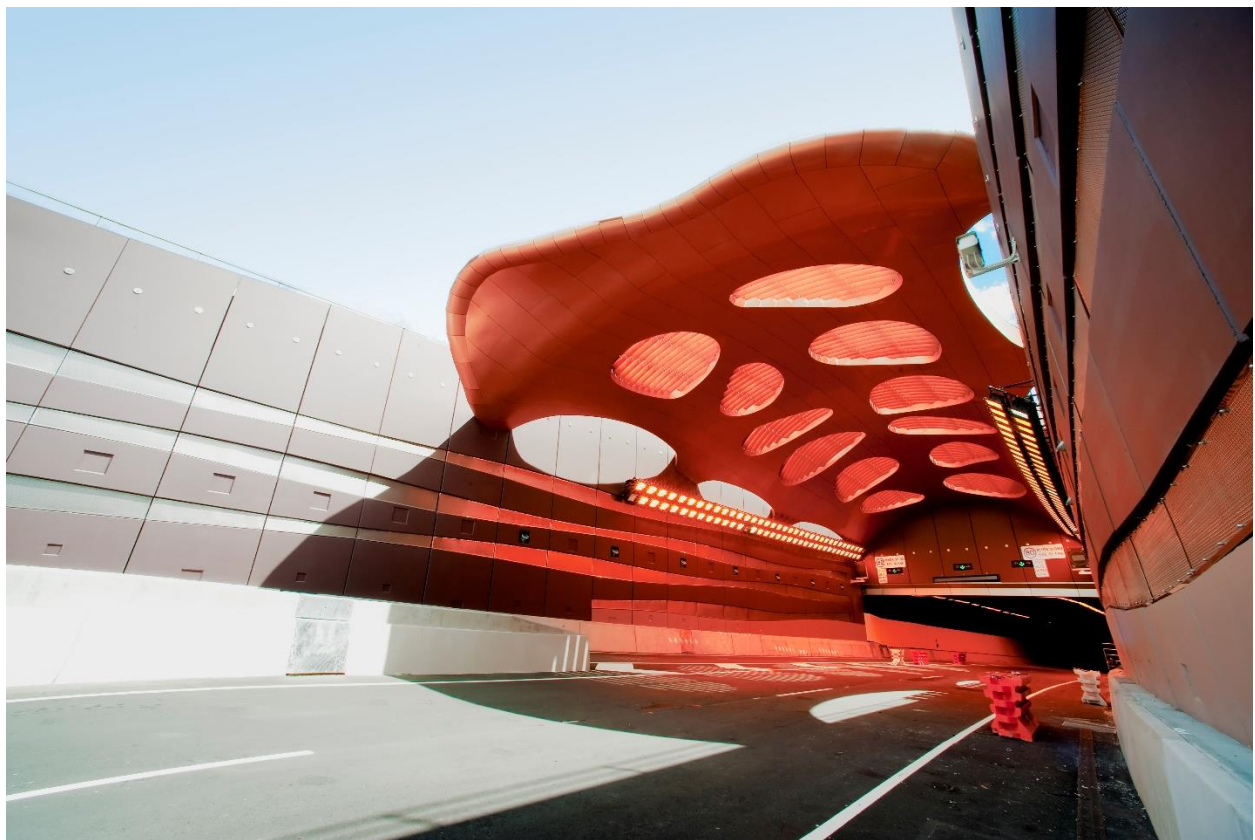


EXPERTISE DES MURS DE BLOCS
INTÉRIEURS EXISTANTS
ÉCOLE CLAIR-SOLEIL, SAINT-NICOLAS





EXPERTISE DES MURS DE BLOCS INTERIEURS EXISTANTS

ÉCOLE CLAIR-SOLEIL,
SAINT-NICOLAS

CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DES
NAVIGATEURS

RAPPORT FINAL

PROJET NO.: CA0043254.9788
DATE : 2024-11-01

WSP CANADA INC.
1135, LE BOURGNEUF
QUEBEC, QUEBEC
G2K 0M5

T +1 418-623-2254
F +1 418-624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Jean-Luc Bouffard, ing.
(OIQ No 5015089)
Directeur principal ingénierie - structure

2024-11-01

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le destinataire, Centre de services scolaire des Navigateurs, conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité du destinataire visé. Le contenu et les opinions se trouvant dans le présent rapport sont basés sur les observations et informations disponibles pour WSP Canada Inc. au moment de sa préparation. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers en conséquence de l'utilisation de ce rapport ou à la suite d'une décision ou mesure prise basé sur le présent rapport. Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

L'original du fichier technologique que nous vous transmettons sera conservé par WSP Canada Inc. pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis au destinataire n'est plus sous le contrôle de WSP Canada Inc., son intégrité n'est pas garantie. Ainsi, aucune garantie n'est donnée sur les modifications qui peuvent y être apportées ultérieurement à sa transmission au destinataire visé.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CENTRE DE SERVICES SCOLAIRE DES NAVIGATEURS

Directrice Amina Sai, M.Sh Arch.

Coordonnateur Alexandre Cloutier

Coordonnateur en exploitation des immeubles Alberto Jurado, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur principal - ingénierie structure/civil Jean-Luc Bouffard, ing.

Chef d'équipe/chargé de projet structure Samuel Perry, ing.

Concepteur structure Nicolas Vocelle, ing.

TABLE DES MATIÈRES

1	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE CONSULTÉS	1
2	SYSTÈME CONSTRUCTIF DU BÂTIMENT ...	2
2.1	Système structural gravitaire	2
2.2	Système de reprise des charges latérales.....	2
3	ANALYSE SOMMAIRE DES PLANS ET DEVIS D'ARCHITECTURE D'ORIGINE	3
4	EXPERTISES SUPPLÉMENTAIRES	5
4.1	Relevés d'armature et ancrages	5
5	RETOUR SUR LA CAMPAGNE DE RELEVÉS DES MURS DE BLOCS INTÉRIEURS.....	6
6	ANALYSE DES CODES EN VIGUEUR À LA CONSTRUCTION	7
7	ANALYSE SOMMAIRE DU CODE DU BÂTIMENT 1976	9
8	ANALYSE SOMMAIRE DU SUPPLÉMENT NO 4 DU CNBC 1975.....	10
9	ANALYSE SOMMAIRE DU CODE CSA-S304 DE 1977	11
9.1	Préambule	11
9.2	Résumé du CSA-S304-M78.....	11
9.3	Section 3 : Exigences de construction et de conception générales	11
9.4	Section 4 : Conception de maçonnerie armée et non armée basée sur les principes d'ingénierie.....	12

9.5	Section 5 : Règles empiriques de conception pour la maçonnerie non armée	13
10	ANALYSE SOMMAIRE DU CNBC DE 1977 .	14
11	CONSTATS SUR LA CONFORMITÉ DES MURS DE MAÇONNERIE EXISTANTS.....	15
12	ANALYSE SOMMAIRE DE LA PARTIE 10 DU CNBC 2015	17
13	CONSTATS ET RECOMMANDATIONS	19
13.1	Reconstruction des murs de blocs selon les codes en vigueur au moment de la construction, incluant une mise à niveau sismique	20
13.1.1	Enjeux de cette option :	21
13.1.2	Échéancier de cette option :	21
13.2	Démolition/reconstruction de l'école	22
13.2.1	Enjeux de ce scénario :.....	22
13.2.2	Échéancier de ce scénario :	24
14	PROCHAINES ÉTAPES	25

ANNEXES

- A** NOTES SOMMAIRES DE RELEVÉS D'ARMATURE
- B** RELEVÉ PHOTOGRAPHIQUE

1 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE CONSULTÉS

Les documents suivants ont servi d'intrants et de documents de référence pour l'expertise structurale des murs de blocs intérieurs:

- Code du bâtiment du Québec 1976, c. S-3 r.2;
- Commentaires sur la Partie 4 du Code national du bâtiment du Canada 1975;
- Supplément No. 4 du Code national du bâtiment du Canada 1975;
- Code national du bâtiment du Canada 1977;
- Commentaires sur la Partie 4 du Code national du bâtiment du Canada 1977;
- Plans et devis de structure du projet École Bernière émis par André Risi Ingénieur-Conseil en janvier 1984;
- Plans d'architecture du projet École Bernière émit par Grégoire, Belzile, Vrassard, Gallienne, Lavoie Architectes en janvier 1984;
- Devis d'architecture du projet École Bernière émit par Grégoire, Belzile, Vrassard, Gallienne, Lavoie Architectes en novembre 1983;
- Masonry Design and Construction for buildings (Calcul des ouvrages en maçonnerie) CAN3-S304-M78;
- Partie 10 du Code National du bâtiment du Canada 2015, version modifiée pour le Québec, chapitre Bâtiment.

2 SYSTÈME CONSTRUCTIF DU BÂTIMENT

2.1 SYSTÈME STRUCTURAL GRAVITAIRE

L'École Clair-Soleil située au 150 rue Plante à Lévis (secteur Saint-Nicolas) est un bâtiment de deux (2) étages, composé d'un système de poutres et colonnes en acier sur fondations profondes. La toiture est composée de pontage sur poutrelles en acier et le plancher de l'étage d'une dalle sur pontage de 113mm d'épaisseur qui repose sur des poutrelles d'acier. Une structure secondaire de colonnettes et linteaux structuraux sert à ceinturer les ouvertures de fenêtres et de portes. La structure d'acier primaire repose sur des fondations en béton armé, composées d'une dalle structurale sur poutres se rapportant à des murs-poutres de fondations. Les poutres de béton et les murs-poutres des fondations reposent quant à eux sur des têtes de pieux et des pieux.

2.2 SYSTÈME DE REPRISE DES CHARGES LATÉRALES

Un système structural de poutres et colonnes d'acier comme celui de l'école Clair-Soleil peut être composé de différents systèmes structuraux de reprise des charges latérales. Ceux qui sont le plus fréquemment utilisés dans ce genre de bâtiment de deux étages sont des contreventements concentriques en acier, des cadres rigides et des murs de refends en béton. Cependant, les plans de structure du bâtiment existant mis à notre disposition ne montrent aucun contreventement ou mur de refend. Des murs de refends en blocs de béton peuvent servir à reprendre les charges latérales, en revanche ceux-ci devraient être spécifiés aux plans de structure, car ces derniers ont un rôle structural dans le bâtiment et doivent être conçus selon des règles d'ingénierie. Dans le cadre de l'école Clair-Soleil, tout porte à croire que ce sont bel et bien les murs de blocs de béton autant périphériques qu'intérieurs qui reprennent les charges latérales, sans toutefois que ceux-ci soient vraisemblablement conçus pour cette utilisation.

3 ANALYSE SOMMAIRE DES PLANS ET DEVIS D'ARCHITECTURE D'ORIGINE

Puisqu'aucune information sur la maçonnerie n'est présente autant dans le devis que les plans de structure d'origine, nous nous sommes tournés vers les documents d'architecture pour obtenir de l'information. Nous avons pu observer que 100% des informations concernant les murs de maçonnerie étaient comprises dans ces documents.

Dans les plans d'architecture de l'époque, nous sommes en mesure de voir sur les vues en plan la position et les types de murs de blocs. Une note fait référence à des détails types sur d'autres pages. Sur les vues en élévations, nous sommes en mesure de voir l'arrangement localisé des murs de blocs sous la structure et principalement aux axes principaux et sur les murs extérieurs. On y retrouve spécifiquement un détail où nous pouvons voir la présence d'un matériau compressible entre la tête des murs de blocs et toutes les poutres principales (intérieures et extérieures) de la charpente en acier. Cet indice laisse donc croire que l'architecte avait le souci de permettre la déformation verticale de la structure sous les charges gravitaires. La largeur et le type de murs de blocs sont aussi visibles selon les cas sur certaines vues en élévations et coupes. Il est finalement possible de lire certaines exigences générales concernant la maçonnerie à la dernière page des plans. Il est à mentionner que le cahier complet des plans d'architecture de 1984 est constitué de seulement 18 feuilles.

Le devis d'architecture datant de novembre 1983 est composé de 14 divisions, dont la division 01 comprenant les conditions générales complémentaires et la division 04 pour les sections des ouvrages en maçonnerie. Dans les conditions générales complémentaires (section 01015), on peut lire à l'article 11.4 que « les exigences du Code national du bâtiment, édition 1977, ses révisions et ses documents connexes s'appliquent à ce projet. » Nous pourrions voir plus loin l'importance de cet élément.

Plus spécifiquement en lien avec les murs, la division 04 du devis comprend plusieurs sections complètes se rapportant aux exigences de la maçonnerie (Travaux de maçonnerie - 04050, Mortier et coulis pour maçonnerie - 04100, Armatures et liens de maçonnerie - 04160 et Maçonnerie de bloc de béton - 04220). De façon générale, nous avons constaté que la plupart des exigences de ces sections se rapportent et/ou sont tirées de la norme de maçonnerie CSA-S304 de 1977 (version métrique M78). L'architecte donnait alors vraisemblablement la responsabilité à l'entrepreneur général et ses sous-traitants de réaliser les travaux de maçonnerie selon la norme en vigueur. Parmi les articles des sections de maçonnerie, il est possible de trouver certaines spécifications concernant la mise en place des murs de maçonnerie en travers de la structure.

La section 04050 sur les travaux de maçonnerie débute (article 1.2) en spécifiant qu'à l'exception de prescriptions contraires, tous les travaux de maçonnerie doivent être conformes à la norme CAN3-S304-M78. Plus loin dans la même section du devis (article 3.11), il est possible de lire qu'un espace libre de 6mm, sans cale, doit être conservé entre le dessus des éléments non porteurs : murs, cloisons et pièces de charpente.

Dans la section 04160 du devis portant sur les armatures et liens de maçonnerie, on retrouve l'exigence d'installer des armatures horizontales à espacement vertical d'au plus 400mm, ce qui concorde avec les exigences de la norme de maçonnerie. De plus, on peut lire à l'article 3.3 de la même section que la mise en place de supports et d'ancrages latéraux est requise selon les exigences de la norme CAN3-CSA-M78.

Dans la section 04220 du devis sur la maçonnerie de béton, il est possible de trouver des indications en lien avec la présence de linteaux au-dessus des ouvertures. Effectivement, il est mentionné de poser des blocs-linteaux en béton armé au-dessus des ouvertures pratiquées dans l'ouvrage de maçonnerie, lorsque des linteaux en acier ou en béton ne sont pas prescrits. Ces prescriptions font allusion aux plans de structure qui ne comprennent aucun ouvrage de maçonnerie, donc par le fait même aucun linteau. De plus, la section portant sur la charpente d'acier du devis technique de structure mentionne de fournir tous les linteaux en acier au-dessus des ouvertures qui sont indiquées aux plans d'architecture.

4 EXPERTISES SUPPLÉMENTAIRES

4.1 RELEVÉS D'ARMATURE ET ANCRAGES

Dans le cadre de l'expertise, WSP a recommandé la réalisation de relevés d'armature au géoradar pour confirmer la présence d'armature et/ou d'ancrages dans les murs existants. Aucune information sur les plans et devis disponibles à ce moment ne nous permettait de valider cette information. Ainsi, le CSSDN a donné un mandat à la firme Scan Plus afin de nous assister dans cette expertise supplémentaire. Les relevés sur le site ont été effectués par M. Jean-Luc Bouffard, ingénieur de WSP accompagné par le technicien de la firme Scan Plus en date du 2 octobre 2024. L'objectif des relevés était de tenter de déterminer la présence et par le fait même l'espacement des armatures et/ou des ancrages dans les murs de maçonnerie intérieurs. Dans le cadre des relevés, nous avons procédé au scan des murs existants par géoradar sur un total de 32 échantillons répartis aléatoirement sur les deux (2) étages de l'école. En annexe A vous trouverez la vue en plan de chaque étage montrant l'emplacement des scans et nos observations, ainsi que le relevé photographique en annexe B.

Cette expertise supplémentaire au géoradar nous a permis de confirmer que la plupart des murs comprenaient, selon nos relevés, seulement trois ou quatre rangs d'armature horizontale répartis inégalement sur la hauteur du mur. Considérant que les murs de blocs existants aux axes principaux ont une hauteur de $\pm 3,0$ mètres et que ceux ailleurs ont généralement une hauteur de $\pm 3,7$ m, nous sommes en mesure d'affirmer que l'espacement moyen maximal des armatures horizontales est respectivement de 750m et 925m. Il est important aussi de mentionner que l'armature horizontale retrouvée dans les murs n'est pas nécessairement installée entre les mêmes rangs de blocs d'un mur à l'autre. De plus, nous avons observé plusieurs endroits où l'armature horizontale n'est pas continue sur un même rang et/ou n'est pas chevauchée dans les coins de murs. Les relevés par géoradar ne nous ont pas permis de trouver nécessairement d'ancrage et/ou de connecteurs métalliques ayant pu servir à retenir latéralement les murs entre eux et/ou à chaîner les murs ensemble. Finalement, nous n'avons pas été en mesure de trouver d'armature verticale dans aucun des murs relevés.

5 RETOUR SUR LA CAMPAGNE DE RELEVÉS DES MURS DE BLOCS INTÉRIEURS

Du 20 septembre au 1er octobre 2024, WSP a mené des inspections visuelles de tous les murs de blocs intérieurs de l'école Clair-Soleil dans le but d'en faire la sécurisation. Ces inspections ont permis de constater plusieurs vices de construction. En effet, tel que démontré dans le rapport *Expertise structurale des murs de blocs intérieurs – État des murs de blocs existants* soumis le 11 octobre 2024, le haut des murs de blocs présentait, entre autres, des blocs décalés latéralement, des joints de mortier fissurés, des morceaux de blocs empilés un par-dessus l'autre, des blocs instables ou désolidarisés, des joints évidés, etc. La plupart de ces déficiences observées découlent, selon nous, de mauvaises méthodes de construction des murs et du confinement des murs de blocs dans la structure d'acier (poutres, poutrelles et pontage). Ces éléments ont participé à induire des efforts non souhaités aux murs de blocs intérieurs par la déformation et/ou le déplacement cyclique, ponctuel ou répété de la charpente en acier sous les charges gravitaires et latérales. À titre d'exemple, prenons les vibrations apportées par le déplacement des élèves sur les planchers qui ne sont pas totalement libres de se déformer en raison de la présence de murs construits et appuyés directement sous le pontage. De plus, aucune retenue latérale à la tête des murs n'a été observée durant la campagne d'inspection, et ce malgré la spécification de ces retenues dans le devis d'architecture.

6 ANALYSE DES CODES EN VIGUEUR À LA CONSTRUCTION

Pour nous aider dans cette démarche, nous avons recommandé au CSSDN d'engager une firme externe experte en analyse des codes et normes. Le CSSDN a donc confié un mandat à la firme GLT+ en date du 3 octobre 2024. L'objectif de leur implication était d'obtenir un avis éclairé sur les codes qui devaient obligatoirement être respectés et observés par les architectes et les ingénieurs du Québec au moment du début de la construction de l'école Clair-Soleil. Ainsi, la majorité des informations contenues dans cette section proviennent de la firme GLT+.

Comme base d'informations, nous devons remettre en perspective l'ordre de l'émission des documents contractuels de l'époque. Ainsi, selon les documents dont nous avons eu accès par l'intermédiaire du CSSDN, voici la chronologie :

- | | |
|---|-------------------|
| 1) Devis en architecture (non signés et scellés) : | 30 novembre 1983 |
| 2) Plans et devis signés et scellés en structure : | 12 janvier 1984 |
| 3) Plans signés et scellés en architecture : | 13 janvier 1984 |
| 4) Dépôt des documents de soumission par la Commission scolaire : | 21 janvier 1984 |
| 5) Réception des soumissions des entrepreneurs : | 22 février 1984 |
| 6) Résolution adoptée par la Commission scolaire : | 7 mars 1984 |
| 7) Lettre de confirmation du mandat à l'entrepreneur : | 21 mars 1984 |
| 8) Signature du contrat avec l'entrepreneur : | 9 mai 1984 |
| 9) Confirmation des budgets du ministère de l'Éducation : | 18 mai 1984 |
| 10) Date de fin des travaux contractuels : | 21 décembre 1984 |

Sur la base de ces informations, nous pouvons assumer, aux meilleures de nos connaissances, que la date officielle de début des travaux de construction de l'école Clair-Soleil concorde avec la signature du contrat de l'entrepreneur en date du 9 mai 1984. Ainsi, pour un bâtiment existant, non exempté, c'est l'article 344 du Code de sécurité (chapitre B-1.1, r.3 de la Loi sur le bâtiment) qui mentionne quelle norme était applicable lors de sa construction, en fonction de l'année de construction ou de transformation. Suivant cet article, un bâtiment dont la construction a débuté le 9 mai 1984 était assujéti au « Code du bâtiment 1976 » (en vigueur du 1er décembre 1976 au 24 mai 1984).

Noter que lorsqu'un code entre en vigueur, une période « transitoire » est prévue. Cette période est généralement de 18 mois et elle permet d'utiliser la version précédente ou la nouvelle version de code. Ainsi, à partir du 24 mai 1984, il était possible de construire le bâtiment soit avec le « Code du bâtiment 1976 », soit avec le CNB 1980. Il est aussi à noter qu'avant l'entrée en vigueur d'un code, un décret est publié dans la Gazette officielle du Québec pour « annoncer » que la version de code sera modifiée dans les 45 jours suivant la date du dit décret. Par contre, tant que le code n'est pas officiellement publié, sa date d'entrée en vigueur et son contenu « officiel » ne sont pas précisément connus. Il est donc difficile de concevoir des plans suivant un code « à venir prochainement ».

Donc, dans le cas présent de l'école Clair-Soleil, il est fort probable que les plans aient été élaborés et la construction réalisée en fonction du « Code du bâtiment 1976 ». Suivant le paragraphe 4.1.1.4.2) de ce code, les données du Supplément n°4 du Code national du bâtiment du Canada (1975) étaient reconnues comme base de conception. Ce supplément incluait d'ailleurs les règles de conception des ouvrages en maçonnerie. Les deux prochaines sections du présent rapport seront consacrées à l'analyse sommaire de ces deux ouvrages afin d'en faire ressortir les éléments importants pour notre expertise structurale.

7 ANALYSE SOMMAIRE DU CODE DU BÂTIMENT 1976

Comme nous l'avons vu à la section 5, selon les documents contractuels émis en architecture, le code de construction qui aurait servi lors de la conception et construction de l'école Clair-Soleil est le CNBC de 1977. Cependant, en fonction des dates de conception et de début de construction du bâtiment, nous avons vu à la section 8 qu'il est plus probable que le Code du bâtiment de 1976, soit la partie 4 de ce code, prescrit toutes les instructions en lien avec les règles de calculs qui touchent la conception de bâtiments.

Plus précisément, dans le cadre de l'expertise des murs de blocs de l'école Clair-Soleil, c'est l'article 4.1.7 sur l'effet des séismes sur laquelle nous avons porté notre intérêt compte tenu de l'absence de contreventement. En raison de l'absence évidente d'un système de reprise des charges latérales dans les plans et devis de structure, ainsi que selon nos observations sur le site, nous concluons que les seuls éléments pouvant avoir été considérés pour résister aux charges latérales (vents, séismes) sont les murs de blocs existants. D'où notre intérêt à valider quelles étaient les exigences de conception des charges latérales pour l'ingénieur en structure de l'époque.

Ainsi, l'article 4.1.7 stipule que tout bâtiment doit prévoir une charge sismique qui peut se calculer de deux façons, soit par une méthode dynamique ou par des calculs empiriques du code. Puisque la méthode dynamique était très restrictive dans cette version du code, tout porte à croire que ce serait la méthode empirique qui aurait servi à la conception de l'école Clair-Soleil, si des charges sismiques ont réellement été considérées. Du moins, sans preuve du contraire, il s'agit de l'hypothèse que nous avons posée pour les besoins de l'expertise. La méthode de calcul se veut être le produit de différents facteurs qui varient en fonction de la période naturelle de vibration du bâtiment (C), son poids (W), l'emplacement sismique géographique (R), le type de structure qui reprend les charges latérales (K), l'utilisation prévue de l'ouvrage (I) et le type de sol (F). L'équation complète est donc la suivante, où V est le cisaillement total à la base du bâtiment calculé, sans les additionner, dans les deux directions :

$$V = \frac{1}{4} * R * K * C * I * F * W$$

Cela dit, comme aucun contreventement ou mur de refend en maçonnerie n'est présenté aux plans de structure, il est difficile de déterminer hors de tout doute le facteur K. Ainsi, selon le tableau 4.1.7.A. du CNBC, un K de 2,0 a été considéré, car il sert aux autres structures que celles nommées dans le tableau 4.1.7B. Les autres paramètres de l'équation sont retrouvés dans les documents mis à notre disposition ou à partir de nos connaissances du site et de l'école. Avec ces paramètres, il est possible de calculer un cisaillement à la base de la structure de l'ordre d'environ 4 080kN. Ce cisaillement doit être repris par un système quelconque, qui dans notre cas est fort probablement composé de tous les murs de maçonnerie de l'école. En regard au code de l'époque, ces murs devaient être conçus selon le Supplément no.4 du Code national du bâtiment du Canada de 1975.

À la lecture du Code du bâtiment 1976, mais principalement de la partie sur les règles de calculs, nous constatons de toute évidence qu'un calcul sismique était requis et que le bâtiment devait comporter un système de résistance aux charges latérales.

8 ANALYSE SOMMAIRE DU SUPPLÉMENT NO 4 DU CNBC 1975

Dans la section 4.1.1.4 du Code du bâtiment de 1976, il est mentionné que les données du Supplément No 4 du CNBC 1975 sont reconnues comme bases de conception. Le supplément No 4 du CNBC 1975 se divise en deux parties, soit celle sur la conception de maçonnerie armée et non-armée et la portion sur les commentaires du CNBC. Ainsi l'analyse de la première partie du supplément est pertinente, tout comme le commentaire J qui concerne les effets dus aux séismes.

Dans le commentaire J, nous y retrouvons des considérations de conception dont plusieurs concernent la maçonnerie. Il est d'ailleurs possible de lire que les bâtiments en murs de maçonnerie non armés n'ont jamais bien performé sous les charges de séisme. Il est aussi mentionné que la présence d'armature avec coulis dans les cellules augmente la ductilité du bâtiment et réduit les probabilités de défaillances majeures du bâtiment. Le commentaire J du code mentionne ensuite que selon l'article 4.1.9.3 du CNBC 1975, les éléments de maçonnerie dans les zones sismiques 2 et 3 doivent être renforcés. Ces éléments incluent les murs porteurs et non porteurs extérieurs, les murs porteurs intérieurs, les cloisons de plus de 40 livres par pied carré ou plus haut que 10 pieds. Il est important de prendre note que l'école Clair-Soleil située à St-Nicolas serait en zone 3 selon le Supplément No 1 du CNB 1975 et que la plupart des murs de blocs sont plus haut que 10 pieds, ainsi sujet au renforcement. Finalement, nous pouvons lire que les éléments de maçonnerie autour des cages d'escalier et d'ascenseur doivent être renforcés pour permettre l'évacuation du bâtiment de façon sécuritaire.

Cette portion du supplément se voulait être l'équivalent du code de maçonnerie avant la mise en place du code CSA-S304 de 1977. Plus précisément, la portion 4.4.3 est étudiée pour définir les requis de conception en ingénierie pour la construction de murs de maçonnerie armés et non armés. Comme décrit dans le commentaire J du CNBC 1975, les murs de refends doivent être renforcés puisque le bâtiment est dans une zone sismique de catégorie 3. Ainsi, l'article 4.4.3.33(2) mentionne que les murs de refends en maçonnerie armés doivent être conçus selon l'article 4.4.3.29. Cet article mentionne en détail le calcul des charges maximales applicables sur les murs de maçonnerie armés. L'article suivant (4.4.3.30) mentionne que les murs en maçonnerie armés doivent être armés horizontalement et verticalement avec de l'acier ayant une surface de section transversale totale d'au moins 0,002 fois la surface de section transversale brute du mur, de sorte qu'au moins le tiers de l'acier requis soit vertical ou horizontal. L'article 4.4.3.35 mentionne quant à lui que lorsque les planchers ou les toits sont conçus pour transmettre des forces horizontales aux murs, l'ancrage du plancher ou du toit au mur doit être conçu pour résister à la force horizontale et que les ancrages en acier doivent également être conçus conformément aux articles de ce code. Or, il est possible de confirmer, à la suite des relevés effectués dans l'école, qu'aucun mur n'était conformément armé et qu'aucun ancrage entre les planchers et les murs n'était présent.

La section suivante porte sur les règles conventionnelles de conception pour la maçonnerie ordinaire. C'est seulement dans cette section 4.4.4. que l'espacement des supports latéraux est spécifié. Celle-ci veut que des supports latéraux soient présents pour des cloisons à des espacements de maximum 36 fois l'épaisseur du mur. Finalement, dans l'article suivant, il est mentionné que lorsque les murs sont montés en damier, ceux-ci doivent avoir des armatures horizontales à maximum 400mm. Il est maintenant connu qu'aucune retenue latérale ne se trouvait à la tête des murs de blocs et que l'armature horizontale est espacée à plus de 400mm.

9 ANALYSE SOMMAIRE DU CODE CSA-S304 DE 1977

9.1 PRÉAMBULE

WSP a pris la décision de faire l'analyse du Code de maçonnerie CSA-S304 de 1977 (version métrique de 1978, M78) afin de valider les exigences applicables pour la construction des murs en blocs de maçonnerie tel que nous l'avons lu dans le devis d'architecture émis le 30 novembre 1983. Rappelons qu'au moment du début de la construction, c'est le Code du bâtiment 1976 qui s'appliquait officiellement. Malgré que notre mandat soit concentré sur les aspects structuraux des murs de blocs, nous avons tout de même analysé plusieurs éléments constructifs généraux qui étaient applicables. Toutefois, l'objectif est de déterminer principalement la conformité des murs existants en regard à la quantité d'armatures, les ancrages de murs, l'élançement des murs et la disposition des retenues latérales.

9.2 RÉSUMÉ DU CSA-S304-M78

Le document de 1978 comprend 70 pages. La norme est divisée globalement en six (6) sections. Les deux (2) premières sections sont des sections d'introduction et de définitions. Notre analyse s'est principalement focalisée sur les sections 3, 4 et 5 pour les besoins du mandat. La section 6 portant sur les parements en maçonnerie, nous n'avons pas tenu compte de cette dernière pour les murs intérieurs. Les trois sections centrales de la norme CSA-S304-M78 sont les suivantes : la section 3 porte sur les prescriptions et critères de conception généraux, la section 4 porte sur la conception de murs de maçonnerie basée sur les principes d'ingénierie et la section 5 sur les règles empiriques de conception de la maçonnerie non armée.

De ces trois (3) sections importantes, nous avons relevé des articles importants et spécifiques au projet de l'école Clair-Soleil dont vous pourrez prendre connaissance dans les prochaines lignes. L'importance de ces articles sera discutée plus loin alors que nous mettrons en relation l'ensemble de nos analyses pour en apporter des conclusions et des recommandations.

9.3 SECTION 3 : EXIGENCES DE CONSTRUCTION ET DE CONCEPTION GÉNÉRALES

L'article 3.1.3 du code de maçonnerie stipule que la conception des murs peut être basée sur les règles de calculs empiriques (section 5) seulement si le bâtiment est situé dans une zone sismique de type 0 ou 1 selon la partie 4 du Code national du bâtiment du Canada (CNBC) en vigueur à ce moment. Or, selon le Supplément numéro 4 du CNBC 1977, Saint-Nicolas se retrouve dans une zone sismique de type 3, ce qui signifie que les murs de maçonnerie de l'école devaient vraisemblablement être conçus selon les principes d'ingénierie (section 4).

L'article 3.1.19 mentionne que les ouvrages porteurs, résistants aux charges latérales, murs de revêtements extérieurs et cloisons, des bâtiments dans les zones sismiques 2 et 3 doivent être conçus avec l'armature nécessaire pour résister aux effets des forces sismiques sans être inférieure à l'armature spécifiée dans la section 4.6.8. La section 4.6.8 porte sur l'armature des murs de blocs selon les principes d'ingénierie.

L'article 3.2 du Code fait référence aux requis sur les documents de conception d'un bâtiment en lien avec la maçonnerie. Les plans et devis doivent contenir les matériaux à utiliser, la dimension de la maçonnerie, les détails d'appareillage, la position des joints de contrôle et la résistance en compression des éléments de maçonnerie.

Selon l'article 3.7.4, l'intersection de murs ou de cloisons doit être faite de façon à lier les deux murs à l'aide d'ancrages métalliques espacés au plus à 800mm, par le croisement des blocs d'un mur à l'autre de façon à joindre d'un demi-bloc les murs ou par toute autre méthode de connexion approuvée.

Selon l'article 3.7.7, l'appareillage des murs en damier se fait en empilant les blocs de façon à poursuivre les joints de mortiers sur un joint vertical continu. Dans ce type de mur, nous devons retrouver de l'armature horizontale à espacement vertical d'au plus 400mm.

9.4 SECTION 4 : CONCEPTION DE MAÇONNERIE ARMÉE ET NON ARMÉE BASÉE SUR LES PRINCIPES D'INGÉNIERIE

Cette section du Code de maçonnerie porte précisément sur tous les éléments importants à la conception des murs de blocs, en se conformant aux prescriptions de la section 4.1 du CNBC de l'époque. La section 4.6 concerne la conception de murs et colonnes de maçonnerie.

À l'article 4.6.8.1, nous pouvons lire que les murs porteurs et de refends doivent être renforcés d'armature horizontale et verticale. La formule se veut un ratio d'armature par surface de mur et d'un facteur qui est choisi par l'ingénieur concepteur. Dans les murs de refends, l'armature autant horizontale que verticale, doit être espacée d'au plus 6 fois l'épaisseur des blocs de béton formant le mur ou maximum 1,2 mètre. De plus, l'armature horizontale doit être présente entre chaque rang de blocs ceinturant une ouverture et dans le premier rang sous le niveau d'un plancher ou d'un toit.

L'article 4.6.8.2 traite des murs non porteurs et le premier alinéa (4.6.8.2.1) mentionne que les murs non porteurs dans les zones de catégorie sismique 3, doivent avoir, dans au moins une direction, de l'armature représentant 0,1% de l'aire brute du mur de bloc et l'armature ne doit pas être espacée à plus de 400mm. Si l'armature est disposée dans les deux directions, celle-ci peut-être plus espacée que 400mm, mais celle-ci doit respecter les équations de distribution d'armature des sections sur les murs porteurs et ne doit pas excéder 1,2 mètre.

9.5 SECTION 5 : RÈGLES EMPIRIQUES DE CONCEPTION POUR LA MAÇONNERIE NON ARMÉE

La troisième section importante de la norme CSA-S304 de 1978 est celle concernant les règles empiriques pour la conception de maçonnerie non basées sur des principes d'ingénierie. Les deux éléments que nous avons retenus pour notre expertise sont dans les articles 5.2.2 et 5.5.2. Dans l'article 5.2.2, nous pouvons lire que chaque cloison non armée doit être supportée latéralement à des intervalles horizontaux ou verticaux ne dépassant pas 36 fois l'épaisseur du mur en blocs. De plus, l'article 5.5.2 mentionne, en accord avec l'article 5.2.2, que la hauteur d'une cloison de maçonnerie non armée, entre deux supports latéraux, ne doit jamais dépasser 36 fois l'épaisseur du mur.

10 ANALYSE SOMMAIRE DU CNBC DE 1977

Selon les documents contractuels émis en architecture, le code de construction qui aurait servi lors de la conception et construction de l'école Clair-Soleil était le CNBC de 1977. Malgré le fait qu'il soit plus probable en fonction des dates de conception et construction que le CNBC 1975 ait servi, nous analysons quand même le CNBC 1977.

Tout comme dans la version de 1975, la partie 4 de ce code prescrit toutes les instructions en lien avec les règles de calculs qui touchent la conception de bâtiments. Plus précisément, dans le cadre de l'expertise des murs de blocs de l'école Clair-Soleil, c'est l'article 4.1.9 sur l'effet des séismes sur laquelle nous avons porté notre intérêt pour les mêmes raisons que celles évoquées dans la section 9 du présent rapport.

L'article 4.1.9 propose, tout comme l'article 4.1.7 de 1975, deux méthodes de calcul de la charge sismique. En tout respect de l'hypothèse que nous avons posé pour l'analyse du code 1975, nous choisissons la méthode empirique. La méthode de calcul est semblable à celle fournie dans la version du code antérieure, mais les facteurs diffèrent. Dans cette version, l'équation se veut être le produit de différents facteurs qui varient en fonction de la période naturelle de vibration du bâtiment (S), son poids (W), l'emplacement sismique géographique (A), le type de structure qui reprend les charges latérales (K), l'utilisation prévue de l'ouvrage (I) et le type de sol (F). L'équation complète est donc la suivante, où V est le cisaillement total à la base du bâtiment calculé, sans les additionner, dans les deux directions :

$$V = A * S * K * I * F * W$$

Pour la détermination du facteur K, nous utilisons le tableau 4.1.9.A. du CNBC. Une catégorie de type 7 est considérée pour les systèmes structuraux en maçonnerie non armée et autres non compris dans les six autres catégories. La valeur de K est donc établie à 2,0. Les autres paramètres de l'équation sont retrouvés dans les documents mis à notre disposition ou à partir de nos connaissances du site et de l'école. Avec ces paramètres, il est possible de calculer un cisaillement à la base de la structure de l'ordre d'environ 3 300kN. Ce cisaillement doit être repris par un système quelconque, qui dans notre cas est fort probablement composé de tous les murs de maçonnerie de l'école. Ces murs doivent être armés de façon à reprendre les charges tout en respectant le code CAN3-CSA-S304.

En comparaison au code de 1975, nous sommes donc en mesure d'affirmer qu'il y aurait une diminution de près de 20% (3 330kN vs 4 080kN) de la charge sismique avec la version du code de 1977 selon la méthode de calcul empirique pour le même bâtiment. Nous sommes en droit de se demander si les professionnels de l'époque auraient choisi d'utiliser volontairement les codes plus récents pour bénéficier, entre autres choses, de ces allègements.

11 CONSTATS SUR LA CONFORMITÉ DES MURS DE MAÇONNERIE EXISTANTS

Avec l'ensemble des éléments pertinents que nous avons regroupés dans le cadre de l'expertise et des résumés que nous avons dressés dans les dernières sections, nous sommes en mesure de mettre en relation ce que nous avons observé dans l'école et ce qui aurait dû être fait selon les documents contractuels, les normes et les codes en vigueur au début de l'année 1984.

En regard aux documents contractuels émis en structure et en architecture à l'époque de la construction, voici les principaux éléments nous permettant de fournir un constat de non-conformité des murs de maçonnerie :

- 1) Les murs de blocs ne possèdent pas les espaces libres, sans cale, de 6mm permettant le mouvement;
- 2) L'espacement de l'armature horizontale des murs de blocs est supérieur à 400mm c/c;
- 3) Nous n'avons pas trouvé de supports latéraux et d'ancrages conformément à la norme de maçonnerie et au supplément du CNBC de 1975;
- 4) Nous n'avons pas trouvé d'armature verticale dans les murs de blocs;
- 5) L'armature horizontale relevée dans les murs de blocs n'est pas régulière et à plusieurs endroits discontinus aux intersections et sur un même rang;
- 6) L'installation de linteaux au-dessus des ouvertures n'a vraisemblablement pas été respectée.

Voici donc maintenant les faits qui nous permettent de vous fournir un constat objectif sur la non-conformité des murs de maçonnerie existants en regard aux codes et normes de l'époque:

- 1) Selon la localisation de l'école et en accord avec le CNBC 1975, la zone sismique applicable pour la conception des murs de maçonnerie et de la charpente en acier était la zone 3;
- 2) Considérant que l'école était dans une zone sismique 3, les murs de maçonnerie en blocs devaient répondre à des exigences minimales selon les normes de conception de maçonnerie et le commentaire J du CNBC 1975, dont :
 - a. Être conçus et construits selon les exigences du Supplément No 4 du CNBC 1975;
 - b. Posséder l'armature nécessaire à résister aux charges sismiques et respecter des pourcentages et des espacements maximaux;
 - c. Posséder des retenues latérales tel que prescrit, selon les types de murs.
- 3) Considérant que les murs de blocs existants sont construits en damiers (joints verticaux alignés), l'armature horizontale devait être présente à un espacement ne dépassant pas 400mm c/c;
- 4) Considérant que les murs de blocs existants seraient les seuls éléments constituant le système de résistance aux charges latérales du bâtiment, les murs auraient dû être conçus par un ingénieur selon les exigences du Code du bâtiment de 1976 et du Supplément No 4 du CNBC 1975.

À la lumière des inspections réalisées dans l'école, de l'analyse des codes en vigueur officiellement lors du début de la construction, de l'analyse des codes dictés dans les documents contractuels et de l'étude des plans et devis d'origine, il est possible de confirmer que les murs de blocs intérieurs ne sont pas conformes aux plans et devis ni aux normes de l'époque.

En plus de savoir, comme nous l'avons vu plus haut, que les exigences que nous retrouvons dans les documents contractuels émis en architecture pour la construction de l'école en 1984 ne semblent pas être en concordance avec les normes et codes en vigueur à l'époque du début de la construction, nous ne sommes pas en mesure d'affirmer que les travaux réalisés lors de la construction aient respecté ces mêmes exigences et celles réellement applicables à l'époque.

Malgré tous les documents consultés, nous ne sommes pas non plus en mesure de comprendre pourquoi nous ne retrouvons aucun détail, aucune information et aucune exigence sur la construction des murs de blocs dans les plans et devis de structure. Nous sommes d'avis qu'une partie des murs de blocs intérieurs et les murs de blocs extérieurs auraient dû faire partie du système de reprise des charges latérales en l'absence d'autres systèmes permis à l'époque. Nous pourrions poser plusieurs hypothèses aux raisons qui ont mené à livrer une école dans les années 1980 sans que les murs de blocs soient conformes (absence de surveillance, malfaçons, erreur de conception, échéancier de construction déraisonnable, etc.), mais ceci ne changera pas la finalité de cette expertise. Nous devons maintenant analyser les options que nous avons en tout respect des normes actuelles, des enjeux budgétaires, des enjeux d'échéancier et de la sécurité du public.

12 ANALYSE SOMMAIRE DE LA PARTIE 10 DU CNBC 2015

Partant du fait que les murs de blocs existants ne sont pas conformes aux codes et normes de l'époque, le premier élément à valider concerne l'analyse du code actuel pour comprendre et définir les options pouvant s'offrir à nous. Pour nous aider dans cette démarche, nous avons à nouveau consulté la firme GLT+ engagée par le CSSDN. Nous avons aussi consulté et collaboré avec la firme d'architecture CCM2 qui est impliquée dans le projet de réfection des façades de l'école Clair-Soleil.

Lorsque la notion de modification dans des bâtiments existants est évoquée, cela doit toujours être fait en considération de la partie 10 du CNBC qui traite des bâtiments existants faisant l'objet d'une transformation, de travaux d'entretien ou de réparation. La partie 10 du CNB 2015 fait la distinction entre une transformation mineure et une transformation majeure pour guider les architectes et les ingénieurs dans la portée des travaux à réaliser (articles 10.2.2.2. et A-10.2.2.2. 4)). Toutefois, en accord avec l'annexe 10.2.2.2., les notions de transformations sont utilisées lors d'un réaménagement et le terme « réaménagement » est défini comme l'ensemble des travaux de transformation en vue d'une utilisation différente de l'aire transformée. Il est aussi possible de lire à l'article 10.2.2.2. 4) a) que le réaménagement d'une aire de plancher ou d'une partie d'aire de plancher est considéré comme transformation majeure, lorsque celui-ci entraîne la modification de la majorité des éléments et des composantes des murs, des plafonds et des planchers.

Selon les informations recueillies par la firme GLT+, dans le cas où les murs existants de l'école sont démolis et reconstruits tels qu'à l'origine (matériaux, localisation des portes, volets coupe-feu, etc.), tout en respectant les exigences des codes et normes de l'époque (Code du bâtiment 1976), ces interventions pourraient être considérées comme une mise aux normes uniquement. Ainsi, si aucun autre article de la Partie 10 du code n'est impliqué, nous n'aurions pas l'obligation de mettre aux normes le reste des composantes touchées par les travaux de démolition/reconstruction des murs.

Toutefois, tel que rapporté par la firme CCM2, la nature des travaux requis en structure pour la mise en conformité des murs existants pourrait conduire à un réaménagement des espaces en vue d'une utilisation différente qui devrait alors être qualifié de mineur ou majeur en fonction de l'article 10.2.2.2.4). À la lecture de la réglementation applicable et de l'information transmise par GLT+, CCM2 et WSP sont d'avis que les travaux de mises aux normes structurales ne devraient pas enclencher nécessairement une transformation majeure ou mineure si l'intervention ne constituait qu'à rebâtir à l'identique les murs, mais en appliquant la réglementation du Code du bâtiment de 1976. Nous appuyons notre avis sur le fait que les travaux n'auraient pas pour conséquence de modifier l'usage des surfaces touchées (A-10.2.2.2.).

Maintenant, nous pouvons nous demander s'il est logique d'effectuer les travaux requis selon des codes de 1976 à l'instar des codes et normes actuelles pour améliorer la qualité des ouvrages. Nous pouvons aussi nous questionner sur la faisabilité de reconstruire tous les éléments tels qu'à l'origine. Ces questions seront discutées et répondues plus loin dans la section des recommandations, alors que nous ajouterons les enjeux de budgets et d'échéancier aux facteurs décisionnels. Regardons maintenant les articles spécifiques aux enjeux structuraux de la Partie 10.

D'un point de vue strictement structural, la section 10.4 de la Partie 10 du CNB 2015 fournit les exigences de règles de calculs applicables pour tous les éléments « qui ne fait pas l'objet d'une modification, lorsqu'une transformation a pour effet d'en requérir leur modification afin d'en conserver leur stabilité, leur résistance ou leur intégrité structurale ». Pour la résistance aux charges latérales, lorsqu'un bâtiment fait l'objet d'une transformation, sa capacité à résister aux charges sismiques ne doit pas être diminuée par l'effet de cette transformation. De plus, le système de résistance aux charges latérales ne doit pas être modifié par l'effet de la transformation. Finalement, la transformation ne doit pas augmenter la charge permanente de plus de 5% du bâtiment ou ne doit pas accroître le total des surcharges incluses dans le poids sismique calculé.

Dans le cas où la structure servant à résister aux charges sismiques n'est pas clairement définie dans les plans de structure de l'école Clair-Soleil, nous assumons que ce sont tous les murs de maçonnerie dans l'école existante qui composent le système de résistance aux charges latérales actuel. Ainsi, pour mettre en conformité les murs de blocs de l'école, nous devons avoir la certitude que les travaux engendrés par ces modifications n'auront pas pour effet de modifier le comportement du bâtiment face aux charges latérales ou diminuer la résistance du système en place.

Devant le fait que la mise en conformité des murs existants aura pour conséquence d'augmenter la rigidité des murs de maçonnerie, d'augmenter possiblement le poids sismique du bâtiment de plus de 5% et de modifier le cheminement des efforts latéraux, WSP est d'avis qu'une mise à niveau sismique est requise par l'effet des travaux. Nous appuyons notre argumentaire par les travaux suivants qui seront potentiellement requis pour rendre conforme les murs de blocs existants : l'ajout d'armature horizontale, l'ajout d'armature verticale, l'ajout de coulis dans les cellules armées, l'ajout de retenues latérales verticales et horizontales, l'ajout d'ancrages possiblement à la base, à la tête et aux extrémités des murs de blocs, la désolidarisation des murs de blocs avec les poutrelles, poutres et pontage du bâtiment, etc.

Malgré que nous ayons étudié la possibilité de valider si seuls les murs de blocs situés sur les axes principaux du bâtiment auraient été suffisants pour reprendre les charges latérales applicables à l'époque, le simple fait de modifier l'arrangement des murs de blocs en travers de la structure d'acier existante aura pour effet de modifier le cheminement réel des efforts dans les diaphragmes de la toiture et des planchers vers les poutres/colonnes et finalement les fondations. Considérant que l'article 10.4 de la Partie 10 du CNB 2015 ne donne aucune valeur minimale à la modification du système de résistance, nous n'avons d'autre choix que de confirmer que la mise à niveau sismique est requise.

13 CONSTATS ET RECOMMANDATIONS

À la lumière de tous les constats énumérés dans les sections précédentes, il est possible de conclure que les murs de maçonnerie ne sont pas conformes. La firme GLT+ consultée dans le cadre de cette expertise a confirmé qu'il est alors obligatoire de mettre en conformité minimalement au Code du bâtiment 1976 les murs de blocs. En plus de ce constat, nous sommes aussi dans l'obligation de confirmer que la mise aux normes sismiques serait requise par l'effet des travaux de mise en conformité des murs de blocs.

Sur la base de ces constats importants, il faut maintenant se rendre à l'évidence que ces travaux de mises en conformité et mises aux normes auront des impacts importants sur les toutes les autres disciplines, tel l'architecture, la mécanique et l'électricité peu importe la solution que nous déployons pour mettre en conformité les murs de blocs existants. Considérant que tous les murs de l'école sont faits de blocs de maçonnerie, tous les appareils sanitaires sont attachés à ces murs, la plomberie, l'électricité, l'alarme-incendie et la ventilation passent dans les murs ou en travers des murs existants. Ajoutons à cela que tous les plafonds sont ancrés sur les murs, les mobiliers sont fixés dans ces mêmes murs, les portes, les cadres, les fenêtres sont aussi construites dans ces murs, etc. Sans compter tous les effets domino qu'auront ces interventions connexes sur le reste des matériaux, équipements et produits, il est vraisemblable de croire que la reconstruction des murs de blocs et la mise aux normes sismique du bâtiment aura pour conséquence de toucher à tous les éléments existants de l'école Clair-Soleil.

Si nous avons pu émettre le constat que seuls, quelques éléments étaient déficients dans les murs de blocs (ex : retenue latérale, linteau, tec.), nous aurions été en mesure de recommander des solutions de renforcement ponctuel beaucoup moins invasives. Malheureusement, la majorité des exigences en vigueur au début de la construction de l'école n'ont vraisemblablement pas été respectées. Ainsi, pour mettre en conformité les murs de blocs existants, nous devons en tout ou en partie ajouter de l'armature verticale et horizontale dans tous les murs de blocs, remplir certaines cellules de coulis, ajouter des retenues latérales à la tête, à la base et aux extrémités des murs, ajouter des linteaux au-dessus des ouvertures, modifier le chaînage des murs entre eux, désolidariser les murs de blocs de la charpente en acier, etc. Devant ce fait, nous sommes d'avis que la démolition/reconstruction de tous les murs est la seule option possible. Vous pourrez apprécier plus en détail à la sous-section 15.1 les enjeux et les coûts de cette option.

Mentionnons que nous avons aussi analysé, en collaboration avec les autres intervenants (CSSDN, CCM2 et EXP), la faisabilité de demander une demande de mesures différentes à la Régie du bâtiment du Québec pour renforcer partiellement les murs existants et les encapsuler à l'intérieur de nouvelles cloisons en gypse. Cette option aurait eu l'avantage de permettre la conservation des murs existants en assurant la sécurité pour les usagers. Toutefois, elle comportait des enjeux importants et même insurmontables qui nous ont convaincus de l'éliminer de nos recommandations. Cette option ne nous permettait pas de rendre conformes les murs selon le code de l'époque. Cette option ne nous permettait pas de respecter la largeur des corridors, la largeur des issues, la superficie minimale des locaux, l'intégration des portes et ouvertures et l'intégration du mobilier intégré existant. Finalement, cette option impliquait aussi des travaux importants dans toutes les disciplines pour refaire une partie des plafonds, remettre les appareils de plomberie, l'alarme-incendie, le mobilier, l'éclairage, l'électricité, etc. à l'intérieur, en travers et sur tous les murs de l'école.

Dans un souci de permettre au CSSDN d'évaluer la pertinence ou la légitimité d'aller vers l'option de reconstruction des murs de blocs en regard au code de l'époque, nous sommes d'avis qu'il importe de soumettre aussi le scénario d'une potentielle démolition/reconstruction complète de l'école. Effectivement, malgré qu'il serait possible d'analyser une option mitoyenne de reconstruction de l'école en conservant les fondations et la charpente en acier existante, nous avons la conviction que cette option serait plus coûteuse et plus longue que la construction d'une nouvelle école. D'autant plus que cette option mitoyenne impliquait quand même des travaux de mise aux normes de la structure, en plus de limiter l'aménagement de locaux répondant à de nouveaux standards et des besoins différents dans une « vieille coquille ». Finalement, nous sommes d'avis que cette option mitoyenne impliquerait la construction d'un agrandissement pour contenir les besoins contemporains que le CSSDN a choisi de combler récemment par l'ajout de classes modulaires. Rappelons que seulement le prix de soumission le plus bas pour l'agrandissement de 7 classes de l'école Clair-Soleil prévue en 2023 s'élevait à 10 275 000 \$. Pour toutes ces raisons, nous vous soumettons à la sous-section 15.2 une estimation budgétaire pour la démolition/reconstruction de l'école et nous ne recommandons pas, pour le moment, d'analyser plus en profondeur l'option mitoyenne discutée plus haut.

Prendre note que les coûts estimés dans les sous-sections suivantes sont évalués selon l'année de référence 2024.

13.1 RECONSTRUCTION DES MURS DE BLOCS SELON LES CODES EN VIGUEUR AU MOMENT DE LA CONSTRUCTION, INCLUANT UNE MISE À NIVEAU SISMIQUE

Comme nous l'avons vu plus haut, l'option obligatoire et minimale pour corriger la non-conformité des murs de blocs de l'école consiste à démolir et reconstruire tous les murs de l'école, en plus de réaliser une mise aux normes sismique.

Comme nous l'avons exploré rapidement plus haut, cette option entraîne des travaux majeurs dans toute l'école et dans toutes les disciplines. Sans avoir la capacité, à cette étape-ci, de faire la liste exhaustive de tous les travaux, voici une liste sommaire de la portée des travaux que comporte cette option :

- Démantèlement de tous les mobiliers, équipements, ameublements, etc. de l'école;
- Démolition/reconstruction des revêtements de plafonds et de planchers;
- Démolition/reconstruction des séparations coupe-feu et/ou acoustique présentes dans l'école;
- Démolition/reconstruction de tous les appareils sanitaires de plomberie;
- Démolition/reconstruction et/ou démantèlement/remise en place de tous les conduits de plomberie, ventilation, contrôle, électricité, télécommunication, etc. présents dans les murs de blocs ou passant en travers des murs de blocs de l'école;
- Démolition/reconstruction de plusieurs appareils d'éclairage, d'alarme et de télécommunication;
- Démolition/reconstruction de tous les murs de blocs;
- Démolition/reconstruction de tous les linteaux libres et structuraux;

- Renforcement de la charpente en acier pour la mise aux normes sismiques;
- Renforcement probable des diaphragmes de plancher et de toiture pour la mise aux normes sismiques;
- Renforcement probable des fondations en béton et des fondations profondes pour la mise aux normes sismiques;
- Reprise de la peinture;
- Nettoyage complet;
- Remise en place de tous les mobiliers, équipements, ameublements, etc. de l'école.

En fonction de cette portée de travaux, nous avons collaboré avec M. Bryan Dubois de CCM2 et M. Antoine Dompierre de EXP, tous deux impliqués avec nous dans le projet de réfection des façades de l'école, pour produire une estimation budgétaire de la présente option. L'estimation budgétaire sommaire des coûts de travaux de cette option est évaluée entre 14 M\$ et 16 M\$.

13.1.1 ENJEUX DE CETTE OPTION :

- 1) Impossible de garantir l'ouverture de l'école pour l'année scolaire 2025-2026;
- 2) Travaux réalisés dans un bâtiment existant avec plusieurs risques d'extra liés aux conditions existantes;
- 3) Travaux importants réalisés tout près des classes modulaires qui devront être démantelées et relocalisées pendant les travaux;
- 4) Malgré l'ampleur des travaux, on demeure avec un bâtiment, des espaces, des aménagements, des services conformes à un ouvrage des années 1984;
- 5) Comme WSP est impliqué actuellement dans le dossier de réfection des façades de l'école, nous savons que les fondations et la charpente en acier ne sont pas complètement orthogonales et de niveau. Certaines colonnes ne sont pas sur un même alignement et nous savons que d'autres colonnes ne sont pas dans le même axe que les fondations. Ces éléments apporteront beaucoup d'ajustement en cours de travaux et des risques d'extra;
- 6) Impossibilité d'apporter des améliorations aux aires existantes. Dans le cas contraire, on déclenche une mise à niveau dans toutes les disciplines, donc des coûts plus grands et un échéancier plus long.

13.1.2 ÉCHÉANCIER DE CETTE OPTION :

Nous sommes d'avis que cette option impliquera minimalement 6 mois pour toutes les étapes décisionnelles auprès du CSSDN, du ministère et pour l'élaboration des appels d'offres aux professionnels, 8-10 mois de conception avec les professionnels et finalement 12 mois pour la réalisation de tous les travaux. Afin d'atteindre l'échéancier de cette option, il serait préférable d'analyser l'option de réaliser les travaux de démolition et curetage dans un lot indépendant. Il serait peut-être alors possible de débiter les travaux de reconstruction en 2025.

De façon réaliste, nous pensons que les travaux liés à cette option pourraient se terminer pour le début de l'année scolaire 2027-2028.

Limitation de cette option :

Si les travaux de reconstruction des murs de blocs et tous les travaux de mise à niveau sismique requis, par conséquent, ne pouvaient être réalisés en respectant les plans de l'époque (matériaux, localisation des portes, volets coupe-feu, largeur des corridors, etc.) ceci aurait pour conséquence, selon nous, de déclencher des travaux de réaménagement qui conduiraient vers une transformation mineure ou majeure au sens du code. En fonction de la nature des changements demandés, nous pourrions être contraints légalement d'effectuer une mise à niveau de tous les éléments touchés par les travaux en regard des codes actuels.

13.2 DÉMOLITION/RECONSTRUCTION DE L'ÉCOLE

Tel que mentionné plus haut, nous vous soumettons dans cette section une estimation budgétaire pour la démolition/reconstruction de l'école Clair-Soleil. Cette estimation budgétaire est effectuée sur la base des superficies de l'école existante.

Notre estimation se base sur un prix de construction neuve surfacique de 6 500 \$/m², ce qui correspond au budget moyen que le ministère de l'Éducation octroie actuellement pour des projets de construction neuve. Nous faisons volontairement abstraction du fait que ce prix contient, entre autres choses, des éléments de civil considérant le but actuel de l'exercice. Nous ajoutons à notre estimation budgétaire une allocation de 1 000 000 \$ pour la démolition du bâtiment existant.

Considérant que l'école Clair-Soleil a une superficie brute de plancher totale actuelle de 3 360 m², le coût du scénario de remplacement de l'école est évalué entre 17 M\$ et 23 M\$.

Prendre note que l'estimation budgétaire des coûts n'inclut pas les éléments suivants : honoraires des professionnels, expertises supplémentaires requises, location ou achat de modulaires pour relocaliser les élèves, frais de permis, indexation des coûts de construction, taxes applicables, inflation, conditions du marché, achat de terrain, frais connexes de mobilisation/démobilisation des élèves, du personnel, du mobilier, des équipements et de tout le matériel scolaire.

13.2.1 ENJEUX DE CE SCÉNARIO :

- 1) Impossible de garantir l'ouverture de l'école pour l'année scolaire 2025-2026;
- 2) Il est permis de croire que la superficie du bâtiment pour la construction de 19 classes comme l'école existante devra être supérieure en fonction des critères actuels du MEQ. Nous sommes d'avis qu'une école de 19 classes devrait avoir une superficie totale de minimum 4 700 mètres carrés selon le programme récent du ministère. Le coût de construction d'une nouvelle école serait donc plus élevé et l'implantation sur le terrain à revoir;
- 3) Obligation de revoir l'aménagement de tout le terrain et de réaliser de nouveaux branchements de services;
- 4) La conservation des classes modulaires sur le site actuel de l'école est impossible dans ce scénario;
- 5) Comme WSP était déjà mandaté par le CSSDN sur le projet d'agrandissement de l'école Clair-Soleil, nous savons que la reconstruction d'une école sur le site actuel devra tenir compte de plusieurs contraintes du terrain et de l'aménagement :
 - a. L'entrée électrique principale aérienne est située en arrière-lot dans une servitude de passage;
 - b. Le raccordement pluvial existant est situé en arrière-lot dans une servitude de passage. Le réseau en façade étant trop haut. Il n'existe aucune rétention des eaux actuellement sur le site;

- c. Le raccordement sanitaire gravitaire existant est situé en façade. Par contre, pour l'agrandissement, nous raccordions les nouveaux besoins dans le réseau en arrière-lot en raison de l'élévation du terrain et de la grosseur des réseaux existants en façades;
- d. La pression d'eau du réseau public est limitée et entraînera assurément une pompe incendie pour le futur réseau de gicleurs;
- e. Les stationnements sont actuellement dérogatoires et devront être agrandis pour l'augmentation du personnel;
- f. Le débarcadère des autobus n'est pas assez grand pour recevoir tous les besoins;
- g. L'entrée du stationnement n'est pas conforme actuellement pour un accès pompier;
- h. Les sols sont composés d'un dépôt argileux avec une couche de sols liquéfiables en surface. La catégorie d'emplacement sismique pour l'agrandissement avait été déterminée à « D ». Des fondations profondes seront inévitables.

13.2.2 ÉCHÉANCIER DE CE SCÉNARIO :

Nous sommes d'avis que ce scénario impliquera minimalement 6 mois pour toutes les étapes décisionnelles auprès du CSSDN, du ministère et pour l'élaboration des appels d'offres aux professionnels, 12 mois de conception avec les professionnels et finalement 18 mois pour la construction de la nouvelle école. Les travaux de démolition seraient réalisés en parallèle à toutes les autres étapes de ce scénario.

De façon optimiste, nous pensons que la nouvelle école ne serait pas livrée avant le début de l'année scolaire 2028-2029.

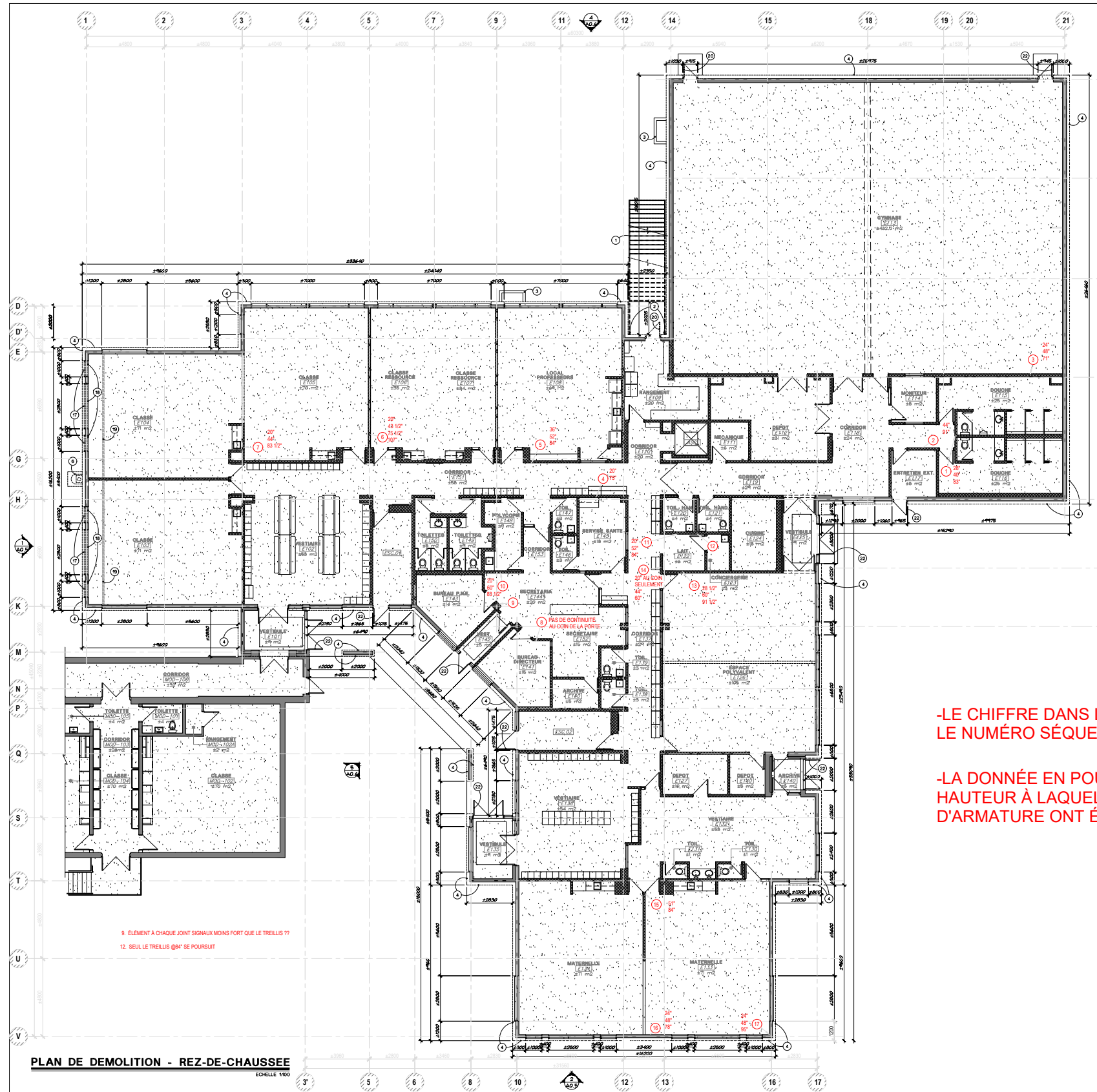
14 PROCHAINES ÉTAPES

Bien que ce rapport contienne toutes les informations pour bien comprendre la complexité du dossier, mais surtout les raisons qui ont amené notre équipe à soumettre seulement deux scénarios possibles, nous sommes conscients qu'une phase de réflexion et d'analyse avec toutes les parties prenantes est requise. WSP sera disposé et disponible pour répondre à toutes les questions que le dossier peut susciter et nous serons ravis d'apporter toutes les nuances et informations additionnelles requises pour la suite. Malgré que nous ayons pris la décision de ne pas aborder une troisième ou une quatrième option dans le présent rapport, nous serions aussi en mesure d'analyser le tout avec vous.

Finalement, il est important de mentionner que peu importe la décision qui sera prise dans le dossier de l'école Clair-Soleil, il sera nécessaire de réaliser des expertises supplémentaires dans toutes les disciplines. Nous vous recommandons, ainsi, de mandater officiellement une équipe de professionnels multidisciplinaires rapidement pour la préparation des documents. Il sera aussi nécessaire d'avoir les services d'une firme spécialisée en code et possiblement d'intervenir auprès de la Régie du bâtiment du Québec. Ces derniers pourraient nous amener à optimiser/raffiner la portée des travaux de l'option de reconstruction des murs de blocs et/ou de proposer des solutions alternatives à celles que nous avons analysées.

ANNEXES

A NOTES SOMMAIRES DE RELEVÉS D'ARMATURE



PLAN DE DEMOLITION - REZ-DE-CHAUSSEE
Echelle 1/100

9. ÉLÉMENT À CHAQUE JOINT SIGNAUX MOINS FORT QUE LE TREILLIS ??
12. SEUL LE TREILLIS @# SE POURSUIT

LEGENDE DEMOLITION

- AXE STRUCTURAL EXISTANT.
- DIMENSIONS EXISTANTES.
- CLOISON EXISTANTE EN GYPSE A DEMOLIR.
- CLOISON EXISTANTE EN BLOC DE BETON A DEMOLIR.
- CLOISON EXISTANTE A CONSERVER.
- PORTE ET CADRE EXISTANTS A DEMOLIR.
- PORTE ET CADRE EXISTANTS A CONSERVER.
- NUMERO DE LOCAL EXISTANT.
- CLOISON TEMPORAIRE (VOIR DEVIS POUR DESCRIPTION).
- NIVEAU DE PLANCHER.
- NO. DE DETAIL.
- NO. FEUILLE DU DETAIL, OU NO. FEUILLE DORSNE.
- SYMBOLE POUR NO. D'IMPRESSION OU DE REVISION, "XXX" POUR NUMERO D'ADDENDA.
- ELEMENTS EXISTANTS A CONSERVER (ZONE SANS INTERVENTION).

NOTES GENERALES DEMOLITION

SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTS LES FENETRES, PORTES ET CADRES EXTERIEURS EXISTANTS DANS LA ZONE DE REFEXION DE LA MACONNERIE SONT A CONSERVER ET A PROTGER DURANT LES TRAVAUX.

L'ENTREPRENEUR GENERAL DEVA PRENDRE ET VERIFIER TOUTES LES DIMENSIONS SUR LES LIEUX AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX. TOUTE DISCORDANCE AVEC LES PLANS DOIT ETRE NOTIFIE A L'ARCHITECTE POUR COORDINATION.

DEMANTELER TOUTS LES ACCESSOIRES, SYSTEMES D'ACCROCHAGES, SYSTEMES D'APPRECHAGES, SIGNALISATION, ETC. SUR LES MURS EXTERIEURS AVEC INTERVENTION AVANT LA DEMOLITION ET LES REMETTRE AU PROPRIETAIRE.

SUITE AU DEMANTELEMENT DES PORTES ET CADRES EXISTANTS EFFECTUER LE DEMANTELEMENT DE TOUTE LA QUINCAILLERIE ET REMETTRE AU PROPRIETAIRE TOUTE LA QUINCAILLERIE NON REUTILISEE.

LORS DES TRAVAUX DE DEMOLITION, BIEN PROTGER LES ITEMS EXISTANTS A CONSERVER AFIN DE LES PRESERVER DE TOUT BRIS POSSIBLE. LES ITEMS ABIMES AVANT LES TRAVAUX DOIVENT ETRE REPLACES AUX PLANS DE L'ENTREPRENEUR.

L'ENTREPRENEUR GENERAL DEVA PREVOIR UN ESPACE AU CHANTIER POUR L'ENTREPOSAGE CLOISON TEMPORAIRE, EMPLOIANT A COORDONNER AVEC LE PROPRIETAIRE.

L'ENTREPRENEUR GENERAL DEVA CONTRACTER DES QUE POSSIBLE HYDRO-SURVEILLANT AFIN DE COORDONNER LES TRAVAUX A PRIORITE DES PLUS ELEVEES. LES COUTS ET DELAIS RELATIFS AU PROCESSUS DE SECURISATION DU CHANTIER, A L'ISOLATION TEMPORAIRE ET AUX CONDITIONS DE PLUIE DOIVENT AFFECTER LES TRAVAUX SONT A PREVOIR PAR L'ENTREPRENEUR.

LES NOTES DE DEMOLITION SUIVANTES SONT A TITRE INDICATIF ET NE DOIVENT PAS ETRE CONSIDERES COMME DES TRAVAUX DE DEMOLITION DUS AU PASSAGE DE CONDUITS DE VENTILATION, CHAUFFAGE, FLECHERIE, ELECTRICITE, ETC. QUI SONT DEMANDES AUX DOCUMENTS DES INGENIEURS.

LORS DU DEMANTELEMENT DES TUILES ACQUITTES ET DES SUSPENSIONS CONSERVEES, L'ENTREPRENEUR DEVA REPLACER PAR DES MATERIAUX IDENTIQUES A CEUX EXISTANTS TOUTS LES TUILES ET SUSPENSIONS QUI, ENDOPIRAGER.

UNE FOIS LA MEMBRANE PARE-VAPEUR EXISTANTE DEPOSEE ET LE MUR DE BLOC DE BETON EXPOSE, PREVOIR UNE PREPARATION MECANIQUE DE LA SURFACE AFIN D'ELIMINER TOUTE TRACÉ DE REBIBUS, DE COLLE ET / OU DE TOUT AUTRE CONTAMINANT. BAGNER LA SURFACE AFIN DE LA RENDRE ADAPTEE POUR L'APPLICATION D'UNE NOUVELLE MEMBRANE PARE-VAPEUR AUTOCOLLANTE (VOIR DEVIS). L'ENTREPRENEUR DEVA COORDONNER L'INTERVENTION AVEC TOUT AUTRE INTERVENANT PERMEUR POUR LE MUR DE BLOC DE BETON ET DOIVANT ETRE INDIQUEE AUX DOCUMENTS DES INGENIEURS.

L'ENTREPRENEUR DEVA VERIFIER ET PRENDRE EN NOTE LA HAUTEUR DE TOUTS LES NIVEAUX EXISTANTS QUI SERONT REMPLACES PAR DE NOUVEAUX NIVEAUX AVANT LEUR DEMOLITION AFIN DE PREVOIR L'INSTALLATION DES NOUVEAUX NIVEAUX A LA MEME HAUTEUR. SPECIFICATIONS PAR ING. STRUCTURE. VALSER LA HAUTEUR AVEC CELLE DE LA NOUVELLE MACONNERIE PROJETEE ET COORDONNER AVEC L'ARCHITECTE TOUT SITUATION DE DISCORDANCE.

DANS L'EMBRÈSSE DES LOCAUX ADJACENT AUX MURS D'ENVELOPPE, PREVOIR LE DEMANTELEMENT TEMPORAIRE DES CARREAUX ACQUITTES DES PLAFONDS SUPERIEURS AFIN DE PERMETTRE LES TRAVAUX DE DEMOLITION DE BLOC DE BETON NECESSAIRE A LA CORRECTION DE L'ESPACE DE DEFLEXION STRUCTURALE ET DE STABILISATION DES MURS, VOIR LES TRAVAUX PREVIS AUX DOCUMENTS DE STRUCTURE.

-LE CHIFFRE DANS LES BULLES SIGNIFIE LE NUMÉRO SÉQUENTIEL DU SCAN.

-LA DONNÉE EN POUCE MONTRE LA HAUTEUR À LAQUELLE DES RANGS D'ARMATURE ONT ÉTÉ RENCONTRÉS.

Propriétaire / Client

Architecture

Structure - Civil Mécanique - Electrique

NOTES

1. LISTE DE NOTES EFFECTIVE POUR LES FEUILLES (AU # 00).
2. ESCALIER EXTERIEUR EXISTANT EN ACIER ET SES COPROFANTS, A DEMOLIR.
3. COLONNE EN ACIER AVEC PLAQUE DE FIXATION EXISTANTS, A DEMANTELER.
4. MARGELLE EXISTANTE A CONSERVER.
5. FLET DE SECURITE, ANCRAGES DE RETENU, MACONNERIE EXISTANTE ATTACHEE A MACONNERIE EXISTANTE ISOLANT RIGIDE EXISTANT DE TRAVAIL D'EMBARQUEUR ET PARE-VAPEUR EN POLYETHYLENE A DEMOLIR, VOIR COUPES TYPES DE DEMOLITION.
6. SECTION DE PARAPET A DEMANTELER, VOIR COUPES TYPES DE DEMOLITION.
7. FONTAINE EXISTANTE EXISTANTE A DEMANTELER, (SPECIFICATIONS PAR MECANIQUE).
8. FERRAILLES EXISTANTES ET COUVRE-FERRAILLES EN ACIER A DEMOLIR, VOIR COUPES TYPES DE DEMOLITION NO. 1 SUR LA FEUILLE ACI.
9. LUMINAIRE EXISTANT ET CAGE D'ACIER A DEMANTELER, (SPECIFICATIONS PAR MECANIQUE).
10. ENTREE DE GAZ A DEMANTELER ET REINSTALLER AVEC DOCUMENTS D'INGENIERIE. DEMANTELER LA CAGE DE PROTECTION ET REINSTALLER A LA FIN DES TRAVAUX DE REFEXION DE LA MACONNERIE.
11. SIGNALISATION EXISTANTE A DEMANTELER ET A REINSTALLER AU PROPRIETAIRE.
12. CLAVON ET/OU HAUT-PARLANT EXISTANT A DEMANTELER, (SPECIFICATIONS PAR MECANIQUE).
13. CADRE EXISTANTE A DEMANTELER, (SPECIFICATIONS PAR MECANIQUE).
14. EQUIPEMENT ELECTRIQUE EXISTANT A DEMANTELER, (SPECIFICATIONS PAR MECANIQUE).
15. MEUBLES EXISTANTS A CONSERVER ET PROTGER DURANT LES TRAVAUX.
16. EQUIPEMENT MECANIQUE EXISTANT, VOIR INTERVENTION REQUISE SUR DOCUMENTS DES ING. MECANIQUE.
17. FENETRE EXISTANTE A DEMOLIR, VOIR ELEVATIONS ET COUPES TYPES.
18. BYONE VERTICAL ET/OU HORIZONTAL EXISTANT A DEMANTELER ET A REINSTALLER AU PROPRIETAIRE.
19. PROFIL DU BATIMENT MODULAIRE EXISTANT A CONSERVER.
20. ENSEMBLE DE PORTE ET CADRE EXTERIEUR EN ACIER EXISTANT, A DEMANTELER.
21. ENSEMBLE DE PORTE ET CADRE EXTERIEUR EN ACIER EXISTANT, A CONSERVER ET A PROTGER PENDANT LES TRAVAUX.
22. ENSEMBLE DE PORTE ET CADRE EXTERIEUR EN ACIER EXISTANT, A CONSERVER ET A PROTGER PENDANT LES TRAVAUX.
23. ENSEMBLE DE PORTE, CADRE ET QUINCAILLERIE EXTERIEURE EN ACIER EXISTANT, A CONSERVER. DEMANTELER LA QUINCAILLERIE AVEC PRECAUTIONS AFIN DE LA REINSTALLER SUITE AU TRAVAIL DE PEINTURE.
24. TRAVAUX DE RECONSTRUCTION DES PLAFONDS DE PRISE ET SORTIE DE MECANIQUE EFFECTUER LES TRAVAUX PREVIS AUX DOCUMENTS DE STRUCTURE ET MECANIQUE.
25. MACONNERIE EXISTANTE ATTACHEE A MACONNERIE EXISTANTE ISOLANT RIGIDE EXISTANT DE TRAVAIL D'EMBARQUEUR ET PARE-VAPEUR EN POLYETHYLENE A DEMANTELER, VOIR COUPES TYPES DE DEMOLITION.

2024/10/02
EXPERTISE SCAN - VALIDATION - MUR DE BLOCS
JEAN-LUC BUFFARD ING.

2	POUR CONSTRUCTION	24/01/16
1	POUR SOUMISSION	23/10/12
NO	ÉMISSIONS - RÉVISIONS	AA/MM/JJ

SCAEU

AVIS DE DROIT D'AUTEUR:
Ce document est le produit d'un travail intellectuel effectué par un ingénieur ou un architecte. Il est protégé par le droit d'auteur. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de l'auteur est formellement interdite. Ce document est protégé par le droit d'auteur.

PROJET

**ECOLE CLAIR-SOLEIL
TRAVAUX DE MAINTIEN
D'ACTIFS**

DESSIN

**DEMOLITION
REZ-DE-CHAUSSEE**

CONCU PAR B.D. - M.E.C.	DESSINÉ PAR A.R. - P.A.B.	VERIFÉ PAR B.D.
ÉCHELLE 1:100	N° DU DESSIN	
N° DU PROJET 21020	A.0.1	

ANNEXES

B RELEVÉ

PHOTOGRAPHIQUE

PROJET No. :	CA0043254.9788	PROJET :	École Clair-Soleil - Travaux de maintien d'actifs
--------------	----------------	----------	---

Photo No 1

Étalonnage de l'appareil de détection des armatures.
Confirmation de l'existence d'armature horizontale dans le mur du local 117.

**Photo No 2**

Vue générale du percement exploratoire réalisé dans le local 117 pour confirmer la présence d'armature détectée par le scan



PROJET No. :	CA0043254.9788	PROJET :	École Clair-Soleil - Travaux de maintien d'actifs
--------------	----------------	----------	---

Photo No 3

Détection d'armature en cours avec le technicien de la firme ScanPlus.

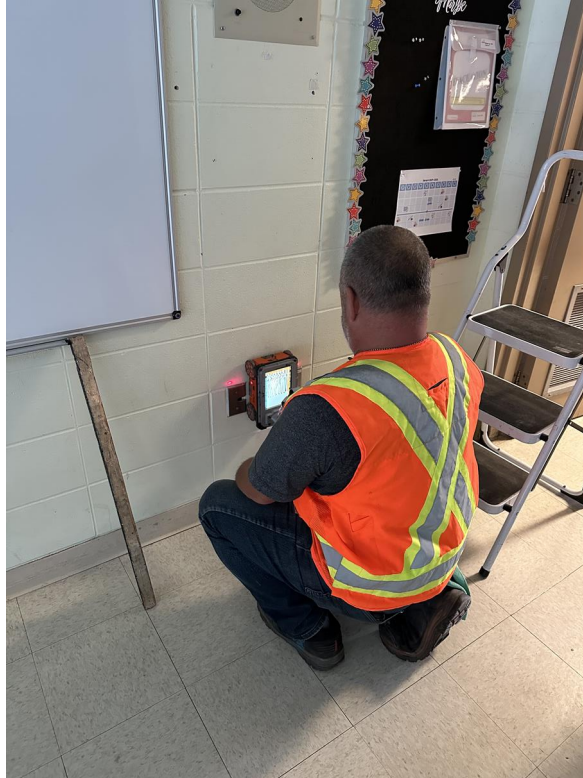


Photo No 4

Détection d'armature en cours avec le technicien de la firme ScanPlus.

