

Le 23 août 2010

Monsieur Guy Thibodeau
Directeur général
CSSS de Charlevoix
74, Ambroise Fafard
Baie-Saint-Paul (Québec) G3Z 2J6

Objet : **CSSS de Charlevoix**
Réhabilitation de l'Hôpital de Baie-Saint-Paul et de La Malbaie

Monsieur,

Dans le cadre du mandat que vous nous avez octroyé et en complémentarité avec les rapports d'étude que nous vous avons transmis le 16 décembre 2008 et le 13 janvier 2009, vous trouverez ci-dessous les conclusions touchant les études que nous avons réalisées sur la capacité et la réhabilitation parasismique de l'Hôpital de Baie-Saint-Paul et de La Malbaie. Ces conclusions sont basées sur le résultat des analyses précédentes, l'étude géotechnique et de dynamique des sols de la firme LVM-Technisol qui a été réalisée suivant nos recommandations ainsi que sur les différentes discussions que nous avons eues avec les experts que nous avons consultés dans ce dossier. Rappelons que l'étude géotechnique et de dynamique des sols réalisée par LVM-Technisol devait confirmer la présence de sols liquéfiables sous l'Hôpital de Baie-Saint-Paul et caractériser l'onde sismique de ce secteur de manière à déterminer la pleine portée des interventions requises pour une réhabilitation satisfaisante et complète de l'édifice.

Avant d'aborder les conclusions qui découlent de l'étude des sols, il est important de rappeler à partir des travaux que nous avons réalisés précédemment les différents constats touchant les hôpitaux de La Malbaie et de Baie-Saint-Paul.

En effet, nos analyses précédentes ont démontré que les bâtiments présentent une **précarité que nous qualifions d'extrême** en regard à leur capacité à survivre à un séisme majeur lorsque l'on considère les barèmes d'évaluation les plus récents. Ainsi, le comportement le plus probable des structures face à un séisme d'importance est **l'effondrement**. Il devient donc extrêmement important d'envisager à court terme des scénarios de réhabilitation qui permettront la sécurisation des lieux face à un séisme important, mais aussi en regard de l'utilisation des bâtiments immédiatement suivant l'évènement.

Afin d'illustrer la précarité des bâtiments, l'évaluation sismique sommaire des bâtiments a été réalisée à partir de la méthode décrite dans le Manuel de sélection des bâtiments en vue de leur évaluation sismique préparée par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC). À partir des renseignements recueillis sur place, il nous a été possible de calculer l'indice de priorité sismique pour chacune des structures étudiées. Cet indice se veut un outil d'aide à la décision qui permet d'orienter les démarches futures et permettre une évaluation relativisée de la capacité sismique des bâtiments. Il faut comprendre que la capacité sismique est ici l'habilité du bâtiment à soutenir de façon sécuritaire, pour les occupants, un séisme majeur mais aussi avoir un comportement acceptable pendant et après les secousses.

Même si elle est relativement simple, la méthode employée permet de faire ressortir les bâtiments ayant potentiellement des lacunes face au comportement qui est souhaité lors d'un séisme. La valeur obtenue de l'indice de priorité sismique permet ainsi de classer les bâtiments en trois catégories. Ces catégories, bien que subjectives, permettent d'identifier les bâtiments ayant des lacunes évidentes et donnent un aperçu global et rapide de la situation. Ainsi, plus l'IPS est élevé pour un bâtiment, plus le bâtiment devra être priorisé. Selon le CNRC, les trois catégories sont :

Catégorie	Indice de priorité sismique
Risque faible	Inférieur à 10
Risque moyen	Entre 10 et 20
Risque élevé	Entre 20 et 30
Potentiellement dangereux	Supérieur à 30

À partir de ce classement, il est important de signaler que le CNRC suggère que pour les bâtiments ayant obtenu un indice de priorité parasismique supérieur à 20, une étude détaillée soit entreprise afin d'évaluer l'état réel du niveau de résistance parasismique.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus pour chacun des blocs de l'Hôpital de La Malbaie.

Bloc	Année de construction	Type de structure principal	Indice structural	Indice non-structural	Indice de priorité sismique
A	1942	MNA	94.6	12.0	106.6
B	?	AMR	47.3	6.0	53.3
C	1997.	OCA	2.6	6	8.6

Légende :
MNA Bâtiments à murs porteurs en maçonnerie non armée
AMR Ossature en acier avec murs de remplissage en maçonnerie
OCA Ossature contreventée en acier

À partir du tableau précédent, on se rend compte que les blocs A et B sont extrêmement vulnérables face à un séisme. Il est important de noter que selon notre expérience et suivant des analyses réalisées antérieurement sur d'autres bâtiments, il est très rare de rencontrer un bâtiment ayant un indice de priorité structurale supérieur à 60. Le résultat de 106 obtenu ici pour le bloc « A » est donc tout à fait démesuré par rapport aux résultats obtenus ailleurs et est indicatif d'un degré de vulnérabilité dans les plus critiques qu'il est possible de rencontrer au Canada.

Le tableau suivant présente des résultats obtenus pour chacune des ailes de l'Hôpital de Baie-Saint-Paul.

Aile	Année de construction	Type de structure principal	Indice structural	Indice non-structural	Indice de priorité sismique
A, B	1926	AMR	62.4	12.0	74.4
C, D	1958	BMR	93.3	12	105.6

Légende :
AMR Ossature en acier avec murs de remplissage en maçonnerie
BMR Ossature en béton avec murs de remplissage en maçonnerie

L'hôpital de Baie-Saint-Paul est donc tout aussi vulnérable face à un séisme que l'Hôpital de La Malbaie. Les résultats obtenus lors des analyses détaillées ont de plus confirmé la très grande vulnérabilité des bâtiments.

Cette précarité extrême tient notamment compte des facteurs suivants :

1. Les hôpitaux sont construits dans une zone de sismicité très élevée. À titre de comparaison, l'effort sismique est 3 fois plus grand à Baie-Saint-Paul qu'à Québec.
2. Pour Baie-Saint-Paul, la présence de sols liquéfiables fait en sorte que la portance globale de l'édifice ne peut être assurée pendant un séisme. Le code national oblige d'adresser cette problématique lorsque celle-ci est présente.
3. Les bâtiments ont été conçus à une époque où les impératifs parasismiques n'étaient pas considérés.
4. Le matériau utilisé comme contreventement est impropre, fragile et même interdit par les codes actuels.

À partir des résultats de l'analyse sommaire et suivant l'analyse dynamique des bâtiments face à des séismes, différents scénarios de réhabilitation ont été étudiés pour les deux sites à l'étude. Pour l'Hôpital de La Malbaie, le système de réhabilitation sismique proposé est caractérisé par les éléments suivants :

1. Les renforts parasismiques ont été localisés à l'extérieur du bâtiment, le long des murs périphériques prenant appui sur le roc.
2. Le système de renfort parasismique est constitué de murs de refend en béton armé parallèles aux façades existantes et pourvus d'ouvertures au droit des fenêtres et portes.
3. Le système ne fait pas appel à la résistance des planchers pour agir comme diaphragme de répartition des charges entre les éléments de contreventement.

Ainsi, pour l'Hôpital de La Malbaie, un renforcement sismique traditionnel par l'ajout de murs de contreventement extérieur en béton armé s'est avéré l'avenue la plus prometteuse par son coût et ses impacts sur les opérations de l'hôpital. Les analyses détaillées ont permis de confirmer la viabilité du scénario proposé vis-à-vis les objectifs énoncés. Les coûts de réhabilitation pour l'Hôpital de La Malbaie ont été estimés à 3.9M\$.

Pour l'Hôpital de Baie-Saint-Paul, et étant donné la complexité du contexte de ce site, 2 scénarios de réhabilitation ont été envisagés et étudiés mais aucun de ceux-ci n'a permis de répondre aux différents objectifs de réhabilitation. L'envergure du bâtiment, la présence d'argile de grande épaisseur et l'ampleur de la sollicitation sismique ont fait en sorte qu'il n'était pas techniquement et économiquement possible de réhabiliter le bâtiment. Le premier scénario était composé de murs de béton armé sur pieux construits à l'extérieur de l'édifice et le second était composé de freins dynamiques dispersés de façon uniforme à l'intérieur du bâtiment.

À partir de ces résultats, une étude géotechnique et de dynamique des sols a été réalisée. Cette phase l'étude que nous venons de terminer devait permettre de confirmer le caractère liquéfiable des sols sous le bâtiment et d'identifier les caractéristiques de l'onde sismique en surface par rapport à celle au rocher de manière à confirmer l'atténuation de l'onde sismique par les argiles en place. Ces 2 caractéristiques ont un impact prépondérant sur la viabilité des solutions mises de l'avant vis-à-vis la faisabilité technique et les enjeux économiques

Ainsi, suivant l'étude géotechnique et de dynamique des sols qui a été réalisée par la firme LVM-Technisol, il apparaît clair maintenant que des sols représentant un **haut risque de liquéfaction** pour des séismes d'une intensité inférieure à 7 ($M_w = 7$) sont présents directement sous le bâtiment. Pour cette raison et afin d'assurer la sécurité des lieux pendant un événement sismique majeur, la réhabilitation des sols sous-jacents est à prévoir. Il est important de mettre en évidence que cette

caractéristique des sols n'est pas influencée par le type d'usage et le caractère « protection civile » du bâtiment. Ainsi, peu importe l'usage qui est fait de l'édifice, des désordres structuraux **pouvant mener à l'effondrement de l'édifice** sont susceptibles d'apparaître causés par un affaissement et des mouvements marqués des sols liquéfiables. Évidemment, le risque d'effondrement est diminué par la présence d'un bâtiment conforme aux prescriptions parasismiques aujourd'hui en vigueur mais le comportement souhaité ne peut néanmoins être assuré.

À partir des différentes consultations que nous avons tenues sur cette problématique et des travaux d'analyse que nous avons réalisés, la réhabilitation des sols ayant les caractéristiques rencontrées exige la mise en place d'interventions de très grandes envergures afin de rencontrer les objectifs de renforcement et de sécurité prescrits par le Code national du bâtiment. Ainsi, en plus des travaux déjà identifiés pour le renforcement de la structure, les fondations de chaque colonne et mur porteur périphériques existantes doivent être renforcées au moyen de pieux de façon à assurer la portance du bâtiment avant, pendant et après un séisme. Cela nécessite donc le renforcement à partir de l'intérieur de l'édifice de 233 colonnes et 215 mètres linéaires de murs porteurs.

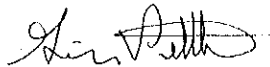
Les coûts reliés à ces travaux et la logistique de mise en œuvre de ceux-ci sont extrêmement importants. De façon préliminaire, nous les estimons à au moins 40 millions de dollars pour la réhabilitation des sols seulement. À cette somme, on doit bien sûr ajouter les travaux de réhabilitation parasismique de la structure et les coûts connexes reliés à la relocalisation et au maintien des opérations dans l'hôpital. Une somme d'au moins 85 millions est donc à prévoir pour une réhabilitation parasismique satisfaisante de l'édifice tenant compte de tous les aspects à réhabiliter.

Étant donné la très grande complexité de tels travaux et les difficultés de mise en œuvre dans un tel contexte, nous sommes d'avis que ce montant pourrait ne pas être suffisant dépendamment des contraintes reliées aux maintiens des opérations de l'Hôpital. De plus, leur mise en œuvre engendrera un niveau de bruit et de vibration qui pourrait ne pas convenir au bon déroulement des activités qui ont lieu dans l'édifice. Pour ces raisons et causes du haut degré d'incertitude associé à un tel projet, nous sommes d'avis que **le bâtiment n'est pas techniquement et économiquement réhabilitable**.

Puisqu'à notre connaissance, il n'existe pas ou très peu d'entrepreneurs spécialisés dans la réhabilitation de sols liquéfiables dans l'Est du Canada, les ressources ayant de l'expertise dans ce domaine devront venir très probablement des États-Unis ou de l'Ouest canadien. Par contre, nous avons à notre disposition une ressource ayant de l'expérience dans ce type de travaux de la firme Aecom situé à Chicago qui serait disponible afin confirmer les concepts de réhabilitation mis de l'avant en plus des coûts à prévoir pour ce genre de travaux. Nous pourrions vous produire une offre de service afin de mobiliser cette ressource au besoin.

Nous joignons à cette correspondance le rapport d'étude géotechnique et de dynamique des sols de la firme LVM-Technisol touchant la problématique de liquéfaction des sols.

Espérant le tout à votre satisfaction.



Gino Pelletier ing. M.Sc.

GP / jg

c.c. MM. Jacques A. Bédard, Tecsubt-EMS et Louis-Paul Gauvin, Hôpital de La Malbaie
p.j. Rapports de la firme LVM-Technisol et rapports antérieurs produits par Tecsubt/EMS