

CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

PLAN DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT

ADDENDA # 4 AU VOLUME II

le 29 avril 2002



LA FABRIQUE DE LA PAROISSE  
NOTRE-DAME DE MONTRÉAL

Le 29 avril 2002

PAR MESSAGER  
URGENT

Mme Sylvie Champagne  
Conseillère en aménagement  
Ville de Montréal  
Service du développement économique et urbain  
303 rue Notre-Dame Est  
Montréal Qc H2Y 3Y8

**Objet :       Projet de mise en valeur du cimetière et de construction du mausolée  
de l'Est – Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
Votre dossier : S010489024**

Madame,

Suite à votre lettre du 9 janvier dernier ainsi qu'à la réception des documents additionnels le 5 février relatifs aux différents points de vue, il nous fait plaisir de vous faire parvenir nos commentaires.

1.     « *La proposition relative au mausolée de l'est doit être reçue.....* »

Commentaires :

Il nous apparaît également opportun, sur le plan de la représentativité immédiate de la détermination de notre cimetière, à améliorer le caractère qualitatif d'un secteur majeur de notre territoire. Conséquemment, dès le début des travaux d'implantation reliés au mausolée du boisé de l'Est, nous entreprendrons en parallèle, le reboisement de la frange d'interface entre les mausolées existants implantés en contrebas du crématorium et ainsi que la redéfinition planifiée de l'espace de la plaine.

Cet exercice de correction impliquera tant la façade sur la rue des mausolées Ste-Marguerite Bourgeoys, la Pieta et St-Pierre et St-Paul que les correctifs requis dans l'alignement de peupliers du plateau, que la densification des arbres de la section Montréal. De plus, des arbres seront ajoutés dans la plaine à des endroits spécifiques afin qu'ils masquent la visibilité et la présence de ces mausolées lorsqu'on circule sur le chemin de la Côte-des-Neiges.



... 2 /

2. *« Il y aurait lieu de procéder à des sondages afin d'établir... »*

Commentaires :

Suite à cette recommandation, nous avons retenu les services de la firme Géoconseil afin qu'elle effectue l'étude géotechnique et levée sismique sur les lots 5 Ptie et 6 Ptie, soit derrière le poste de police.

Il ressort du rapport qu'il n'y avait aucun problème de hauteur dû à la présence de roc. Une copie du rapport vous est incluse.

3. *« La métaphore mise de l'avant par les concepteurs est intéressante..... »*

Commentaires :

La redéfinition du paysage localisé derrière le poste de police (boisé de l'est) est articulé autour de plusieurs prémices, soit :

- profiter des vues intéressantes de ce secteur à direction nord et ouest;
- créer des écrans visuels en direction du poste de police et du stationnement du parc du Mont-Royal;
- mettre en valeur le relief en pente douce en direction nord;
- réinstaurer la présence de l'eau (ancien étang);
- contribuer à augmenter la masse végétale du secteur tout en assurant une liaison avec les boisés existants;
- assurer une relation harmonieuse avec les secteurs d'inhumation avoisinants.

Le projet présenté suggère une approche de cimetière-jardin donc une intervention paysagère globale qui met l'emphase sur la définition d'espaces verts articulés et en relation avec le parc du Mont-Royal.

L'aspect visuel des lieux prend une importance considérable à l'échelle du piéton et des usagers qui circulent dans le cimetière et à l'intérieur du parc du Mont-Royal. Notre approche paysagère tend à assurer une liaison souple entre les éléments construits et naturels des lieux et une homogénéité relative au secteur du Mont-Royal.



... 3 /

Le jardin d'inhumation est un ensemble paysager en terrasse qui suit le profil naturel du sol et qui déborde sur le toit terrasse du mausolée de l'est. Nous devons lire le jardin comme un tout, un ensemble et c'est d'ailleurs cette perspective visuelle qui s'adresse aux visiteurs dans l'axe nord-sud.

Une découverte progressive de l'espace jardin par des terrasses successives qui arborent des fonctions d'inhumation variées. Le lieu d'aboutissement, à l'extrémité sud du jardin, est en quelque sorte un point culminant soit un belvédère avec des vues panoramiques sur la cité des morts.

La relation entre le monde des défunts et celui des vivants est symbolisé par une ouverture et une échancrure du sol et une séparation du bâtiment dans la portion centrale du jardin (ouverture et relation avec le sol).

Les murets d'inhumation pouvant être fabriqués de pierre naturelle recyclée des excavations agrémentent le jardin et procurent un caractère naturel. Diverses formes d'inhumation seront présentes dans le jardin.

Dans la portion jardin-terrasse au-dessus du mausolée, des promenades piétonnes permettront d'accéder aux diverses formes d'inhumation avec muret et plaques au sol. L'espace terrasse sera végétalisé en continuité avec le jardin en aval et de grands parterres viendront soutenir l'aménagement paysager. Certains ornements de jardins (sculpture, vases, etc.) pourront habiller cette partie du jardin.

L'utilisation de végétaux érigés en rangée double vient ponctuer cet espace jardin créant une ambiance et une atmosphère luxuriante pour le bénéfice des visiteurs.

Donc, le jardin de sépulture du mausolée de l'est est une succession d'espaces verts, ouverts et libres à la circulation qui amène à une découverte progressive des lieux. C'est l'expérience que nous voulons faire vivre à la future clientèle. Cette lecture du paysage est clairement définie par des aménagements paysagers permettant de découvrir des oints focaux et des perspectives visuelles orientés à plusieurs endroits à l'intérieur du jardin.

Au même titre, le périmètre du jardin doit être défini afin de structurer cet espace. L'utilisation d'arbres en alignement et de haie taillée répond bien à cet objectif et permet d'identifier les limites du jardin et sentir que nous pénétrons dans un espace particulier.



... 4 /

À cet effet, les murs latéraux du mausolée contribuent, à leur façon, à cette définition d'espaces du jardin et du caractère privé des lieux.

Les murs inclinés et végétalisés avec des plantes grimpantes, armés d'un treillis permettant plein établissement, répond aux objectifs de verdissement et de mise en valeur du jardin. Ils définissent ainsi les limites d'un espace à découvrir, élément de structure essentiel à un jardin.

Donc, le jardin de sépulture du boisé de l'est est un vaste espace défini par un chemin périphérique bordé d'arbres en alignement et de lots d'inhumation avec monument assurant ainsi un lien et une continuité avec l'ensemble des autres sections du cimetière.

Nous croyons que ce jardin répond à une définition du paysage approprié et symbolique à l'esprit du lieu et des nouvelles fonctions funéraires.

4. Suite à cette recommandation, nous avons retenu les services de la firme Daniel Arbour et Associés qui a produit le rapport ci-joint.

Ce document indique les neuf vues avec les différents niveaux de prises de vue et ce, conformément à vos directives.

Cet exercice additionnel nous donne la preuve que l'implantation prévue n'aura qu'un très faible impact visuel sur l'environnement dans sa configuration actuelle. Au contraire, nous améliorons une frange du cimetière médiocrisée par le voisinage malheureux de la cour arrière du poste de police.

Les principaux arguments qui confirment cette preuve sont :

1. Les dimensions du terrain dans l'axe nord-sud procurent un meilleur dégagement latéral aux deux pavillons.
2. Les courbes de niveau tant vers l'ouest (du côté du cimetière que vers l'est (du côté du poste de police) sont plus marquées permettant d'asseoir les bâtiments plus bas et d'en diminuer encore la hauteur perceptible.



... 5 /

3. La hauteur hors-sol du bâtiment à son coin nord-est, le plus visible depuis l'espace public du parc du Mont-Royal, se situera à l'élévation 190.50 par rapport au sol actuel à sa base, qui se trouve à la cote 185.05, pour une hauteur réelle de 4.95 mètres. Il faut noter également à ce propos que l'ondulation du sol entre la limite du cimetière et le tracé du chemin Remembrance masquera la base de l'édifice pour tout observateur placé où que ce soit dans le secteur public, alors que la faîte des arbres existants à la lisière du terrain du cimetière en masquera le sommet. En dernier lieu, nous rappelons qu'il fait partie de nos intentions de végétaliser davantage la portion de la clôture qui borde l'arrière du paddock du poste de police, ce qui filtrera encore plus la perception du mausolée déjà peu perceptible depuis l'espace public.
4. Les hauteurs des toits du poste de police telles qu'établies par l'arpenteur s'établissent à 191.60 et 189.79 ce qui signifie que l'arête haute du mur arrière du mausolée (190.50) ne pourra être vue depuis l'avant du poste de police, que ce soit depuis le chemin Remembrance ou depuis n'importe quel point se situant entre cette voie véhiculaire et la maison Smith.
5. Après avoir rapproché les deux corps de bâtiments l'un de l'autre, pour un espacement de 27 mètres, nous avons éloigné le mur latéral sud de la lisière d'arbres longeant le chemin qui le borde à une distance de quelques 24.5 mètres. Ce recul additionnel assure que la faîte des arbres sera nettement plus élevé que le point le plus haut du bâtiment et en camouflera efficacement la présence, de n'importe quel point se situant dans le domaine public du parc, fut-il proche, ou aussi éloigné que le stationnement du lac des Castors.
6. L'impact est mineur et passager à cause du relief accidenté des terrains environnants.
7. Le couvert végétal considérable de la montagne fragmente et filtre les vues.



... 6 /

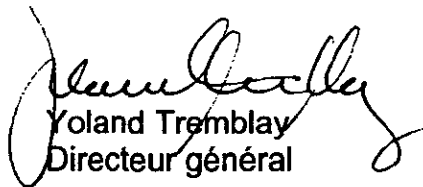
8. Enfin, l'apport végétal important considéré tant pour les murs que pour les toits terrasses de la structure combiné aux travaux de végétalisation additionnels prévus le long de la clôture, réduisent de façon majeure l'impact visuel.

Conséquemment, nous croyons avoir complété les analyses additionnelles et sommes davantage persuadés du bien fondé de notre plan directeur par la masse importante d'études, d'analyses que nous avons effectuées afin de protéger le Mont-Royal et son environnement tout en poursuivant notre mission d'honorer la mémoire des gens.

Si des informations additionnelles s'avéraient nécessaires, n'hésitez pas à communiquer avec le soussigné.

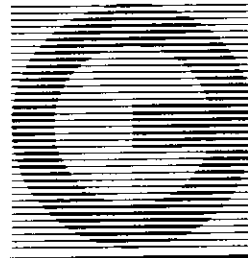
Nous tenons à vous remercier pour la collaboration que vous nous apportez ainsi que l'intérêt soutenu que vous manifestez à l'égard de notre institution.

Veuillez accepter l'expression de mes sentiments distingués.

  
Yoland Tremblay  
Directeur général

p.j.

c.c. : M. Gaétan Rainville  
M. Michel Brousseau  
M. Paul Faucher  
M. Johnny Carrier



**Géoconseil**

Membre du Groupe Qualitas inc.

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**  
**ET LEVÉ SISMIQUE**  
**PROJET DE CONSTRUCTION DE MAUSOLÉES**  
**LOTS 5 PTIE ET 6 PTIE**  
**CIMETIÈRE DE NOTRE-DAME-DES-NEIGES**  
**MONTREAL**

**CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES**  
4601, CHEMIN DE LA CÔTE-DES-NEIGES  
MONTREAL (QUÉBEC)  
H3V 1E7

Dossier n° : G3046  
Référence n° : rap-002

Mars 2002

DISTRIBUTION : M. Yoland Tremblay, B. Sc. Comm. (Cimetière Notre-Dame-des-Neiges) (2 copies)  
M. Paul Faucher, arch. (Les Architectes Faucher Aubertin Brodeur Gauthier) (1 copie)



## TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION .....	1
2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE .....	3
2.1. Sondages.....	3
2.2. Localisation et nivellement.....	3
2.3. Levé de sismique réfraction.....	4
2.4. Travaux en laboratoire.....	5
2.5. Sondages effectués pour une étude géotechnique antérieure.....	5
3. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE .....	6
3.1. Nature et caractéristiques des sols et du roc.....	6
3.2. Observation qualitative environnementale des sols.....	7
3.3. Eau souterraine .....	7
4. COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS .....	9
4.1. Description du projet.....	9
4.2. Fondations.....	9
4.2.1. Option remblai «contrôlé» .....	11
4.2.1.1. Aménagement du remblai « contrôlé ».....	11
4.2.1.2. Capacité portante .....	12
4.2.2. Option «fondations sur pieux» .....	13
4.2.2.1. Installation des pieux .....	13
4.2.2.2. Chapeaux des pieux et capacité portante .....	14
4.2.2.3. Dalles de plancher.....	15
4.3. Poussée des terres sur les murs de fondation .....	15
4.3. Drainage .....	16
4.4. Excavations .....	16
5. VALIDITÉ DES RECOMMANDATIONS.....	18

### LISTE DES ANNEXES

	<u>Nombre de pages</u>
ANNEXE 1 - Conditions générales et limites	1
ANNEXE 2 - Rapports de sondage	6
ANNEXE 3 - Rapports de sondage effectués pour une étude antérieure	4
ANNEXE 4 - Coupes stratigraphiques	2
ANNEXE 5 - Levé de sismique réfraction	21
ANNEXE 6 - Détail des fondations construites sur remblai contrôlé	1
ANNEXE 7 - Plan de localisation des sondages	1

## 1. INTRODUCTION

Les services professionnels de Géoconseil ont été retenus par Cimetière Notre-Dame-des-Neiges, afin d'effectuer une étude géotechnique sur une partie des lots 5 ptie et 6 ptie au cimetière de Notre-Dame-des-Neiges, où la construction de mausolées est prévue. Cette étude a été menée selon les termes et la méthodologie présentés dans la proposition n° G3046, référence pro-001 en date du 25 janvier 2002. Le bon de commande confirmant notre mandat porte le numéro 14553 et est daté du 28 janvier 2002.

Cette étude a été effectuée dans le but de déterminer la nature et les propriétés géotechniques des sols et du roc en place, en vue d'orienter l'ingénieur-concepteur du projet dans l'élaboration du type et du dimensionnement des fondations des mausolées projetés et ce, dans une perspective géotechnique.

Ce rapport comprend une description du mandat et de la méthodologie utilisée lors de la reconnaissance géotechnique, les résultats de l'étude (nature des sols et du roc, niveaux de l'eau souterraine) ainsi que les commentaires et recommandations d'ordre géotechnique relatifs aux travaux projetés.

Nous rappelons que nous avons effectué une étude géotechnique antérieure à celle-ci en 1999 (voir dossier n° G3046, référence n° rap-001, intitulé *Étude géotechnique - Projet de construction de mausolées - Cimetière de Notre-Dame des-Neiges, Montréal*, daté de mars 1999). Quatre forages avaient alors été réalisés sur une partie des lots 5 ptie et 6 ptie faisant partie de la présente étude. Ces forages, soit F-5 à F-8, ont été utilisés pour la rédaction du présent rapport.

Ce rapport a été préparé spécifiquement et seulement pour Cimetière Notre-Dame-des-Neiges, pour les fins du projet mentionné plus haut. Toute

modification au projet devra être soumise à Géoconseil afin de réexaminer la portée et la pertinence de la reconnaissance géotechnique et des recommandations. Il est entendu que l'utilisation de ce rapport est soumise aux conditions et limites énoncées à l'annexe 1.

L'entrepreneur est invité à prendre connaissance du présent rapport pour qu'il puisse considérer les conditions géotechniques et les problèmes soulevés décrits dans celui-ci, et en tenir compte dans sa soumission et le choix des méthodes de travail. L'entrepreneur demeure le seul maître de l'exécution quant à l'ordonnancement des travaux, au choix des équipements et aux méthodes pratiques de construction. Géoconseil ne peut être tenu responsable de travaux excédentaires directement reliés aux conditions de sol et de roc, que l'entrepreneur n'aurait pas prévus, aurait omis ou ignorés.

## 2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE

### 2.1. Sondages

Les travaux de forage sur le terrain se sont déroulés du 19 au 21 février 2002. Ceux-ci ont consisté en l'exécution de 4 forages identifiés F-9 à F-12 pour faire suite à la numérotation des forages que nous avons effectués en 1999 tel que mentionné en introduction. Ces sondages ont été effectués sous la surveillance constante d'un technicien expérimenté en géotechnique. Les rapports de sondage sont présentés à l'annexe 2.

Les sondages F-9 à F-12 ont été exécutés à l'aide d'une foreuse hydraulique utilisant des tubages de calibre «NW». Les tubages ont été enfoncés dans le sol par rotation et lavage. Entre les descentes de tubages, des échantillons de sol ont été prélevés au moyen d'un carottier fendu normalisé de 51 mm de diamètre et de 600 mm de longueur, conformément aux exigences de la norme NQ 2501-140 décrivant l'essai de pénétration standard (SPT). Cette procédure permet d'obtenir l'indice de pénétration «N» qui indique l'état de compacité des sols pulvérulents. Les cailloux, les blocs de roc et le roc ont été échantillonnés à l'aide d'un carottier diamanté de calibre «NQ». Les sondages F-9 à F-12 ont pris fin à des profondeurs variant entre 6,10 et 11,28 m (élevations 177,28 à 166,59 m), au sein du roc.

Des tubes d'observation ont été installés dans les trous de forage F-9 à F-12 avant le retrait des tubages, afin de mesurer ultérieurement le niveau de l'eau souterraine.

### 2.2. Localisation et nivellement

L'implantation, la localisation et le nivellement des sondages sur le site ont été réalisés par notre service technique. L'implantation et la localisation ont été

effectuées à partir d'un plan topographique préparé par Arsenault, arpenteurs-géomètres. Ce plan porte le numéro de dossier 2001-12-21, plan ° I 43902 et est daté du 8 janvier 2002.

Les élévations de la surface actuelle du terrain aux emplacements des sondages ont été mesurées par rapport à un repère de nivellement dans un système géodésique. Ce repère porte le numéro B.M.3 et est constitué par un clou sur le dessus d'un poteau coupé. L'élévation indiquée sur le plan topographique pour ce repère est 186,07 m. Les élévations mesurées aux différents points de sondage sont les suivantes :

**TABLEAU 1**  
**ÉLÉVATION DE LA SURFACE DU TERRAIN**  
**AUX EMPLACEMENTS DES SONDAGES**  
**14 février 2002**

<b>SONDAGE N°</b>	<b>ELEVATION DU TERRAIN (m)</b>
F-9	177,87
F-10	176,79
F-11	180,86
F-12	184,00

Les emplacements des sondages ainsi que le repère de nivellement sont indiqués sur le plan de localisation se trouvant à l'annexe 7.

### 2.3. Levé de sismique réfraction

Des mesures de sismique réfraction ont été effectuées par notre sous-traitant, soit la firme Géophysique Sigma inc. Le but de ces mesures était de

préciser la topographique du socle rocheux. Le rapport complet produit par cette firme spécialisée est présenté à l'annexe 5.

#### 2.4. Travaux en laboratoire

Tous les échantillons recueillis lors des sondages ont été transportés en laboratoire, où ils ont fait l'objet d'un examen visuel et d'une description détaillée, suivant la méthodologie préconisée dans le *Manuel canadien d'ingénierie des fondations*, édition 1994. Les descriptions du sol et du roc échantillonnés sont groupées en unités stratigraphiques sur les rapports de sondage se trouvant à l'annexe 2.

Les échantillons seront conservés pour une durée d'un an suivant la date de la fin des travaux de chantier. Après cette période, ils seront éliminés à moins d'avis contraire de votre part.

#### 2.5. Sondages effectués pour une étude géotechnique antérieure

Dans le cadre du projet de construction de mausolées au cimetière de Notre-Dame-des-Neiges, Géoconseil a effectué une étude géotechnique pour le compte du Cimetière Notre-Dame-des-Neiges, tel que mentionné dans l'introduction. Parmi les sondages effectués pour cette étude, les sondages F-5 à F-8 ont été utilisés pour la rédaction du présent rapport, puisqu'ils se situent sur le site à l'étude. Il est à noter que les élévations de la surface du terrain à l'endroit de ces sondages qui étaient dans un système arbitraire en 1999, ont été converties en élévations géodésiques.

Les rapports de sondage F-5 à F-8 sont inclus à l'annexe 3 et l'emplacement de ces sondages est indiqué sur le plan de localisation à l'annexe 7.

### 3. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

#### 3.1. Nature et caractéristiques des sols et du roc

Les rapports détaillés des sondages F-5 à F-12, qui ont été effectués sur le site à l'étude, sont présentés aux annexes 2 et 3. Des coupes stratigraphiques se trouvent à l'annexe 4. La stratigraphie observée se résume ainsi :

- remblai : épaisseur variant entre 0,8 et 1,8 m dans les sondages F-8, F-10 et F-12, entre 4,0 et 4,5 m dans F-6, F-9 et F-11 et de 7,5 m dans F-5 et F-7;
- till : atteint sous le remblai dans les sondages F-6 et F-8 à F-11 sur une épaisseur variant entre 0,8 et 2,7 m;
- roc : le remblai ou le till repose directement sur le roc. La surface du roc est généralement en pente vers nord-ouest. Ainsi, le roc a été atteint entre 0,8 et 3,3 m de profondeur dans les sondages F-8, F-10 et F-12 et entre 5,8 et 7,5 m dans les F-5, F-6, F-7, F-9 et F-11. On consultera le levé de sismique réfraction à l'annexe 5 pour plus de précision.

Le remblai est formé principalement de silt sableux avec un peu de gravier. Des traces de matières organiques, de bois, de brique, de cendre et de morceaux de béton, ont été rencontrés par endroits. La compacité du remblai est lâche à dense avec des zones très lâches ou très denses localement.

Selon les sondages, le till est composé principalement de silt et sable avec un peu de gravier à graveleux incluant des cailloux et des blocs de roc. Le till se trouve dans un état compact à très dense.

Le roc est un gabbro d'origine brèche. Une couche de dolomie est présente au sondage F-6. Aux sondages F-8 et F-12, on trouve des passages de syénite. Dans la majorité des sondages, le roc est fracturé et parfois altéré dans sa partie supérieure : sur 0,7 m d'épaisseur dans F-5 et F-11, sur environ 2 m au F-6 et F-8, sur 3 m au F-12 et sur plus de 4 m au F-9. Sous le roc fracturé, le roc est de qualité très mauvaise (R.Q.D. = 6 et 23 %) au sondage F-8 et de qualité mauvaise à moyenne (R.Q.D. = 37 à 67 %) aux sondages F-5 à F-7 et F-10 à F-12.

### 3.2. Observation qualitative environnementale des sols

Aucun indice visuel ou olfactif laissant présager la présence de contaminants n'a été détecté dans les échantillons de sol prélevés dans les sondages. Ces observations sont fournies sous toutes réserves, étant donné que le but de la reconnaissance n'était pas de définir les caractéristiques environnementales des sols, et sont limitées aux conditions énoncées à l'annexe 1.

### 3.3. Eau souterraine

Le niveau de l'eau souterraine a été mesuré le 26 novembre 1998 dans les tubes d'observation installés dans les trous de forage F-5 à F-9 et le 27 février 2002 dans F-9 à F-12. Ces mesures sont les suivantes :



**TABLEAU 2**  
**NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE**

SONDAGE N°	EAU SOUTERRAINE		DATE
	PROFONDEUR (m)	ÉLEVATION (m)	
F-5	7,3	172,4	1998-11-26
F-6	7,3	174,3	1998-11-26
F-7	7,6	172,1	1998-11-26
	5,6	176,8	1998-11-26
F-9	6,9	170,9	2002-02-27
F-10	sec à 5,9	sec à 170,9	2002-02-27
F-11	6,5	174,4	2002-02-27
F-12	2,3	181,7	2002-02-27

Les niveaux d'eaux mesurés dans le roc, indiquent qu'il y a existence d'un écoulement de l'eau souterraine en direction ouest.

Il est important de souligner que le niveau de l'eau souterraine peut fluctuer et se situer à des profondeurs différentes selon les années, les saisons et les conditions climatiques (pluies abondantes, dégel, période de sécheresse, etc.).

#### 4. COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

##### 4.1. Description du projet

Les mausolées projetés auront trois étages en gradins. Au moment de la rédaction du rapport, le niveau de la dalle du rez-de-chaussée des mausolées est prévu à l'élévation 177 m.

Les charges qui seront transmises au niveau du sol ou du roc par l'entremise des fondations ne sont pas connues au moment de la rédaction du rapport.

##### 4.2. Fondations

Les sondages F-5 à F-12 effectués sur les lots 5<sup>ptie</sup> et 6<sup>ptie</sup> à l'emplacement des mausolées projetés, indiquent la présence de matériau de remblai. Celui-ci est présent sur des épaisseurs variant de 0,8 à 7,5 m de profondeur. Selon les niveaux retenus pour les différents gradins, les fondations se trouveront au niveau du remblai.

En fonction des résultats des sondages, le remblai en place n'est pas apte à supporter les charges d'un édifice ni d'une dalle de plancher. En effet, la nature hétérogène, la compacité faible et variable ainsi que la présence de matière organique et de débris, ne nous permettent pas d'établir une capacité portante sûre ni d'évaluer les tassements qui pourraient se produire à long terme dans le remblai. Par conséquent, aucune fondation ni dalle de plancher ne devront reposer sur le remblai.

Deux solutions sont possibles pour les fondations des mausolées : soit une solution sur remblai « contrôlé » pour les deux mausolées ou une solution sur pieux pour le mausolée couvert par les forages F-5 à F-8.

La première option consiste en l'enlèvement complet du remblai jusqu'au till ou jusqu'au roc, en le remplaçant par un remblai « contrôlé ». Ceci nécessiterait des excavations pouvant atteindre jusqu'à 5 m de profondeur sous le niveau de la dalle du rez-de-chaussée des mausolées. L'épaisseur du remblai « contrôlé » serait alors de l'ordre de 5 m pour atteindre le niveau des fondations à certains endroits. L'excavation de ces sols impropres comme support pour des fondations, engendrera des quantités de déblais appréciables qui devront être soumis à un contrôle environnemental. Ceci pourrait être économiquement prohibitif. La mise en place du remblai « contrôlé » est décrite à la section 4.2.1.

La deuxième option consiste en l'utilisation d'un système de fondations profondes comme des pieux, dans la partie avant des mausolées tandis que la partie arrière s'appuierait directement sur le socle rocheux. Les pieux transfèreraient les charges des structures en pointe. On devra alors tenir compte de tassements différentiels qui pourraient se produire entre les parties sur pieux et celles sur fondations superficielles. Des pieux enfoncés dans un remblai peut occasionner des problèmes, tel qu'un refus atteint sur un bloc de roc qui pourrait être inclus dans le remblai. Les recommandations pour la mise en place de pieux sont données à la section 4.2.2.

Les semelles périphériques devront être fondées à une profondeur minimale de 1,4 m sous le niveau final du terrain extérieur, afin que celles-ci soient protégées des effets néfastes du gel dans les sols.

#### 4.2.1. Option remblai «contrôlé»

##### 4.2.1.1. Aménagement du remblai « contrôlé »

Si l'option du remblai « contrôlé » est retenue, le remblai en place devra être excavé en excès de l'emprise des fondations des édifices projetés (sous les fondations et les dalles sur sol), jusqu'au niveau du till ou du roc. Cette excavation doit excéder l'emprise des fondations des édifices de façon à respecter le retrait de 300 mm et la pente 2 vertical sur 1 horizontal du remblai « contrôlé » comme le montre la figure de l'annexe 6. Le rehaussement devra être effectué avec un remblai « contrôlé », qui servira de support pour les fondations des édifices projetés et des dalles de plancher sur sol.

Le remblai « contrôlé » devra être mis en place sur le till ou le roc, jusqu'au niveau requis et ce, de la façon suivante (voir figure à l'annexe 6) :

- Le périmètre du fond de l'excavation au niveau du till ou du roc, devra excéder le périmètre des fondations de façon à permettre l'établissement d'une pyramide de sol compacté sous la semelle, ayant un angle de pente de 2 vertical sur 1 horizontal. Cette zone devra être constituée de remblai « contrôlé » pour assurer un support adéquat sous les fondations et les dalles de plancher.
- L'état du fond de l'excavation devra être vérifié et les endroits jugés inacceptables (exemple : sol remanié) devront être excavés et remplacés par de la pierre concassée compacté à 90 % de la masse volumique sèche maximale déterminée à l'essai Proctor modifié. L'excavation devra ensuite être remblayée jusqu'au niveau des fondations et des dalles de plancher, avec de la pierre concassée de calibre 56-0 mm ou du sable classe «A», mis en place par couche n'excédant pas 300 mm d'épaisseur et compacté

à au moins 95 % de la masse volumique sèche maximale déterminée à l'essai Proctor modifié.

- La dernière couche de remblai à la base des dalles de plancher devra être constituée de pierre concassée de calibre 20-0 mm, compactée à 95 % de la masse volumique sèche maximale du Proctor modifié. Une épaisseur minimale de 150 mm est recommandée.

La pierre concassée utilisée devra être exempte de shale pyriteux et de minéraux gonflants. Elle devra être certifiée « Matériaux MCI » selon la prénorme n° NQ 2560-510, intitulée *Granulats - Guide d'application de la méthode d'essai pour la caractérisation du potentiel de gonflement sulfatique des matériaux granulaires*.

Il est recommandé que le degré de compacité du remblai soit contrôlé par des mesures de densité en place.

#### 4.2.1.2. Capacité portante

La capacité portante admissible du remblai « contrôlé » mis en place de la façon décrite à la section 4.2.1.1. et celle du till est 300 kPa, et celle du roc de 500 kPa. Ces valeurs incorporent un coefficient de sécurité de 3 contre la rupture. Les semelles devant avoir une largeur minimale de 1,2 m et les filantes 1,0 m. Sous ces contraintes et avec des semelles de ces dimensions, le tassement total anticipé sera inférieur à 25 mm.

#### 4.2.2. Option «fondations sur pieux»

##### 4.2.2.1. Installation des pieux

Des pieux développant leur résistance en pointe peuvent être utilisés pour transférer les charges à un substratum rigide, tels le till très dense ou le roc. Les pieux peuvent être en acier profilé «H» ou tubulaire, en bois, préfabriqués en béton ou forés et moulés en béton. Il est recommandé que la pointe du pieu soit renforcée afin de prévenir leur détérioration lors du battage. Il convient de souligner que des refus à l'enfoncement de pieux par battage peuvent être atteints dans le sol. Il est également important de noter que la surface du roc est en pente. Il conviendra de s'assurer que les pieux ne s'inclinent pas durant le battage et qu'ils ne suivent pas la surface du roc. Si on veut absolument prévenir cette possibilité, il y aura lieu d'équiper les pieux avec des pointes « Oslo » qui permettent de pénétrer le socle rocheux où le pieu s'immobilise.

Pour le cas de pieux tubulaires en acier, ils doivent être munis d'une pointe soudée en plus de la pointe renforcée. Les mêmes remarques au sujet de la protection de la pointe mentionnée plus haut, sont également valables pour les pieux tubulaires. Les pieux devront être remplis de béton. Les pieux appuyés sur un substratum rigide développeront leur capacité structurale dans la section d'acier et de béton du pieu. Ainsi, la charge totale structurale admissible sur chaque pieu, comprenant la contribution de la charge permanente plus la charge transitoire, ne doit pas être supérieure à la valeur obtenue par l'équation suivante :

$$Q_s = Q_d + Q_l \qquad Q_s = 0,35 f_c A_c + 0,35 f_y A_s$$

où	$Q_s$	:	charge totale sur le pieu (kN)
	$Q_d$	:	charge permanente (kN)
	$Q_l$	:	charge transitoire (kN)
	$f_c$	:	résistance en compression simple du béton (spécifiée à 28 jours, normalement 30 MPa) (kPa)
	$f_y$	:	résistance limite de l'acier (spécifiée par le fabricant) (kPa)
	$A_c$	:	section du béton (m <sup>2</sup> )
	$A_s$	:	section de l'acier (m <sup>2</sup> )

Le tassement du pieu sera ainsi relié à la déformation élastique des matériaux le constituant.

Afin de prévenir des phénomènes de relaxation et d'assurer que les refus sont réels, les pieux devront être rebattus après quarante-huit heures. La capacité portante des pieux devra être prouvée sur au moins deux pieux à l'aide d'un essai de chargement statique par paliers suivant les préceptes de la norme ASTM D 1143, ou par l'analyseur du battage de pieux selon la norme ASTM D 4945. Si des pieux forés et moulés en béton sont utilisés, la capacité portante devra être prouvée uniquement à l'aide d'au moins deux essais statiques de chargement.

#### 4.2.2.2. Chapeaux des pieux et capacité portante

Les têtes de pieux et murs-poutres situés au pourtour extérieur des édifices devront se trouver à une profondeur minimale de 1,4 m sous le niveau final du terrain extérieur, afin qu'ils soient protégés des effets néfastes du gel dans les sols.

La capacité portante du roc est de 500 kPa. Les tassements résultant d'une telle contrainte seront négligeables.

#### 4.2.2.3. Dalles de plancher

Les dalles de plancher doivent obligatoirement être constituées d'une dalle structurale pour la partie des mausolées prenant appui sur pieux.

#### 4.3. Poussée des terres sur les murs de fondation

La valeur de la poussée des terres sur les murs de fondation des mausolées projetés devra être calculée avec les paramètres géotechniques suivants :

**TABLEAU 3**  
**PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES**  
**POUR LES MURS DE FONDATION**

<b>PARAMÈTRE GÉOTECHNIQUE</b>	<b>TILL</b>
Poids volumique total, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	21
Poids volumique déjaugé, $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	11
Coefficient de pression des terres au repos, $K_0$	0,5

Le poids volumique total des sols doit être utilisé au-dessus du niveau de l'eau souterraine, dans les calculs de la poussée des terres sur les murs, et un poids volumique déjaugé sous le niveau de l'eau souterraine. Par contre on doit ajouter la pression d'eau dans ce dernier cas. On devra considérer le niveau de l'eau souterraine à 6 m sous la surface du terrain.



Dans le cas de la partie excavée dans le roc, si un espace est laissé entre le roc et les murs de fondation, celui-ci devra être remblayé avec de la pierre concassée. Un compactage léger est requis.

#### 4.4. Drainage

À long terme, les structures devront être à l'épreuve de l'eau et de l'humidité. L'installation d'un drain en périphérie des édifices devrait être prévue, afin de capter les eaux provenant du terrain en amont.

#### 4.5. Excavations

Si l'option remblai « contrôlé » est retenue, les excavations pour la mise en place de celui-ci se feront dans du remblai sur une épaisseur pouvant atteindre 7,5 m. L'angle de pente des excavations temporaires ne devra pas excéder 1 vertical pour 1 horizontal dans les sols et 10 vertical pour 1 horizontal dans le roc. Une attention particulière devra être portée aux blocs de roc pouvant se détacher des parois des excavations et constituer un danger pour les ouvriers.

Les matériaux excavés ou de remplissage ne devront pas être entreposés à moins de 3 m du bord de l'excavation et la hauteur des amoncellements ne devra pas être supérieure à 3 m. La circulation de machinerie lourde devra être évitée dans cette zone.

L'excavation dans le roc s'effectuera dans de la roche bréchique comme du gabbro et de la syénite. Même si cette roche est très facturée, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'une roche dure. L'utilisation du marteau piqueur peut être utile pour détacher certains blocs mais il faudra très certainement recourir à du dynamitage pour fragmenter la majeure partie du roc. Si on opte pour une solution de dynamitage, il serait peut-être utile de tenter de produire des particules

dont le diamètre est inférieur à 200 mm. Le roc ainsi fragmenté pourrait alors être utilisé comme remblai.

Le niveau de l'eau souterraine au moment des reconnaissances géotechniques (1998 et 2002) se situait entre 5,6 et 7,6 m de profondeur, sous l'élévation 174,3 m, sauf à l'endroit du forage F-12 qui a été effectué en amont du site et où la surface rocheuse est la plus élevée et le niveau de l'eau à 2,3 m de profondeur (élévation 181,7 m). Sur la base de ces relevés et de la profondeur prévisible des excavations, nous prévoyons des venues d'eau aux endroits où les excavations atteindront le roc, soit dans la partie nord-est. Les venues d'eau risquent d'être abondantes dans cette partie. Nous suggérons que le niveau de l'eau souterraine dans les tubes d'observation installés dans les sondages, soit mesuré avant le début des travaux. De cette façon, il sera plus facile de prévoir un système de drainage et pompage adéquat, pour maintenir le fond de l'excavation libre d'eau.

## 5. VALIDITÉ DES RECOMMANDATIONS

Une reconnaissance des sols et du roc se fait de façon ponctuelle. Pour ce site, un total de 8 sondages a été effectué. Les recommandations émises dans ce rapport se basent sur ces sondages. Des variations stratigraphiques entre les sondages, tant horizontales que verticales, peuvent être rencontrées lors des travaux de construction. Si les conditions de sol rencontrées lors des travaux différaient de celles observées localement aux emplacements des sondages, Géoconseil devra en être informé immédiatement afin de vérifier les recommandations. Dans le cas d'un changement dans la nature ou le type de construction projetée, les commentaires et recommandations énoncés dans ce rapport ne sont plus valides à moins qu'une révision et que des modifications ou confirmations de ceux-ci soient émises par écrit.

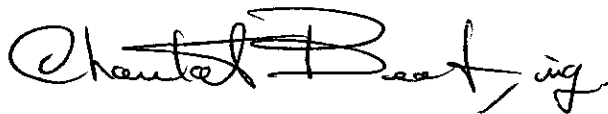
Le présent rapport fait appel à la mise en place d'un remblai «contrôlé» sur lequel reposeront les futures fondations et les dalles de plancher sur sol des édifices projetés. Il est important de s'assurer lors de l'exécution que le remblai hétérogène en place soit complètement excavé. De plus, il convient également de souligner que le remblai «contrôlé» doit être effectué minutieusement suivant les règles énoncées à la section 4.2.1.1., ci-avant. Géoconseil ne peut garantir la valeur de la capacité portante ainsi que le comportement à long terme des fondations et des dalles de plancher sur sol si l'entrepreneur déroge de ces règles.

Les recommandations ont été formulées pour les besoins de l'ingénieur-concepteur et non pour l'entrepreneur qui demeure responsable du type d'excavation pour qu'il soit en règle avec le code de sécurité en vigueur.

Le présent rapport est soumis aux conditions générales et limites énoncées à l'annexe 1.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, nous demeurons à votre service pour toute information additionnelle qui pourrait être requise.

GÉOCONSEIL



Chantal Beaudoin, ing.  
Ingénieure en géotechnique



Robert Giguère, ing. M.Ing.  
Ingénieur en géotechnique

---

Dans le but de se conformer à la norme ISO 9001 (1994) et ISO/CEI Guide 25, Géoconseil informe que ce rapport est composé de 64 pages et qu'il ne peut être reproduit en tout ou en partie sans autorisation.

**ANNEXE 1**

**CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITES**

# CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITES

## 1. UTILISATION DU RAPPORT

**A. Modifications au projet :** les données factuelles, les interprétations et les recommandations contenues dans ce rapport ont trait au projet spécifique tel que décrit dans le rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni autre site. Si le projet est modifié du point de vue conception, dimensionnement, emplacement ou élévation, Géoconseil devra être consulté de façon à confirmer que les recommandations déjà données demeurent valides et applicables.

**B. Nombre de sondages :** les recommandations données dans ce rapport n'ont pour but que de servir de guide à l'ingénieur en conception. Le nombre de sondages pour déterminer toutes les conditions souterraines qui peuvent affecter les travaux de construction (coûts, techniques, matériel, échancier), devrait normalement être plus élevé que celui pour les besoins du dimensionnement. Les entrepreneurs qui soumissionnent ou qui sous-traitent le travail, devraient compter sur leurs propres études ainsi que sur leurs propres interprétations des résultats factuels des sondages, pour apprécier de quelle façon les conditions souterraines peuvent affecter leur travail.

## 2. RAPPORTS DE SONDAGE ET INTERPRÉTATION DES CONDITIONS SOUTERRAINES

**A. Description des sols et du roc :** les descriptions des sols et du roc données dans ce rapport proviennent de méthodes de classification et d'identification communément acceptées et utilisées dans la pratique de la géotechnique. La classification et l'identification du sol et du roc font appel à un jugement. Géoconseil ne garantit pas que les descriptions seront identiques en tout point à celles faites par un autre géotechnicien possédant les mêmes connaissances des règles de l'art en géotechnique, mais assure une exactitude seulement à ce qui est communément utilisé dans la pratique géotechnique.

**B. Conditions des sols et du roc à l'emplacement des sondages :** les rapports de sondage ne fournissent que des conditions du sous-sol à l'emplacement des sondages seulement. Les limites entre les différentes couches sur les rapports de sondage sont souvent approximatives, correspondant plutôt à des zones de transition, et ont donc fait l'objet d'une interprétation. La précision avec laquelle les conditions souterraines sont indiquées, dépend de la méthode de sondage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage ainsi que de l'uniformité du terrain rencontré. L'espacement entre les sondages, la fréquence d'échantillonnage et le type de sondage sont également le reflet de considérations budgétaires et de délais d'exécution qui sont hors du contrôle de Géoconseil.

**C. Conditions des sols et du roc entre les sondages :** les formations de sol et de roc sont variables sur une plus ou moins grande étendue. Les conditions souterraines entre les sondages sont interpolées et peuvent varier de façon significative des conditions rencontrées à l'endroit des sondages. Géoconseil ne peut en effet garantir les résultats qu'à l'endroit des sondages effectués. Toute interprétation des conditions présentées entre les sondages comporte des risques. Ces interprétations peuvent conduire à la découverte de conditions différentes de celles qui étaient prévues. Géoconseil ne peut être tenu responsable de la découverte de conditions de sol et de roc différentes de celles décrites ailleurs qu'à l'endroit des sondages effectués.

**D. Niveaux de l'eau souterraine :** les niveaux de l'eau souterraine donnés dans ce rapport correspondent seulement à ceux observés à l'endroit et à la date indiqués dans le rapport. Ces conditions peuvent varier de façon saisonnière ou suite à des travaux de construction sur le site ou sur des sites adjacents. Ces variations sont hors du contrôle de Géoconseil.

## 3. SUIVI DE L'ÉTUDE ET DES TRAVAUX

**A. Vérification en phase finale :** tous les détails de conception et de construction ne sont pas connus au moment de l'émission du rapport. Il est donc recommandé que les services de Géoconseil soient retenus pour apporter toute la lumière sur les conséquences que pourraient avoir les travaux de construction sur l'ouvrage final.

**B. Inspection durant l' :** il est recommandé que les services de Géoconseil soient retenus pendant la construction, pour vérifier et confirmer d'une part que les conditions souterraines sur toute l'étendue du site ne diffèrent pas de celles données dans le rapport et d'autre part, que les travaux de construction n'aient pas un effet défavorable sur les conditions du site.

## 4. CHANGEMENT DES CONDITIONS : les conditions de sol décrites dans ce rapport sont celles observées au moment de l'étude. A moins d'indication contraire, ces conditions forment la base des recommandations du rapport. Les conditions de sol peuvent être modifiées de façon significative par les travaux de construction (trafic, excavation, etc.) sur le site ou sur les sites adjacents. Une excavation peut exposer les sols à des changements dus à l'humidité, au séchage ou au gel. Sauf indication contraire, le sol doit être protégé de ces changements ou remaniements pendant la construction.

Lorsque les conditions rencontrées sur le site diffèrent de façon significative de celles prévues dans ce rapport, dues à la nature hétérogène du sous-sol ou encore à des travaux de construction, il est du ressort du client et de l'utilisateur de ce rapport de prévenir Géoconseil des changements et de fournir à Géoconseil l'opportunité de réviser les recommandations de ce rapport. Reconnaître un changement des conditions de sol demande une certaine expérience. Il est donc recommandé qu'un ingénieur géotechnicien expérimenté soit dépêché sur le site afin de vérifier si les conditions ont changé de façon significative.

## 5. DRAINAGE : le drainage de l'eau souterraine est souvent requis aussi bien pour des installations temporaires que permanentes du projet. Une conception ou exécution impropre du drainage peut avoir de sérieuses conséquences. Géoconseil ne peut en aucun cas prendre la responsabilité des effets du drainage à moins que Géoconseil ne soit spécifiquement impliqué dans la conception détaillée et le suivi des travaux de construction du système de drainage.

## 6. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES : dans certains cas, les terrains sur lesquels Géoconseil effectue des reconnaissances peuvent avoir subi des déversements de contaminants ou encore la nappe phréatique peut contenir des polluants provenant d'un site à l'extérieur des terrains à étudier. De telles conditions requièrent une étude de caractérisation environnementale. La présente étude géotechnique n'a pas été effectuée en fonction d'une telle étude. Il convient de souligner que les lois et les règlements relatifs à l'environnement peuvent avoir des effets importants sur la viabilité, l'orientation et les coûts d'un projet. Ces lois et règlements sont susceptibles d'amendement et devront être vérifiés et pris en compte au moment de la conception et la préparation du projet.

**ANNEXE 2**

**RAPPORTS DE SONDAGE**



# NOTE EXPLICATIVE RAPPORTS DE SONDAGE ET RÉSULTATS D'ESSAIS

Un rapport de sondage permet de résumer la stratigraphie des sols et du roc, leurs propriétés ainsi que les conditions d'eau souterraine. Cette note a pour but d'expliquer la terminologie, les différents symboles et abréviations employés dans un tel rapport.

## COUPE STRATIGRAPHIQUE

### 1. PROFONDEUR - ÉLEVATION

La profondeur et l'élévation des différents contacts stratigraphiques sont données par rapport à la surface du terrain ou tel qu'indiqué. Les élévations peuvent être géodésiques ou arbitraires, telles que montrées.

### 2. DESCRIPTION DES SOLS

Les sols sont regroupés en unités stratigraphiques selon leur nature et leurs propriétés géotechniques.

Les tailles des particules constituant un sol qui sont utilisées, sont les suivantes :

NOM DE LA PARTICULE	TAILLE DES PARTICULES (mm)
Argile	< 0,002
Silt	0,002 - 0,080
Sable	0,080 - 5
Gravier	5 - 75
Caillou	75 - 300
Bloc	> 300

La proportion des divers éléments de sol, définis selon la taille des particules, est donnée d'après la terminologie descriptive énumérée plus bas, selon le *Manuel canadien d'ingénierie des fondations*.

TERMINOLOGIE DESCRIPTIVE	PROPORTION DE PARTICULES (%)
traces	1 - 10
un peu	10 - 20
adjectif (ex. : sableux, silteux)	20 - 35
et (ex. : sable et gravier)	> 35

### 2.1 COMPACTITÉ DES SOLS GRANULAIRES

La compactité des sols granulaires est évaluée à l'aide de l'indice de pénétration standard «N» dans le cas des sondages par forage et de façon qualitative (à l'aide de la main, d'une pelle manuelle ou d'un pic) dans le cas des sondages par puits d'exploration.

L'indice de pénétration «N» est obtenu à l'essai de pénétration standard. Il correspond au nombre de coups d'un marteau de 63,5 kg tombant en chute libre de 760 mm, nécessaire pour enfoncer les derniers 300 mm d'une pénétration 450 mm du carottier fendu.

COMPACTITÉ	INDICE DE PÉNÉTRATION «N» (coups/300 mm)
Très lâche	< 4
Lâche	4 - 10
Compacte ou moyenne	10 - 30
Dense	30 - 50
Très dense	> 50

### COMPACTITÉ ÉVALUATION VISUELLE

Très lâche	Doigt, pouce ou poing pénètre facilement
Lâche	Difficilement pénétrable avec le poing et récupérable facilement avec pelle manuelle
Compacte ou moyenne	Difficilement récupérable avec une pelle
Dense	Pic nécessaire pour rendre lâche
Très dense	Équipement lourd pour rendre lâche

### 2.2 CONSISTANCE, SENSIBILITÉ ET PLASTICITÉ DES SOLS COHÉRENTS

La consistance des sols cohérents est évaluée selon la résistance au cisaillement. La résistance au cisaillement non drainé de l'argile intacte ( $c_u$ ) et de l'argile remaniée ( $c_r$ ) est mesurée en chantier à l'aide d'un scissomètre.

CONSISTANCE	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT, $c_u$ (kPa)
Très molle	< 12
Molle	12 - 25
Ferme	25 - 50
Raide	50 - 100
Très raide	100 - 200
Dure	> 200

La consistance peut également être évaluée approximativement de la façon suivante :

CONSISTANCE	ÉVALUATION VISUELLE
Très molle	Poing pénètre facilement
Molle	Pouce pénètre facilement
Ferme	Pouce pénètre avec effort modéré
Raide	Pouce pénètre avec beaucoup d'efforts
Très raide	Rayé facilement par l'angle du pouce
Dure	Rayé difficilement par l'angle du pouce

SENSIBILITÉ	$S_u (c_u/c_r)$
Faible	< 2
Moyenne	2 - 4
Forte	4 - 8
Très forte	8 - 16
Argile sensible	> 16

PLASTICITÉ	LIMITE DE LIQUIDITÉ, $w_L$ (%)
Faible	< 30
Moyenne	30 - 50
Élevée	> 50

### 3. DESCRIPTION DU ROC

Le roc est décrit en fonction de son origine géologique, sa composition, ses caractéristiques structurales et de ses propriétés mécaniques.

DISCONTINUITÉS	ESPACEMENT MOYEN (mm)
Très serrées	< 0,02
Serrées	0,02 - 0,06
Rapprochées	0,06 - 0,2
Moyennement espacées	0,2 - 0,6
Espacées	0,6 - 2
Très espacées	2 - 6
Éloignées	> 6

OUVERTURES	ESPACEMENT (mm)
Fermées	< 0,5
Écartées	0,5 - 10
Ouvertes	> 10

RÉSISTANCE	RÉSISTANCE EN COMPRESSION SIMPLE, $\sigma_c$ (MPa)
Extrêmement faible	< 1
Très faible	1 - 5
Faible	5 - 25
Moyennement forte	25 - 50
Forte	50 - 100
Très forte	100 - 250
Extrêmement forte	> 250





# NOTE EXPLICATIVE

## RAPPORTS DE SONDAGE ET RÉSULTATS D'ESSAIS

(suite)

### 3. DESCRIPTION DU ROC (suite)

L'indice de qualité du roc (R.Q.D.) est obtenu par la sommation des longueurs de carotte égales ou supérieures à 100 mm par rapport à la course du carottier dans le roc. Le résultat s'exprime en pourcentage.

CLASSIFICATION	INDICE R.Q.D. (%)
Très mauvaise qualité	< 25
Mauvaise qualité	25 - 50
Qualité moyenne	50 - 75
Bonne qualité	75 - 90
Excellente qualité	90 - 100

### NIVEAU D'EAU

Cette colonne indique le niveau d'eau mesuré soit dans un tube d'observation, dans un piézomètre ou dans le trou de forage. La date du relevé est également indiquée dans cette colonne.

### ÉCHANTILLONS

#### 1. ÉTAT

La profondeur, la longueur et l'état de chaque échantillon sont montrés dans cette colonne. Le symbole illustre l'état de l'échantillon suivant la légende donnée ci-après :



#### 2. TYPE ET NUMÉRO

La colonne «Type et numéro» sur les rapports de forage correspond à la numérotation de l'échantillon. Il comprend deux lettres identifiant le type d'échantillonnage, suivi d'un chiffre séquentiel. Les types d'échantillonnage sont les suivants :

CF : Carottier fendu      CR : Carottier à diamants  
 TS : Tube Shelby      EL : Échantillon de lavage

#### 3. RÉCUPÉRATION

La récupération des échantillons correspond à la longueur récupérée des échantillons par rapport à la longueur de l'enfoncement de l'échantillonneur, et est exprimée en pourcentage.

### RÉSULTATS DES ESSAIS

On indique dans cette colonne à la profondeur correspondante, les résultats des essais de pénétration standard (indice «N»), la résistance au cisaillement effectuée en chantier et en laboratoire, la teneur en eau, les limites de consistance, le poids volumique, etc. La colonne «autres essais» indique, s'il y a lieu, les essais additionnels effectués en chantier ou en laboratoire.

La liste d'abréviations qui suit sert à indiquer ces essais. Les résultats de ces essais peuvent être retrouvés dans les annexes du rapport.

### ABRÉVIATIONS

w	Teneur en eau, %
w <sub>L</sub>	Limite de liquidité, %
w <sub>p</sub>	Limite de plasticité, %
I <sub>p</sub>	Indice de plasticité, %
C	Essai de consolidation
G	Analyse granulométrique par tamisage
S	Analyse granulométrique par sédimentation
F	Analyse granulométrique par lavage au tamis 80 µm
C <sub>u</sub>	Coefficient d'uniformité
C <sub>c</sub>	Coefficient de courbure
k <sub>c</sub>	Coefficient de perméabilité, m/s
c <sub>u</sub>	Résistance au cisaillement état intact mesurée au scissomètre, kPa
c <sub>r</sub>	Résistance au cisaillement état remanié mesurée au scissomètre, kPa
S <sub>u</sub>	Résistance au cisaillement état intact mesurée au cône suédois, kPa
S <sub>r</sub>	Résistance au cisaillement état remanié mesurée au cône suédois, kPa
S <sub>t</sub>	Sensibilité (c <sub>r</sub> /c <sub>u</sub> )
A	Absorption, l/min-m (essai sous pression)
γ	Poids volumique, kN/m <sup>3</sup>
γ'	Poids volumique déjaugé, kN/m <sup>3</sup>
D <sub>r</sub>	Densité relative
N	Indice de pénétration (essai de pénétration standard, SPT)
N <sub>dc</sub>	Indice de pénétration (essai de pénétration dynamique au cône, DCPT)
q <sub>c</sub>	Résistance de pointe (essai de pénétration statique portatif au cône, CPT), kPa
q <sub>u</sub>	Résistance en compression simple de la roche, MPa

### SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES

Les principaux types de sol et de roc sont représentés par les symboles suivants :

	Remblai		Sable
	Asphalte		Sable silteux
	Pierre concassée		Sable silteux et argileux
	Béton		Sable silteux et graveleux
	Terre végétale		Sable graveleux
	Tourbe		Gravier
	Argile		Gravier sableux
	Argile silteuse		Bloc, cailloux
	Argile silteuse et sableuse		Calcaire
	Silt		Dolomite
	Silt argileux		Shale
	Silt sableux		Grès
	Silt sableux et argileux		Granite
	Silt sableux et graveleux		Eau
	Niveau d'eau		

# RAPPORT DE FORAGE

PAGE 1 de 1



Géoconseil

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-9  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 20-02-2002  
 TERMINÉ LE : 21-02-2002

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS			
ÉLÉVATION (m) Géodésique Arbitraire	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 27-02-2002 ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDEXE "N" ou "RQD"	AUTRES ESSAIS
								● N ○ w (%) □ γ (kN/m <sup>3</sup> ) ▲ C <sub>u</sub> (kPa) △ C <sub>r</sub> (kPa) ▼ S <sub>u</sub> (kPa) ▽ S <sub>r</sub> (kPa) ◆ N <sub>DCPT</sub> (coups/0,3 m)
								20      40      60      80
177.87		REMBLAI: silt sableux, un peu de gravier à graveleux, traces de bois à 4m, brun, lâche, très dense		NIVEAU D'EAU 27-02-2002 ÉTAT	CF-1	100	77	
	CF-2				50	25		
	CF-3				33	8		
	CF-4				50	63		
	CF-5				21	14		
173.57	4.30				TILL: sable silteux et graveleux, cailloux et blocs de roc, brun, compact		NIVEAU D'EAU 27-02-2002 ÉTAT	
	CF-8	38	24					
	CR-9	19	-					
170.87	7.00	ROC fracturé et altéré probable		NIVEAU D'EAU 27-02-2002 ÉTAT	CR-10	0	-	
	CF-11				25	R		
	CF-12				0	R		
	CR-13				0	-		
	CF-14				100	R		
		Fin du sondage		NIVEAU D'EAU 27-02-2002 ÉTAT	CF-15	0	R	
	CR-16				25	0		
166.59	11.28				CF-17	0	R	

REMARQUES : - R = refus à l'enfoncement du carottier fendu  
 - Perte du retour d'eau lors du forage de 1,5 à 4,4 m et de 5,0 à 9,7 m

MÉTHODE DE SONDRAGE : rotation et lavage du tubage NW jusqu'à 9,7 m ; carottage du roc avec carottier diamanté NQ  
 DESCRIPTION PAR : R.B. APPROUVÉ PAR : C.B.

# RAPPORT DE FORAGE

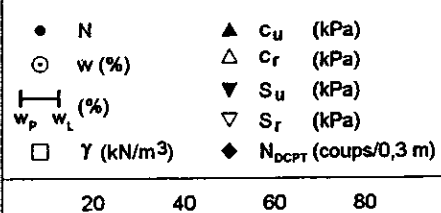


**Géoconseil**

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-10  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 20-02-2002  
 TERMINÉ LE : 20-02-2002

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS			
ÉLEVATION (m) géodésique arbitraire	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 27-02-2002 ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDICE "N" ou "RQD"	AUTRES ESSAIS
176.79								
174.99	1.80	REMBLAI: silt sableux, un peu de gravier et d'organique, brun, compact à dense	[Cross-hatch pattern]	[X pattern]	CF-1	83	41	
173.51	3.28	TILL: silt sableux, traces à un peu de gravier, brun, dense à très dense	[Vertical lines pattern]	[X pattern]	CF-2	50	16	
					CF-3	67	88	
					CF-4	50	30	
					CF-5	0	R	
170.69	6.10	ROC: gabbro, oxydé par endroits, discontinuités horizontales inclinées et sub-verticales serrées à moyennement espacées, roc de qualité moyenne	[Plus sign pattern]	[X pattern]	CR-6	84	37	
					CR-7	85	60	
					CR-8	100	63	
		Fin du sondage						

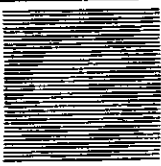


**REMARQUES :**

- R = refus à l'enfoncement du carottier fendu
- Perte du retour d'eau lors du forage de 1,8 à 6,1 m
- Pas d'eau dans le tube d'observation à 5,9 m de profondeur le 27 février 2002

MÉTHODE DE SONDRAGE : rotation et lavage du tubage NW jusqu'à 3,7 m ; carottage du roc avec carottier diamanté NQ  
 DESCRIPTION PAR : R.B. APPROUVÉ PAR : C.B.

# RAPPORT DE FORAGE



**Géoconseil**

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

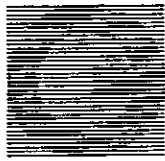
SONDAGE N° : F-11  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 19-02-2002  
 TERMINÉ LE : 19-02-2002

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS								
ÉLÉVATION (m) <small>général arbitraire</small>	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 27-02-2002	ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDICE "N" ou "RQD"	AUTRES ESSAIS				
										20	40	60	80
180.86		<b>REMBLAI:</b> silt sableux, un peu de gravier et d'organique, traces de brique, brun, noirâtre par endroits, très lâche à dense  <b>TILL:</b> sable silteux et graveleux, brun, très dense  <b>ROC:</b> gabbro, fracturé, oxydé et altéré  <b>ROC:</b> gabbro, discontinuités horizontales et inclinées serrées à moyennement espacées, roc de qualité moyenne  Fin du sondage				CF-1	100	40					
						CF-2	100	36					
						CF-3	13	8					
						CF-4	33	34					
						CF-5	100	3					
						CF-6	67	22					
176.36	4.50						CF-7	60		R			
							CF-8	67		59			
174.74	6.12						CF-9	100		R			
							CR-10	33		0			
173.98	6.88						CR-11	100		67			
172.44	8.42												

REMARQUES : - R = refus à l'enfoncement du carottier fendu  
 - Perte du retour d'eau lors du forage de 4,6 à 5,3 m et de 6,1 à 8,42 m

MÉTHODE DE SONDAGE : rotation et lavage du tubage NW jusqu'à 6,1 m ; carottage du roc avec carottier diamanté NQ  
 DESCRIPTION PAR : R.B. APPROUVÉ PAR : C.B.

# RAPPORT DE FORAGE



**Géoconseil**

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-12  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 19-02-2002  
 TERMINÉ LE : 19-02-2002

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS									
ÉLÉVATION (m) géodésique arbitraire	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 27-02-2002	ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDICE "N" ou "RQD"	AUTRES ESSAIS						
184.00										● N ○ w (%) □ γ (kN/m <sup>3</sup> )	▲ C <sub>u</sub> (kPa) △ C <sub>r</sub> (kPa) ▼ S <sub>u</sub> (kPa) ▽ S <sub>r</sub> (kPa) ◆ N <sub>DCPT</sub> (coups/0,3 m)				
183.20	0.80	REMBLAI probable				CF-1	0	R							
		ROC: gabbro, fracturé, oxydé, altéré par endroits				CR-2	48	O							
						CF-3	50	R							
						CR-4	61	O							
180.20	3.80	ROC: gabbro suivi de syénite à partir de 4,45m, oxydé par endroits, discontinuités horizontales, inclinées et sub-verticales serrées à rapprochées, roc de qualité moyenne				CR-5	100	O							
						CR-6	100	37							
						CR-7	100	64							
177.28	6.72	Fin du sondage													

REMARQUES : - R = refus à l'enfoncement du carottier fendu  
 - Sol gelé jusqu'à 0,45 m

MÉTHODE DE SONDAGE : rotation et lavage du tubage NW jusqu'à 1,5 m ; carottage du roc avec carottier diamanté NQ  
 DESCRIPTION PAR : R.B. APPROUVÉ PAR : C.B.

**ANNEXE 3**

**RAPPORTS DE SONDAGE EFFECTUÉS**  
**POUR UNE ÉTUDE ANTÉRIEURE**

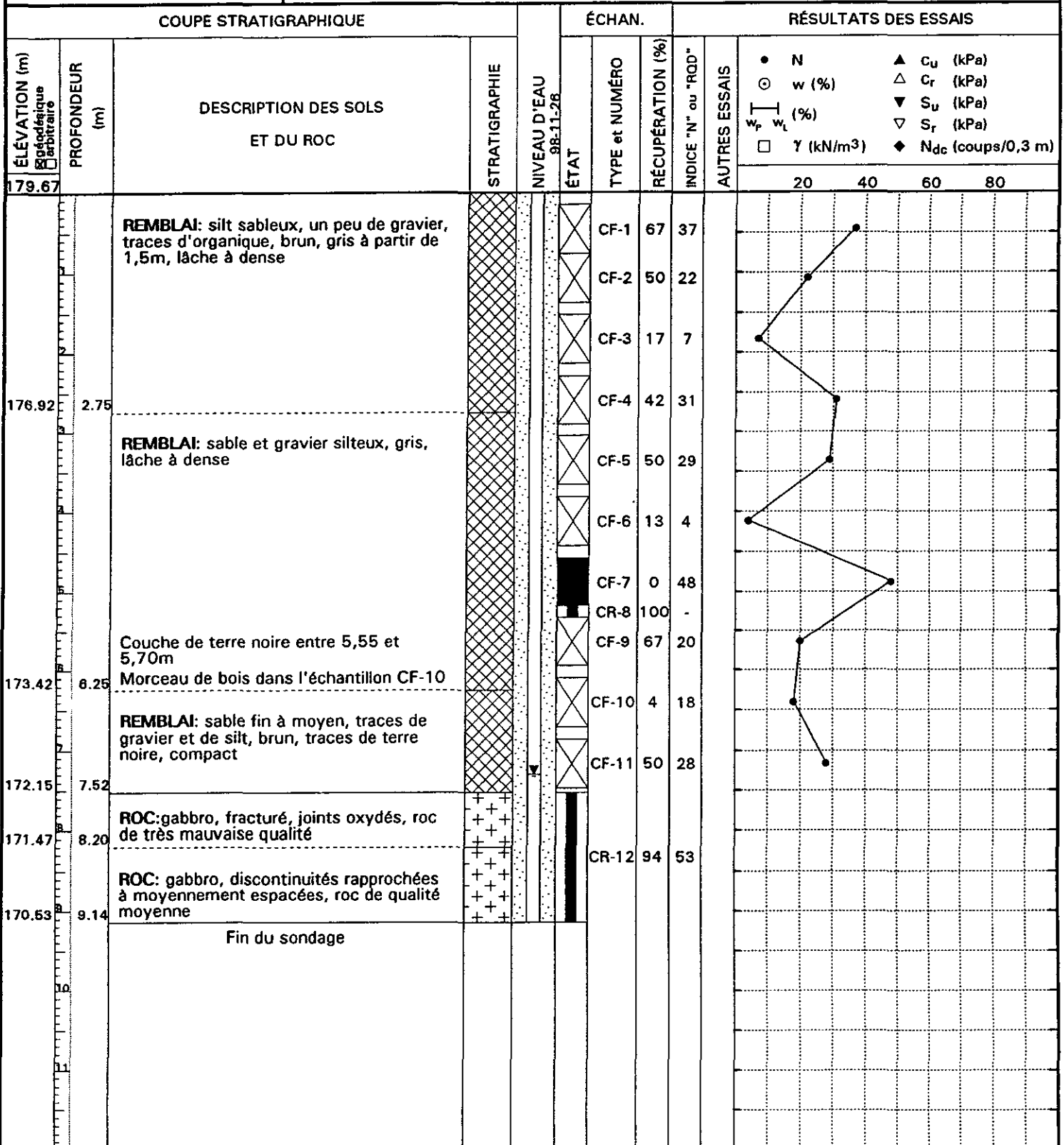
# RAPPORT DE FORAGE

PAGE 1 de 1

Géoconseil

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-5  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 98-11-16  
 TERMINÉ LE : 98-11-17



REMARQUES : - Perte du retour d'eau lors du forage dans le roc de 7,5 à 9,14 m

MÉTHODE DE SONDAGE : rotation du tubage NW dans le sol; carottier diamanté NQ dans le roc  
 DESCRIPTION PAR : R.B. APPROUVÉ PAR : C.B.

G-101-RÉV.04

# RAPPORT DE FORAGE

PAGE 1 de 1

Géoconseil

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-6  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 98-11-13  
 TERMINÉ LE : 98-11-16

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS					
ÉLÉVATION (m) g géométrique arbitraire	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 98-11-26	ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDICE "N" ou "ROD"	AUTRES ESSAIS	
									● N ⊙ w (%) w <sub>p</sub> w <sub>L</sub> (%) □ γ (kN/m <sup>3</sup> )	▲ C <sub>u</sub> (kPa) △ C <sub>r</sub> (kPa) ▼ S <sub>u</sub> (kPa) ▽ S <sub>r</sub> (kPa) ◆ N <sub>dc</sub> (coups/0,3 m)
										20      40      60      80
181.59										
181.51	0.08	SOL ORGANIQUE				CF-1	75	6		
		REMBLAI: silt, un peu de sable, présence de bois dans tous les échantillons, brun, lâche à compact				CF-2	54	13		
						CR-3	100	-		
						CR-4	33	-		
179.89	1.70					CF-5	83	25		
		REMBLAI: silt sableux, traces de gravier, graveleux par endroits, présence de bois dans tous les échantillons, brun, gris par endroits, lâche à compact				CF-6	50	16		
						CF-7	25	9		
177.59	4.00					CF-8	63	R		
		SABLE et GRAVIER, brun, très dense				CF-9	0	R		
						CR-10	0	-		
						CR-11	14	-		
						CF-12	50	R		
175.79	5.80					CR-13	46	0		
		ROC probable: gabbro, fracturé, oxydé, altéré, joint ouvert à 6,6m, roc de très mauvaise qualité				CF-14	67	R		
						CR-15	38	0		
173.64	7.95					CR-16	100	50		
173.09	8.50	ROC: gabbro, dolomie de 8,5 à 9,3m, discontinuités oxydés rapprochées, roc de mauvaise qualité				CR-17	98	43		
172.29	9.30									
171.89	9.70	Fin du sondage								

REMARQUES : - R = refus à l'enfoncement du carottier fendu  
 - Perte du retour d'eau lors du forage dans le roc de 4,7 à 4,8 m

MÉTHODE DE SONDRAGE : rotation du tubage NW dans le sol; carottier diamanté NQ dans le roc  
 DESCRIPTION PAR : R.B.      APPROUVÉ PAR : C.B.

G-101-RÉV.04



# RAPPORT DE FORAGE

PAGE 1 de 1



Géoconseil

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-7  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 98-11-12  
 TERMINÉ LE : 98-11-13

COUPE STRATIGRAPHIQUE		STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 98-11-28	ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS											
ÉLEVATION (m) Géodésique Arbitraire	PROFONDEUR (m)			DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDICE "N" ou "ROD"	AUTRES ESSAIS	● N                      ▲ C <sub>u</sub> (kPa) ⊙ w (%)                △ C <sub>r</sub> (kPa) [ ] (w <sub>p</sub> , w <sub>L</sub> ) (%)      ▼ S <sub>u</sub> (kPa) □ γ (kN/m <sup>3</sup> )        ▽ S <sub>r</sub> (kPa) ◆ N <sub>dc</sub> (coups/0,3 m)							
179.65	0.05	<b>SOL ORGANIQUE</b>							20	40	60	80					
179.80		REMBLAI: sable et silt, un peu de gravier, traces d'organique, brun foncé jusqu'à 0,7m, brun et gris par la suite, compact, zone lâche en surface et à 7m			CF-1	21	7										
		Traces de cendre et de brique dans CF-4			CF-2	100	R										
		Morceaux de béton entre 2,15 et 2,30m			CF-3	54	18										
					CF-4	50	42										
					CR-5	100	-										
					CF-6	29	21										
					CF-7	13	13										
		Présence d'un caillou à 4m			CR-8	20	-										
					CF-9	25	12										
					CF-10	21	19										
					CF-11	25	13										
172.20	7.45	<b>ROC: gabbro, discontinuités horizontales serrées, roc de qualité moyenne</b>			CF-12	14	4										
					CR-13	67	0										
170.70	8.95	Fin du sondage			CR-14	98	66										

REMARQUES : - R = refus à l'enfoncement du carottier fendu  
 - Perte du retour d'eau lors du forage de la surface à 8,95 m

MÉTHODE DE SONDAGE : rotation du tubage NW dans le sol; carottier diamanté NQ dans le roc  
 DESCRIPTION PAR : R.B.                      APPROUVÉ PAR : C.B.

G-101-RÉV.04

# RAPPORT DE FORAGE

**Géoconseil**

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges  
 PROJET : Mausolées  
 SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges,  
 Montréal

SONDAGE N° : F-8  
 DOSSIER N° : G3046  
 COMMENCÉ LE : 98-11-13  
 TERMINÉ LE : 98-11-13

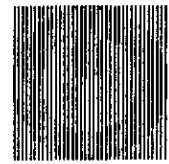
COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHAN.		RÉSULTATS DES ESSAIS				
ÉLÉVATION (m) <small>géodésique arbitraire</small>	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	STRATIGRAPHIE	NIVEAU D'EAU 98-11-26	ÉTAT	TYPE et NUMÉRO	RÉCUPÉRATION (%)	INDICE "N" ou "ROD"	AUTRES ESSAIS
									● N                      ▲ C <sub>u</sub> (kPa) ⊙ w (%)                △ C <sub>r</sub> (kPa) I w <sub>p</sub> w <sub>L</sub> (%)        ▼ S <sub>u</sub> (kPa) □ γ (kN/m <sup>3</sup> )        ▽ S <sub>r</sub> (kPa) ◆ N <sub>dc</sub> (coups/0,3 m)
									20      40      60      80
182.35									
		<b>REMBLAI:</b> silt, un peu de sable, traces de gravier et d'organique, brun, lâche à compact			X	CF-1	88	9	
180.67	1.68					CF-2	75	13	
		<b>SABLE et GRAVIER,</b> brun, très dense			X	CF-3	75	69	
179.90	2.45					CR-4	50	-	
		<b>ROC:</b> gabbro, passages de syénite, fracturé, joints oxydés, altéré jusqu'à 4m, roc très mauvaise qualité			X	CR-5	100	0	
177.85	4.50					CR-6	100	0	
		<b>ROC:</b> syénite, passages de gabbro, discontinuités oxydés serrées à rapprochées, roc de très mauvaise qualité			X	CR-7	100	6	
173.97	8.38					CR-8	100	23	
		Fin du sondage							

REMARQUES :

MÉTHODE DE SONDAGE : rotation du tubage NW dans le sol; carottier diamanté NQ dans le roc  
 DESCRIPTION PAR : R.B.                      APPROUVÉ PAR : C.B.

ANNEXE 4

COUPES STRATIGRAPHIQUES



Géoconseil

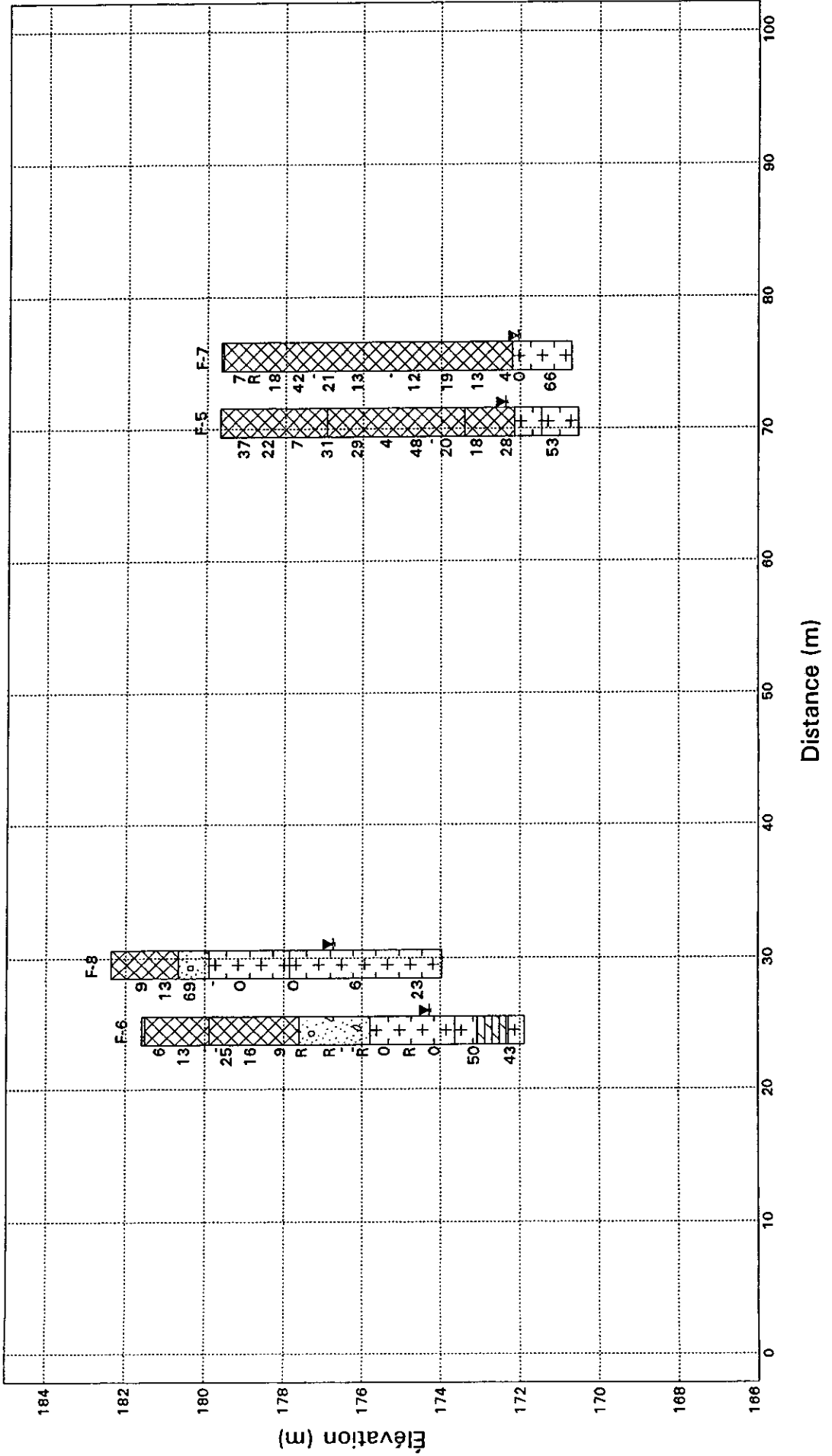
# COUPE STRATIGRAPHIQUE AA'

CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges

DOSSIER N° : G3046

PROJET : Mausolées

SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges, Montréal

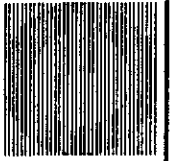


# COUPE STRATIGRAPHIQUE BB'

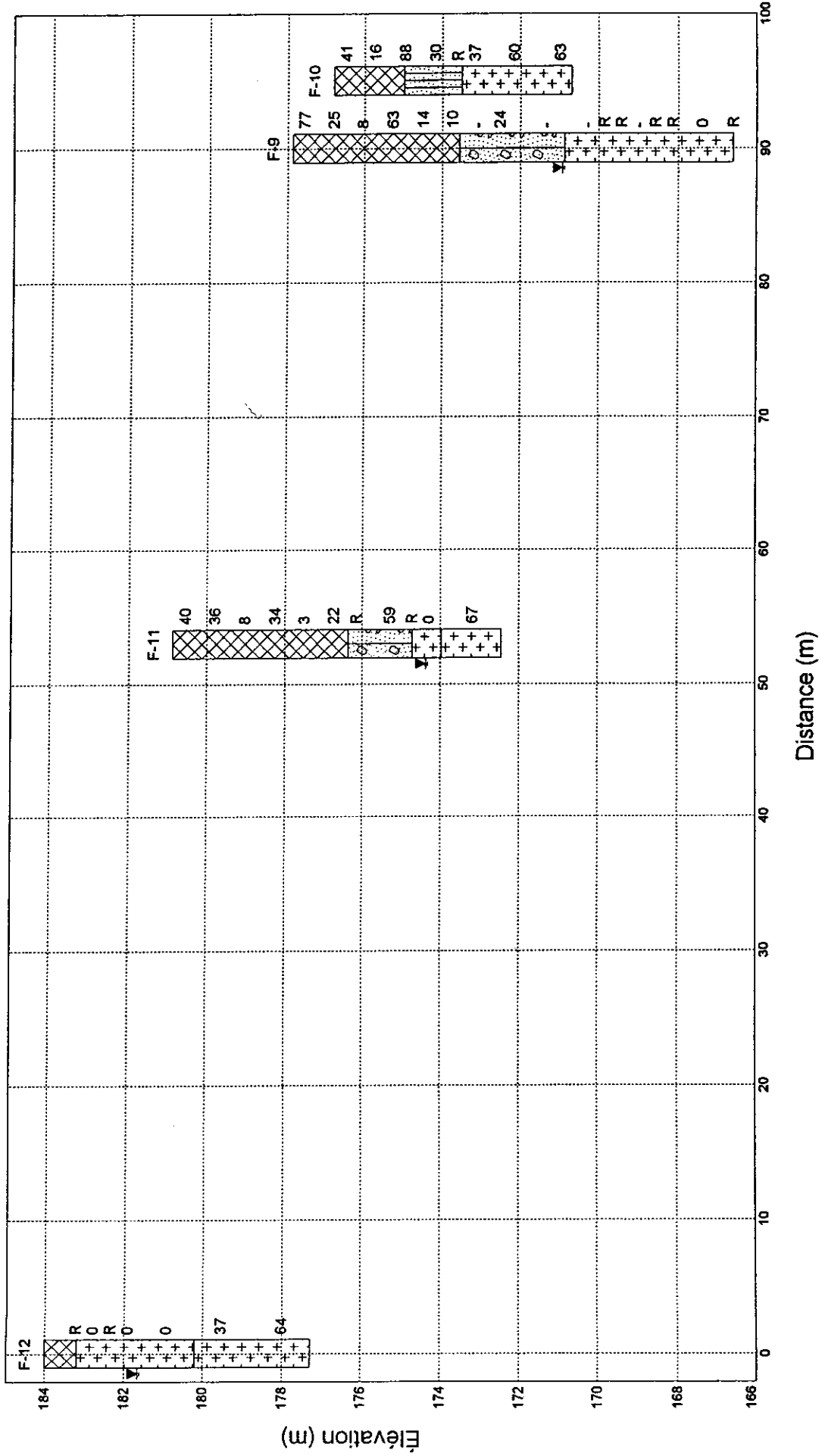
CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges DOSSIER N° : G3046

PROJET : Mausolées

SITE : Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges, Montréal



Géoconseil



**ANNEXE 5**

**LEVÉ DE SISMIQUE RÉFRACTION**

# **Cimetière Notre-Dame-des-Neiges**

**Projet MAUSOLÉES**

**Levé de sismique réfraction 2002**

présenté à

**Géoconseil Inc.**

3420 est, Boul. St-Joseph  
Montréal, QC H1X 1W6

**Mars 2002**

**C01536**

---

**GÉOPHYSIQUE SIGMA INC.**

1400 Marie-Victorin, suite 200  
ST-BRUNO QC J3V 6B9  
Téléphone : (450) 441-4600  
Fax : (450) 441-3703  
email: cp1@geosigma.com

## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GÉNÉRALITÉS</b>	<b>2</b>
2.1	HISTORIQUE	2
2.2	LOCALISATION DES LIGNES DE LEVÉ ET TRAVAUX RÉALISÉS	2
2.3	PERSONNEL ET ÉQUIPEMENT	3
2.4	CONDITIONS DE TERRAIN	4
<b>3</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b>	<b>5</b>
3.1	LEVÉ SISMIQUE	5
3.2	LEVÉ RADAR	5
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS</b>	<b>6</b>
4.1	FORMAT DE PRÉSENTATION	6
4.2	PRÉCISION DES RÉSULTATS	7
4.3	ANALYSE DES RÉSULTATS	8
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>9</b>

## ANNEXES

---

ANNEXE A -

MÉTHODE DE SISMIQUE RÉFRACTION

ANNEXE B - Plan n° 01536-01

- Coupes sismiques et plan de localisation



## 1 INTRODUCTION

À la demande de **Géoconseil Inc.**, Géophysique Sigma inc. a effectué en février 2002 des mesures de sismique réfraction dans le cadre de la campagne d'exploration géotechnique du projet des futurs mausolées du **Cimetière Notre-Dame-des-Neiges**, sur le Mont-Royal à Montréal.

Lors de ces investigations, les travaux sismiques avaient pour objectif principal de préciser la topographie du socle rocheux et de localiser les zones de la masse rocheuse qui pourraient présenter des problèmes (sillon, zone de cisaillement). L'épaisseur et la nature des différents horizons de matériaux meubles ont aussi été précisées dans la mesure des limites de la méthode d'exploration utilisée.

Au cours de la présente campagne d'investigation, 595 m de levé de sismique réfraction répartis sur 5 lignes sismiques ont été réalisés.

Dans ce rapport, on présentera l'analyse des résultats, de même que les conclusions qu'il est possible d'en tirer. Auparavant, nous allons cependant situer l'emplacement des mesures et décrire brièvement les méthodes qui ont été employées. Par la suite, on décrira le format de présentation des résultats avant de procéder à l'analyse de ceux-ci.

## 2 GÉNÉRALITÉS

### 2.1 *Historique*

Suite à la requête de Géoconseil datant de février 2002, les travaux de sismique réfraction ont été effectués sur le site les 4 et 5 février 2002. Une interprétation préliminaire des résultats a été fournie à la fin des levés.

### 2.2 *Localisation des lignes de levé et travaux réalisés*

Le plan de localisation situé sur le plan des résultats en annexe indique la localisation et la disposition des lignes sismiques.

- **Localisation du site et accès**

Le site du projet se situait près du sommet du mont-Royal, au nord du chemin Remembrance, derrière le poste de police existant.

- **Arpentage**

L'implantation, le piquetage, le contrôle horizontal et vertical des lignes sismiques ont été effectués par Géophysique Sigma Inc.

### Travaux réalisés

Le tableau 1 ci-dessous présente la liste de chacune des 5 lignes sismiques effectuées, en spécifiant le point métrique de début et de fin et la longueur de chacune des lignes.

**TABLEAU 1 - LISTE DES LIGNES DE LEVÉ**

<b>PROJET MAUSOLÉES</b>			
<b>Ligne sismique:</b>	<b>Point métrique</b>		<b>Longueur (m)</b>
	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	
LS-01-02	5	180	175
LS-02-02	0	175	175
LS-03-02	0	80	80
LS-04-02	0	85	85
LS-05-02	0	80	80
<b>TOTAL :</b>			<b>595</b>

### 2.3 Personnel et équipement

Les tableaux qui suivent présentent la liste du personnel qui a été affecté à cette campagne d'exploration sismique ainsi que l'équipement qui a été utilisé pour réaliser l'objectif.

**TABLEAU 2 - LISTE DU PERSONNEL**

<b>NOM</b>	<b>COMPÉTENCE</b>	<b>TÂCHE</b>
Claude Provost, ing.	Géophysicien sr	Administration de projet, interprétation et rapport
Claude Lachapelle	Technicien sr	Opérateur, chef d'équipe
Daniel Bureau	Technicien sr	Dynamiteur
Robert Leduc		Aide Technique

**TABLEAU 3 - LISTE DE L'ÉQUIPEMENT**

QTÉ	DESCRIPTION	MODÈLE	FABRIQUANT
1	Sismographe 24 canaux	StrataView	Geometrics
3	Câbles à géophones 12 canaux		Mark Products
26	Géophones verticaux - 14 Hz	L-28	Mark Products
2	Exploseur à haut voltage	Sigma	Géophysique Sigma
1	Câble de tir - 400 m		Mark Products
1	Système de communication		Motorola
1	Camion		
1	système informatique		

#### **2.4 Conditions de terrain**

Dans son ensemble, la campagne de levés sismiques s'est déroulée sans problème majeur, malgré les conditions hivernales.

La qualité des enregistrements était moyenne et il a été impossible d'utiliser de fortes charges explosives en raison de la présence de bâtiments et des nombreuses zones avec des pierres tombales. Pour les mêmes raisons, certains tirs éloignés n'ont pu être exécutés, ce qui a nuit à l'interprétation des données.

### **3 MÉTHODOLOGIE**

Nous avons inclus en annexe A un texte qui décrit la méthode de sismique réfraction tant du point de vue du travail de collecte des données sur le terrain que du point de vue de la réduction de ces données et de leur interprétation. Les difficultés inhérentes à cette méthode géophysique sont aussi revues puisqu'elles sont directement associées à sa précision.

#### **3.1 Levé sismique**

Le levé sismique a été réalisé en utilisant des dispositifs composés d'un maximum de 24 capteurs espacés de 5 m. Les dispositifs étaient exploités au moyen de 7 tirs et la position de deux de ces tirs était déterminée de manière à obtenir les arrivées d'ondes P ayant transitées par le roc pour toute la longueur du dispositif. Les autres tirs visaient à obtenir le temps de parcours des ondes à travers les matériaux meubles pour chacun des capteurs et étaient utilisés pour obtenir la vitesse de propagation dans les matériaux meubles à plusieurs endroits le long du dispositif de mesure.

Les charges explosives étaient placées à un mètre sous la surface afin d'améliorer la qualité du signal et de diminuer le bruit acoustique résultant de la détonation.

#### **3.2 Levé radar**

Un levé géoradar a également été réalisé, comme essai complémentaire, afin de tenter d'observer le profil du roc, puisqu'à certains endroits celui-ci était relativement proche de la surface. Cependant, la pénétration du signal radar était très faible (moins de 1.5 m avec une antenne de 250 MHz), et cette technique ne fonctionnait donc pas sur ce site pour obtenir le profil du roc et aucun résultat de radar n'est présenté.

## 4 RÉSULTATS

Dans le présent chapitre, les résultats du levé de sismique réfraction sont discutés. Au préalable, on décrira cependant le format de présentation des résultats sismiques qui sont montrés sur le plan n° 01536-01 situé en annexe.

### 4.1 Format de présentation

#### ° Coupes sismiques

Les résultats du levé de sismique réfraction sont montrés sous forme de coupe sismique. Une coupe sismique montre le résultat final de l'interprétation de sismique réfraction. On y retrouve le profil de chacun des réfracteurs qui ont pu être observés, incluant le roc lorsque celui-ci a pu être identifié avec certitude. Les coupes sont à l'échelle horizontale et verticale de 1:1 000.

#### ° Identification des réfracteurs

Les réfracteurs sont identifiés de la façon suivante:

- *Trait continu* : réfracteur provenant de l'interprétation sismique.
- *Trait en tiret* : réfracteur extrapolé ou interpolé, avec vitesse de roc extrapolée

#### ° Vitesses de propagation

La vitesse de propagation de l'onde P dans chacun des horizons réfracteurs est montrée sous forme numérique et est exprimée en mètre par seconde (*m/s*).

### *Hachure du roc*

Dans le cas du réfracteur associé au roc, lorsque la vitesse de propagation était supérieure à 3 000 m/s, des hachures ont été utilisées afin de différencier le roc des autres réfracteurs.

### *Intersections de ligne*

Les intersections de ligne sismique sont identifiées sur les coupes.

## **4.2 Précision des résultats**

Lorsque les hypothèses qui sous-tendent la théorie à la base de la technique de sismique réfraction sont respectées (*1° les couches sont parallèles et sub-horizontales ; 2° la vitesse de propagation dans une couche est toujours inférieure à la vitesse dans la couche sous-jacente ; 3° l'épaisseur d'une couche est toujours suffisamment importante pour que la couche soit détectée*), l'erreur nominale sur l'épaisseur totale calculée est d'environ 1.5 mètres pour une profondeur de moins de 15 mètres et de 10 % pour une profondeur de 15 mètres ou plus.

L'erreur pourra aussi être plus grande dans les cas suivants :

- présence de failles ou de sillons
- changement brusque dans la topographie d'une des couches
- inversion de vitesse
- couche cachée

### **4.3 Analyse des résultats**

Plusieurs sections de lignes ont le profil du roc représenté avec des tirets. Ce sont des zones où il n'a pas été possible d'effectuer de tirs éloignés suffisamment loin pour obtenir des informations provenant du roc, et la profondeur du roc a été calculée avec des informations partielles.

#### **Nature et épaisseur des matériaux meubles**

Comme on peut l'observer sur les coupes sismiques, les levés ont permis de mettre en évidence 1 seul horizon distinct de matériau meuble ce site, dont la vitesse de propagation se maintient entre 500 et 600 m/s. Les matériaux correspondant à ces vitesses sont des matériaux meubles secs, de type sablonneux, ou du remblais. Il peut s'agir également d'un till relativement sec avec peu de particules fines et une faible teneur en eau.

#### **Qualité du roc**

La vitesse de propagation de l'onde P mesurée pour le roc varie entre 4 600 m/sec et 5 000 m/sec. Ces vitesses sismiques sont probablement associées, pour ce site, à du roc dont la qualité varie de bonne à très bonne. L'annexe 1 décrit plus en détail les relations entre la qualité du roc et les vitesses sismiques mesurées.

Les rapports de forage indiquent tous la présence de roc altéré et/ou fracturé à la surface du roc. Avec la sismique réfraction, il est généralement possible d'identifier le roc altéré et d'en estimer l'épaisseur. Cependant, la présence en surface d'une couche de gel, qui avait la même vitesse sismique que le roc altéré, a rendu impossible l'identification de celui-ci, sauf sur LS-05-02 où du roc altéré a pu être identifié.




## 5 CONCLUSIONS

Le levé de sismique réfraction, effectué en février 2002 dans le cadre des travaux d'investigation géotechnique du projet des mausolées du cimetière Côte-des-Neiges à Montréal, a permis de déterminer l'épaisseur du mort terrain, la topographie du roc et la vitesse de propagation des ondes P dans le roc.

Suite à ces levés, nous pouvons conclure que:

- Bien qu'assez inclinée, la topographie du roc ne semble pas présenter de relief accidenté ni de décrochage structural.
- Sur la ligne LS-05-02 du roc altéré a été observé
- La présence de sol gelé a nuit à l'interprétation des résultats en masquant les vitesses du mort terrain et en gênant l'identification du roc altéré qui, d'après les forages, est présent partout sur le site.
- L'épaisseur du roc altéré pourrait être estimée avec un levé sismique, lorsque le gel aura disparu.

Ce rapport a été rédigé par Monsieur Claude Provost, ingénieur.



Claude Provost, ing.

# **SISMIQUE RÉFRACTION**

## **Résumé de la méthode**

# MÉTHODE DE SISMIQUE RÉFRACTION

Dans cette annexe, on présente les techniques employées par Géophysique Sigma inc. pour faire l'acquisition et l'interprétation des données de réfraction sismique. On revoit aussi brièvement les bases de ces méthodes en nous attardant surtout aux limites inhérentes de chacune d'elles et l'évaluation de la précision des résultats est aussi abordée.

## APERÇU DE LA MÉTHODE

En sismique réfraction, une source d'énergie est utilisée pour transmettre à un instant précis ( $T_0$ ) des ondes acoustiques qui se propagent dans le sol et le roc sous-jacent. Ces ondes acoustiques se divisent en quatre catégories principales ("P", "S", Love et Rayleigh) en fonction de leurs modes de propagation. Les ondes "P" et "S" sont principalement mises à profit dans le calcul des profondeurs et des propriétés élastiques des matériaux. L'onde "P", aussi appelée onde de compression ou onde longitudinale, se propage à une vitesse double de celle de l'onde "S", aussi nommée onde de cisaillement ou onde transversale.

Les ondes "P" et "S" se propagent dans le sol, en se conformant aux lois de la propagation des ondes, en particulier à la loi de Snell-Descartes. De ce fait, dans un terrain constitué de couches horizontales dont la vitesse de propagation pour chaque couche augmente avec la profondeur, une partie des ondes est réfléchiée, et une partie est réfractée à l'interface entre chaque couche. Certaines de ces ondes sont réfractées critiqueusement, c'est-à-dire qu'elles se propagent dans un plan parallèle à la surface du réfracteur. C'est cette propriété qui est mise à profit en sismique réfraction.

La technique consiste donc à mesurer le temps écoulé entre l'instant  $T_0$  et l'arrivée des ondes en surface à des distances connues de la source d'énergie. Lorsque l'on est près de la source, les premières ondes enregistrées sont celles qui se sont propagées dans la première couche; à mesure qu'on s'éloignera de la source, les premières arrivées seront les ondes qui auront voyagé à la surface de chacune des couches puisque la vitesse de propagation dans ces couches étant plus grande, le temps de parcours est plus court.

Dans la pratique, on utilise un dispositif similaire à celui représenté à la figure 2 de la page suivante. Une série de douze (12) ou vingt-quatre (24) géophones sont couplés mécaniquement au sol à intervalle régulier. Ces géophones transforment l'onde acoustique reçue en une onde électrique qui est transmise à un enregistreur numérique à 12 ou 24 canaux qui amplifie, filtre et mémorise la forme de l'onde pour chacun des géophones. Par la suite, ces résultats seront imprimés ou enregistrés sur support magnétique pour être interprétés.

En général, cinq (5) ou sept (7) tirs seront effectués à des endroits stratégiques de manière à résoudre les incertitudes dues à la géométrie des couches et à la non-homogénéité du milieu.

Une illustration de la méthode est montrée à la figure suivante.

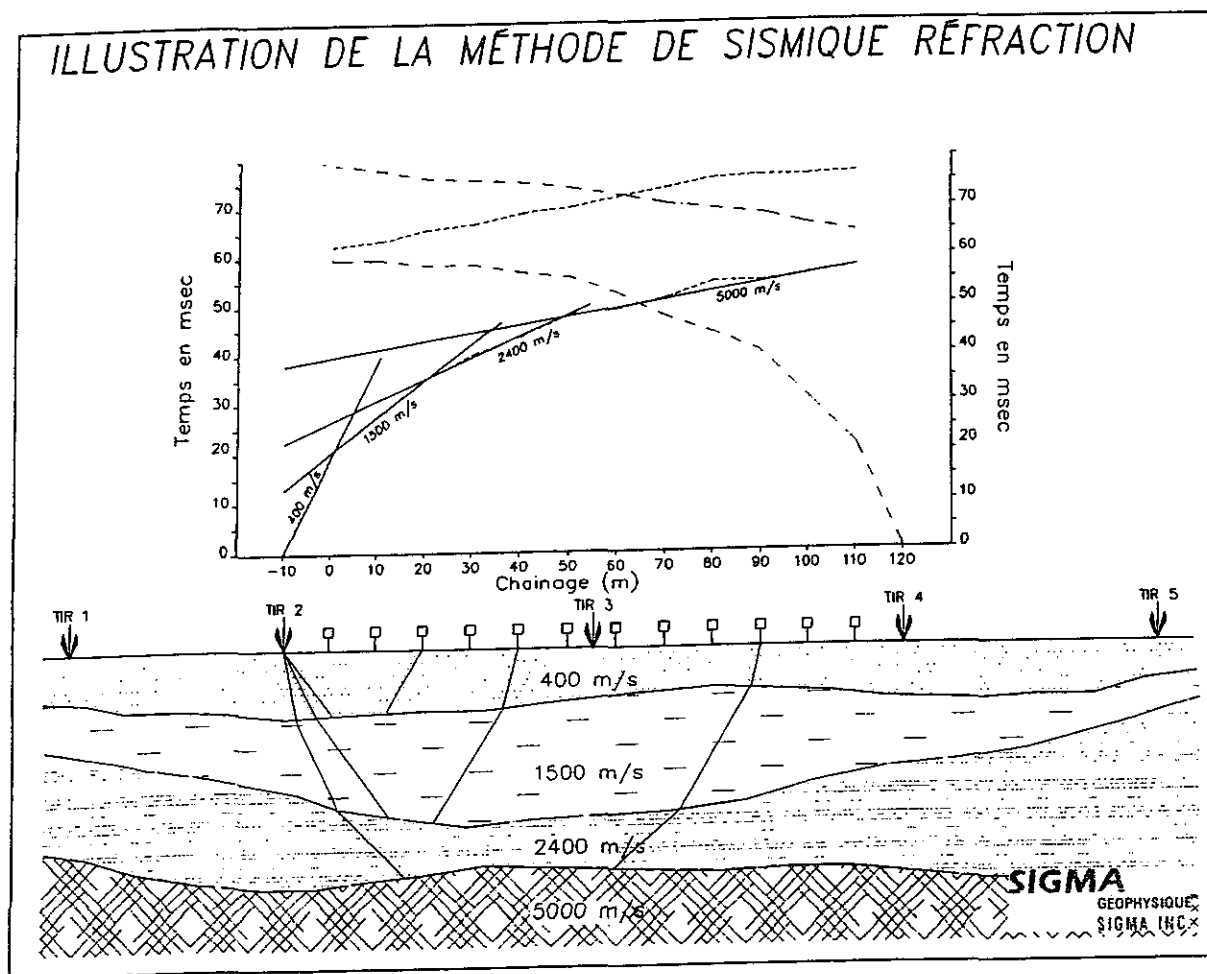


Figure 1 – Illustration de la méthode de sismique réfraction

## MÉTHODE DE TERRAIN

Afin d'éviter l'atténuation de l'onde par la couche superficielle de matériaux lâches, les capteurs utilisés étaient des géophones fermement plantés dans le sol, une fois la couche superficielle enlevée, ou des hydrophones à 1,5 m sous l'eau dans le cas des traversées de rivière.

Les dispositifs de mesure étaient constitués de 24 géophones ou hydrophones espacés de 5, 7,5 ou 10 mètres. Pour obtenir un profilage continu, 7 tirs par dispositif étaient effectués, avec de la dynamite comme source d'énergie. Afin d'assurer une qualité optimale du signal envoyé et de diminuer au maximum les projections, les charges explosives ont été placées à environ 1 m de profondeur dans un trou percé à cet effet. Lorsque cette technique n'était pas utilisable (présence de blocs, roc affleurant), la charge explosive était déposée directement sur le sol.

Une illustration de cette technique est montrée à la figure suivante.

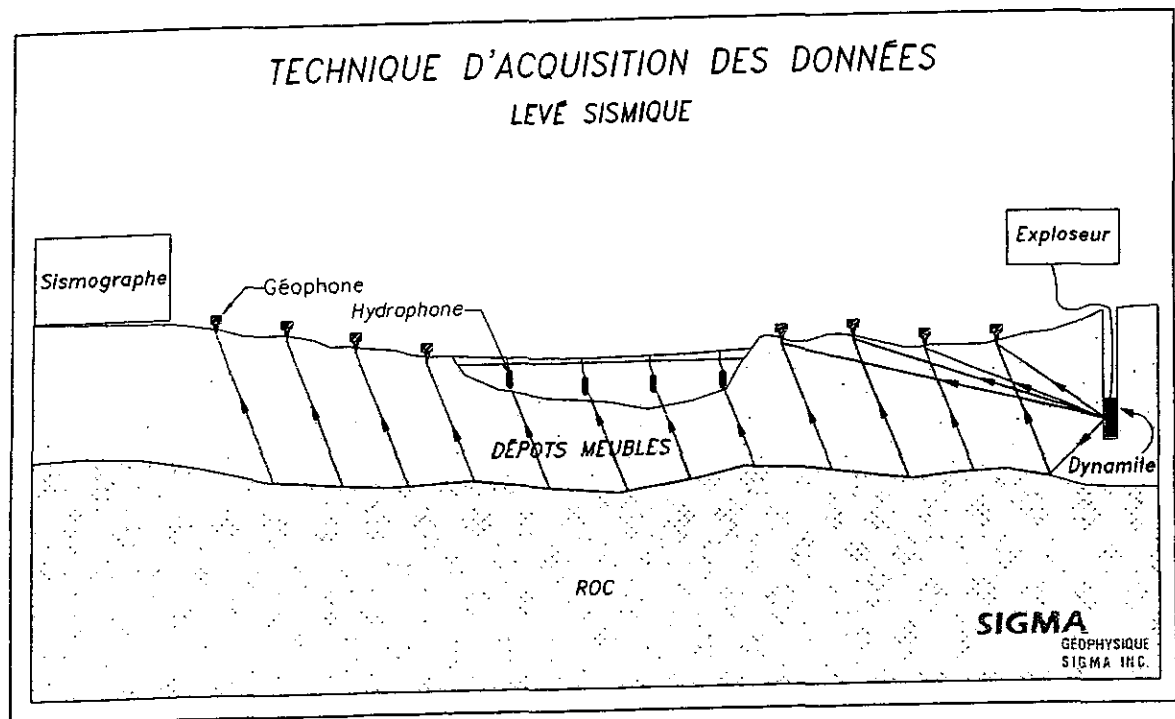


Figure 2 – Technique d'acquisition de données

## **PROBLÈMES PARTICULIERS LORS DE L'INTERPRÉTATION**

Bien que dans la majorité des cas, la sismique réfraction permette de définir avec une précision supérieure à 10 % la profondeur des couches incluant le roc, il existe des conditions physiques pour lesquelles la profondeur est mésestimée de façon grossière. Pour certaines de ces situations, la connaissance du problème grâce à d'autres méthodes (forage, résistivité) permet de ramener la marge d'erreur à l'intérieur d'un écart de 10 % généralement accepté.

Au nombre de ces problèmes, on rangera les cas de couches cachées et ceux d'inversion de vitesses. Il existe cependant d'autres cas, tels les dépressions en "V" (sillon) et les failles à déplacement vertical, pour lesquels il n'existe pas de technique d'interprétation exacte, même en présence de forage. Une réinterprétation des données pourra permettre de réduire la marge d'erreur. Cependant, cette réinterprétation étant fondée sur des hypothèses ne pouvant pas être vérifiées, il arrive dans certains cas que la marge d'erreur demeure importante.

Compte tenu de la présence possible de ces problèmes lors de l'exploration sismique effectuée dans le cadre de ce projet, nous incluons ci-après une description plus complète de celles-ci.

Certains de ces cas sont illustrés dans les pages qui suivent.

### **COUCHES CACHÉES**

Dans le cas de la couche cachée, compte tenu de la vitesse de propagation des ondes dans les matériaux, une couche ne possède pas une épaisseur suffisante en comparaison de sa profondeur et ne peut être détectée. Si l'on ignore la présence de ces horizons, la profondeur calculée sera plus petite que la profondeur réelle.

### **INVERSION DE VITESSES**

Dans le cas de l'inversion de vitesses, la vitesse d'onde dans une couche est inférieure à la vitesse de propagation de l'onde dans la couche située immédiatement au-dessus et dans la couche sous-jacente. En conséquence, il n'y a pas de réfraction critique ; il s'ensuit donc que cette couche n'est pas observée. Elle n'est donc pas prise en considération dans les calculs, ce qui cause des imprécisions non négligeables.

## DÉPRESSION EN "V" - SILLON - FAILLE

Les deux cas précités (couches cachées, inversion), bien qu'ils soient difficilement identifiables à partir des données sismiques seules, peuvent être réinterprétés pour obtenir une précision adéquate lorsque l'on décèle leur présence par forage.

À l'inverse, le problème du sillon est en général facilement identifié par la sismique réfraction, mais une interprétation précise n'est pas possible même en présence de forages. Au mieux, on pourra déterminer la largeur du sillon et la profondeur minimum. Il est aussi possible dans certains cas de donner la forme probable du sillon en étudiant les vitesses de propagation apparentes qui ont été enregistrées. Cependant, il est impossible de donner la valeur de la vitesse des matériaux présents dans la partie profonde du sillon ni de déterminer si le sillon est associé à une zone de cisaillement.

Au départ, un sillon est identifié par l'anomalie de vitesse de propagation observée pour le roc. Cette anomalie se présente comme une baisse importante et soudaine de la vitesse de propagation. Une telle baisse peut être attribuable à d'autres causes, dont les plus probables sont la présence d'une zone fortement cisailée ou jointée ou encore le passage à une unité géologique différente (par exemple la succession basalte (5000 m/s) - tuf (2500 m/s) - basalte). Pour ces deux derniers cas, la vitesse de propagation mesurée pour le roc est réelle et les profondeurs calculées sont exactes.

Dans le cas du sillon cependant, la vitesse mesurée n'est pas réelle et la baisse de vitesse est attribuable à la géométrie du socle rocheux.

La figure ci-dessus illustre certaines causes possibles d'une anomalie de vitesse.

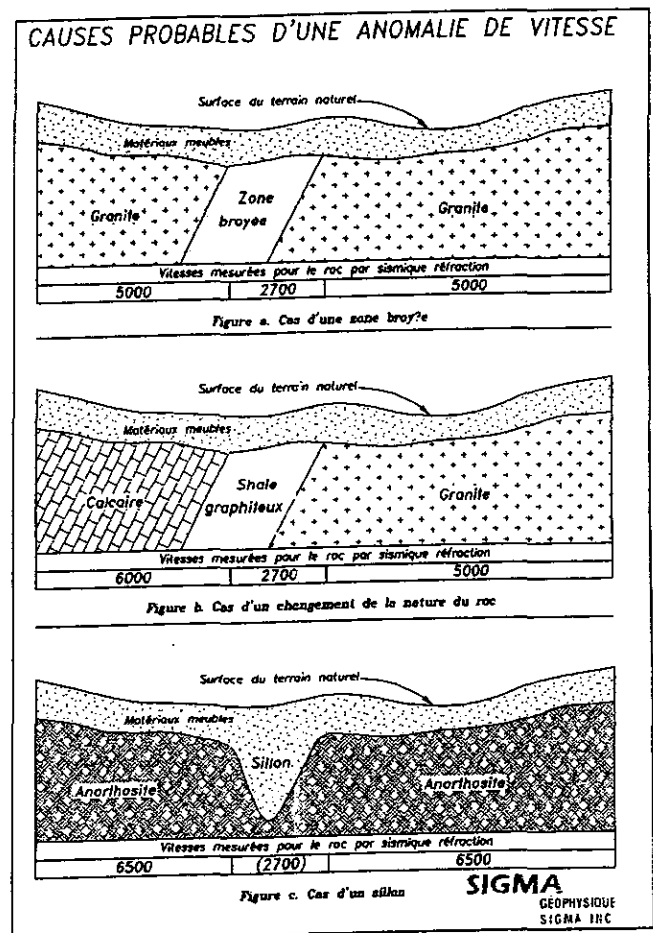


Figure 5 - Quelques causes d'anomalies de vitesse

# VITESSE SISMIQUE ET NATURE DES MATÉRIAUX

## VITESSE SISMIQUE VS NATURE DES MATÉRIAUX

La vitesse sismique indiquée sur les coupes représente la vitesse de propagation de l'onde P dans le matériau. Cette vitesse de propagation est tributaire des paramètres physiques de ces matériaux. En effet, la vitesse de propagation dépendra de la densité des matériaux, de leur structure, de leur teneur en eau et de leur porosité, pour n'en nommer que quelques-uns.

La compilation des vitesses sismiques en fonction de la nature des matériaux a été réalisée indépendamment par plusieurs chercheurs, soit par mesure directe sur le terrain, soit par mesure en laboratoire.

En première analyse, on observe qu'il n'y a pas de vitesse unique pour un matériau donné, mais plutôt une gamme de vitesses à l'intérieur de laquelle on retrouve un type de matériau donné. Cette variabilité de la vitesse sismique d'un matériau est facilement concevable si l'on considère le nombre de paramètres pouvant influencer la propagation de l'onde sismique.

On peut cependant regrouper ces résultats dans un diagramme montrant les principaux groupes de matériaux ainsi que la gamme de vitesses qui leur est attribuée. Ce diagramme, présenté à la figure 6, permet de prévoir la nature des matériaux présents, en particulier si l'on a une connaissance du contexte géologique de la région où les travaux sismiques ont été réalisés.

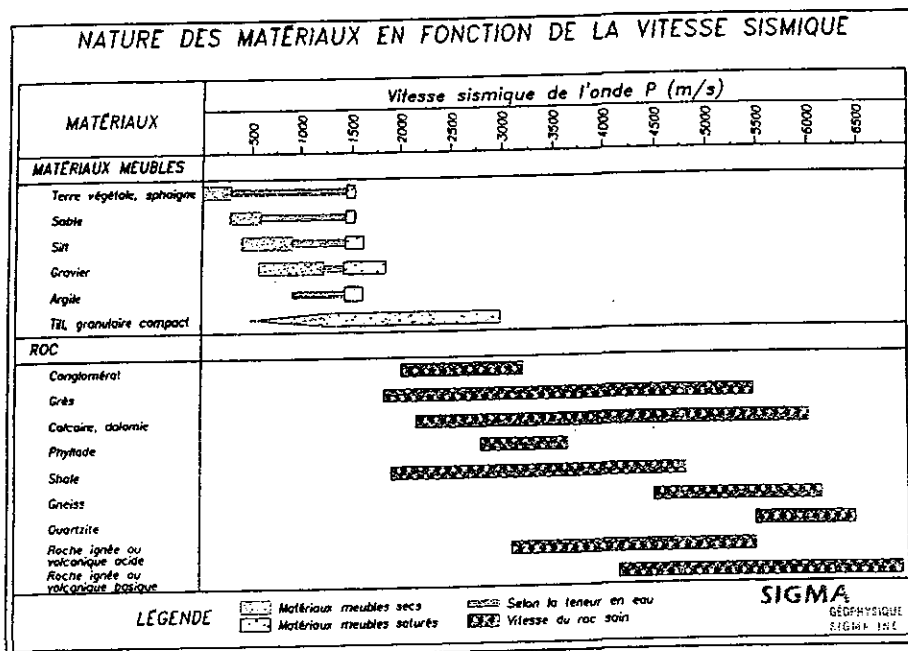


Figure 6 – Nature des matériaux en fonction de la vitesse sismique



## VITESSE SISMIQUE VS QUALITÉ DU ROC

La vitesse de propagation de l'onde sismique dans les matériaux est une indication des propriétés physiques de ceux-ci. Dans le cas du roc, l'un des facteurs déterminant des variations de vitesse est son degré de fracturation. Connaissant le type de roc et la vitesse de propagation dans celui-ci lorsqu'il est parfaitement sain, il est possible d'estimer la qualité du roc en utilisant les vitesses sismiques mesurées in situ.

Une relation reliant le RQD aux vitesses mesurées sur le terrain et à la vitesse mesurée en laboratoire sur du roc sain a été développée par Coon et Merritt (1970). Cette relation s'établit comme suit:

$$RQD = \frac{\log\left(\frac{V_T}{V_L}\right)^2 - \log(0,21)}{0,0070}$$

Équation 4 - RQD vs  $V_p$

où  $V_T$  est la vitesse mesurée sur le terrain et  $V_L$  est la vitesse mesurée en laboratoire

Si l'on considère les types de roc suivants : shale, granite, gneiss, on observe que la vitesse de propagation dans un échantillon de roc sain est respectivement d'environ 4200 m/s, 5500 m/s et 6200 m/s. Avec ces valeurs, on a généré le graphique suivant. Pour une même vitesse de 4000 m/s le shale sera d'excellente qualité alors que le granite sera de bonne qualité et le gneiss de qualité moyenne.

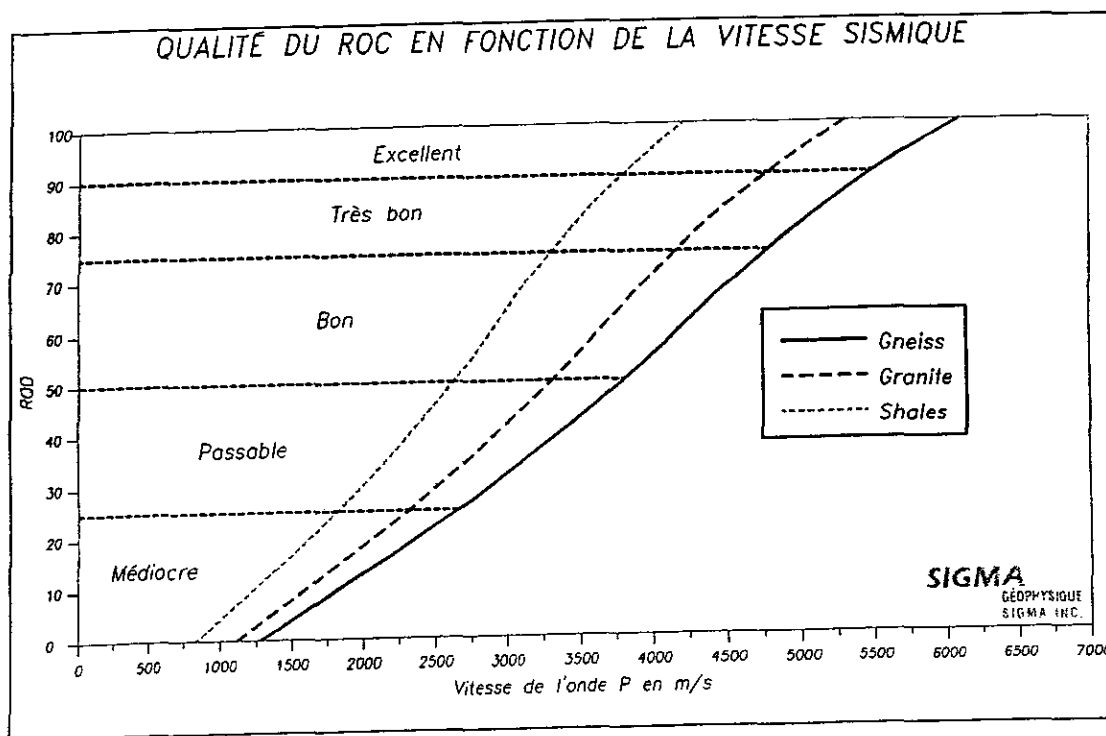


Figure 9 – Qualité du roc en fonction de la vitesse sismique

**PLAN NO 01536-01**

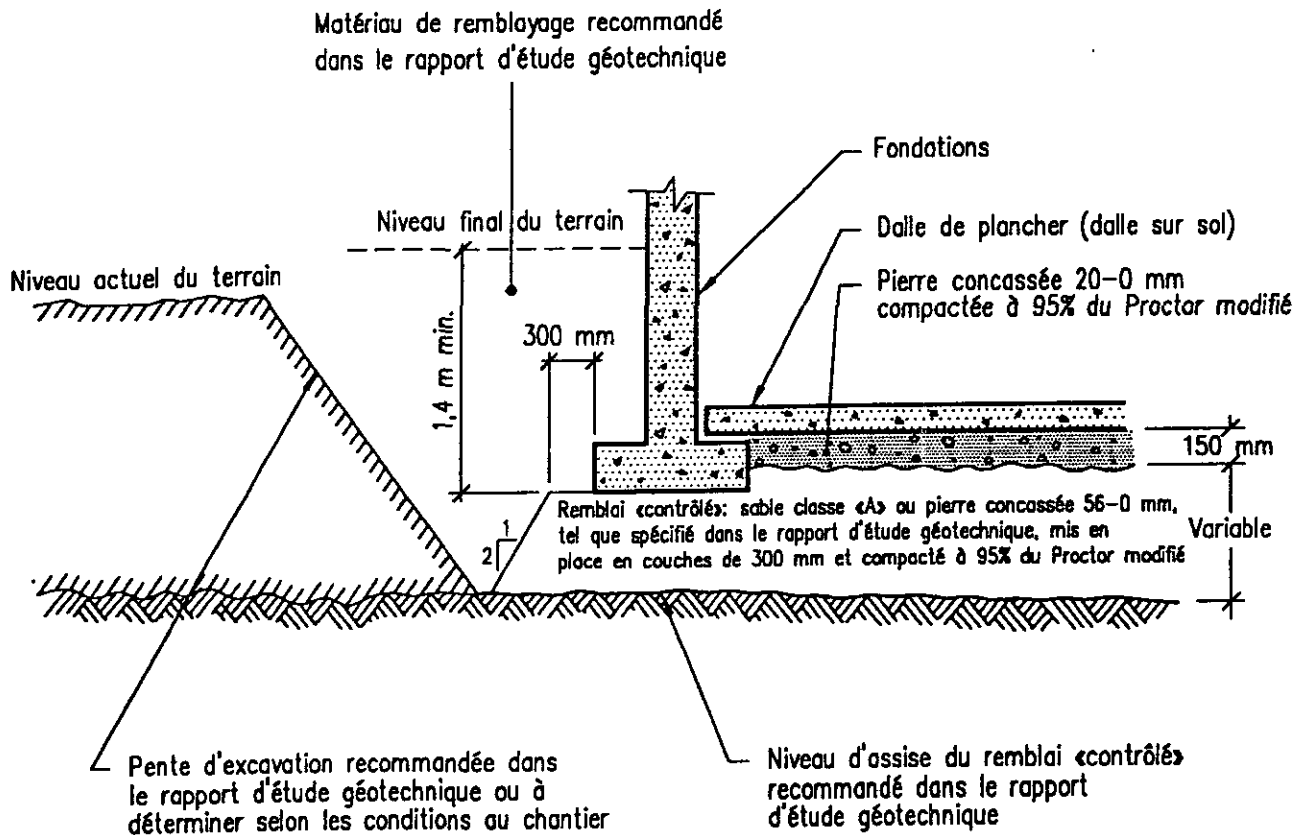
**ANNEXE 6**

**DÉTAILS DES FONDATIONS CONSTRUITES**  
**SUR REMLAI « CONTRÔLÉ »**



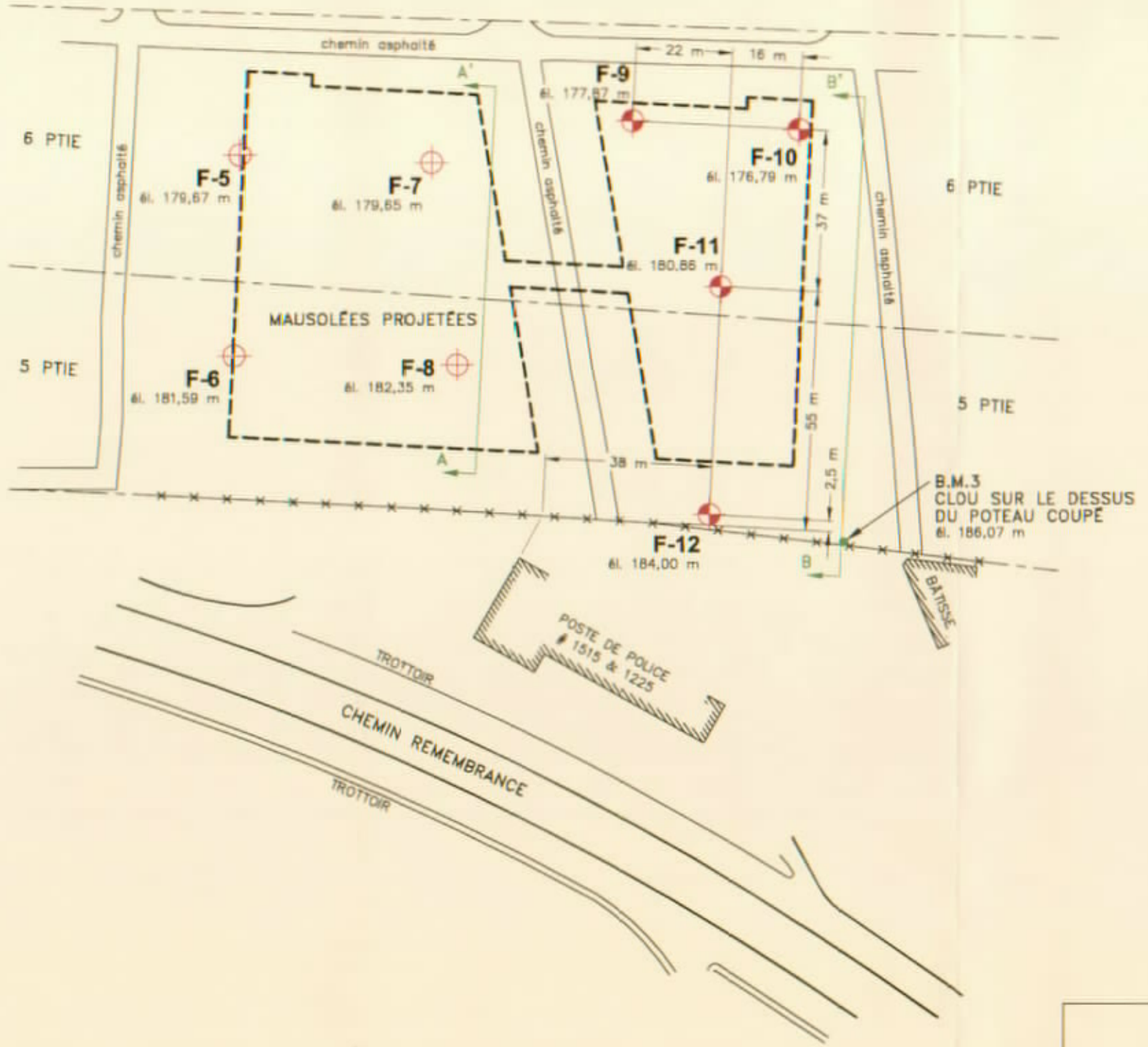
Géoconseil

## DÉTAILS DES FONDATIONS CONSTRUITES SUR REMBLAI CONTRÔLÉ



ANNEXE 7

PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES





**LÉGENDE:**

- Sondage par forage
- Sondage par forage effectué pour une étude antérieure en mars 1999
- Clôture
- Coupe stratigraphique

**NOTES:**

Ce plan a été tracé à partir des renseignements apparaissant sur un plan topographique, préparé par Arsenault, arpenteurs-géomètres ainsi que d'un plan d'implantation des mausolées projetés, transmis par télécopieur le 16 janvier 2002 par Les Architectes Faucher Aubertin Brodeur Gauthier. Ce plan porte le numéro de dossier 2001-12-21, plan n° 43902 et est daté du 8 janvier 2002.

Les élévations de la surface du terrain aux emplacements des sondages ont été mesurées par rapport à un repère de nivellement dans un système géodésique. Ce repère porte le numéro B.M.3 et est constitué du clou sur le dessus du poteau coupé situé au sud-est du site à l'étude. L'élévation indiquée sur le plan topographique pour ce repère est 186,07 m.

 Géoconseil	CLIENT : Cimetière Notre-Dame-des-Neiges	
	PROJET : Mausolées Cimetière de Notre-Dame-des-Neiges	
TITRE : Plan de localisation des sondages		
DESSINÉ : M. Parent	APPROUVÉ : C. Beaudoin, ing.	
DATE : Mars 2002	ECHELLE : 	DOSSIER : G3046





1

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 1

Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H32036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_s.ai

**Daniel Arbour & Associés**



Situation actuelle



2

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 2  
Simulations visuelles





Situation actuelle



3

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 3

Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H32036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_s.ai

**Daniel Arbour & Associés**





Situation actuelle



4

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 4

Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H3a036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_1.ai

**Daniel Arbour & Associés**





Situation actuelle



5

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 5

Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H32036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_1.ai

**Daniel Arbour & Associés**





Situation actuelle



6

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 6

Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H32036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_1.ai

**Daniel Arbour & Associés**





Situation actuelle



7

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 7

Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H32036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_1.ai

**Daniel Arbour & Associés**





Situation actuelle



8

Photo prise le 5 mars 2002

**CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES**  
Vue 8  
Simulations visuelles



9

Photo prise le 5 mars 2002

## CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Vue 9  
Simulations visuelles

échelle : aucune

No projet : H32036

8 mars 2002

Fichier : planche\_vues\_1.ai

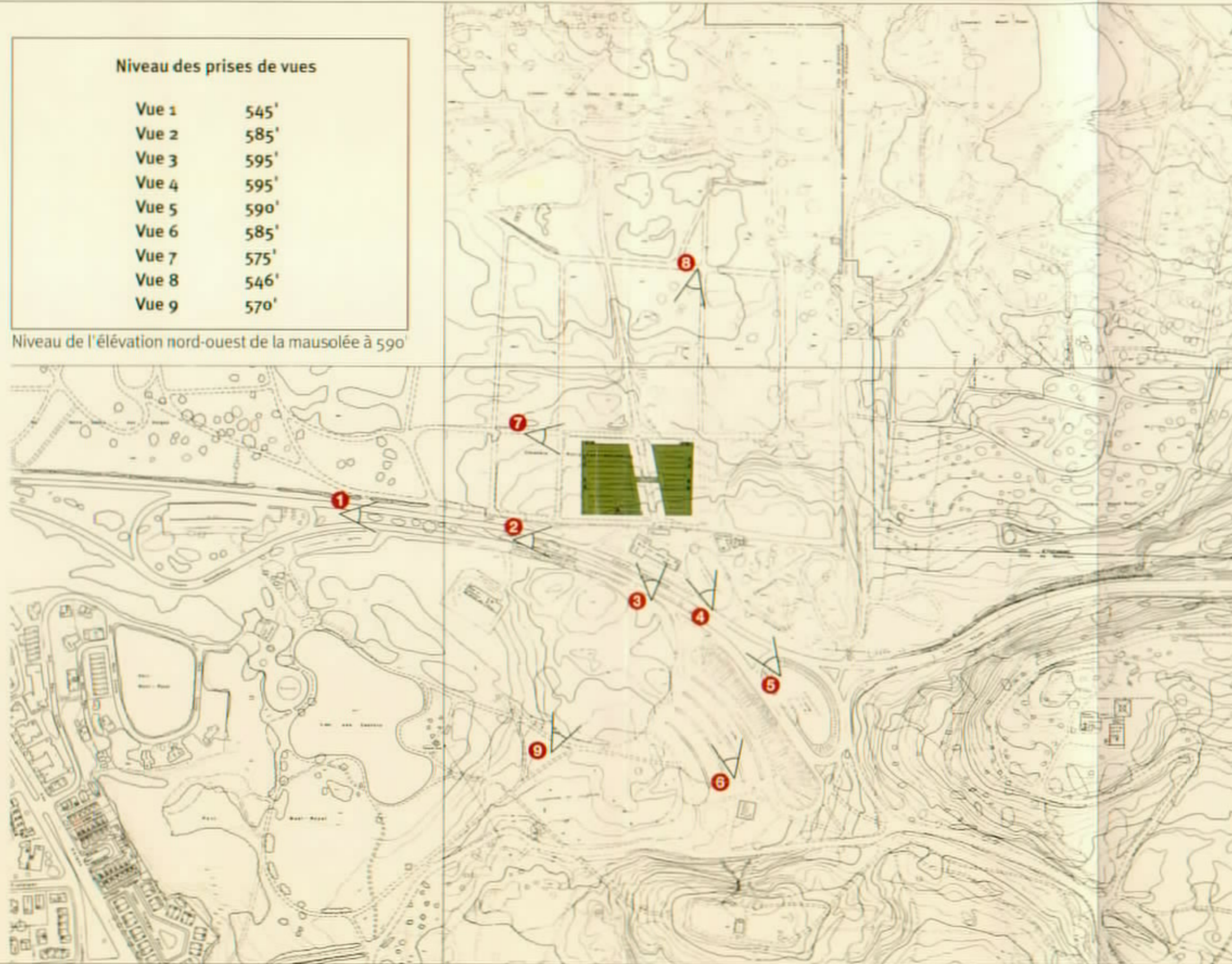
**Daniel Arbour & Associés**



Niveau des prises de vues

Vue 1	545'
Vue 2	585'
Vue 3	595'
Vue 4	595'
Vue 5	590'
Vue 6	585'
Vue 7	575'
Vue 8	546'
Vue 9	570'

Niveau de l'élévation nord-ouest de la mausolée à 590'



CIMETIÈRE NOTRE-DAME-DES-NEIGES

Plan clé

No projet : H32036

Échelle : aucune  
18 mars 2002

Fichier : planche\_plan\_cle.ai

**Daniel Arbour & Associés**