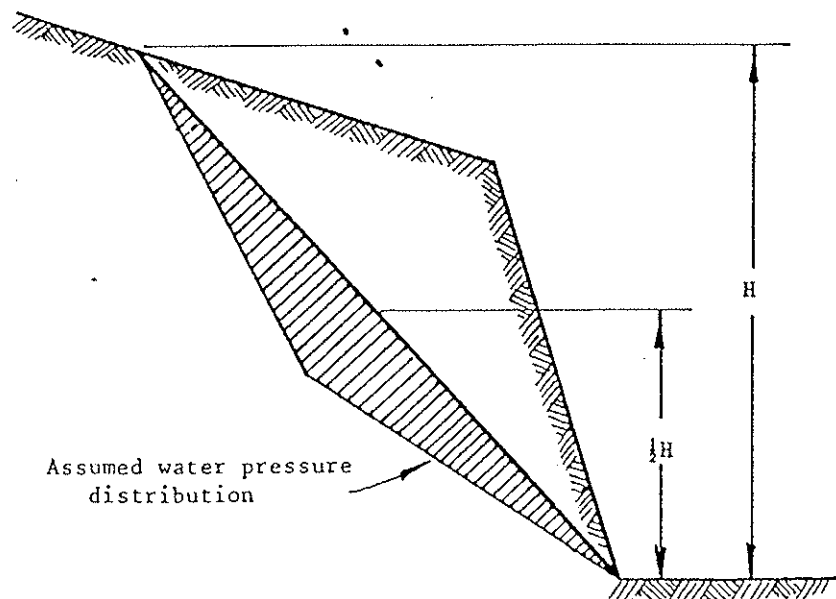
A) EXPLICATIONS:

La rupture en coin est le résultat de l'intersection de deux plans de faiblesse qui s'intersectent sur les faces d'une falaise. De façon à illustrer le phénomène possible de cette rupture, nous avons jugé utile de reproduire les pages 184 et 188 du bouquin intitulé: «Rock Slope Engineering», par E. Hoek et J. Bray, publié en 1974 aux éditions «The Institution of Mining and Metallurgy» de Londres.

...../

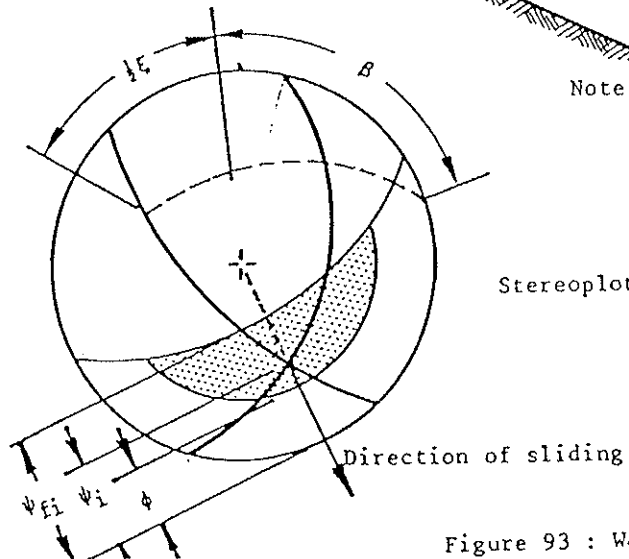
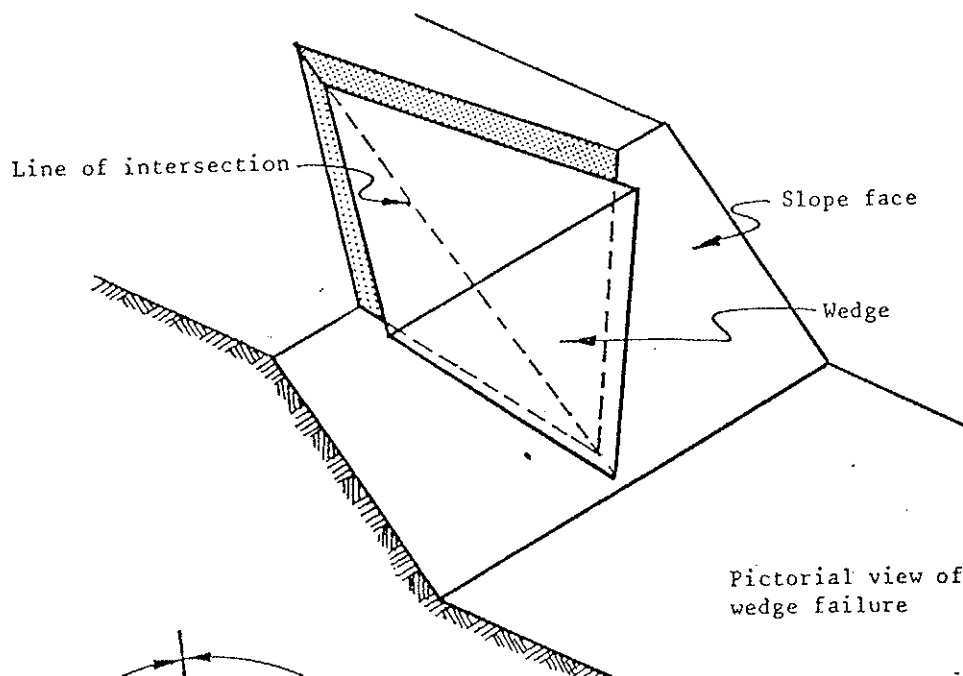
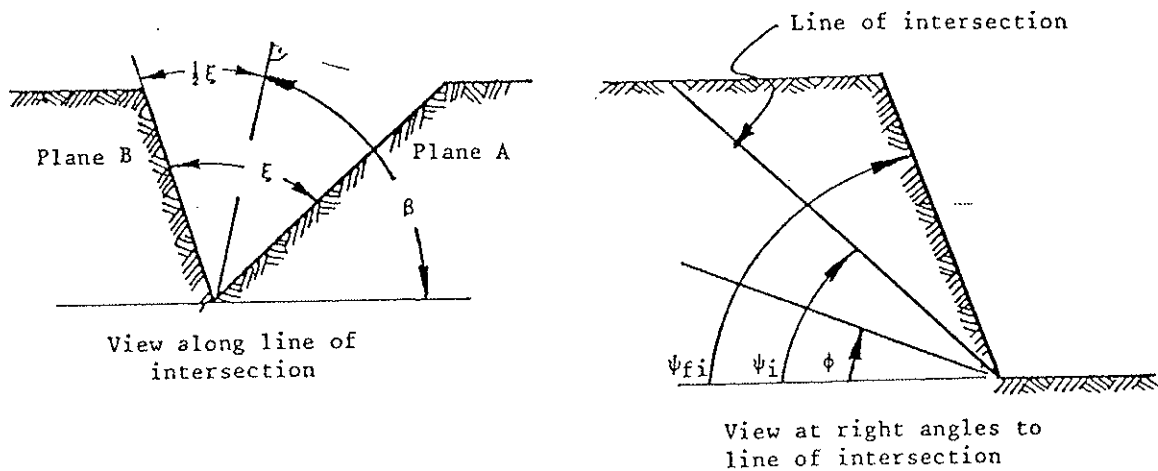


a. Pictorial view of wedge showing the numbering of intersection lines and planes.



b. View normal to the line of intersection 5 showing the total wedge height and the water pressure distribution.

Figure 95 : Geometry of wedge used for stability analysis including the influence of cohesion and of water pressure on the failure surfaces.



Note : The convention adopted in this analysis is that the plane with the flatter of the two dips is always referred to as Plane A.

Figure 93 : Wedge failure geometry.

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC7. GLISSEMENT POTENTIEL SUIVANT UNE RUPTURE EN COIN (suite):

Pour que cette rupture se produise, il faut que le roc soit fissuré selon les plans que l'on veut bien calculer. Si ces fissures n'existent pas, les facteurs de sécurité contre ces ruptures potentielles seront excessifs. Dans son rapport, aux pages 30 et 31, SNC a identifié trois systèmes majeurs et un système mineur de discontinuités.

Selon ce qui est dit à la page 33, c'est la conjoncture simultanée des discontinuités «A» et «D» qui est la plus critique. À la page 34, de son rapport, SNC déclare: «Dans le cas des systèmes A et D combinés, le facteur de sécurité vis-à-vis de la rupture en coin est de 0.62».

B) PREMIÈRE MÉTHODE DE CALCUL

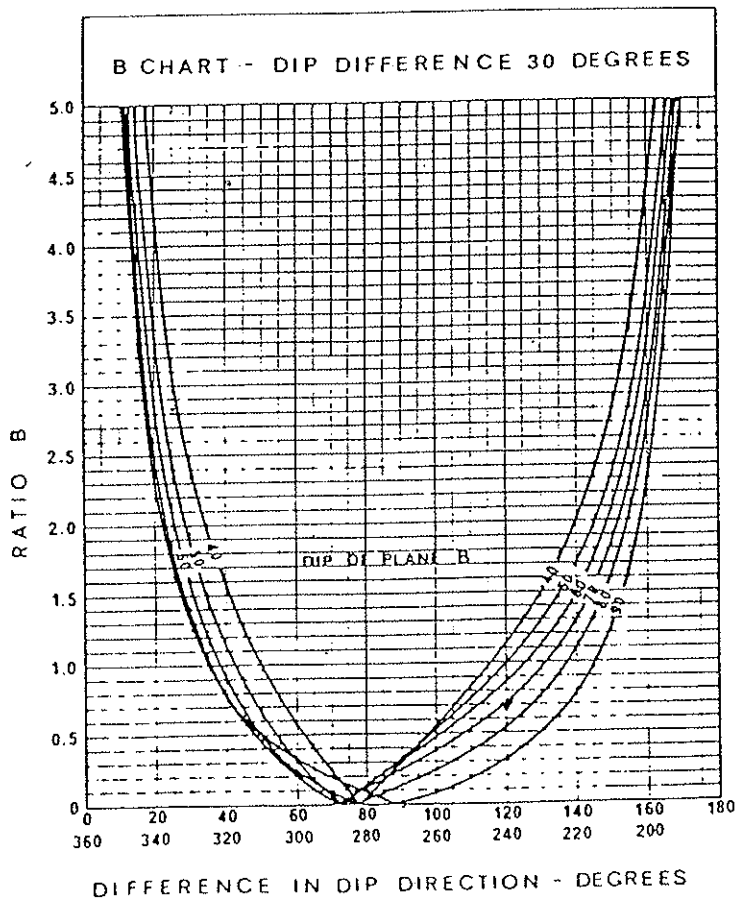
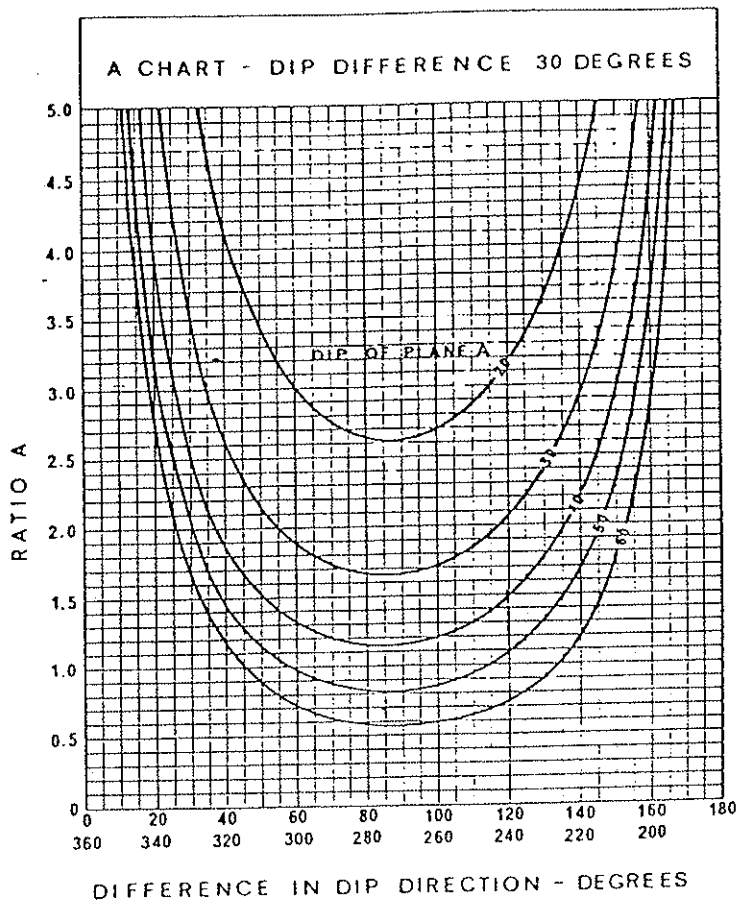
Les données du problème sont les suivantes:

A = pendage du plan A	54°
A = direction du pendage A =	150°
B = pendage du plan B =	80°
B = direction du pendage B =	90°
pendage du talus =	75°
direction du talus =	120°

N.B.: Selon la référence mentionnée précédemment, la convention veut que le plan le plus incliné soit appelé plan «A». (En réalité, c'est le système de discontinuité appelé «D», dans le rapport SNC).

Une série d'abaques (voir page suivante) nous permet d'effectuer un premier calcul rapide, dans lequel la force de cohésion des plans «A» et «B» est présumée être zéro et pour lesquels, il est également présumé qu'il n'y a pas de pression hydrostatique: La formule (82) de la référence nous donne:

...../



CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC7. GLISSEMENT POTENTIEL SUIVANT UNE RUPTURE EN COIN (suite):

$$F = A \tan \phi a + B \tan \phi b$$

selon les abaques: $A = 0.85$ et $B = 0.20$

$$\text{d'où } F = .85 \times .7002 + .20 \times .7002 = 0.74. \dots$$

L'on voit donc, à première vue, que l'intersection de ces deux systèmes peut être dangereuse. Comme le suggère les auteurs, à la page 193, puisque le facteur de sécurité dans les conditions ci-haut mentionnées, est inférieur à 2.0, une analyse plus élaborée est nécessaire.

C) DEUXIÈME MÉTHODE DE CALCUL

Pour ce faire, l'on doit tenir compte, à la fois, de la cohésion du matériel, de la friction, et de la pression d'eau.

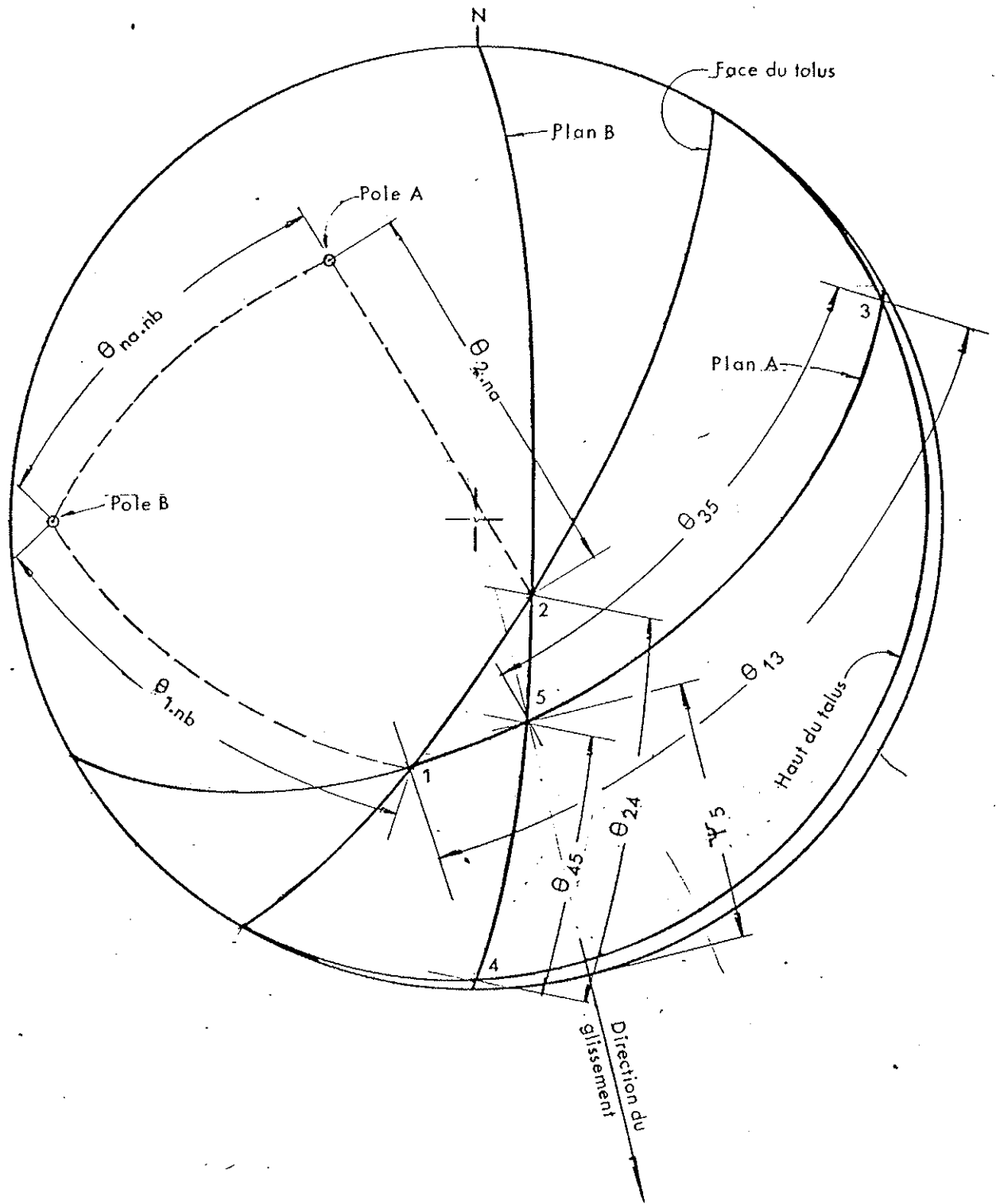
Ces calculs sont complexes. Une façon plus rapide d'y arriver, est par la construction d'un stéréogramme complet de l'intersection des deux systèmes avec la falaise.

C'est ce que nous avons fait, et qui est illustré au croquis «R5».

Directement sur le stéréogramme, nous avons trouvé:

$$\begin{aligned} \theta_{2-4} &= 75^\circ \\ \theta_{4-5} &= 53^\circ \\ \theta_{2.na} &= 70^\circ \\ \theta_{13} &= 118^\circ \\ \theta_{35} &= 97^\circ \\ \theta_{1nb} &= 72^\circ \\ \theta_{na.nb} &= 60^\circ \\ \psi_5 &= 53^\circ \end{aligned}$$

POSSIBILITE DE RUPTURE EN COIN



STEREOGRAMME DE LA RENCONTRE DES SYSTEMES DE JOINT "A" ET "D" AVEC LE GRADIN SUPERIEURS COTE EST DE LA FALAISE

DESSIN R5

/.....

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC

Selon les formules de la page 189, de la référence précitée:

$$X = \frac{\sin \theta_{24}}{\sin \theta_{45} \times \cos \theta_{2.na}} = \frac{0.9659}{0.7986 \times 0.3420} = 3.5365$$

$$Y = \frac{\sin \theta_{13}}{\sin \theta_{35} \times \cos \theta_{1.nb}} = \frac{0.8829}{0.9925 \times 0.3090} = 2.8789$$

$$A = \frac{\cos \varphi_A - \cos \varphi_B \times \cos \theta_{na.nb}}{\sin \varphi_5 \times \sin^2 \theta_{na.nb}} = \frac{0.5878 - 0.1736 \times 0.5}{0.7986 \times (0.8660)^2} = 0.8365$$

$$B = \frac{\cos \varphi_B - \cos \varphi_A \times \cos \theta_{na.nb}}{\sin \varphi_5 \times \sin^2 \theta_{na.nb}} = \frac{0.1736 - 0.5878 \times 0.5}{0.7986 \times (0.8660)^2} = 0.2009$$

Selon les recommandations de SNC, nous prendrons $a = b = 35^\circ \tan = 0.7002$

$$\gamma = 2.7$$

$$\gamma_w = 1.0$$

$$Ca = Cb = \text{nous prendrons } 15\% \text{ de } 70,000 = 10,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$H = 25 \text{ m}$$

$$\frac{\gamma_w}{2\gamma} = \frac{1.0}{2 \times 2.7} = 0.1852$$

$$\frac{3Ca}{\gamma \cdot h} = \frac{3 \times 10,500}{2.7 \times 25 \times 1000} = 0.4665$$

$$F \text{ dû à la cohésion} = \frac{3Ca}{\gamma \cdot h} \times (X + Y) = 0.4665 \times 6.4154 = 2.9928$$

disons 3.00.

$$F \text{ dû à la friction} = (A+B) \tan \phi = 1.0374 \times .7002 = 0.7264$$

$$F \text{ négatif dû à l'eau} = 0.1852 (X+Y) \times \tan \phi = 6.4154 \times 0.1852 \times .7002 = -0.8319$$

$$F = 2.8945$$

...../

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC7. GLISSEMENT POTENTIEL SUIVANT UNE RUPTURE EN COIN (suite):D) REMARQUES:

En examinant les trois éléments qui composent le facteur de sécurité, l'on constate: 1° si l'on donne à la cohésion et à la pression hydrostatique des valeurs nulles, l'on obtient un F.S. = 0.73; ce qui se compare au F.S. = 0.74, que nous avons trouvé avec les abaques.

2° si l'on donne à la cohésion une valeur tout-à-fait nulle et que l'on présume que la pression hydrostatique est pleine et entière, le facteur de sécurité devient zéro. Si cela était plausible, nous pensons que toutes les ruptures en coin du gradin supérieur se seraient déjà produites. Personnellement, nous pensons plutôt que la cohésion a une certaine valeur.

E) VALEUR RÉALISTE DE LA COHÉSION

Suite à la remarque ci-haut, nous croyons qu'il n'est pas réaliste de présumer comme étant absolument nulle, la valeur de la cohésion, à tenir en compte dans le calcul du facteur de sécurité vis-à-vis de la rupture en coin, spécifiquement à la Carrière Francon.

Expliquons-nous.

D'abord, il est à remarquer, qu'à la page 33, de son rapport, SNC mentionne « ...le système de discontinuité mineure «D» a été relevé entre 3 et 37 mètres à l'est de la position «2» de la grue... ce système... pourrait se rencontrer ailleurs le long de la paroi est...».

Comme nous l'avons déjà dit au début de notre analyse sur la rupture en coin, pour qu'il y ait rupture, il faut qu'il y ait présence physique des deux discontinuités à l'endroit précis étudié. La présence du système «D» à chacun des quais pourrait être étudié; présentement, elle n'est pas certaine... mais possible.

...../

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNCE) VALEUR RÉALISTE DE LA COHÉSION (suite):

Également, lorsqu'on parle d'un système «mineur», on signifie que la fissure n'est pas continue, qu'elle est interrompue. Donc, le roc est relativement sain par endroits.

Or, à la page 15, SNC déclare «... la cohésion C_r de la roche intacte est d'environ $870,000\text{kg/m}^2$ ». À la page 16, on dit: «Les estimations de la continuité des joints à pendage subverticaux de la paroi est, indiquent comme première approximation, que la surface composite potentielle de rupture doit comprendre d'une manière conservatrice environ 67% des joints et 33% de la roche intacte».

De là, on déduit que «... la cohésion de la masse rocheuse le long d'un plan potentiel composite de rupture peut être prise égale à $287,000\text{kg/m}^2$ ».

Puis, aux pages 23 et 24, SNC explique qu'à cause du dynamitage, «... En supposant un rayon de rupture de 4 mètres, la cohésion de la masse rocheuse dans cette zone, en arrière du trou de sautage a été réduite et environ 25 pourcent de la cohésion de la roche intacte sont disponibles sur le plan potentiel de rupture. Ceci correspond à une valeur de la cohésion en place d'environ 75 t/m^2 .».

Dans nos calculs, nous avons présumé que la fissure existait sur 85% des surfaces, et que 15% seulement des surfaces étaient intactes. Il est aussi à remarquer que nous avons pris 15% de 70,000, lequel chiffre ne représente lui-même que 8% de la valeur de la cohésion trouvée en laboratoire pour la roche de la Carrière Francon. De 870kg/cm^2 , nous tombons à 10kg/cm^2 , c'est-à-dire, environ 1.20% de la résistance globale trouvée en laboratoire.

Est-ce exagéré? Nous posons la question aux géologues et aux spécialistes en mécanique des roches.

...../

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNCE) VALEUR RÉALISTE DE LA COHÉSION (suite):

D'autant plus qu'à la page 10 du rapport, on lit ceci: «... L'examen des carottes... indique qu'en-dessous de 16m et de 6m de profondeur... les joints deviennent rares, sont fermés et propres»..

F) INFLUENCE DE LA CONSTRUCTION DES QUAIS:

Dans les calculs précédents, nous n'avons pas tenu compte de la surcharge des quais. Pour ce faire, nous devons utiliser la méthode analytique.

Le poids du cône de roche maximum au gradin supérieur a été évalué par nous à 1,600 tonnes métriques.

Si l'intersection des deux discontinuités se situe au beau milieu d'un des quais «1981», le poids maximum de la portion du quai «embrassée» par le cône de rupture est d'environ 1000 tonnes. Par contre, la cohésion du béton est telle qu'en «punching shear», la surface théorique située dans le prolongement du cône offre une résistance équivalente à environ 7000 tonnes. Le quai ne cisillera donc pas. En cas de rupture en coin, temporairement, la masse du quai reposera sur les côtés latéraux, et une partie du cône de rupture sera pendue à la masse des quais par l'intermédiaire des «ancrages au roc» exécutés à chacun des quais «1981». Cette situation augmentera le coefficient de sécurité.

La capacité ultime de la somme des ancrages à chaque quai est de 328 tonnes métriques.

Le F.S., pour la cohésion et la friction, passerait de 3.73 à 4.69, et le F.S. résiduel (en soustrayant l'effet des pressions hydrostatiques) deviendrait 3.86.

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNCF) INFLUENCE DE LA CONSTRUCTION DES QUAIS (suite):

Si l'on calcule le F.S. - entre les quais - en tenant compte de la surcharge du mort-terrain typique, - surcharge évaluée à 500 tonnes métriques - le F.S. pour la cohésion et la friction devient 2.56; et le F.S. résiduel devient 1.73.

Si la pointe du tronc de cône se situe disons à 3 mètres du centre du quai, la surcharge impliquée devient environ 600 tonnes, et le F.S. pour la cohésion et la friction devient 2.33 au lieu de 2.56, et le F.S. résiduel, devient 1.50.

Vis-à-vis les quais de 1982, le tronc de cône ne peut «embrasser» qu'une des pattes du quai à la fois. Comme la charge sur une patte n'est que de 350 tonnes, plus une certaine quantité de remblai, (± 150 t.), l'on voit que le F.S. de base aux quais de 82 est à peu de choses près le même qu'entre les quais, et dû au fait que l'imperméabilisation des quais réduit la possibilité des pressions hydrostatiques, l'on peut même en déduire que le F.S. aux quais 82 devrait être supérieur à celui entre les quais.

8. RUPTURE PAR DÉSENCHÈVÈTLEMENT:

Cette possibilité de rupture, compte tenu des systèmes de joints A, B et C, dont les pendages sont presque verticaux, se constate, mais ne se calcule pas.

Les failles créent, lorsqu'elles se recoupent, des colonnes verticales de roc, qui poussées latéralement par l'eau et la glace, finissent par tomber à l'intérieur de la carrière.

À notre avis, ces colonnes ont rarement plus de 3 mètres de profondeur. Elles constituent donc un danger pour les gens qui travailleraient au fond de la carrière, mais non un danger immédiat pour les gens qui se trouvent sur les quais existants.

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC9. RÉSUMÉ:

1° Trois modes de possibilités de rupture du roc sont anticipés par SNC.

A) Rupture suivant un plan potentiel de glissement.

B) Rupture en coin et,

C) rupture en désenchevêtrement.

2° Dans ses calculs de rupture suivant un plan potentiel de glissement, pour le cas particulier du gradin supérieur, SNC a surévalué la surcharge à prendre en compte, du moins pour la stabilité actuelle des quais, et, selon nous, cette possibilité de rupture, est très éloignée pour les conditions existantes aujourd'hui.

3° Quant à la rupture en coin, SNC néglige complètement la «cohésion» de la roche dans ses calculs. À notre humble opinion, pour le cas où la rupture se produirait sur toute la hauteur du gradin supérieur, nous pensons que cette philosophie est très sécuritaire, surtout lorsqu'en se référant au rapport, SNC, lui-même qualifie la discontinuité qui cause des embarras, d'une discontinuité «mineure», c'est-à-dire, qui est interrompue par endroits.

Selon nos calculs, pour les conditions présentes, nous pensons que la sécurité contre une rupture, de la hauteur totale à partir du gradin supérieur, est suffisante. Nous sommes d'accord pour penser que localement, dans sa partie supérieure, un coin peut se détacher, mais nous pensons que si cet événement se présentait, le volume de roc détaché ne serait pas suffisant pour causer un renversement du quai qui entraînerait des pertes de vies à partir du quai. Par contre, si l'on devait construire des porte-à-faux avec chutes à neige, la situation pourrait devenir serrée et nous recommanderions l'exécution du boulonnage préconisé par SNC.

...../

CARRIÈRE FRANCONCOMMENTAIRES DE C.F.J.A. SUR LE RAPPORT SNC9. RÉSUMÉ (suite):

4° Quant à la rupture par désenchevêtrement, cette possibilité est très vraie, et on peut même, sans doute, l'identifier en quelques endroits de la falaise.

10. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES:

1° Si la Ville décidait de procéder aux travaux d'excavation au pied de la falaise, -(ou à tout autre travail analogue où des hommes seraient exposés aux éboulis en travaillant contre la rive inférieure de la carrière) - notre opinion veut que tous les travaux de consolidation préconisés par SNC soient entrepris auparavant. Nous soupçonnons même que la CSST en réclamera plus et que ces travaux de protection coûteront probablement plus chers que prévus par SNC.

2° Si la Ville décidait de procéder aux recommandations d'améliorations des quais existants et de la construction de quais nouveaux - selon notre rapport du 28 février 1983 - nous proposons que certains travaux préconisés par SNC soient incorporés aux travaux de construction de ces quais. Nous pensons surtout au boulonnage de la paroi que nous intensifierions, tout simplement, puisque pour réaliser le support des chutes à neige, nous avons déjà prévus l'exécution d'un certain nombre de boulons sur la face de la falaise. Un écaillage local serait de mise.

3° Si la Ville devait décider d'aucune des deux alternatives ci-haut mentionnées, nous suggérons qu'une étude plus exhaustive soit d'abord entreprise à chacun des quais afin de tenter d'identifier, la présente ou non du système de joints «D». L'on pourrait en profiter pour évaluer d'une façon plus précise les autres paramètres, et tirer une conclusion plus rationnelle quant au danger que constitue la stabilité du roc sous les quais existants, dans les conditions présentes.

687
0.00

588

687
5.32

695

917

1215

1518

1829

2137

2442

259

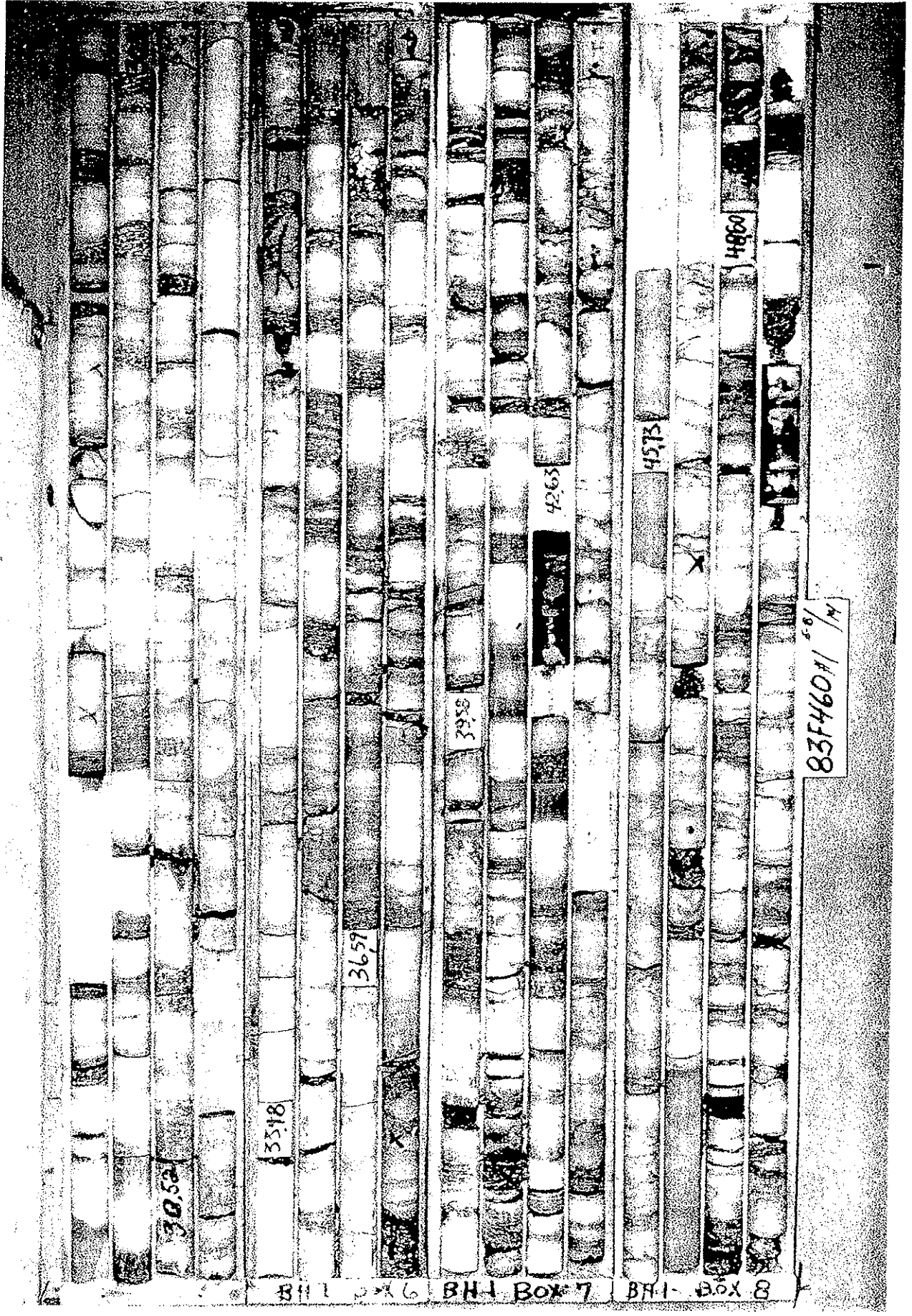
BH1 BOX 1

BH1 BOX 2

BH1 BOX 3

BH1 BOX 4

83F460*1 1/4



CD

X

30.52

3518

3659

3938

4263

4573

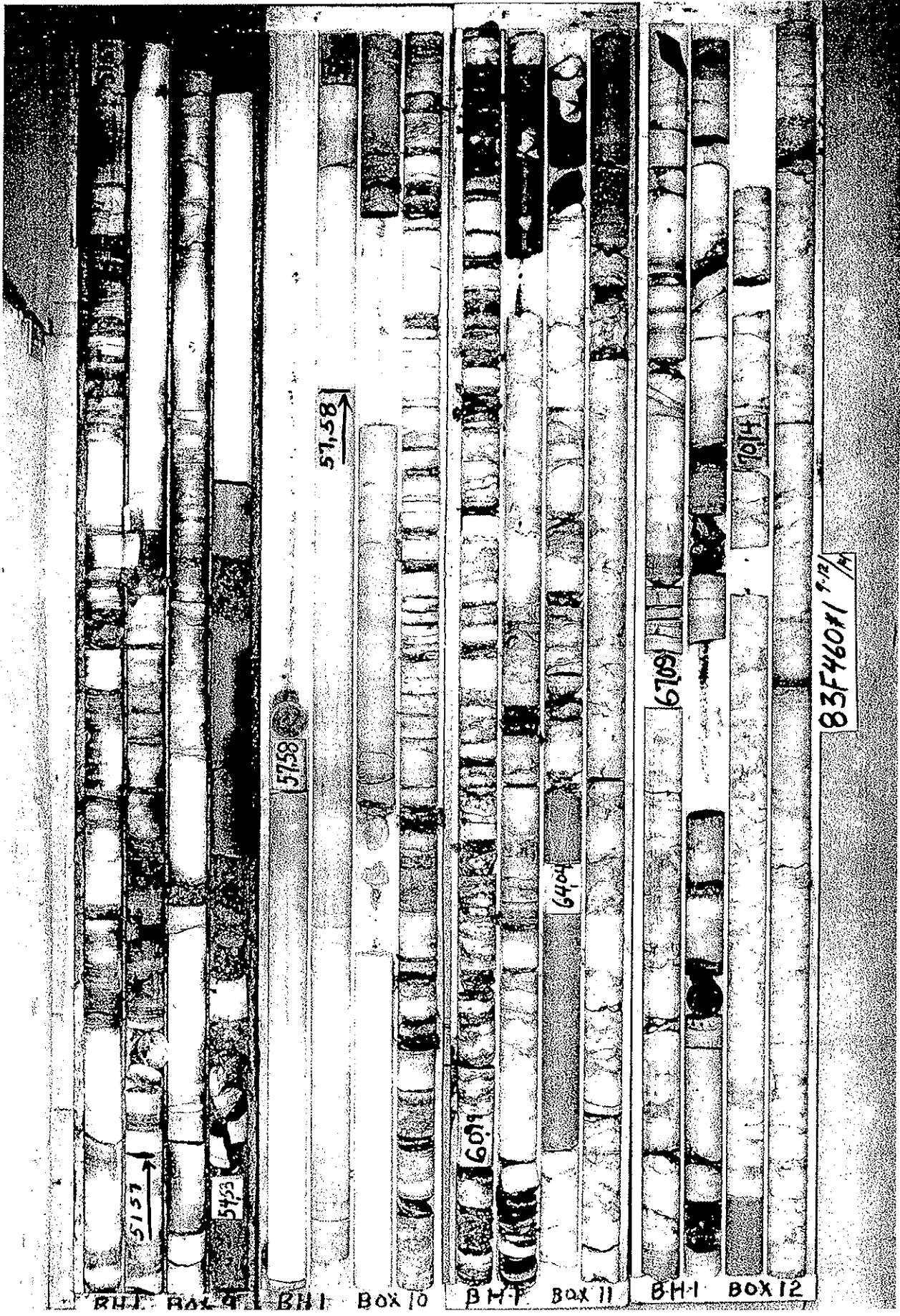
4860

83F4601/4

BH1 Box 6

BH1 Box 7

BH1 Box 8



5157

5433

5758

57,58

6091

6404

6709

6704

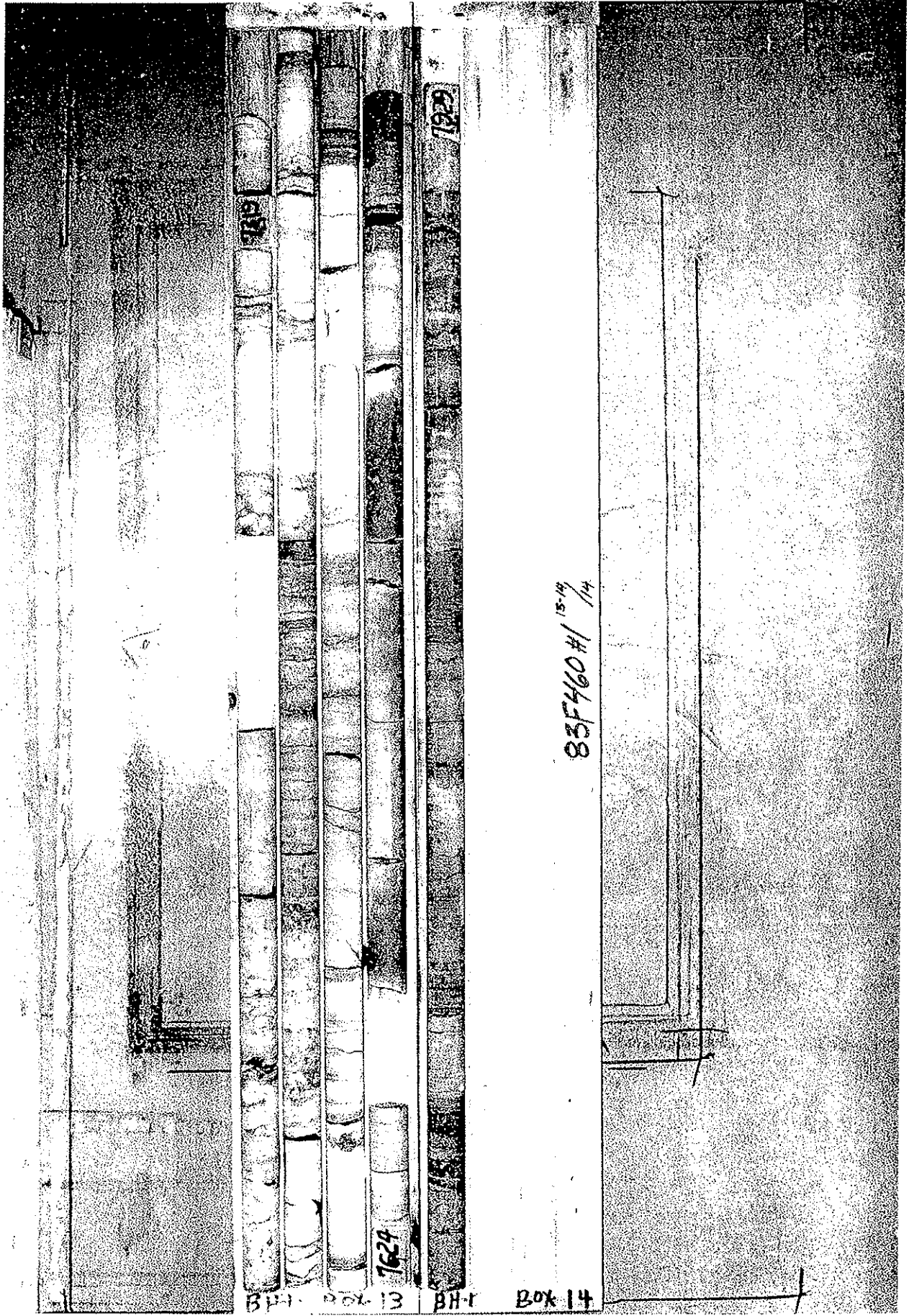
BHT BOX 9

BHT BOX 10

BHT BOX 11

BHT BOX 12

B3F460X1 1-12/14



BH- Box 13

BH- Box 14

83F460 #1
15-14
1/14

BH-2
000

113 265 295
5.18 7.47 7.83
10.00 11.05

1231

1510

1131

1818 2121 2225

2533 2912

BH2 BOX 1

BH2 BOX 2

BH2 BOX 3

BH2 BOX 4

83F460#2 1-1/4

2818

3120

3425

3137

40#2

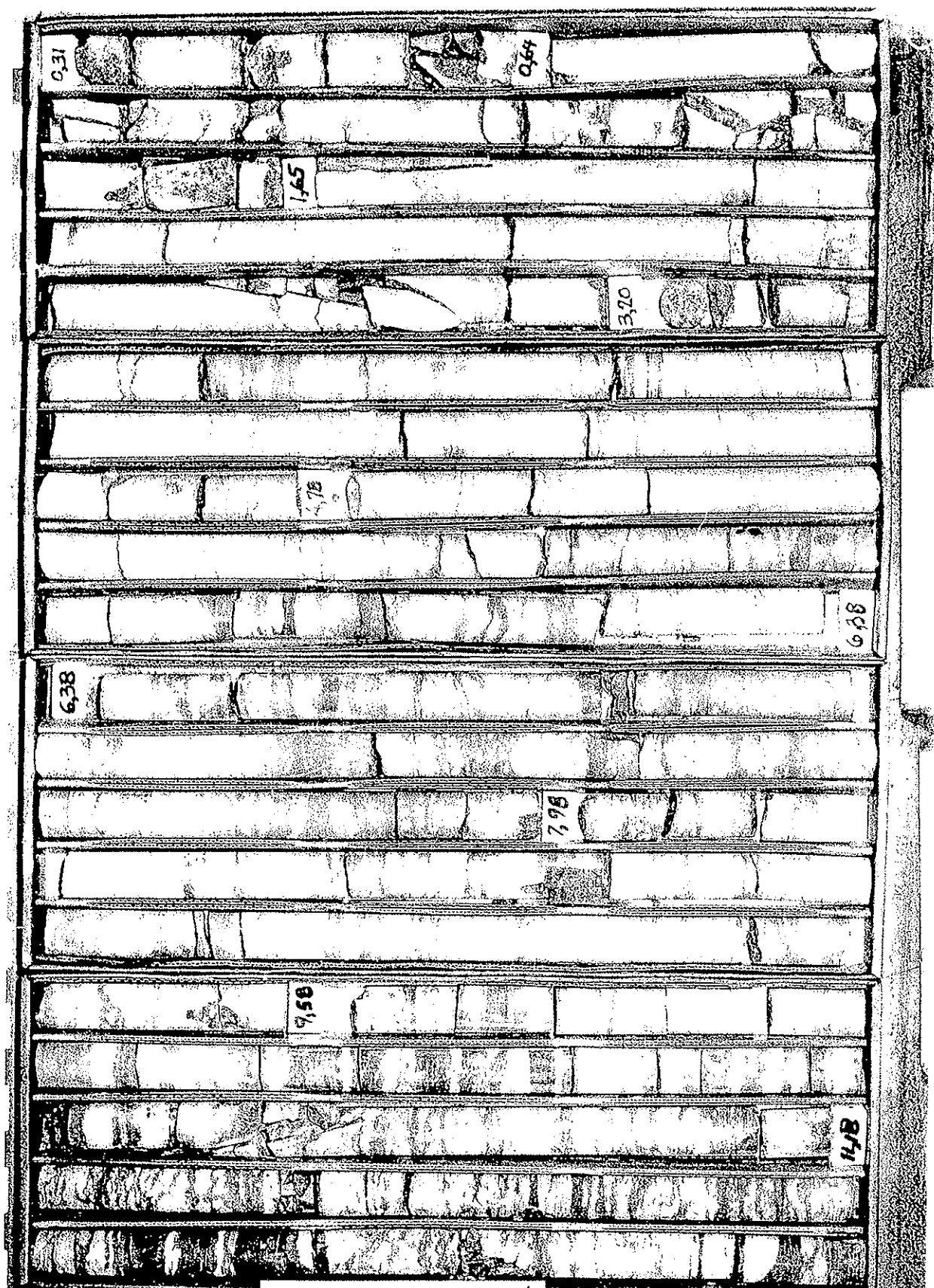
4344
500

83F460#2⁷

0

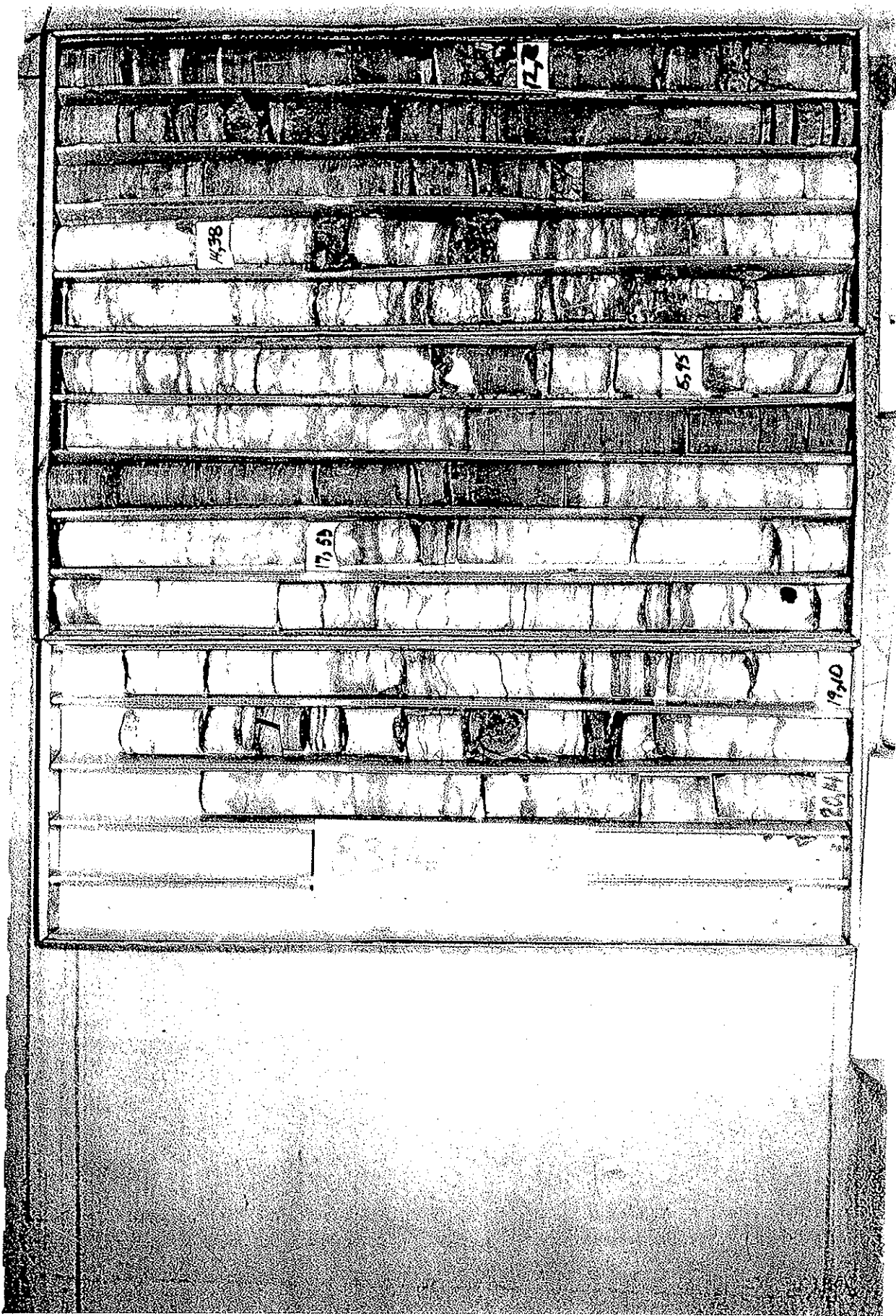
8

BH2 BOX 5 BH2 BOX 6 BH2 BOX 7



83 F460-1 $\frac{1-4}{7}$

TORONTO MONTREAL



77

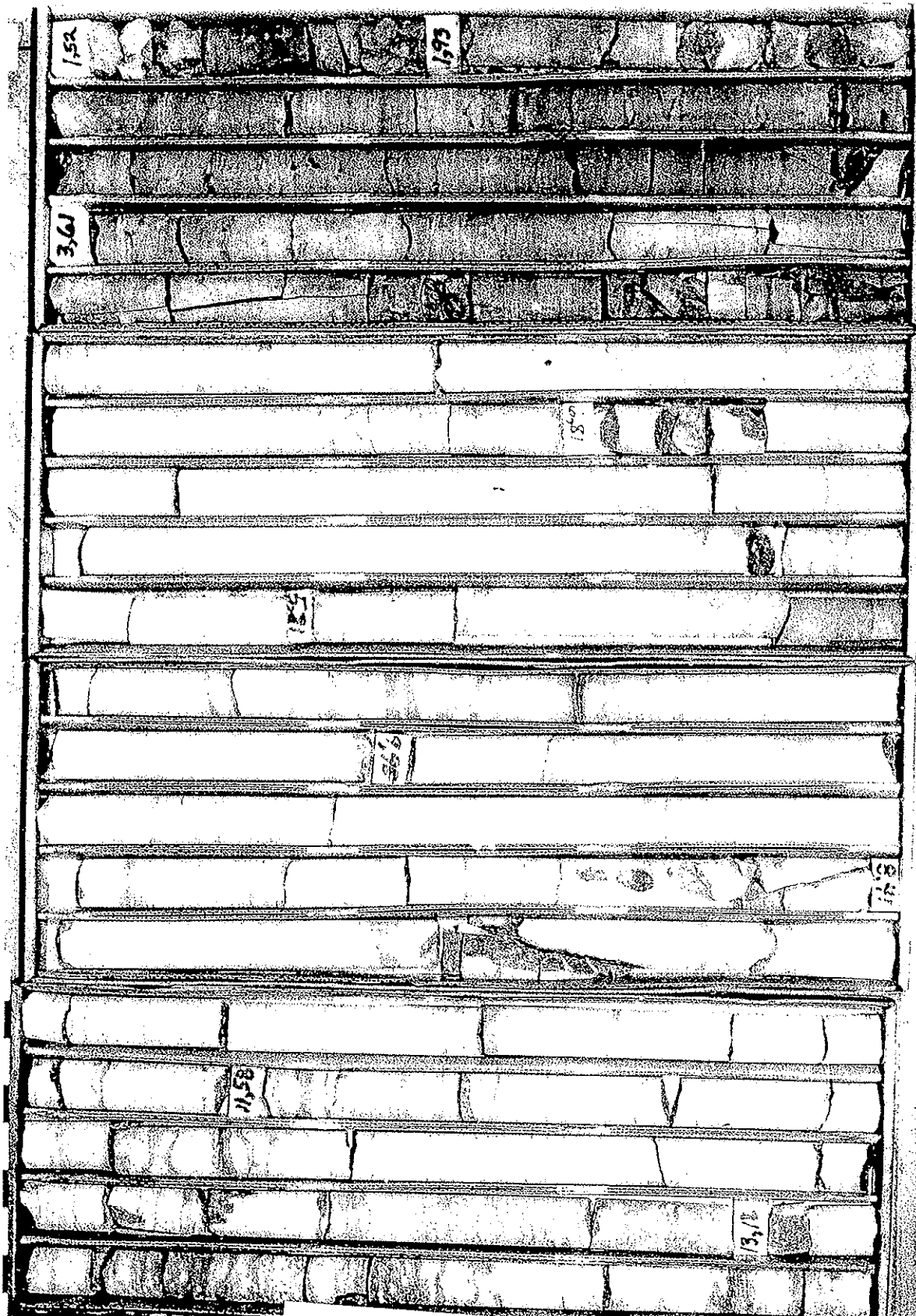
1438

595

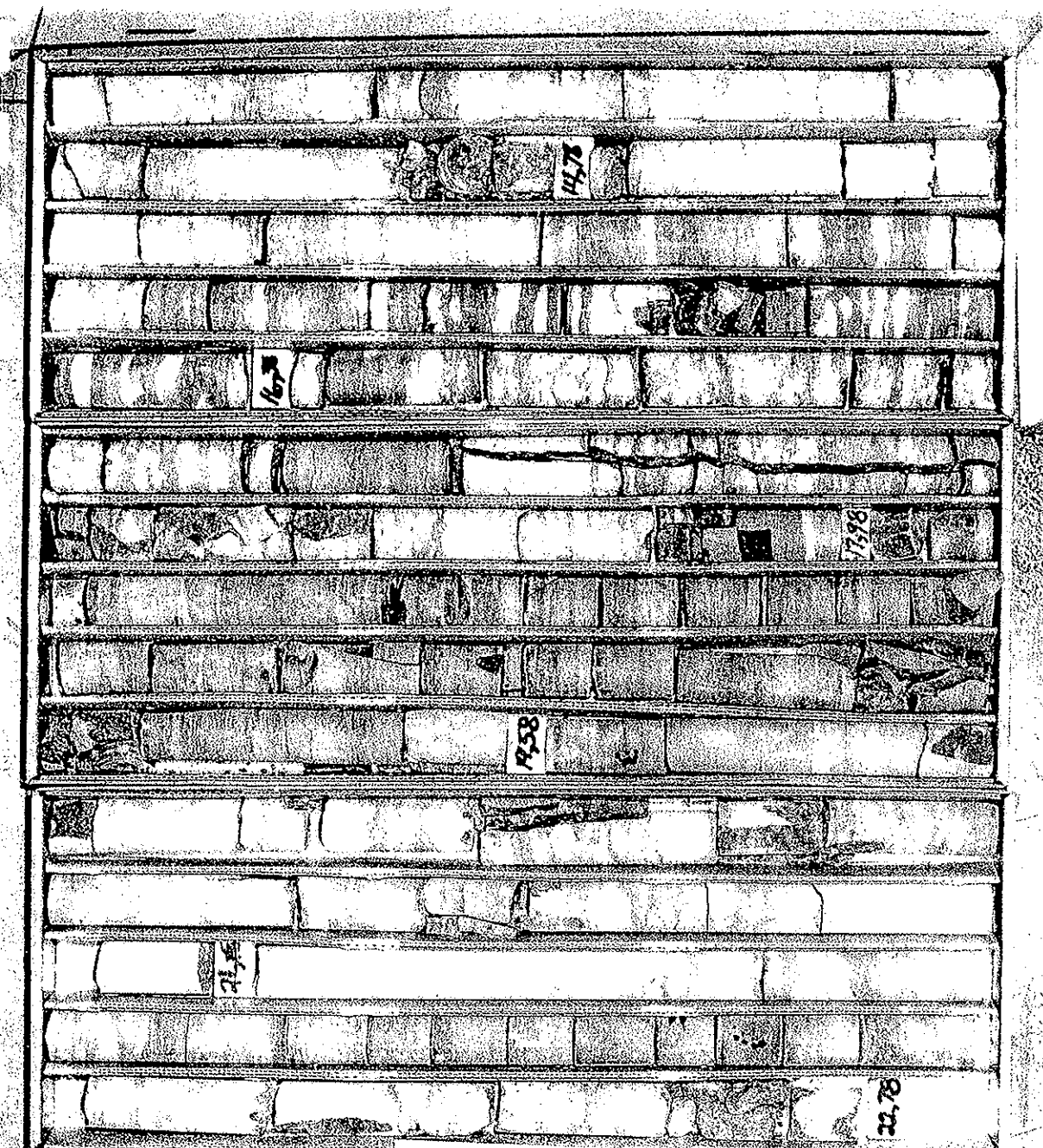
1753

1920

264

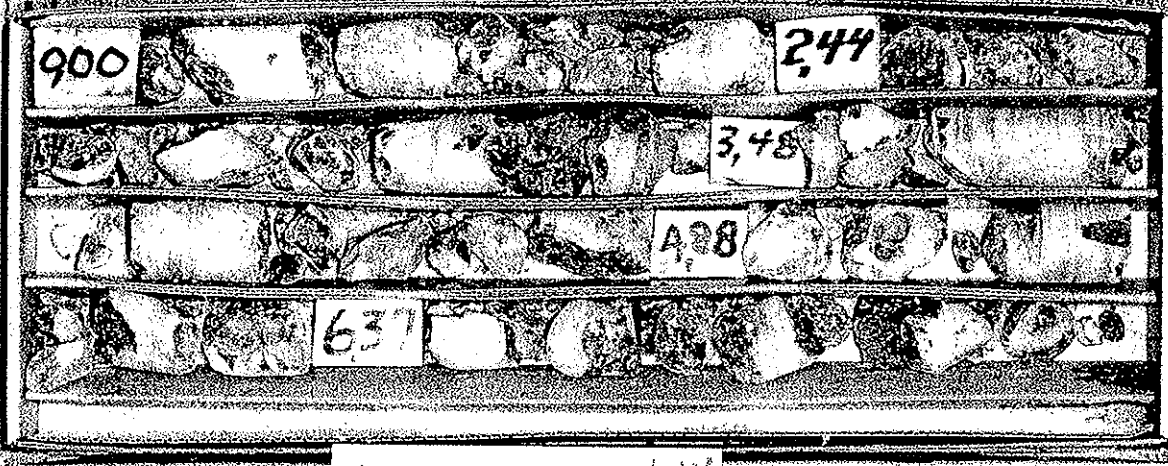


VILLE DE MONTREAL
83 F 460
CARRERE FA
ROC DE SEA 45
BOITE QUATRE



VILLE DE MONTREAL 83 FLOOR 82
NOTE NO. 33F460
FROM CORRIER FRANCAIS
LOCATION ROCK DE 65" 75 BOILE. SEPT
SX 65" - 74" 4"

DISTRIBUTED BY
LONGYEAR CANADA INC.
NORTH BAY, ONT.
TORONTO MONCTON
MONTREAL VANCOUVER



BH-383F460-3
0186
CARR FOLIOLES
OVERBURDEN

900

244

3,48

A98

637

899

1045

340

165

17.5

4.3

765

780

BH-3 BOX 2

853

114

1215

1313

BH-3 BOX 3

1522

1688

BH-3 BOX 4

1894

2041

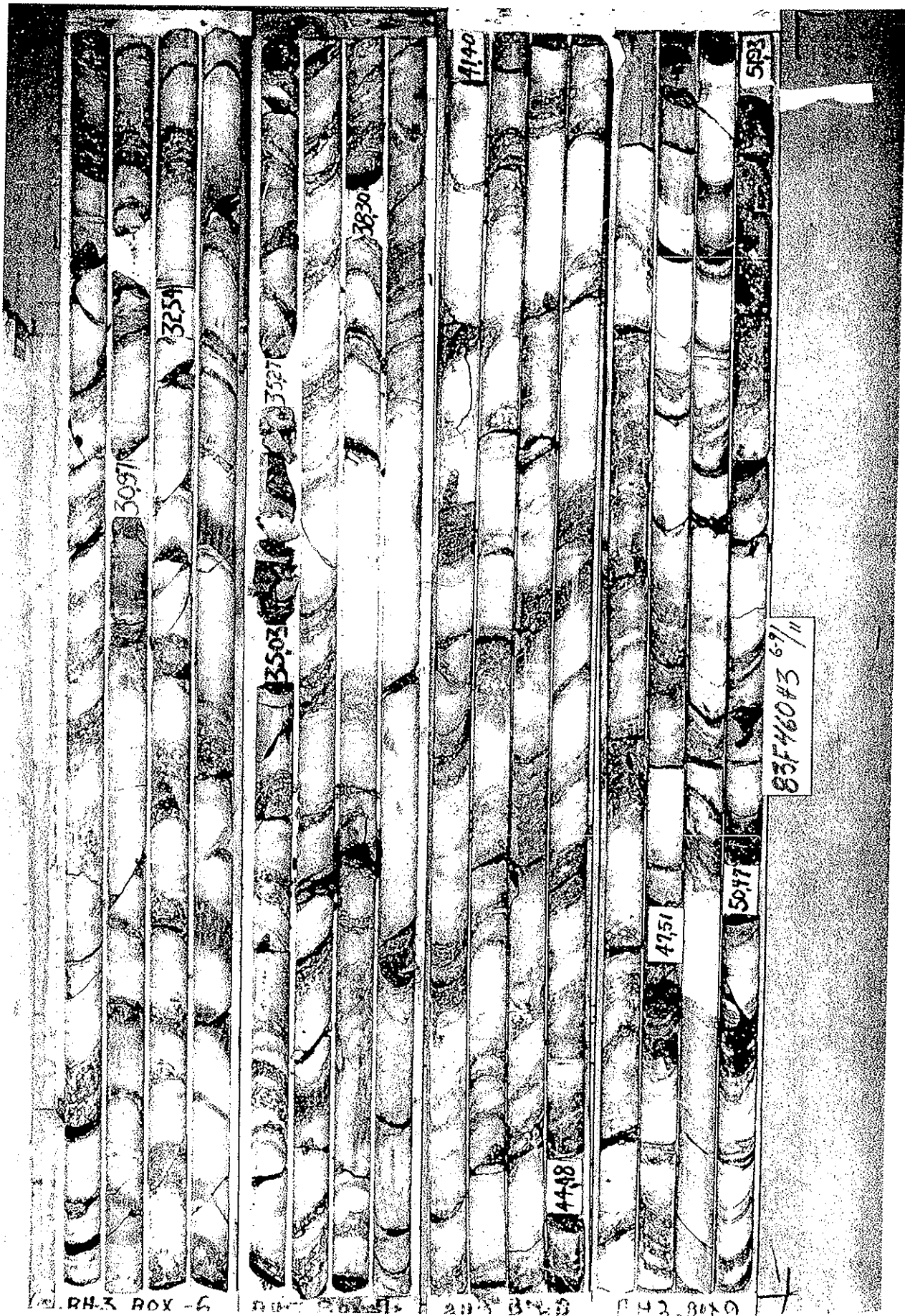
2274

BH-3 BOX 5

2513

2800

83546013 2-5/11



3097

3259

3503

3527

3830

4140

4498

4757

5077

5193

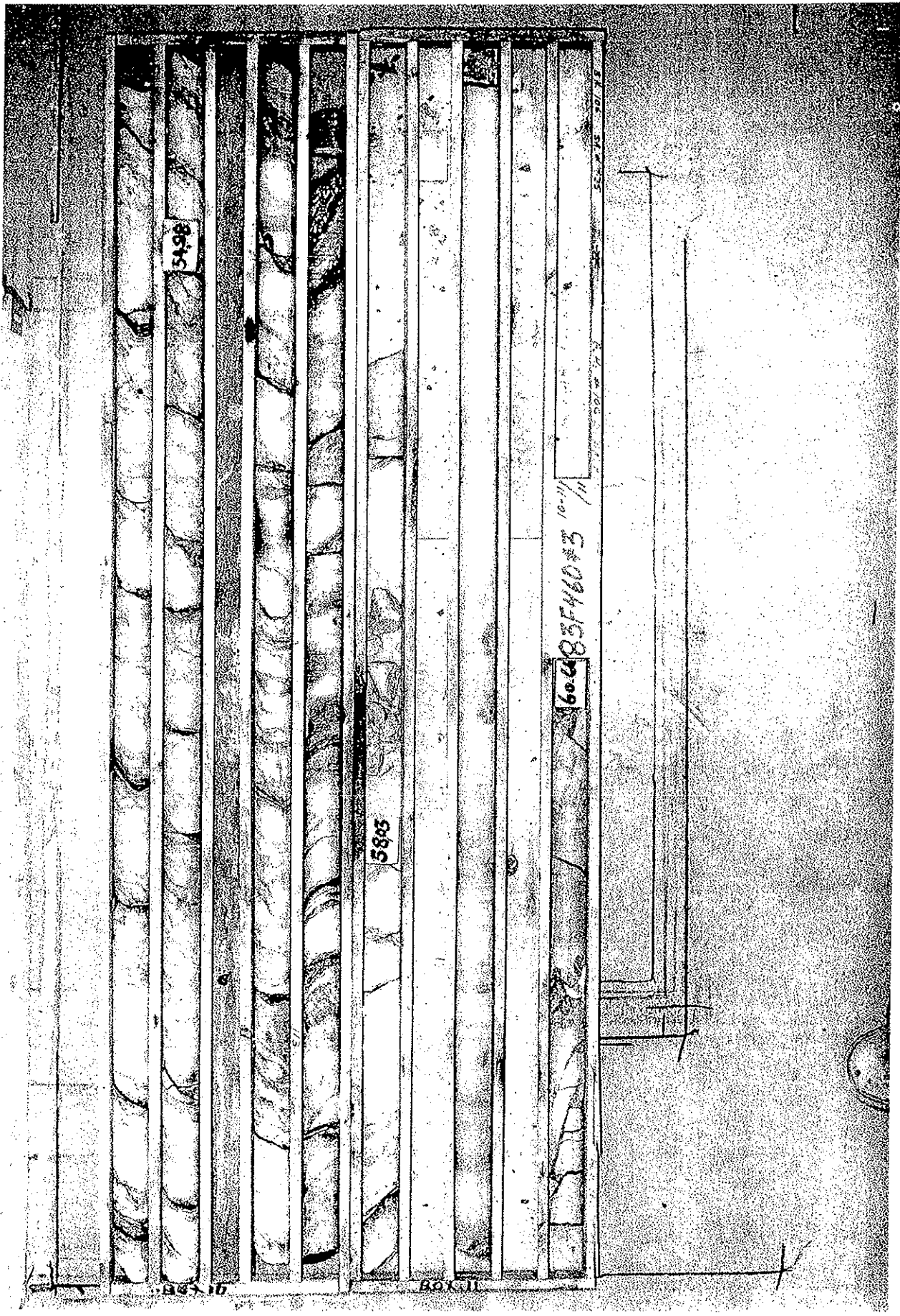
83F46043 6/71

PH-3 BOX-6

PH-3 BOX-6

PH-3 BOX-6

PH-3 BOX-6



5806

5805

1606

83F460

10-11

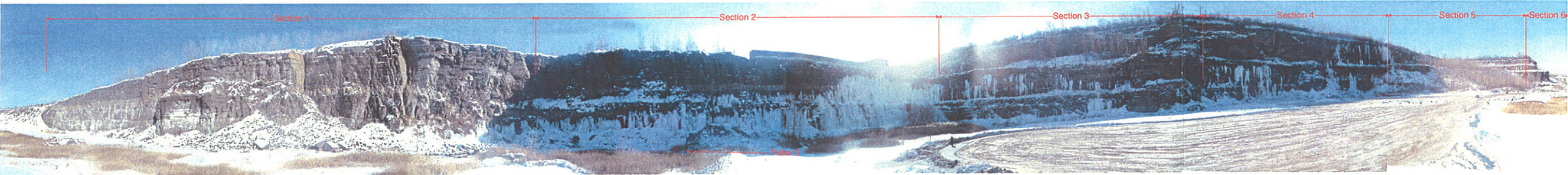
1387-10

BOX II



ANNEXE 2

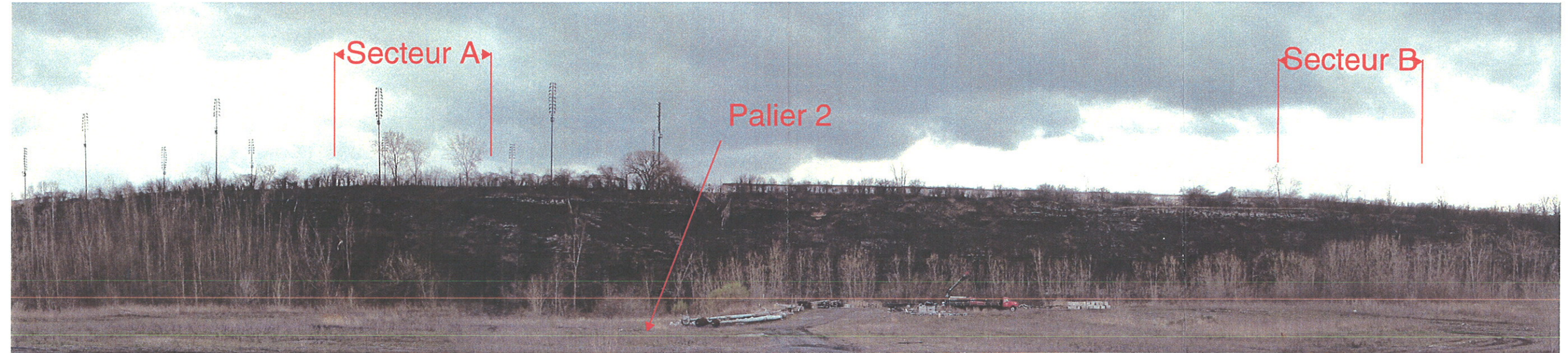
PHOTOGRAPHIES



Secteur A

Secteur B

Palier 2





ANNEXE 3

Plan Étude d'avant projet Carrière St-Michel

F074340001C001-02

