



VILLE DE MONTRÉAL

Service du développement culturel de la qualité du milieu de vie et de la diversité ethnoculturelle

Direction des parcs et des espaces verts

Division du développement des partenariats et des projets

801, rue Brennan – pavillon Duke, 4^e étage,

Montréal (Québec)

H3C 0G4

PARC DU MONT-ROYAL

**RAPPORT D'EXPERTISE CONCERNANT LE MUR DE PIERRES
BORDANT LE SECTEUR DE L'ENTRÉE PEEL**

ÉVALUATION DE LA STABILITÉ DU MUR DE PIERRE
INTERACTION: MUR / SOUS-SOL / REMBLAIS DE STATIONNEMENT
LOCALISATION : MUR DE PIERRE SITUÉ À LA LIMITE DU PARC DU MONT-ROYAL ET DE LA PROPRIÉTÉ DE L'HÔPITAL PSYCHIATRIQUE ALLAN MEMORIAL ENTRE L'INTERSECTION RUE PEEL ET L'AVENUE DES PINS ET UN POINT DÉBUTANT À 28,75 MÈTRES AU NORD-OUEST



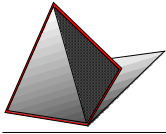
PRÉPARÉ PAR : ADALBERT W. GORACZKO, D^R. INGÉNIEUR
JEAN DESROSIERS, BIOLOGISTE ET ASSIÉ

(MIS À JOUR LE 13 DÉCEMBRE 2006)



TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	2° volet d'un mandat.....	1
1.2	Visites préliminaires.....	2
1.3	Services professionnels fournis.....	2
2	PROBLÉMATIQUE.....	2
2.1	Le contexte.....	2
2.2	L'historique du mur.....	3
2.3	La détérioration observée du mur.....	5
2.4	La fréquentation des abords du mur.....	7
2.5	Les termes de la problématique.....	7
3	MÉTHODOLOGIE.....	8
3.1	L'investigation.....	8
3.2	La localisation.....	8
3.3	La géographie.....	9
4	ANALYSE.....	10
4.1	L'investigation.....	10
4.2	Les éléments constituant le mur.....	11
4.2.1	Les parois.....	11
4.2.2	Poteaux.....	11
4.2.3	Pied du mur.....	11
4.2.4	Couronnement du mur.....	11
4.3	Examen du mur.....	11
4.3.1	Hétérogénéité du mur.....	11
4.3.2	Tests in situ.....	12
4.3.3	Dénivellation.....	14
4.4	Examen du sol.....	15
4.4.1	Caractéristiques physico-chimiques de sol.....	15
4.4.2	Les remblais.....	15
4.5	Examen des effondrements de parties du mur.....	15
4.6	Facteurs aggravants.....	19
4.6.1	Véhicules à proximité.....	19
4.6.2	Véhicules d'entretien.....	20
4.6.3	Problèmes de l'eau.....	20
5	CONCLUSION.....	21
5.1	Sommaire des résultats :.....	21
5.2	Travaux de correction.....	22
5.2.1	Travaux minimum nécessaires.....	22
5.2.2	Tenir compte de certains facteurs.....	22
5.2.3	Estimation des coûts.....	22
5.3	Recommandations.....	23
5.3.1	Structure et conception.....	23
5.3.2	Sécuriser les lieux.....	23
5.3.3	Gestion des lieux différente.....	23
5.3.4	Consultation.....	24



Le mur de pierre



Mur vu du côté du parc

1 INTRODUCTION

1.1 2^e volet d'un mandat

Le 14 octobre 2005, les services professionnels de la firme Aprosol Ltée ont été retenus par la **Direction des parcs et des espaces verts de Montréal** pour un contrat en deux volets touchant le parc du Mont-Royal, secteur de l'entrée Peel.

Le premier volet, qui concerne la gestion des eaux de ce secteur, fait l'objet d'un rapport spécifique. Le second volet, à l'origine du présent rapport, concerne l'inspection du mur délimitant le parc du Mont-Royal et le du Centre universitaire de santé McGill, hôpital psychiatrique (Allan Memorial).

Vue du mur, près d'une des boucles du chemin du Serpentin

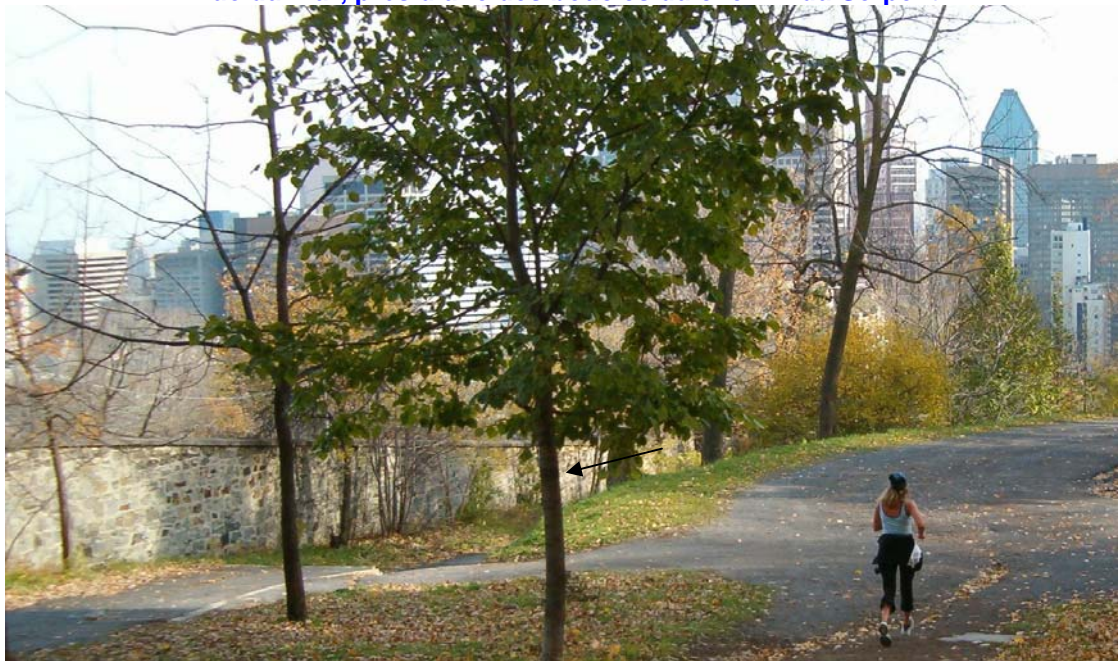


Photo Ville de Montréal, Daniel Chartier



1.2 Visites préliminaires

Des visites de l'ouvrage ont eu lieu au cours du mois de septembre 2005 en présence des architectes paysagistes Madame Lucie Robin et Monsieur Daniel Chartier. Pendant leur travail dans le Parc du Mont-Royal, les architectes paysagistes ont constaté des anomalies visibles sur le mur séparant le parc du Mont-Royal du Centre universitaire de santé McGill. Les déficiences se révèlent par des déplacements de certains éléments du mur, allant jusqu'à son effondrement partiel.

Cette reconnaissance préliminaire de l'état du mur de pierre a soulevé des préoccupations d'une part à l'égard de la stabilité de l'ouvrage, pouvant avoir une incidence sur la sécurité du public fréquentant le Parc et l'hôpital et, d'autre part, de l'aspect esthétique de cet ouvrage historique localisé dans un lieu fréquenté.

1.3 Services professionnels fournis

- a) Évaluation de l'état du mur :
Conditions des pierres, des joints, des fondations, des traces « historiques »...
- b) Recommandations :
Deux (2) options : selon volumétrie actuelle ou volumétrie antérieure (identifiée par la différence des pierres) et en conformité à la restauration de maçonnerie ancienne.
- c) Estimation préliminaire

Cette étude vise donc, à la demande des gestionnaires du Parc, à établir les conditions de qualité du site et du mur, en vue de la protection du public et de la prévention d'éventuelles dégradations.

Ce rapport ne couvrant que les aspects visibles des anomalies observées, présente les caractéristiques des éléments soumis aux essais et fait référence aux constats des autres intervenants.

2 PROBLÉMATIQUE

2.1 Le contexte

Le parc du Mont-Royal constitue une partie importante de l'arrondissement historique et naturel du mont Royal. Ce statut double, unique au Québec, confère aux propriétés gouvernementales, municipales, institutionnelles et privées qui s'y trouvent une place exceptionnelle dans le patrimoine montréalais. Le parc du Mont-Royal renferme un ensemble de lieux qui donnent à la montagne son caractère emblématique.

Le secteur de l'entrée Peel, qui s'étend entre le mur à étudier et l'avenue Redpath-Crescent, constitue l'entrée principale à la montagne et au parc du Mont-Royal, depuis le Centre-Ville de Montréal. La Ville de Montréal se prépare



à restaurer et réhabiliter ce secteur stratégique dans le cadre du plan de mise en valeur du mont Royal. Le présent contrat vise à éclairer la démarche future de la conception des aménagements de ce secteur et à orienter certaines actions sur les propriétés adjacentes (hôpital psychiatrique Allan Memorial).

La présence de ce mur participe significativement à la qualité de l'encadrement visuel de l'entrée Peel. Il ne fait pas partie du présent mandat d'évaluer la valeur patrimoniale dudit mur. Ceci dit, ce mur a une valeur patrimoniale certaine qui mériterait d'être mieux reconnue, tant comme encadrement du parc du Mont-Royal que comme témoin de l'histoire fascinante et prestigieuse de la propriété voisine.

2.2 L'historique du mur

Le mur en question fait partie d'un ensemble d'ouvrages impressionnants de maçonnerie entourant la propriété la plus huppée de Montréal à la fin du XIX^{ème} siècle, le Ravenscrag, propriété de Sir Hugh Allan, homme immensément riche et puissant.





Côté parc : monument McTavish et mur adjacent



Photo Ville de Montréal, Claude Léveillé

Portail menant au Ravenscrag et aux stationnements



Photo Ville de Montréal, Valérie Vincent

En 1944, cette propriété est devenue un hôpital psychiatrique, le Allan Memorial, rattaché à l'hôpital Royal-Victoria.



Abords de l'avenue des Pins



Photo Ville de Montréal, Claude Léveillé

À proximité de l'avenue des Pins, le mur prend une allure plus formelle, avec de la pierre taillée et des ornements

2.3 La détérioration observée du mur

Le portail menant au Ravenscrag marque le début du mur séparant le parc du Mont-Royal et l'hôpital psychiatrique Allan Memorial

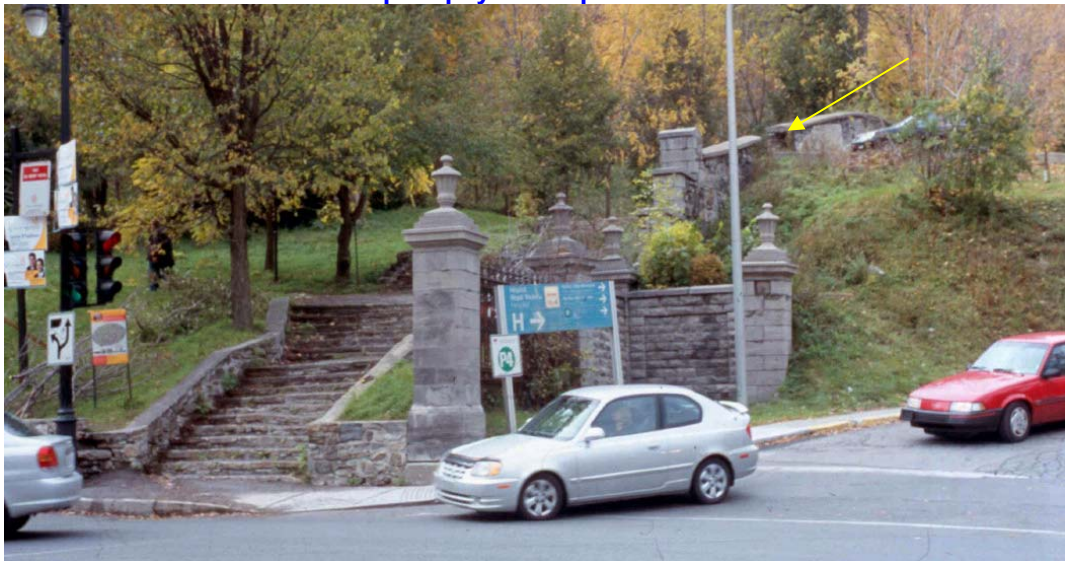


Photo Ville de Montréal, Valérie Vincent

On remarque un premier effondrement du mur à cet endroit, en haut à droite.



Autre saison, vue d'un autre angle du même effondrement, aligné rue Peel au coin d'avenue Des Pins



Photo Ville de Montréal, Daniel Chartier

Même effondrement



Photo Ville de Montréal vers 2003



2.4 La fréquentation des abords du mur

Promeneurs



Photo Ville de Montréal, Daniel Chartier

Les abords du mur sont fréquentés par de nombreuses personnes. Dans le parc, de nombreux promeneurs utilisent un sentier situé à quelques mètres du mur. Les utilisateurs du stationnement du Allan Memorial peuvent aussi se trouver à proximité du mur de l'autre côté.

2.5 Les termes de la problématique

Quelle est la meilleure solution pour tenir compte de tous les paramètres de la situation; à savoir la sécurité des lieux, le maintien ou non du patrimoine, le maintien ou non de l'utilisation des lieux et les responsabilités respectives. Quelles seront les décisions à prendre compte tenu de la problématique actuelle?

Suite à cette reconnaissance préliminaire, la firme AproSol Ltée a été retenue pour étudier la cause de ces anomalies et déterminer la nature des fissures, des déplacements différentiels et/ou des tassements des éléments du mur de pierre.



3 MÉTHODOLOGIE

Pour mieux répondre aux interrogations suscitées par la problématique précédemment décrite et afin de comprendre les phénomènes observés par la dégradation évidente du mur, une description plus détaillée des lieux physiques et des structures, associée à la situation géographique particulière du mur et des environs s'avère requise. Un examen analytique jumelé à des tests *in situ* compléteront le rapport.

3.1 L'investigation

Premièrement, nous avons procédé à une investigation des documents fournis par la Ville de Montréal concernant la structure du mur de pierre et du sous-sol.

Nous avons effectué plusieurs inspections des structures liées à des essais *in-situ* afin de déterminer les caractéristiques des fissures et des déplacements, tout en tentant d'identifier les causes des problèmes constatés. Normalement, le phénomène de déplacement des éléments du mur est déterminé par l'interaction de trois éléments, à savoir : la structure du mur de pierre, les remblais et le sol en profondeur. À ceci s'ajoutent les facteurs aggravants.

3.2 La localisation

Vue satellite situant secteur coin rue Peel et avenue Des Pins



Google Earth

Le parc du Mont-Royal est situé à gauche, la propriété de l'hôpital en haut à droite, le mur est indiqué par les flèches. Les deux points rouges reliés par une ligne blanche situent, par rapport à l'avenue des Pins, exactement le début du mur examiné ici, derrière le portail.



3.3 La géographie

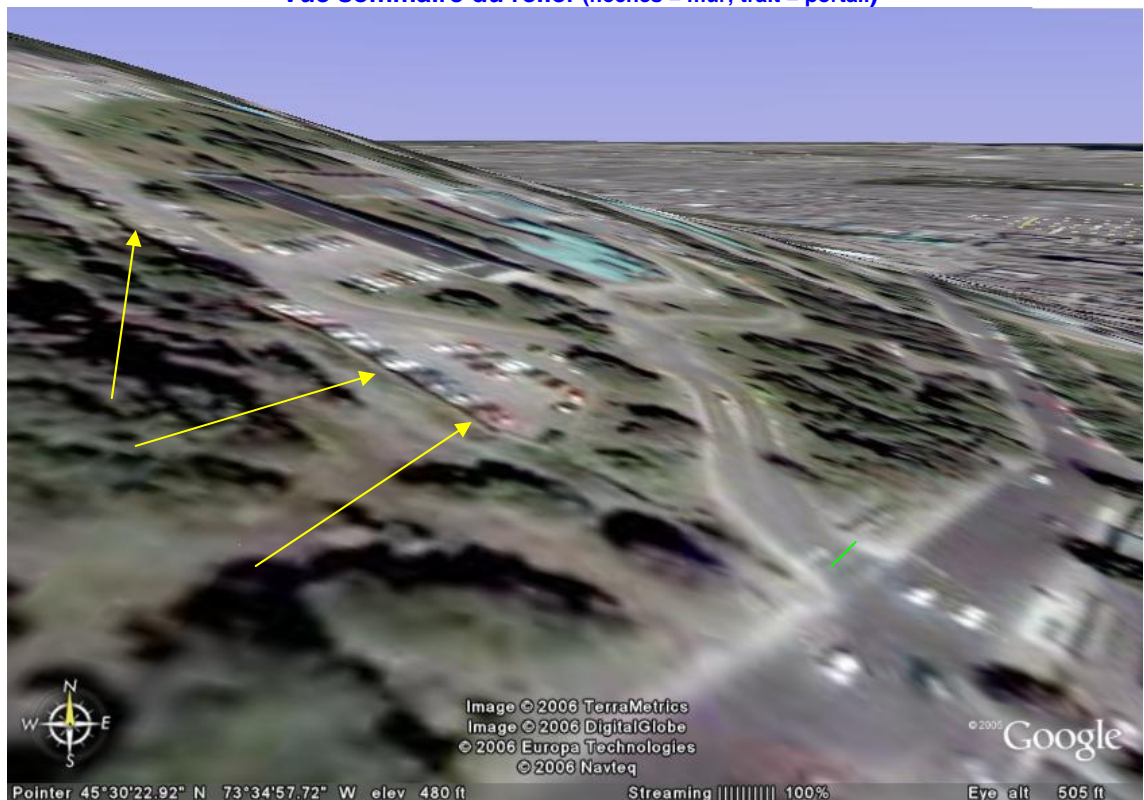
Mur d'enceinte du Ravenscrag longeant l'avenue des Pins



Photo Ville de Montréal, Valérie Vincent

On remarque le terrain en pente.

Vue sommaire du relief (flèches = mur; trait = portail)



Google Earth



Cap rocheux dans le parc du Mont-Royal, à proximité de l'extrémité Nord du mur



Photo Ville de Montréal, Claude Léveillé

La proximité de la montagne démontre des caractéristiques géologiques particulières de l'endroit.

4 ANALYSE

4.1 L'investigation

L'apparition de ces anomalies est-elle attribuable à un mauvais drainage sur le pourtour de l'ouvrage, à une faiblesse structurale, une faiblesse du sol, à un vice de construction ou à une combinaison de ces phénomènes? Cet état de fait est à l'origine des questions que les architectes paysagistes ont posées aux consultants d'AproSol.

Nous avons procédé à une investigation des cadastres et autres documents fournis par la Ville de Montréal.

Nous ne connaissons pas la chaîne de travaux qui a mené à la situation actuelle, mais il est clair que le mur en question a vu certains de ses paramètres changer de manière importante au cours des ans. Il semble avoir été consolidé, puis rehaussé avant de voir sa base partiellement remblayée du côté de l'hôpital et utilisée comme stationnement pour automobiles. Toutes ces transformations, accumulées, ont eu des conséquences importantes sur la solidité du mur.



4.2 Les éléments constituant le mur.

La plus grande partie du mur est située à la frontière des deux terrains. Le haut du mur est horizontal et suit les paliers et pentes naturels. Le mur est plus haut dans les creux et s'ajuste dans les crêtes.

4.2.1 Les parois

Le mur de pierre, d'une longueur de 200 mètres environ, est vertical et relativement de même épaisseur sur toute sa longueur. Il comporte plusieurs poteaux de pierre et est construit suivant une pente. La largeur du mur peut varier de 60 cm à un maximum localement observé de 1 mètre. La hauteur peut varier aussi, suivant la courbe du relief des pentes du terrain constituant une moyenne de 3,5 mètres et donnant un aspect visuel d'ensemble plus horizontal que le terrain lui-même.

4.2.2 Poteaux

Incorporés au mur en question, des poteaux rectangulaires (parallélépipèdes) de 60cm X 80cm sont érigés à tous les 2 à 3 mètres. Ils sont disposés de façon plus rapprochée près de la rue des Pins et près du monument à McTavish.

4.2.3 Pied du mur

La base des pierres du mur est déposée sur une fondation suivant les pentes du relief. De part et d'autre du mur, il y a présence de remblais, qui semble avoir été déposé en plusieurs étapes et à différentes époques selon les besoins. Le niveau du sol est souvent inégal de part et d'autre du mur.

4.2.4 Couronnement du mur

La tête du mur ou son couronnement est constitué d'une dalle rectangulaire (parallélépipède) de béton, lui donnant un aspect esthétique régulier et horizontal.

4.3 Examen du mur

4.3.1 Hétérogénéité du mur

À l'origine, le mur était une clôture à poteaux isolés. Ensuite, l'espace entre les poteaux a été rempli avec des pierres, ce qui a transformé cet ouvrage en une sorte de mur de pierre continu. En arrière et à l'avant de ce mur, différents remblais ont été aménagés et ce, sur plusieurs niveaux.

Le mur a été conçu essentiellement en tant que clôture. L'espace entre les poteaux a été rempli avec des pierres calcaires. L'épaisseur du mur de pierre entre les poteaux est de 60 cm environ, pouvant aller jusqu'à 1 mètre par endroit. Cette épaisseur est inférieure à celle des poteaux. La hauteur peut varier suivant la courbe des pentes du terrain constituant une moyenne de 3,5 mètres comblant des creux ici et là et coupant des crêtes ailleurs.

À certains endroits nous avons noté que dans le passé, le mur a été surélevé. La qualité et la provenance des pierres de la partie extensionnelle sont visiblement différentes de celles du mur "ancien". Cette extension a été liée probablement au changement de fonction utilitaire du mur de pierre entre le Parc du Mont-Royal et l'hôpital Royal Victoria.



Pierres de couleurs différentes



On remarque la nette ligne de démarcation suggérant que le mur a été fait en plusieurs étapes.

La frontière entre les pierres de teintes différentes indique que le mur aurait été construit en plusieurs étapes ou subit des réparations au cours des années à différentes époques. La qualité des pierres dans la partie supérieure est plus dégradée.

Les joints également sont hétérogènes dans la partie inférieure et la partie supérieure pour les mêmes raisons. On remarque que plusieurs joints sont partiellement évidés où le mortier a été simplement " rincé". À d'autres endroits les joints ont été remplis avec des mortiers à base de chaux ou du ciment. On note donc tout un "historique" de **remplissages** de joints.

Le couronnement du mur dans la forme chaînage a probablement été ajouté pour stabiliser les pierres qui auraient été plus vulnérables sans sa présence. Cette dalle sert souvent à lier la dernière rangée de pierres.

4.3.2 Tests in situ

En général les pierres calcaires sont dans un bon état mais très hétérogènes. Nous avons identifié quelques pierres avec des traces d'érosion superficielle à caractère chimique (réaction entre les gaz carboniques et la chaux de pierre calcaire).

Nous avons effectué des essais non-destructifs sur des pierres avec un scléromètre Schmidt. Ce scléromètre permet d'évaluer le durcissement de la



surface (résistance en mega-Pascal, MPa). La lecture a donné une résistance entre 15 et 25 MPa. (voir l'annexe en de rapport).

Mur de pierres vue de près



Les essais ont confirmé la nature hétérogène des pierres.





PROTOCOLE DES MESURES DE LA DURETE AU CHOC (SCLEROMETRE)

- La résistance probable du béton en fonction de la mesure du recul ne peut être déterminée qu'avec un abaque de transformation établi pour chaque type d'appareil. Le scléromètre de Schmidt le plus connu a été utilisé. La méthode consiste à faire 12 mesures autour de la zone à caractériser. Les 2 mesures extrêmes sont écartées
- La mesure de la dureté au choc permet d'évaluer la résistance d'un béton de manière non destructive. Cette méthode a été retenue en raison de sa simplicité ; elle permet de faire rapidement des contrôles de régularité des bétons d'un ouvrage.
- La détermination de la dureté est basée sur la mesure du recul que subit un dispositif mobile (commandé par un ressort) à la suite d'une collision entre le dispositif et la surface du béton.
(voir annexe)

4.3.3 Dénivellation

Mur de pierres taillées à proximité de l'avenue des Pins



Photo Ville de Montréal, Claude Léveillé

Exemple de mur dont la partie inférieure est par palier et la partie supérieure est en pente régulière.

La plus longue partie du mur est en pente régulière de quelques degrés. Sur la plus longue partie du mur, la partie inférieure est composée d'une série de paliers horizontaux simples ou doubles (2 à 3 mètres ou 4 à 6 mètres).

L'intérêt de la photo ci-dessus est multiple. Outre la dénivellation de la base du mur, on voit très clairement le « lavage » non seulement des joints liant les pierres du mur mais l'effritement des pierres elles-mêmes. Les blocs de béton couvrant la surface extérieure ont mieux résisté au temps et intempéries.



On peut admirer tout de même l'esthétisme de cette partie du mur.

4.4 Examen du sol

4.4.1 Caractéristiques physico-chimiques de sol

Le sol sur place est un sol minéral sableux 30% de silt, avec pierres, sable et argile. Sa capacité de portance est évaluée à 2000 lbs/pi². Le sol n'est pas homogène et localement, il pourrait s'avérer différent autant par sa composition que par sa résilience.

On remarque plusieurs affleurements rocheux du côté du parc du Mont-Royal, dans le sol en profondeur de même qu'à proximité des fondations du mur. La nature de ce roc est en général de deux sortes, soit de même type que les roches du mont Royal et d'autres importés.

Dans le cadre d'un autre mandat, les sols en profondeur ont été évalués par des professionnels de notre équipe. Ce document a été présenté à la Ville de Montréal séparément.

4.4.2 Les remblais

Une évaluation sommaire, qualitative du matériel provenant du remblai a été effectuée par monsieur Jean Desrosiers B.Sc – et permet de constater qu'en général les sols minéraux granulaires du remblai sont perméables.

Le terrain du côté de l'hôpital a été remblayé pour niveler une surface vouée à un stationnement. Des remblais de différentes natures semblent avoir été ajoutés du côté de l'hôpital : remblayage, pierre, asphalte. Les niveaux du sol de part et d'autre du mur se sont avérés inégaux. À certains endroits, cette différence peut atteindre 3 mètres.

La présence des remblais a changé la fonction structurale du mur de pierre par rapport à sa fonction initiale de séparation entre deux terrains. Les poteaux et ensuite le mur avaient été conçus en tant que clôture. Cette fonction a donc radicalement été changée. Il est évident que présentement le mur de pierre travaille comme un mur de soutènement, ce qu'il n'est pas.

Les forces horizontales exercées par les remblais ont été augmentées par la surcharge combinée aux poids des voitures dans le stationnement, du côté surélevé. Le résultat se manifeste par des ruptures majeures, ce qui illustre un cas ultime de perte de dépassement des contraintes admissibles dans la structure de l'ouvrage.

4.5 Examen des effondrements de parties du mur

On a constaté que certaines parties du mur se sont effondrées. D'autres présentaient des traces plus ou moins importantes de détérioration. L'ouvrage est instable, la sécurité du public (dans le parc et sur la propriété de l'hôpital) est menacée par la dégradation du mur.



Effondrement d'une partie du mur – à proximité de l'Avenue des Pins



Photo Ville de Montréal, Daniel Chartier

On note le déplacement du mur à plusieurs endroits. Il est fissuré et déchiré. À quatre endroits, la continuité du mur de pierre a été rompue.

Blocs de béton obstruant la brèche du mur



Photo Ville de Montréal, Claude Léveillé

Dans la partie basse du mur, à proximité de l'Avenue des Pins, les ouvertures dans le mur ont été bloquées par des blocs amovibles de béton. Dans la partie supérieure du mur, les ouvertures ont été laissées vides. Les parties adjacentes aux trous sont visiblement instables.

Une grande partie des fissures a été remplie et fermée, il y a un certain temps, avec un matériau de calfeutrage. On observe le développement des



nouvelles fissures ouvertes en projection de celles déjà remplies, ce qui révèle une dynamique affectant ce mur (développement dans le temps). Il existe donc un problème de stabilité du mur.

Hauteur du remblai très important par rapport à la hauteur du mur



Photo Ville de Montréal vers 2003

En plus d'avoir noté et relevé plusieurs **déplacements** des éléments du mur de pierre et observé le **développement des fissures** sur la surface du mur et dans la zone de la couronne du mur, on a remarqué plusieurs fissures sur le chaînage construit en deuxième phase (extension verticale du mur). À certains endroits, le mur apparaît comme étant bombé vers l'Ouest, c'est à dire vers le Parc. Cette partie est plus basse par rapport à la propriété de l'hôpital. Cette partie du terrain est quasi à l'état naturel. Les déplacements vers la partie inférieure apparaissent particulièrement dans les zones du mur adjacentes au stationnement de l'hôpital. Nous avons noté et documenté des ruptures du mur.

Les blocs de béton sont aussi un problème car ils ne sont pas adéquats pour servir de soutènement.



Une partie effondrée du mur où l'on voit son type de construction



Section nord du mur effondré et abri sur les terrains de l'hôpital Allan Memorial



Photo Ville de Montréal, Claude Léveillé



On constate que les parties effondrées se situent aux endroits où les éléments combinés ont interagis et accéléré le processus de détérioration tout en ne garantissant aucunement la résistance intégrale des autres parties du mur moins exposées.

4.6 Facteurs aggravants

4.6.1 Véhicules à proximité

La présence de véhicules à proximité du mur ajoute à la surcharge. Les charges statiques comme dynamiques lorsque des véhicules circulent et s'arrêtent, ajoutent aux efforts exercés sur le mur. Certains véhicules s'appuient directement sur le mur. Les conséquences négatives accumulées avec les années aggravent ainsi une situation déjà problématique.





Brèche dans le mur et poussée indue sur le mur exercée par les blocs de bétons



Photo Ville de Montréal, Daniel Chartier

La photo ci-dessus montre la différence des hauteurs du remblai côté Parc (à gauche) et plus haut celui du côté de l'hôpital. On voit également nettement la détérioration des joints entre les pierres du mur. Les blocs de béton en avant-plan exercent une poussée indue sur le mur.

4.6.2 Véhicules d'entretien

Il est fort probable que le passage régulier des pelles chargeuses, rétrocaveuses ou autres machineries, exerce une pression dynamique importante sur le mur au moment de l'entretien du stationnement et de l'enlèvement de la neige l'hiver. Le déplacement de certains véhicules lourds aggrave la situation particulièrement en période de pluies intenses, puisque les sols sont plus fragiles.

4.6.3 Problèmes de l'eau

Le stationnement se draine vers le mur entraînant un phénomène de suffusion (type de diffusion) dû à l'infiltration d'eau dans les interstices. Cette situation génère la saturation en eau des sols et crée la « dé-cohésion » de la matière, le déplacement des structures et l'effritement de la matière durant les gèles et dégèles successifs saisonniers et ce, sur plusieurs années.

L'eau pénètre le sol de façon incontrôlée, déstabilisant d'autant la base du mur et affectant la capacité portante du sol en général et plus spécifiquement près du mur.

Cette saturation des eaux pluviales du côté du stationnement et du côté du parc favorise le transport de granules et la formation de trous dits « trous de renard », ce qui accentue la fragilité du sol et par la suite, peut entraîner la base du mur.



L'effet combiné des sels de déglçage et du drainage mal conçu, surtout du côté du stationnement en ce qui concerne les fondants, augmente l'effritement structurel par des attaques physico-chimiques des structures.

5 CONCLUSION

5.1 Sommaire des résultats :

Sur la base des investigations et des résultats des essais *in-situ* et en supposant que les observations effectuées représentent la totalité de la structure du mur de pierre, nous concluons comme suit :

- Le mur repose sur un sol naturel quasi homogène.
- La profondeur de fondation du mur par rapport à la pénétration de gel semble être appropriée.
- Les éléments de structure tel que les poteaux et "mur voilé" entre les poteaux sont typiques pour un mur de pierre.
- L'état des pierres utilisées pour cette construction est encore satisfaisant.
- Les conditions observées (présence unilatérale du remblai granulaire aménagé comme stationnement) sont amplement suffisantes pour justifier l'apparition de phénomènes de déplacement des éléments à caractère dynamique et des ruptures du mur. Ces conditions sont suffisantes pour la production du phénomène de fissuration dans le processus d'exploitation de mur de pierre et conduisent inévitablement à des ruptures du mur.
- Les phénomènes des ruptures constituent un danger potentiel pour le public de l'hôpital ainsi que pour le public du parc. .
- Les joints et les fissures ont été remplies et fermées, à une certaine époque avec un matériau de calfeutrage et n'est pas homogène tout le long du mur.
- Le bombage du mur et les ruptures sont provoqués par des forces horizontales.
- Plusieurs signes de déplacements horizontaux du mur vers la partie naturelle du Parc du Mont-Royal, des effritements, des fissures à caractère dynamique sur le mur de pierre de même que des ruptures du mur de pierres traduisent un problème de stabilité. Les voitures stationnent sur ce remblai, proche du mur. Le remblai exerce une force horizontale sur le mur. Le frottement entre les sols et le mur constitue une charge verticale additionnelle au mur de pierre.
- Il est évident que la fonction utilitaire du mur de pierre a été changée. Le mur travaille présentement comme un mur de soutènement, ce qui est contraire à la fonction initiale de ce mur de pierre. Le mur n'a pas été conçu ni aménagé pour cette nouvelle fonction.
- La qualité des pierres du mur a été vérifiée. Les analyses préliminaires qualitatives et quantitatives d'influence du remblai aménagé comme stationnement et exposé à la saturation des eaux



pluviales confirment que le mur est présentement instable.

- Le mur continue de se détériorer rapidement. Aussi, il importe de prendre les actions requises le plus rapidement possible.

5.2 Travaux de correction

5.2.1 Travaux minimum nécessaires

Il est en dehors de ce mandat de donner les détails des travaux à être effectués pour la réparation et la reconstruction du mur de pierre. Toutefois, selon les résultats de notre analyse, les travaux de signalisation du côté du Parc et de correction de limite de stationnement du côté de l'hôpital sont nécessaires. Une correction délimitant le stationnement à l'extérieur du coin de glissement par l'installation des barrières amovibles nous paraît la plus **appropriée à court terme et urgente**.

La conception d'un plan de réaménagement et de restauration du mur de pierre qui pourra assumer une fonction de mur de soutènement nous semble indispensable si la gestion actuelle des lieux a préséance sur d'autres considérations. Cette conception doit être préparée par des architectes et ingénieurs spécialisés dans ce type des ouvrages à caractère historique.

Pour toutes ces raisons et en particulier à cause du caractère dynamique de gonflement, il est donc impératif d'agir afin d'éviter toute aggravation future de la situation.

5.2.2 Tenir compte de certains facteurs

- Situation physique, qualité des sols environnants
- Intempéries, changements de température, etc
- Gestion des lieux, utilisations spécifiques de part et d'autre du mur
- Protection du public avant, pendant et après les travaux.
- Faire attention aux endroits les plus fragilisés, soit par la situation d'effondrement instable ou par d'autres facteurs moins visibles comme les endroits « attaqués » par des agents chimiques.

5.2.3 Estimation des coûts

L'estimation préliminaire pour la réfection des lieux ne sera possible que lorsque les parties concernées détermineront l'ampleur et le programme d'intervention choisi. En effet, c'est en partie la conception du mur et l'utilisation faite des environs qui ont contribué à sa détérioration. Il est donc impératif de prendre des décisions administratives pour être en mesure d'en projeter les coûts concernant les travaux. Si par exemple, il n'y avait plus de stationnement, toute la donne est changée, son agrandissement ou son utilisation plus intense également. Un changement de trajet pour les randonneurs côté Parc aura aussi des conséquences sur l'ensemble des travaux à considérer.



5.3 Recommandations

5.3.1 Structure et conception

- L'importance du changement de la fonction utilitaire du mur qui en fait un mur de soutènement est directement responsable des déplacements constatés et des ruptures du mur. Il s'agit-là d'un vice d'exploitation et de construction important qui, s'il n'est pas corrigé, pourrait entraîner, à une plus ou moins brève échéance, la perte de la fonction utilitaire du mur ou augmenter les frais d'entretien au-dessus du seuil économique acceptable.
- Améliorer le drainage des eaux de surface en éloignant du mur le captage de l'eau.
- Nettoyer et refaire certains joints les plus urgents sur les parties du mur qui s'effondrent toujours à l'heure actuelle.

5.3.2 Sécuriser les lieux

- L'hôpital doit aussi prendre des mesures requises pour avertir les promeneurs du risque de déambuler à proximité dudit mur vis-à-vis les secteurs instables.
- L'installation de clôtures amovibles côté stationnement empêchant les véhicules de s'approcher du mur, ces clôtures seront encore plus nécessaires aux endroits où le mur est effondré, ébréché, bombé ou fissuré.
- Les responsables du parc du Mont-Royal doivent aussi prendre des mesures requises pour avertir les promeneurs du risque déambuler à proximité dudit mur vis-à-vis les secteurs instables (distances variables à préciser).
- L'installation des panneaux d'avertissement similaires à ceux d'avertissement de chutes des glaçons de côté Parc du Mont-Royal est, dans notre opinion, indispensable.

5.3.3 Gestion des lieux différente

- Il est possible de changer certains trajets usuels de la circulation automobile dans le stationnement
- Il est recommandable de réserver des places et restreindre certaines places de stationnement pour petits véhicules seulement, surtout aux endroits plus fragiles précités.
- Ne pas permettre la circulation de véhicules lourds même pour le déneigement l'hiver en utilisant du matériel mécanique plus léger comme des souffleurs à main.



5.3.4 Consultation



Les travaux faisant l'objet de ce rapport de service professionnel sont réalisés par la compagnie APROSOL Ltée, son ingénieur principal Dr. Adalbert W. Goraczko et ses associés, en collaboration avec des consultants externes.

Jean Desrosiers, B. Sc. biologiste
Antoni Jedrzejowski, Dr. ing
Stan Milewski, Tech. prof..
Waclaw Woch, M.Sc, ing.

Nous demeurons à votre disposition pour toute question au sujet de ce rapport ou pour toute autre consultation. Nous vous remercions de nous donner l'occasion de vous servir et vous prions d'agréer, Mesdames et Messieurs, nos salutations distinguées.

AproSol Ltée

Adalbert W. GORACZKO, Dr., ing.