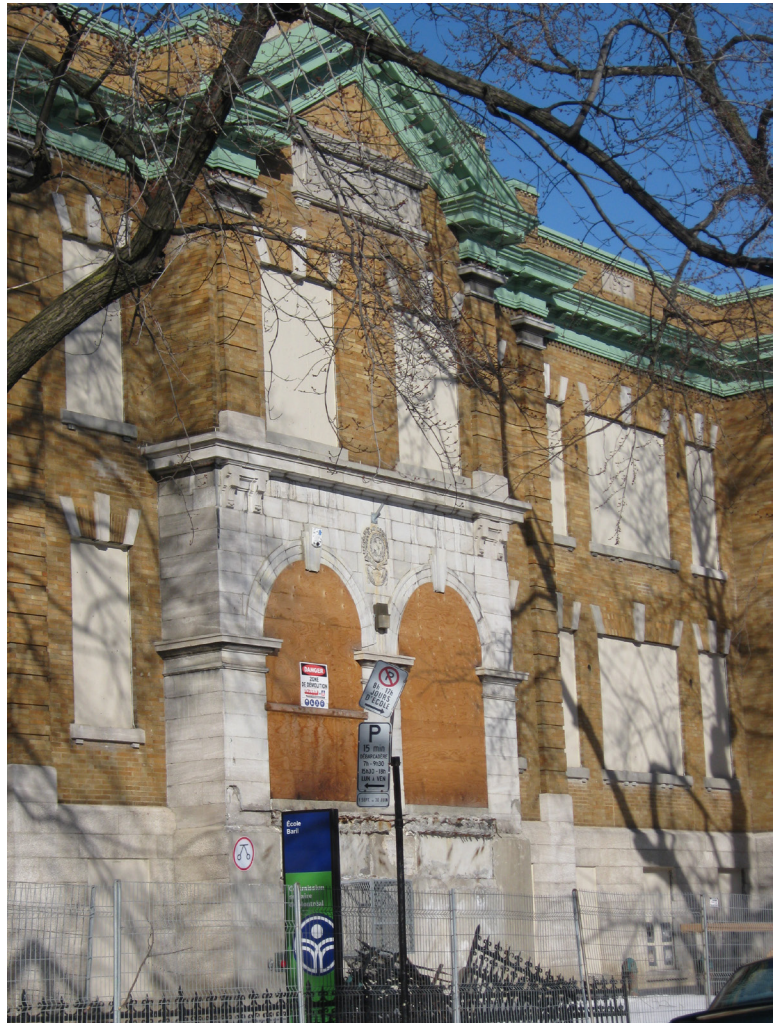


*Commission Scolaire de Montréal
Rapport d'expertise - École Baril*



Beaupré Michaud et
Associés, Architectes



Février 2013

Table des matières

1. Définition du mandat.....	1
2. Description de l'école	3
Architecture	3
Système constructifs	4
3. Situation actuelle relative aux problèmes de contamination	7
4. Situation actuelle relative à l'état de la structure	8
5. Options relatives à l'avenir de l'école	11
A. Démolition de l'immeuble	11
B. Démolition du cœur du mur tout en conservant le parement extérieur de l'immeuble	12
C. Poursuite des travaux de restauration de l'immeuble	13
Maçonnerie de brique	14
Maçonnerie de pierre	17
Travaux de structure	18
Travaux d'aménagement intérieur	19
6. Notes sur les procédures d'entretien à privilégier	20
Surface extérieure des murs	20
Finition intérieure	20
7. Conclusion	21

1. Définition du mandat

La CSDM a confié à Beaupré Michaud et Associés, Architectes le mandat d'évaluer la situation actuelle de l'école Baril où des travaux de rénovation d'envergure ont été arrêtés à la suite de la découverte de l'ampleur insoupçonnée de la contamination du mur extérieur de maçonnerie massive par des spores de moisissures.

Cette découverte a amené la CSDM à confier un mandat à la firme d'experts LVM pour faire l'examen de la maçonnerie ; LVM a pratiqué une cinquantaine d'ouvertures dans le mur extérieur et a préparé un rapport identifiant la présence de moisissures à l'intérieur de la maçonnerie du mur extérieur.

Des travaux de restauration de la maçonnerie ont été réalisés et des travaux de rénovation complète de l'intérieur de l'immeuble étaient en cours au moment où la CSDM a suspendu ses opérations de remise à neuf de l'immeuble.

Au moment de la suspension des travaux, la CSDM s'est assuré que des mesures de protection soient mises en œuvre pour éviter toute détérioration de l'immeuble. Les ouvertures des fenêtres ont été obturées par des panneaux de contreplaqué et des systèmes de chauffage et d'éclairage temporaires ont été installés. Les travaux d'excavation et d'imperméabilisation au périmètre de l'immeuble ont aussi été parachevés.

La CSDM souhaite en outre obtenir l'avis d'un ingénieur en structure sur certains désordres relevés dans l'école à la suite des travaux de dégarnissage. Les éléments sur lesquels la CSDM souhaite avoir un avis sont les suivants :

- La qualité des appuis des poutres d'acier sur les murs extérieurs, notamment dans les cas où cet appui se fait par l'intermédiaire d'un appui sur un linteau d'acier ;
- La qualité de la dalle de béton des planchers des ailes est et ouest et la pertinence des propositions visant à en assurer la stabilité structurale ;
- La résistance éventuelle aux séismes de la structure du bâtiment et l'approche qui devrait être suivie pour l'améliorer s'il y a lieu ;
- La stabilité structurale de l'ensemble de l'immeuble.

L'architecte est chargé de coordonner l'expertise des deux consultants impliqués dans le dossier – la firme Context, déjà engagée par le propriétaire pour faire l'analyse des moisissures et la firme NCK inc., choisie par l'architecte pour l'expertise structurale –, de rédiger une synthèse des recommandations de l'un et l'autre des experts et de rédiger des conclusions relatives aux conditions qui pourraient permettre la conservation de l'immeuble.

2. Description de l'école

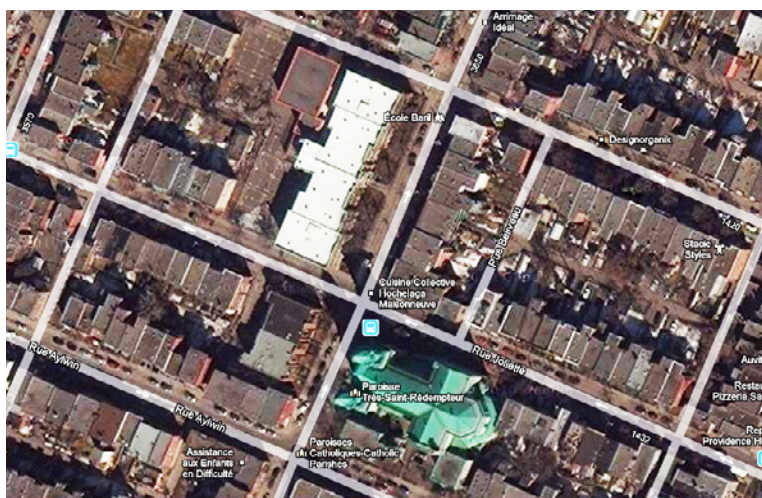
Architecture

La qualité architecturale de l'immeuble est soulignée dans la fiche qui lui est consacrée dans le l'inventaire des bâtiments patrimoniaux de la CSDM¹. On en souligne la conception esthétique exceptionnelle dont témoignent notamment l'originalité du rapport de couleur entre pierre, brique et autres éléments, la richesse et le raffinement des éléments architecturaux classiques et l'articulation de la façade. L'école a conservé son authenticité, à l'exception de l'escalier monumental de l'entrée et des fenêtres.



Entrée principale de l'école : l'escalier d'accès monumental a disparu et doit être remplacé.

L'école Baril est sise au cœur du quartier Hochelaga-Maisonneuve et forme avec l'église voisine du Très-Saint-Rédempteur un ensemble monumental institutionnel remarquable dans le quartier.



L'École Baril dans son quartier, à proximité de l'Église du Très-Saint-Rédempteur.



Vue générale de l'école, rue Adam.

¹ Inventaire préliminaire des bâtiments patrimoniaux de la CSDM, Isabelle Bouchard et Gabriel Malo, février 2011

Systèmes constructifs

Le corps central de l'école a été construit en 1910, selon les plans des architectes Viau et Venne. La structure de ce bâtiment est constituée de planchers de bois sur des solives de bois (3" x 11" @ 24" c/c) elles-mêmes portées par des poutres d'acier ou par les murs porteurs de maçonnerie massive.



Structure de bois et d'acier du corps central du bâtiment.



Structure de bois des planchers du corps central.



Poteau d'acier de la structure du corps central : raccord riveté au niveau du plancher.

Au cours des années trente, deux nouvelles ailes ont été construites de part et d'autre du corps central. La structure de ces deux additions est constituée de dalles de béton appuyées sur des poutres d'acier, elles-mêmes portées sur des poutres d'acier.

Deux escaliers ont été construits dans les ailes est et ouest au cours des années 1970 et la dalle de béton au périmètre des trémies de ces escaliers a été refaite à cette occasion.

Enfin, vers la fin des années 1980, un gymnase a été ajouté à l'extrémité nord-est de l'école et s'intègre bien à l'architecture de l'école.



Poutre d'acier qui s'appuie sur un trumeau de maçonnerie entre deux fenêtres : linteau d'acier au dessus des fenêtres



Poutres d'acier protégée par du béton (aile est). Une dalle de béton s'appuie sur les poutres d'acier.



Escalier dans l'aile est : dalle de béton refaite au périmètre de la trémie de l'escalier.



Fenêtre en façade sur rue dans l'aile centrale : arc plat de brique et de pierre.

L'école Baril est aujourd'hui complètement dégarnie, à l'exception des solives de plancher, des dalles de béton, des poutres et colonnes d'acier, du platelage de la toiture et de la maçonnerie extérieure d'origine, et qui sépare aujourd'hui le corps central des ailes est et ouest.

De nouveaux sous-planchers de contreplaqué ont été installés sur la structure de bois du corps central et certaines structures de plafond ont été revêtues de panneaux de gypse.



Fenêtre en façade arrière dans l'aile centrale : arc surbaissé en brique.

Les solives de bois demeurent pour la plupart apparentes et ont été nettoyées de tout contaminant. Les structures d'acier sont exposées dans le corps principal du bâtiment et demeurent partiellement recouvertes de béton dans les ailes est et ouest du bâtiment.

Les murs extérieurs ont été dégagés de tout enduit de même que des blocs de terracotta qui servaient de support à ces enduits.



Maçonnerie des façades sur rue : briques et pierres de bonne qualité et en bon état.



Raccord entre la maçonnerie de la façade sur rue et la maçonnerie de la façade arrière.

3. Situation actuelle relative aux problèmes de contamination

Les travaux de décontamination ont été réalisés dans la majeure partie de l'école ; une partie du sous-sol demeure cependant contaminée et son accès est contrôlé.

L'hygiéniste industriel Jean-Pierre Gauvin de la firme Contex a procédé au cours de l'automne à des relevés de la qualité de l'air à l'intérieur de l'école et il a remis un rapport de cette évaluation de la qualité de l'air le 7 décembre 2012.

Les résultats de cette analyse, réalisée le 13 novembre 2012, sont les suivants :

- L'analyse révèle que les conditions ambiantes relevées à l'intérieur de l'école sont comparables aux conditions observées à l'extérieur ;
- L'immeuble est prêt pour la poursuite des travaux de rénovation ;
- Le recouvrement des murs de maçonnerie extérieurs par un isolant et un pare-vapeur étanche empêchera toute contamination des espaces intérieurs par des agents fongiques cultivables en provenance des murs de maçonnerie ;
- Certaines précautions habituelles doivent être prises lors de travaux générateurs de poussières de maçonnerie de façon à assurer la protection des travailleurs.

«Nos observations démontrent que l'immeuble est prêt pour la poursuite des travaux de restauration. Les précautions habituelles lors de certains travaux générateurs de poussières de maçonnerie suffiront à assurer la protection des travailleurs.»

Extrait de la conclusion de l'hygiéniste industriel, Jean-Pierre Gauvin.

4. Situation actuelle relative à l'état de la structure

L'ingénieur Paul-Henry Boutros de la firme NCK a visité l'immeuble à la suite d'une première réunion au cours de laquelle ont été évoqués les problèmes structuraux de l'immeuble et les solutions mises de l'avant pour y répondre.

Les problèmes soulevés sont les suivants :

- La qualité des dalles de béton des ailes est et ouest de l'immeuble ;
- La fragilité de l'appui de certaines poutres d'acier sur les murs de maçonnerie ;
- L'appui de poutres d'acier sur des linteaux d'acier au-dessus des fenêtres ;
- La fragilité des poteaux d'acier de la partie centrale de l'immeuble ;
- La résistance éventuelle aux séismes de la structure de l'immeuble.

Dalles de béton

Les dalles de béton des planchers de l'aile ouest et de l'aile est ont une épaisseur d'environ 100 mm. Leur armature semble être constituée d'un treillis d'acier de tiges de 6 mm espacées de 100 mm x 100 mm et de tiges d'acier d'un diamètre supérieur espacées d'environ 300 mm. Une partie de cette armature est visible sous l'intrados de la dalle.

Les dalles de béton sont percées en certains endroits de quelques trous. On note en outre quelques fissures dans ces dalles de béton.

L'ingénieur propose de redonner la capacité structurale requise à la dalle de béton en coulant en surface une couche de béton à petits agrégats (voir la discussion à cet effet en annexe)



Dégradation de l'intrados de la dalle de béton dans l'aile est de l'école.



Dalle percée et treillis d'armature apparent.

Appui des poutres d'acier sur les murs de maçonnerie

Les poutres d'acier prennent appui sur les murs de maçonnerie par l'intermédiaire de plaques qui répartissent la charge. Dans certains cas, une excroissance du mur de brique vient créer un pilastre sans qu'on puisse bien en comprendre les raisons. En général, l'appui des poutres ne pose pas de problème sauf dans certains cas où la poutre s'appuie sur un linteau d'acier au-dessus des fenêtres. Nous ne remarquons pas de flexion du linteau d'acier, mais en certaines occasions une détérioration du jambage de maçonnerie à l'appui du linteau et dans un cas un affaissement structural résultant de la détérioration de la maçonnerie. Dans ce dernier cas, des mesures d'appui temporaire ont été mises en place pour assurer la stabilité de la structure ; une reprise de la maçonnerie du jambage de la fenêtre sera nécessaire.

L'ingénieur en structure propose de corriger l'ensemble de la situation par un rejointoiement général de la maçonnerie, une reprise de certains éléments de maçonnerie critiques et quelques interventions structurales sporadiques.



Détérioration du jambage de maçonnerie de l'une des fenêtres sous la pression d'une poutre d'acier.



Appui des poutres d'acier sur le linteau d'acier d'une fenêtre.

Charpente de bois et d'acier du corps principal

L'ingénieur ne note pas de déformations et ne recommande pas d'intervention spécifique.

Résistance sismique

L'ingénieur en structure estime qu'une réhabilitation sismique n'est pas requise.

5. Options relatives à l'avenir de l'école

À la suite des expertises qui ont démontré la pénétration des moisissures à l'intérieur du mur de brique extérieur de l'immeuble et à la suite des commentaires des responsables de la Santé publique au Québec, la CSDM se trouve aujourd'hui devant trois options :

- La démolition de l'immeuble ;
- La démolition des trois rangs de briques qui forment le cœur du mur extérieur et la construction d'une nouvelle enveloppe tout en préservant le parement de façade ;
- La conservation de l'immeuble et la poursuite de sa restauration en prenant les précautions essentielles au maintien de la qualité de l'air intérieur.

A. Démolition de l'immeuble

La démolition de l'immeuble signifierait la perte d'un immeuble d'environ 5 500 m² dont la valeur de remplacement est de l'ordre de 9 millions \$. S'y ajoute la valeur des travaux réalisés à date pour la restauration de cet immeuble, qui l'auraient été en pure perte.

La démolition de l'immeuble signifierait en outre la perte d'un immeuble de valeur patrimoniale dont la présence crée, avec l'église du Très-Saint-Rédempteur, un ensemble monumental important pour le quartier.

L'ingénieur en structure NCK corrobore les conclusions de la firme Dessau qui a préparé les plans de restauration de l'immeuble, sur la bonne qualité générale de la structure de l'immeuble. NCK considère même d'alléger certaines interventions prévues par Dessau.

Les travaux en cours ont permis, selon l'expert Jean-Pierre Gauvin, de "nettoyer" de façon satisfaisante l'école des contaminants qui affectaient la qualité de l'air.

Ces facteurs invalident l'hypothèse de la démolition pure et simple, à moins qu'on puisse faire état de circonstances exceptionnelles dont nous n'aurions pas pris connaissance.



Ouvertures pratiquées dans le mur extérieur de brique pour échantillonnage de matériaux susceptibles de contamination.

B. Démolition du cœur du mur tout en conservant le parement extérieur de l'immeuble

Cette option permettrait d'extirper de l'immeuble la maçonnerie qu'on dit contaminée par des agents fongiques cultivables. Une telle opération nous apparaît extrêmement délicate et peu susceptible d'être réalisée sans dommage au parement de l'immeuble. Les coûts sont difficiles à analyser et doivent prendre en considération les éléments suivants :

- Appuis structuraux temporaires de la structure de plancher de l'immeuble ;
- Étalement du parement de brique pour en assurer la stabilité durant les opérations de démolition et de reconstruction ;
- Reconstruction d'une nouvelle structure d'appui des planchers ;
- Reconstruction d'une nouvelle enveloppe isolée.



À notre connaissance, aucune opération de cette nature n'aurait été réalisée dans la région montréalaise. On a observé des exemples de démolition où seule l'enveloppe de maçonnerie de brique était conservée (l'ancien immeuble Sherbrooke amalgamé au Musée des Beaux-arts de Montréal), mais dans de tels cas l'enveloppe conservée n'en était pas réduite à un seul parement de maçonnerie.

Nous ne voyons pas dans une telle opération une avenue viable pour la conservation de l'immeuble.

C. Poursuite des travaux de restauration de l'immeuble

La poursuite des travaux de restauration de l'immeuble à la suite des travaux de décontamination nous apparaît une solution envisageable. On connaît, par ailleurs, les réticences des responsables de la Santé publique du Québec sur le comportement à long terme de l'immeuble une fois restauré. Il nous apparaît cependant légitime de prendre en considération l'opinion de l'hygiéniste industriel Jean-Pierre Gauvin qui relativise le niveau de contamination actuel de l'air contenu dans l'école et assume qu'il est possible d'empêcher la migration vers l'intérieur des poussières contenues dans la maçonnerie.

Nous estimons qu'il est possible de réaliser une enveloppe continue et étanche entre l'intérieur de l'immeuble et le mur de maçonnerie extérieur. Nous estimons aussi qu'il est possible de réduire les risques de contamination des surfaces de finition intérieure par l'utilisation de matériaux appropriés.

L'enveloppe extérieure doit au départ faire l'objet de certaines corrections ; celles-ci varieront selon la nature et l'état des matériaux de maçonnerie en place. Au sous-sol, on retrouve des moellons de pierre sur lesquels s'appuie un parement de pierre taillée à l'extérieur. Aux étages, nous retrouvons une maçonnerie de briques relativement poreuses sur laquelle s'appuie en façade sur rue un revêtement de brique dont la surface est beaucoup plus lisse et probablement plus imperméable.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, on note aux étages quelques problèmes structuraux de la maçonnerie et il faudra intervenir pour les corriger. On note de plus que des infiltrations d'eau récurrentes à la base des ouvertures de maçonnerie ont endommagé l'allège intérieure des fenêtres à un tel point, en certains endroits, que le mortier s'est désagrégé, a perdu toute cohérence et que les briques peuvent être retirées du substrat sans effort.



En plusieurs endroits sous les fenêtres le mortier n'a aucune cohésion.

Maçonnerie de brique

Il y aura donc lieu de faire l'examen de toutes les surfaces intérieures des murs de brique extérieurs et de déterminer les secteurs où des reprises de maçonnerie sont essentielles pour assurer la stabilité de l'ouvrage.

Les travaux de ragréage devront se faire dans des conditions telles que toute émanation de moisissures provoquée par la manutention des matériaux est évacuée vers un filtre Hepa à haute efficacité par un aspirateur qui maintiendra l'enclos sous pression négative pendant les travaux en évacuant l'air vers l'extérieur. Toutes les surfaces sur lesquelles les poussières seraient susceptibles de se déposer seront recouvertes d'un tissu ou d'un film qui en permet la récupération. Des tests de la qualité de l'air accompagnent ces travaux.

On peut d'ores et déjà considérer que les travaux de maçonnerie comporteront :

- le rejointoiement de toutes les surfaces intérieures des murs de pierre et de brique;
- la reconstruction des allèges de brique sous chacune des fenêtres, après le démantèlement des briques auxquelles n'adhère plus le mortier soumis pendant plusieurs années aux infiltrations d'eau;
- la reconstruction de certains jambages de fenêtres là où on note une détérioration due aux pressions des poutres d'acier qui s'appuient sur le mur de maçonnerie.

Voici quelques chiffres sur les quantités de travaux à réaliser :

- rejointoiement de la brique de l'ensemble de la face intérieure des murs extérieurs du bâtiment: 1850 m²;
- rejointoiement des murs de pierre au sous-sol : 750 m²;
- réfection d'un rang de brique intérieur sous chacune des fenêtres de l'immeuble, soit sous 145 fenêtres, pour un total d'environ 200 m²;
- reconstruction du jambage d'environ 10% des fenêtres; 15 à 20 opérations

Une fois la maçonnerie consolidée, on peut appliquer en surface intérieure du mur restauré un isolant giclé d'uréthane qui augmentera la valeur thermique du mur.

On constate qu'il existe toujours un certain nombre de théories sur la façon d'isoler les murs extérieurs de maçonnerie pleine¹. On convient en général qu'il est utile d'isoler ces murs de façon modérée; on peut ainsi augmenter sensiblement la qualité thermique de l'enveloppe². Selon les modèles discutés il est possible qu'il y ait risque de condensation dans le mur ainsi isolé; il est par ailleurs possible de diminuer considérablement ou même d'éviter la migration d'air vers l'extérieur par l'installation d'un pare-vapeur.

1 Voir à ce sujet le document de la SCHL intitulé Performance evaluation of retrofitted solid masonry walls rédigé par Patenaude_JBK en 2005 ou encore le compte rendu intitulé Expert meeting Report: Interior Insulation Retrofit of Mass Masonry Wall Assemblies préparé en janvier 2012 pour le U.S. Department of Energy

2 Le tableau qui suit illustre le gain que permettrait l'addition d'une quantité modérée d'isolant:

	Mur existant avant rénovations	Mur isolé
Film d'air extérieur	0.2	0.2
Brique (4rangs)	1.2	1.2
Terra cotta	1.9	
Plâtre	0.5	
Uréthane giclé 25mm		7.1
Espace d'air		1
Gypse		0.5
Film d'air intérieur	0.6	0.6
Total	4.4	10.6

Il nous apparaît donc souhaitable d'isoler le mur extérieur de brique avec un isolant giclé de polyuréthane de 25 à 35 mm de façon à ce que l'isolant n'agisse pas comme pare-vapeur et de façon à ce qu'il permette un écoulement de chaleur dans la maçonnerie, diminuant ainsi l'impact des changements brusques de température.

L'isolant ainsi appliqué directement sur la maçonnerie empêche la formation d'humidité en surface de la brique et limite ainsi la possibilité d'activation des moisissures.

Une fois l'isolant mis en place sur toutes les surfaces de brique et sur une certaine profondeur des poutres d'acier perpendiculaires au mur extérieur pour limiter les risques de condensation sur l'acier, on peut construire une ossature d'acier galvanisé pour recevoir le pare-vapeur et la finition intérieure.

La qualité du pare-vapeur est importante, mais aussi la qualité des joints entre chacune des feuilles du pare-vapeur, ceux-ci devant se situer sur un appui rigide (une des membrures de l'ossature métallique) ; les rubans qui assurent la continuité de la pellicule doivent être de première qualité. Comme les vis qui permettront de fixer le pare-vapeur à l'ossature métallique percent la membrane, il serait important que ces vis soient munies de rondelles de caoutchouc ou encore que l'ossature qui reçoit le pare-vapeur soit recouverte de bandes de caoutchouc qui adhéreront au périmètre de la vis qui pénètre l'ossature.

Une attention particulière doit être portée aux raccords du pare-vapeur aux surfaces horizontales des planchers et des plafonds ainsi qu'autour des solives et des poutres qui s'appuient sur le mur de brique. Le choix du ruban adhésif est également primordial.

On comprend, par ailleurs, que dans toute construction l'étanchéité du pare-vapeur demeure un élément critique, autant au moment de sa mise en œuvre qu'au cours de la vie du bâtiment, en fonction des multiples interventions susceptibles d'apporter des modifications à son

enveloppe. Les difficultés particulières qui peuvent affecter la garantie d'étanchéité du pare-vapeur lors de sa mise en œuvre relèvent bien souvent de la pénétration dans l'enduit de finition intérieure des sorties électriques de toutes sortes et des sorties de canalisation de tous les dispositifs électroniques essentiels aux activités qui se déroulent dans une école. Il existe des boîtes préformées de matière plastique qui peuvent recevoir les diverses prises insérées dans un mur et ces boîtes peuvent être reliées à la pellicule étanche que constitue le pare-vapeur. On devrait évidemment utiliser de tels éléments.

L'isolation des murs de maçonnerie peut aussi avoir un impact sur les pièces de bois qui sont encastrées dans la maçonnerie ce qui est le cas de plusieurs éléments de la partie centrale du bâtiment. Le rapport de la rencontre du Building Science Corporation de 2012 (Expert meeting Report: Interior Insulation Retrofit of Mass Masonry Wall Assemblies préparé en janvier 2012 pour le U.S. Department of Energy) discute de ce problème et l'un des experts propose certaines solutions:

- des injections de borate dans les éléments de bois encastrés;
- l'application de plaques d'acier pour augmenter la diffusion de la chaleur dans ces éléments;
- dégagement des l'isolation autour des points d'encastrement;
- taille des éléments en castrés et



construction d'une structure porteuse à l'intérieur du mur de maçonnerie et indépendante de ces murs.

Peu de documents existent cependant sur la mise en oeuvre et l'efficacité de telles solutions. On peut penser, à l'instar de certains qui se sont penchés sur la question que l'isolation du mur maintient au froid le bois qui pénètre dans la maçonnerie et diminue d'autant la possibilité de formation de moisissures dans ces pièces de bois, surtout si les sources d'humidité provenant de l'intérieur et de l'extérieur sont bien contrôlées.

On ne peut cependant présumer du comportement à long terme des responsables de l'entretien de l'immeuble ni des besoins de nouveaux raccords qu'on pourrait estimer nécessaires le long des murs extérieurs. Il serait donc sage de prévoir une possibilité de passage de conduits dont on ne peut aucunement prévoir la course aujourd'hui et qui pourraient dans leur course percer la membrane étanche que constitue le pare-vapeur. Ceci peut se faire par une double ossature le long des murs extérieurs ; la première ossature permet essentiellement de fixer le pare-vapeur alors que la deuxième ossature permet de fixer le revêtement de surface intérieur, laissant entre le pare-vapeur et l'endos du revêtement intérieur un espace libre pour le passage de fils et de conduits.

Une fois l'ossature et le pare-vapeur mis en place, vient la pose du revêtement intérieur. Le panneau de gypse est le matériau le plus fréquemment utilisé. Les cartons ou papiers qui, dans les produits standards, retiennent en place le noyau de plâtre peuvent cependant constituer un terrain fertile pour les moisissures. Les manufacturiers ont cependant mis au point des produits qui seront moins susceptibles de servir de terrain fertile à la prolifération des moisissures. Il s'agit par exemple des panneaux « Mould Tough » de CGC qui « offrent une résistance élevée aux moisissures ». Le choix de tels matériaux serait approprié dans le contexte de la réfection des murs et cloisons de l'école Baril, nonobstant la différence de coût

entre ce produit et un produit standard.

On peut par ailleurs présumer qu'une bonne partie des problèmes d'humidité et de croissance de moisissures à l'intérieur de l'école provenaient d'infiltrations d'eau à travers le mur de maçonnerie massive ou à la jonction des fenêtres et de la maçonnerie.

L'entretien des joints de maçonnerie est essentiel à la durabilité des murs de maçonnerie pleine où il n'existe qu'une ligne de défense contre les infiltrations, à la surface du mur extérieur. On constate aujourd'hui une détérioration substantielle de la maçonnerie de brique à l'intérieur, sous les fenêtres qu'on peut relier à la détérioration des joints sous les allèges de pierre qu'il est encore possible de constater en certains endroits.



Joints évidés sous l'allège de pierre des fenêtres.

Pour ce qui est de la jonction des fenêtres avec la maçonnerie, on peut s'en assurer lors de la mise en oeuvre en surveillant adéquatement la pose du scellant au périmètre de la fenêtre. On devrait aussi au préalable s'assurer de ce que les fenêtres ont des dimensions similaires pour éviter, si ce n'était pas le cas, l'installation d'une fenêtre de dimensions normalisée pour le bâtiment dans une ouverture trop petite ou trop grande, ce qui ne permettrait pas la réalisation de travaux d'étanchéité aussi parfaits que possible.

Il est aussi important que le choix des fenêtres prenne en considération l'indice de résistance à la condensation (indice I) de façon à justement éviter la condensation à la surface des profilés d'aluminium ou des panneaux de verre. L'indice devrait être de 61.

Maçonnerie de pierre

Les murs du sous-sol sont composés de maçonnerie pleine de pierre, taillée à l'extérieur et sous forme de moellons à l'intérieur.

Il ne semble pas y avoir eu de découverte de moisissures en surface de la pierre ou à l'intérieur du mortier qui joint ces pierres. Les sources d'humidité provenant du sol ont été en grande partie réduites par l'application d'une membrane hydrofuge en surface de la maçonnerie et l'installation d'un système de drainage le long de ces surfaces vers un drain français à la base du mur. On estime que l'humidité du sol peut encore se propager dans le mur de pierre par capillarité à partir de l'empattement des pierres des fondations ; une telle hypothèse est plausible, mais peu susceptible d'entraîner des désordres majeurs ou des conditions d'humidité excessives à l'intérieur du mur de maçonnerie qui demeure chauffé de l'intérieur.

Il importe néanmoins de donner à ces murs une finition acceptable. Référez à cet effet aux propositions faites pour les murs de briques.



Travaux de structure

Dalles de béton au sous-sol

Une fois les sols décontaminés (ils le sont actuellement par des hydrocarbures), une nouvelle dalle de béton sera coulée pour servir de base aux planchers des locaux en sous-sol, en bonne partie des locaux destinés aux casiers des élèves.

La dalle sera coulée sur un remblai compacté qui assure un certain drainage du sol au contact du béton. Un pare-vapeur l'isolera de l'humidité du sol qui pourrait remonter en surface à la suite de la hausse de la nappe phréatique. Il se pourrait que l'étanchéité ne soit pas parfaite, aussi serait-il utile de considérer la construction d'un nouveau sous-plancher de contreplaqué sur une surface de plastique nervurée qui permet de conserver un espace d'air entre le béton et le bois et assure ainsi une certaine ventilation de l'espace. Il en résultera un confort accru du plancher et une réduction de tout risque de formation de moisissures au contact du bois et de la surface potentiellement humide du béton.

Il faudra aussi s'assurer d'un colmatage efficace des joints au périmètre de la dalle, au contact de cette dalle et de la maçonnerie de pierre ; le béton est séparé de la pierre par une planche asphaltique dont la face supérieure est légèrement sous la surface du béton. La surface creuse est ensuite remplie d'un scellant.

Structure de béton

Les renforts de la structure de béton seront spécifiés par l'ingénieur en structure. Deux options ont été proposées: celle de l'ingénieur Amara Kobélé Keita de Dessau qui propose l'insertion de fibres de carbone dans une chape de béton coulée au dessus des dalles des étages des ailes est et ouest ou celle de l'ingénieur Paul-Henry Boutros de NCK qui propose la consolidation de la dalle par la coulée d'une couche mince de béton à agrégats fins.

Structure d'acier

L'ingénieur de la firme Dessau propose le renfort des poteaux d'acier de l'aile centrale, ce que ne considère pas nécessaire l'ingénieur de la firme NCK. Il reviendra à l'ingénieur responsable des travaux de définir les opérations après en avoir démontré la nécessité.

Structure de bois

L'essentiel des travaux de réparation de la charpente de bois auraient été réalisés et l'auraient été selon les règles de l'art selon l'analyse sommaire qu'en fait l'ingénieur en structure de la firme NCK.

Travaux d'aménagement intérieur

L'aménagement intérieur des lieux a une certaine incidence sur la qualité de l'air.

Les plafonds sont hauts (3 800 mm au rez-de-chaussée et à l'étage) et la ventilation naturelle par des fenêtres ouvrantes peut assurer un renouvellement de l'air favorable au maintien d'une qualité de l'air acceptable dans tous les locaux.

L'école sera tout de même ventilée mécaniquement et cette ventilation devrait permettre un renouvellement de l'air en périodes froides sans apport direct d'air extérieur par les fenêtres. La ventilation peut être acheminée aux classes ou aux bureaux par des conduits apparents qui permettront de conserver la plus grande hauteur possible aux locaux.

La ventilation mécanique doit être contrôlée de façon à limiter le niveau d'humidité à un niveau de confort acceptable en hiver (de 30 à 35% d'humidité relative). ceci permettra d'éviter la condensation sur les fenêtres.

La finition des murs, planchers et cloisons doit aussi être réalisée avec un objectif de minimiser les sources d'infiltration possibles d'humidité dans le substrat.

La céramique utilisée dans les salles de toilette, posée sur un panneau de ciment, répond en général aux exigences d'imperméabilisation des surfaces et résiste bien à tous les types d'entretien qu'on veut y faire. Une inspection régulière des joints et un entretien approprié devraient suffire.

Une finition similaire pourrait être utilisée dans les vestibules et halls d'entrée, là où la circulation des piétons qui viennent de l'extérieur transporte une quantité appréciable d'humidité, d'abrasifs et de sels de déglacage.

Pour ce qui est des planchers des corridors, des classes et des bureaux, l'utilisation d'un fini de plancher souple demeure appropriée. Le carrelage d'éléments de composition de vinyle demeure l'option la plus courante et la plus économique. Dans une situation relativement critique comme l'est celle de l'école Baril, il serait cependant intéressant de choisir un matériau qui minimise la présence de joints et où les joints nécessaires sont soudés de façon à minimiser les possibilités d'infiltration d'eau. Le coût d'un revêtement de plancher en rouleaux en laizes de 1 800 mm de largeur est sensiblement plus élevé que celui du carrelage standard. Le raccord à la finition de plancher de plinthes soudées au revêtement de sol augmente encore le coût de l'opération par rapport à la pose d'une plinthe droite de vinyle ou de caoutchouc.

6. Notes sur les procédures d'entretien à privilégier

Le défaut d'entretien des immeubles est en bonne partie responsable des problèmes de moisissures dans tous les types de bâtiments. L'humidité est un des facteurs essentiels à la croissance des moisissures et il est possible de contrôler l'infiltration d'humidité dans les matériaux où pourraient proliférer les spores.

Surface extérieure des murs

En surface extérieure de l'enveloppe, il importe de s'assurer de la qualité des joints qui assemblent les éléments de maçonnerie. Ceci est d'autant plus important dans la situation actuelle de l'école Baril que le mur extérieur est un mur de maçonnerie pleine dont la seule défense contre les infiltrations d'eau provenant de l'extérieur est la surface de la maçonnerie. Les briques elles-mêmes semblent être des briques de bonne qualité ; les joints ont été révisés et aujourd'hui l'enveloppe de maçonnerie devrait être étanche ; un peu d'humidité peut pénétrer dans les joints de mortier, mais en général cette humidité séchera avant de poser problème.

Il importe de faire un examen régulier des surfaces de maçonnerie extérieure en accordant la priorité à l'examen de tous les joints des éléments de maçonnerie qui se projettent vers l'extérieur.

Il importe aussi de s'assurer d'un bon joint de scellant – uniforme, adhérent aux deux éléments joints et relativement mince – entre le cadre des fenêtres et la maçonnerie ; ce joint doit aussi faire l'objet d'un d'examen régulier.

Finition intérieure

Les opérations d'entretien des écoles peuvent être responsables de l'infiltration d'eau dans les matériaux sous-jacents à la finition des planchers ou du bas des murs.

Il est possible de revoir les procédures habituelles de nettoyage des surfaces de plancher et d'utiliser l'équipement nécessaire à un entretien de type "spray buff" plutôt que le nettoyage à la grande eau. L'installation d'un ascenseur prévue dans les plans de restauration de l'immeuble permettra l'utilisation de la machine nécessaire à ce type d'entretien à tous les niveaux.

7. Conclusion

L'école Baril est un bâtiment important. Sa valeur d'usage et sa valeur patrimoniale sont élevées.

Des investissements importants ont déjà été consentis pour sa restauration. La démolition de l'immeuble réduirait à néant la valeur de ces investissements. La reconstruction d'une nouvelle école représenterait des coûts importants et imposerait de nouveaux délais de réalisation.

La poursuite des travaux de restauration de l'immeuble nous apparaît donc une avenue raisonnable.

Annexes

Rapport Contex

Rapport NCK



ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR

COMMISSION SCOLAIRE DE MONTREAL

ÉCOLE BARIL
3603, RUE ADAM
MONTREAL, QC
H1W 1Z1

Le 7 décembre 2012

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
2. PARAMÈTRES ET PROCÉDURES.....	3
3. OBSERVATIONS.....	4
4. RÉSULTATS	4
4.1 Concentrations de particules aéroportées	4
4.2 Concentrations de particules viables	4
5. CONCLUSION	6
6. ANNEXE 1 : RAPPORTS D'ANALYSES	7



ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR ÉCOLE BARIL

Monsieur Serge Roby, Architecte

Chargé de projets – Grands chantiers

Service des ressources matérielles

3700, rue Rachel Est, 3^{ème} étage

Montréal (Québec) H1X 1Y6

Téléphone : 514 596-2003, poste 6845

Cellulaire: (514) 557-3956

robby.s@csgdm.qc.ca

Montréal, le 7 décembre 2012

1. INTRODUCTION

À votre demande, nous avons visité l'école Baril afin d'y évaluer la qualité de l'air et les conditions de sécurité pour le personnel de construction en regard d'une possible contamination fongique.

Toutes les observations et mesures ont été effectuées par Jean-Pierre Gauvin, M.Sc.A., CIH, ROH, EP et Alexandra Gagnon, M.Sc., qui visitaient l'établissement le 13 novembre 2012.

2. PARAMÈTRES ET PROCÉDURES

Toutes les mesures ont été effectuées conformément aux normes généralement admises en hygiène industrielle à l'aide des appareils suivants:

- Un compteur de particules de marque MET ONE modèle GT-321, numéro de série B 5637 fut utilisé pour mesurer les concentrations de particules aéroportées de diamètre supérieur à 0,5 micron. La précision de la mesure est de $\pm 10 \%$, et l'incertitude sur le volume d'air échantillonné de $\pm 5\%$;
- Un échantillonneur d'air centrifuge de marque BIOTEST, modèle RCS Plus Air Sampler fut utilisé pour dénombrer les moisissures cultivables. L'appareil récolte 100 litres d'air en 120 secondes à $\pm 2 \%$. Un milieu de culture à base d'agar et de D(+)-Dextrose pour la croissance des levures et moisissures fut utilisé pour évaluer les unités formatrices de colonies de moisissures dans l'air ambiant. Suite à la période d'incubation, le dénombrement et la caractérisation des colonies de microorganismes furent effectués par le laboratoire MBL.

3. OBSERVATIONS

Lors de notre visite, l'établissement était dégarni, les cloisons murales, l'isolant mural et plafonnier avait été enlevé ainsi que les revêtements de plancher. Il ne restait que les parois de maçonnerie et les planchers de béton. L'endroit était légèrement chauffé.

4. RÉSULTATS

Les résultats de notre visite sont présentés au tableau 1 (page 5). Les rapports d'analyses sont présentés à l'annexe 1.

4.1 Concentrations de particules aéroportées

Lors de notre visite, nous avons noté que les concentrations de particules aéroportées mesurées dans l'air ambiant des différentes classes variaient entre 56 500 et 97 220 particules aéroportées de diamètre supérieur à 0,5 µm par pied cube d'air. Ces concentrations étaient similaires aux concentrations retrouvées à l'extérieur la journée même.

4.2 Concentrations de particules viables

Nous avons mesuré les concentrations d'unités formatrices de colonies de moisissures cultivables dans l'air ambiant de l'immeuble.

Les concentrations d'unités formatrices de colonies de moisissures étaient généralement similaires aux concentrations retrouvées à l'extérieur la journée même. À l'exception des genres *Aspergillus* présents dans la majorité des échantillons intérieurs en faibles concentrations (entre 10 et 70 UFC), les espèces fongiques présentes à l'intérieur de l'école étaient également présentes dans les échantillons extérieurs (voir Annexe 1).

Tableau 1 : Paramètres relatifs à la qualité de l'air dans les classes de l'école Baril.
13 novembre 2012

Endroit*	Particules aéroportées/pi ³ d'air	UFC/m ³ d'air **
<i>Extérieur côté Nord (avant l'évaluation intérieure)</i> <i>Venteux 37 km/h</i> <i>Température : 4°C</i>	77 000	260
<i>Extérieur côté Sud (avant l'évaluation intérieure)</i>		290
<i>Extérieur côté Est (après l'évaluation intérieure)</i>	52 500	230
<i>Extérieur côté Ouest (après l'évaluation intérieure)</i>		260
2 ^e étage Est	56 700	180
2 ^e étage Centre-Est	80 730	240
2 ^e étage Centre-Ouest	78 480	240
2 ^e étage Ouest	66 920	310
1 ^{er} étage Est	64 470	220
1 ^{er} étage Centre-Est	97 220	160
1 ^{er} étage Centre-Ouest	56 500	230
1 ^{er} étage Ouest	61 800	260
Sous-sol Est	61 270	200

*Les échantillons ont été prélevés au centre de la pièce **UFC : Unité formatrice de colonies de moisissures.
 L'échantillon a été récolté à 1.4 m du sol

5. CONCLUSION

Les paramètres relatifs à la qualité de l'air étudiés ont montré des conditions ambiantes comparables aux conditions observées à l'extérieur ou en chantiers de construction. La présence de faibles traces d'agents fongiques cultivables et en proportion différente de ceux observés à l'extérieur lors de l'échantillonnage semble provenir des structures de briques qui laissaient des poussières s'infiltrer dans l'immeuble. Cette condition était favorisée par le fort vent qui sévissait lors de notre échantillonnage.

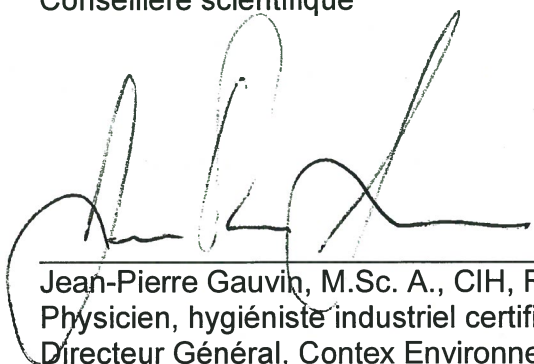
Nos observations démontrent que l'immeuble est prêt pour la poursuite des travaux de restauration. Les précautions habituelles lors de certains travaux générateurs de poussières de maçonnerie suffiront à assurer la protection des travailleurs.

Une fois terminé le recouvrement des murs de maçonnerie par un isolant suivi d'un coupe-vapeur, les émissions de poussières seront prévenues et aucune contamination additionnelle par des agents fongiques cultivables en provenance de la maçonnerie ne sera envisagée. Les planchers et murs de sous-sol devront cependant comporter des mesures adaptées aux conditions de l'immeuble.

Nous communiquerons toute information additionnelle qui pourrait être requise.



Alexandra Gagnon, M.Sc.
Conseillère scientifique



Jean-Pierre Gauvin, M.Sc. A., CIH, ROH, EP
Physicien, hygiéniste industriel certifié et spécialiste en environnement agréé
Directeur Général, Contex Environnement



CONTEX ENVIRONNEMENT

6. ANNEXE 1 : RAPPORTS D'ANALYSES



1020 Brevik Place, Unit 1A
Mississauga, ON L4W 4N7
905-290-9101

4475 Wayburne Dr., Suite 204
Burnaby, BC V5G 4X4
604-435-6555
info@moldbacteria.com
www.moldbacteria.com

More Than Just Lab Results

Laboratory Analytical Results

CONTACT NAME: Alexandra Gagnon	PROJECT NO: MBL9213AVR-1
COMPANY: Context Environment	LAB REFERENCE: MBL9213AVR-1-6
	ANALYST: Georget Shamoon, PhD.
TYPE OF SAMPLES: Air: RCS Agar Strips	

Client's Sample No:	Ext 1 Sud	Ext 2 Ouest	Ext 3 Est	Ext 4 Nord	2e C-Ouest	2e Est	2e C-Est
Lab Sample ID:	MBL9213AVR-1-1	MBL9213AVR-1-2	MBL9213AVR-1-3	MBL9213AVR-1-4	MBL9213AVR-1-5	MBL9213AVR-1-6	MBL9213AVR-1-7
Sample Description							
Other Sample ID No.							
Duration (min)	2	2	2	2	2	2	2
Total Air Volume (L)	100	100	100	100	100	100	100
Fungi Identified	CFU	CFU/m³	CFU	CFU	CFU	CFU	CFU
<i>Aspergillus fumigatus</i>	15	150	4	14	40	7	30
<i>Aspergillus nidulans</i>	5	50	2	7	20		
<i>Aspergillus sydowii</i>	5	50	9	31	90	2	9
<i>Chaetomium globosum</i>	26	260	29	23	230	10	10
<i>Cladosporium elaeosporoides</i>	1	10	6	21	60	4	17
<i>Cladosporium herbarum</i>	1	10	3	13	30		
<i>Engyodontium album</i>							
<i>Eurotium herbariorum</i>							
<i>Fusarium poae</i>							
<i>Penicillium chrysogenum</i>							
<i>Penicillium corylophilum</i>							
<i>Penicillium glabrum</i>							
<i>Penicillium olsonii</i>							
<i>Phoma glomerata</i>							
<i>Ulocladium alternariae</i>							
Yeast							
Non-sporulating Isolates							
CFU/sample	26	260	29	23	230	10	10
TOTAL CFU/m³	260	260	230	260	240	180	240
DL (CFU/m³)	10	10	10	10	10	10	10

Notes: CFU = Colony Forming Unit DL = Lower Detection Limit 1. The result(s) relate only to the sample(s) tested. 2. This test report shall not be reproduced except in full, without written approval of MBL Inc.

Context Environnement 1626, avenue Selkirk, Montréal (Québec) H3H 1C8
Tel : (514) 932-9552 Fax : (514) 932-9419 <http://www.context.ca>



CONTEX ENVIRONNEMENT



1020 Brevik Place, Unit 1A
Mississauga, ON L4W 4N7
905-290-9101

4475 Wayburne Dr., Suite 204
Burnaby, BC V5G 4X4
604-435-6555
info@moldbacteria.com
www.moldbacteria.com

More Than Just Lab Results

Laboratory Analytical Results

CONTACT NAME: Alexandra Gagnon	PROJECT NO: MBL9213AVR-1
COMPANY: Contex Environment	LAB REFERENCE: MBL9213AVR-1
	ANALYST: Georget Shamoan, PhD.
TYPE OF SAMPLES: Air: RCS Agar Strips	

Client's Sample No:	Sous-sol Est	1er C-Est	1er Est	2e Ouest	1er C-Ouest	1er Ouest
Lab Sample ID:	MBL9213AVR-1-8	MBL9213AVR-1-9	MBL9213AVR-1-10	MBL9213AVR-1-11	MBL9213AVR-1-12	MBL9213AVR-1-13
Sample Description	CFU	%	CFU/m ³	CFU	%	CFU/m ³
Other Sample ID No.	2	100	2	2	100	2
Duration (min)	100		100	100	100	100
Total Air Volume (L)	CFU	%	CFU/m ³	CFU	%	CFU/m ³
Fungi Identified						
<i>Aspergillus fumigatus</i>			4	18	40	
<i>Aspergillus nidulans</i>						
<i>Aspergillus sydowii</i>			7	44	70	
<i>Chaetomium globosum</i>						
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	4	20	40			
<i>Cladosporium herbarum</i>	4	20	40	2	13	20
<i>Exigodonthium album</i>						
<i>Eurotium herbariorum</i>						
<i>Fusarium poae</i>						
<i>Penicillium chrysogenum</i>			3	19	30	
<i>Penicillium cortyophilum</i>						
<i>Penicillium glabrum</i>						
<i>Penicillium olsonii</i>						
<i>Phoma glomerata</i>						
<i>Ulocladium alternariae</i>	4	20	40			
Yeast	3	15	30			
Non-sporulating Isolates	5	25	50	4	25	40
CFU/sample	20		16			31
TOTAL CFU/m ³			200			220
DL (CFU/m ³)			10			10

Notes: CFU = Colony Forming Unit DL = Lower Detection Limit 1. The result(s) relate only to the sample(s) tested. 2. This test report shall not be reproduced except in full, without written approval of MBL Inc.

Contex Environnement 1626, avenue Selkirk, Montréal (Québec) H3H 1C8
Tel : (514) 932-9552 Fax : (514) 932-9419 <http://www.contex.ca>

1200, avenue McGill College
Bureau 1200
Montréal, QC
H3B 4G7

Tél. : (514) 878-3021
Fax : (514) 878-2402
www.nck.ca

Le 15 février 2013.

Monsieur Pierre Beaupré, architecte
Beaupré, Michaud
3981 boulevard Saint-Laurent
Bureau 605
Montréal (Québec) H2W 1Y5

**Objet : Réhabilitation de l'École Baril – École 058
 3063 rue Adam, Montréal
 N/D 889.36**

Monsieur,

Le 28 janvier 2013, suite à une demande de votre part, nous avons procédé à une visite de l'école Baril située au 3603 rue Adam à Montréal.

Le bâtiment à l'étude était dénudé jusqu'à la charpente. Le but de la visite était d'analyser la charpente existante du bâtiment et d'étudier certains points structuraux en particulier. Ces différents points seront discutés plus tard dans ce rapport.

Avant la fermeture du chantier qui était en cours, un ingénieur en structure a proposé quelques options au client pour résoudre les différentes problématiques. Dans ce rapport, nous commenterons les solutions proposées et nous émettrons notre opinion sur différentes avenues possibles pour résoudre chaque problème.

Une brève introduction du bâtiment à l'étude sera d'abord présentée. Une description des observations faites sur place et des recommandations sur chacun des points suivants seront ensuite élaborées :

- 1) Le sous-sol
- 2) Les murs porteurs de maçonnerie
- 3) La charpente des ailes est et ouest
- 4) La charpente de la partie centrale
- 5) L'aspect sismique du bâtiment

Une estimation des coûts conclura le rapport, estimation présentée en parallèle de l'estimation des coûts établis par la société Dessau.

Présentation du bâtiment

L'école Baril, construite en 1910, est un bâtiment comportant deux étages et un sous-sol. Les murs de maçonnerie périphériques du bâtiment portent les planchers du rez-de-chaussée, de l'étage et le toit. Ces murs massifs sont composés de trois à quatre rangs de briques. La charpente intérieure du bâtiment comporte deux types de construction distincts. La structure de plancher des deux ailes situées à chaque bout du bâtiment est une dalle de béton armée reposant sur des poutres et colonnes d'acier. Un recouvrement de béton est présent sur toute la charpente d'acier.

Dans la partie centrale du bâtiment, des solives de plancher en bois reposent sur des poutres et colonnes d'acier.

1) Le sous-sol

Observations :

Lors de la visite du 28 janvier 2013, nous n'avons pu visiter le sous-sol du bâtiment. Nous ne pouvons donc pas commenter sur l'état de la dalle de béton du sous-sol et des murs de fondation en moellon.

Recommandations :

Basé uniquement sur les observations relevées par d'autres, une reconstruction complète de la dalle du sous-sol et de sa fondation granulaire semble inévitable. Le tout pourrait être confirmé lors d'une visite ultérieure. L'estimation des coûts présentée plus bas considère la démolition complète de la dalle sur sol, l'excavation sur une profondeur de 300mm, la mise en place d'une fondation granulaire convenable et la reconstruction de la dalle de béton.

L'état du mur de fondation existant en moellon pourrait également être relevé lors d'une visite ultérieure. Pour fins d'estimation, aucune intervention au mur de moellon existant n'a été considérée.

2) Les murs porteurs de maçonnerie

Observations :

À plusieurs endroits dans le bâtiment, des signes de faiblesse dans les murs de maçonnerie ont été observés. Le mortier d'origine s'est désagrégé au cours des années, et certaines briques ne sont plus solidaires du reste du mur. La situation devient plus critique lorsque ces zones de faiblesse dans les murs sont situées aux points de reprise des charges de plancher, soit à l'assise des poutres d'acier et des linteaux de fenêtre. La détérioration du mortier a été observée sur la majorité de la superficie des murs de maçonnerie.

Recommandations :

Pour préserver l'intégrité des murs porteurs de maçonnerie, toutes les zones présentant des signes de faiblesse devraient être reconstruites selon les règles de l'art, soit en refaisant le mortier situé entre chaque brique. L'étendue exacte des travaux à prévoir aux murs de maçonnerie pourrait être précisée en sondant l'ensemble des murs lors d'une visite ultérieure. Aux endroits où les poutres et linteaux d'acier reposent sur les murs périphériques, il est possible qu'un correctif plus important soit nécessaire. Une colonne d'acier pourrait être intégrée dans la charpente des murs. Ce renfort d'acier permettrait de renforcer adéquatement la connexion structurale entre les poutres d'acier de plancher, les linteaux de fenêtres et l'assise actuelle sur le mur de maçonnerie. Une visite ultérieure pourrait conclure à la nécessité de ce correctif. Pour fin d'estimation, nous avons considéré une réfection du mortier des murs de maçonnerie sur toute la superficie intérieure du bâtiment. Nous avons considéré un prix unitaire de 10\$/pi² pour refaire le mortier des murs de maçonnerie. Ce coût nous semble raisonnable. Nous ne pouvons expliquer pourquoi nous avons une si grande différence sur ce point avec l'estimation de Dessau. Nous avons également considéré une provision de 40 000\$ pour les correctifs requis en acier de charpente.

3) La charpente des ailes est et ouest

Observations :

La structure des ailes du bâtiment consiste en une dalle de béton structurale, supportée par un système de poutres et colonnes d'acier. La démolition partielle de l'école a permis d'exposer les dalles de béton structurales formant les planchers de chaque aile du bâtiment. L'armature basse présente dans la dalle a été relevée et l'épaisseur de la dalle a été validée à quelques endroits. Plusieurs nids d'abeille et percements présents sur tous les planchers remettent en question la capacité des dalles à supporter les charges en présence. Une réparation doit être envisagée pour permettre de préserver l'intégrité structurale des planchers tout en limitant les coûts de l'intervention.

Recommandations :

Quelques avenues peuvent être envisagées pour redonner aux planchers des ailes leur intégrité structurale. La solution que nous proposons consiste à couler du béton à petits agrégats sur toute la surface des planchers pour assurer d'avoir un minimum de 130 mm d'épaisseur sur toute la superficie de plancher. À tous les endroits où des percements dans les planchers doivent être bouchés, un détail particulier d'obturation devrait être conçu.

Il faut noter que trois éléments importants n'ont pas été validés à cette étape ci. La présence d'armature haute dans les dalles n'a pu être relevée, la capacité des poutres d'acier à supporter les charges supplémentaires de béton doit être vérifiée, et l'état exact des dalles de béton doit être étudié par sondage.

La présence d'armature haute dans la dalle de béton existante est probable, mais elle doit impérativement être vérifiée. Son absence nécessiterait un renfort supplémentaire aux dalles existantes. Pour fin d'estimation, nous avons considéré la présence d'armature haute, et qu'aucun renfort particulier n'est requis à cet effet.

Si la capacité des poutres d'acier s'avère insuffisante, un renfort en acier de charpente sera requis pour chaque poutre sous-dimensionnée. Étant donné que les travaux que nous proposons n'ajoutent aucune charge supplémentaire au plancher par rapport aux charges présentes à l'origine du bâtiment, il est à prévoir que la capacité des poutres d'acier est suffisante. Cette vérification devrait tout de même être faite. Pour fin d'estimation, aucun renfort aux poutres d'acier existantes n'a été considéré.

Pour valider l'état exact de la dalle, et vérifier s'il y a des zones de délamination, un sondage complet des dalles doit être effectué. Vu l'utilisation du bâtiment, il n'y a pas de raison de croire que l'état du béton des dalles existantes cause un problème. La vérification est tout de même recommandée. Si, suite au sondage des dalles de plancher, des sections de béton s'avèrent délaminées, une réparation locale en béton ou en acier de charpente sera requise.

Il faut noter que la présence de nombreux nids d'abeille dans les structurales n'influence pas leur capacité à résister aux charges.

Les travaux structuraux que nous proposons ne nécessitent donc pas l'utilisation de renfort par bandes de carbone. Le rapport présenté par la firme d'ingénierie Dessau proposait un tel renfort par bandes de carbone. Structuralement, ce type de renfort est tout à fait approprié. Par contre, lorsqu'on regarde la question des coûts de l'intervention, la solution que nous proposons devient rapidement celle à prioriser.

Toujours dans les ailes, la majorité des poutres d'acier sont appuyées sur une largeur de 100mm. Le rapport de Dessau mentionne que cette largeur d'assise devrait être corrigée par l'ajout d'un mur de briques à l'intérieur du bâtiment. À notre avis, en consolidant de façon appropriée les murs porteurs de maçonnerie, la construction d'un nouveau rang de briques à l'intérieur du bâtiment peut être évitée. Une analyse plus poussée pourrait déterminer s'il est nécessaire ou non d'ajouter des colonnes d'acier localement sous les appuis déficients, tel que discuté plus haut.

Le rapport de Dessau propose également un renfort aux colonnes du bâtiment. Étant donné qu'aucune charge n'est ajoutée aux planchers et que l'utilisation du bâtiment n'est pas changée, nous ne croyons pas que le renfort aux colonnes proposé soit nécessaire.

4) La charpente de la partie centrale

Observations :

Tel que discuté précédemment, la structure de la section centrale du bâtiment est composée de solives de plancher de bois reposant sur des poutres et colonnes d'acier. L'ensemble de la charpente de cette section du bâtiment semble être en bon état, et leur capacité à supporter les charges de plancher n'est pas remise en question. Quelques renforts avaient été faits aux solives de bois existantes lors de notre visite. Le tout a été fait selon les règles de l'art.

Recommandations :

Nous jugeons que la partie centrale du bâtiment ne nécessite aucune intervention particulière en structure.

5) La résistance sismique du bâtiment

Observations :

Les charges latérales appliquées au bâtiment sont actuellement reprises par les murs de maçonnerie périphériques. Ces charges latérales peuvent être causées par le vent ou par un tremblement de terre. Dans le cadre du projet qui était en cours, conformément au Code National du Bâtiment 2010 et étant donné qu'il s'agit d'une rénovation de bâtiment, que le système parasismique n'est pas modifié, et que l'usage du bâtiment n'est pas changé, une réhabilitation sismique du bâtiment n'est pas requise.

Dans tous les cas, si le client désire procéder à une étude du bâtiment par éléments finis pour évaluer la capacité réelle de la structure à résister aux charges sismiques, ceci pourrait être fait. Notre expérience passée sur des projets similaires a déterminé que, dans la majorité des cas, la présence de murs de maçonnerie massifs suffisait pour répondre aux exigences du Code National du Bâtiment en matière de résistance parasismique. Pour cette raison, nous pensons que cette étude n'est pas requise.

Recommandations :

Nous ne recommandons aucune intervention supplémentaire concernant la résistance sismique du bâtiment.

Estimation des coûts

Le tableau qui suit présente un comparatif entre l'estimation des coûts présentée par Dessau et la nôtre. Il faut noter que, lors de la rédaction de ce rapport, le sous-sol du bâtiment n'avait pas été visité. Il n'est donc pas possible de commenter sur les correctifs proposés par Dessau dans leur estimation.

	Dessau	NCK
Démolition et reconstruction de la dalle sur sol du bâtiment	210 000\$	125 000\$
Réhabilitation du mur de moellons	200 000\$	à venir
Réhabilitation des murs de briques	550 000\$	250 000\$
Renforcement capacité portante des ailes Est et Ouest	653 600\$	80 000\$
Renforcement de la structure d'acier de la charpente	190 000\$	40 000\$

Conclusion

Le tableau comparatif des coûts de réfection présenté ci-dessus reflète les différences d'appréciation des travaux correctifs à exécuter envisagés par Dessau et NCK. Sur la base de notre évaluation de l'état des lieux, nous sommes confiants de pouvoir garantir la sécurité du bâtiment dans le respect des normes et règlements en vigueur dans les limites de l'enveloppe budgétaire que nous vous soumettons.

Nous sommes évidemment à votre entière disposition pour vous fournir les renseignements additionnels dont vous pourriez avoir besoin dans ce dossier.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

NICOLET, CHARTRAND, KNOLL



Paul-Henry Boutros, ing.