

Agrandissement de l'école Fernand-Seguin : Construire en bois pour instruire les jeunes



© Photo : Le Natif Photographe

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

Depuis quelques années, le bois a fait son entrée dans les gymnases de plusieurs écoles du Québec. Le Centre de services scolaire de Montréal (CSSDM) a eu l'audace de pousser plus loin l'utilisation du bois dans l'agrandissement de l'École Fernand-Seguin. En plus du gymnase, les classes sont également en bois grâce à un concept structural qui allie ossature légère en bois et bois lamellé-collé.

L'école se situe dans le quartier Ahuntsic en tête de l'îlot délimité par les rues Sauriol et Sauvé et les avenues Durham et Millen. C'est un modeste bâtiment en béton, paré de maçonnerie, d'un seul étage monté sur des fondations surélevées au-dessus de la rue. À l'arrière du bâtiment, côté cour, une extension abrite le gymnase. C'est en empiétant sur la cour que l'agrandissement prévoyait d'ajouter sept classes, trois maternelles, un service de garde, deux salles polyvalentes, une bibliothèque, un nouveau gymnase, en plus des vestiaires, des toilettes et de la salle mécanique. Aussi, pour ne pas retirer trop de superficie à la cour, les architectes ont proposé de répartir ces fonctions additionnelles sur deux étages. Ce faisant, l'agrandissement scinde la cour en deux, une petite cour lotie entre le bâtiment existant, les nouvelles salles de classe et la rue Sauriol, et la grande cour du côté des gymnases.





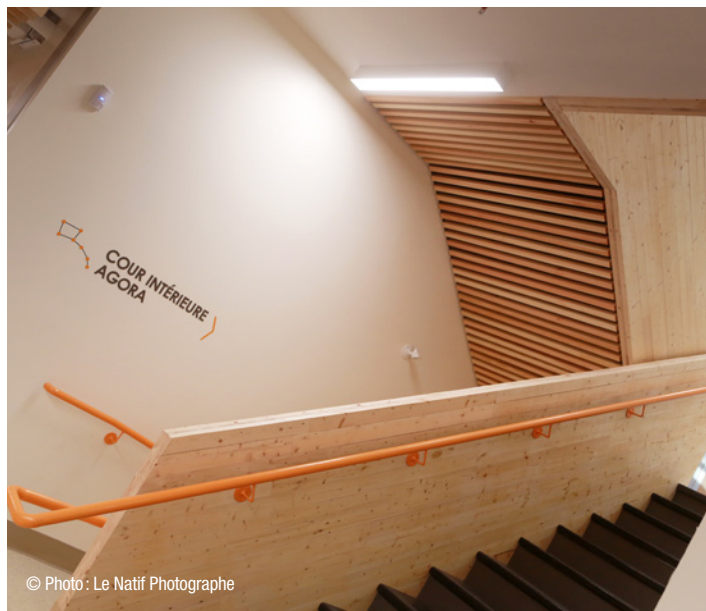
Une structure hybride: un choix sensé

La structure de l'agrandissement est donc hybride à l'échelle du bâtiment et à l'échelle d'une section du bâtiment, soit celle du noyau central. Ce caractère hybride est le fruit d'une réflexion cherchant à optimiser la qualité architecturale du bois massif tout en respectant les contraintes budgétaires. Le bois lamellé-collé a donc été réservé au gymnase et à l'agora tandis que le choix de l'ossature légère du côté des classes permettait de réduire les coûts afin que l'ensemble de la structure soit compétitive avec une structure en acier.

On accède à l'agrandissement par un corridor qui longe le gymnase du bâtiment existant. Plus qu'un simple passage d'un bâtiment vers un autre, les concepteurs en ont fait une agora: un lieu convivial, éclairé et chaleureux grâce au mobilier et à la généreuse présence du bois. La structure en poutres et colonnes de bois lamellé-collé laissée apparente souligne l'entrée dans un bâtiment en bois, comme le souhaitait le CSSDM.

L'agora débouche sur un noyau central éclairé par un puits de lumière et qui donne accès par un escalier et un ascenseur aux deux étages du nouveau bâtiment. Par ce noyau central, les architectes ont souhaité fluidifier la circulation entre les différentes fonctions du bâtiment tandis que l'ascenseur s'inscrit dans un souci d'accessibilité universelle. Sur la droite en venant de l'agora, le noyau central dessert les classes, les maternelles, les salles polyvalentes, le service de garde et le local technique. Cette section du bâtiment est en ossature légère essentiellement en bois de sciage. À l'extrémité de cette extension, une marquise longe la rue Sauriol et revient vers le bâtiment existant pour fermer la petite cour. Sur la

gauche, le noyau dessert les vestiaires, les toilettes, la bibliothèque et le nouveau gymnase. La structure du gymnase est en poutres et colonnes en bois lamellé-collé. Quant à la structure du noyau, de la bibliothèque et des vestiaires, elle allie bois lamellé-collé et ossature légère en bois de sciage, mais aussi du bois de charpente composite et notamment du bois à copeaux parallèles (PSL) et du bois de placage stratifié (LVL).



© Photo : Le Natif Photographe



© Photo : Le Natif Photographe

Le secteur des classes: ossature légère et lumière sur l'escalier

Les classes sont distribuées de chaque côté du corridor central au bout duquel, côté rue, un escalier contribue à fluidifier la circulation dans le bâtiment. Les concepteurs ont opté pour une structure en ossature légère pour tout ce secteur, composée principalement d'éléments de bois de sciage, mais aussi de bois composite structural comme le LVL et le PSL.

Dans cette partie du bâtiment, c'est la cage d'escalier qui fait l'originalité. En raison de l'absence de plancher intermédiaire, le mur extérieur porte sur deux étages. Pour atteindre la résistance aux charges gravitaires requises, les ingénieurs ont donc prévu des poteaux constitués de deux LVL de 44 x 235 mm espacés de 300 mm. Ce mur en est aussi un de refend et la résistance aux charges latérales est assurée par deux contreplaqués de 12,5 et 15,5 mm. Dans le mur intérieur de la cage d'escalier, les charges gravitaires sont portées par des poteaux de PSL 144 x 144 mm.

Ailleurs dans la section des classes, les poteaux des murs porteurs se composent pour la plupart de trois ou quatre montants de 38 x 140 au premier étage et de deux montants de 38 x 140 au deuxième étage tandis que les linteaux sont constitués de LVL de 44 x 235 jusqu'à 44 x 508. Les murs de refend sont généralement encadrés par des poteaux de trois montants de 38 x 140 aux deux étages. La résistance aux charges latérales est assurée par 2 panneaux de contreplaqué de 15,5 mm.

Les poteaux sont ancrés à la fondation de béton par deux plaques métalliques en équerre qui enserrant le poteau. Elles sont vissées dans le poteau et boulonnées dans le béton.

La connexion des poteaux entre les deux étages se fait par des plaques métalliques apposées de part et d'autre du plancher et reliées par des tiges filetées qui traversent le plancher.

Entre les deux étages, le plancher est constitué de poutrelles perpendiculaires au corridor qui traversent les classes sur une portée de 9,4 mètres. D'une hauteur de 610 mm, elles sont espacées de 305 mm. Elles sont doubles quand elles sont situées dans le prolongement d'un mur de refend.

Au-dessus du corridor, ce sont des bois de sciage de 38 x 235 simple ou double, espacés de 305 mm, qui font la jonction entre les classes. La toiture se compose de fermes préfabriquées de dimension de 1200 x 940 ou de 1200 x 1010 mm de part et d'autre du corridor et de dimension de 460 à 530 mm au-dessus du corridor, toutes étant espacées de 610 mm.

Bien qu'une ossature de bois légère doive nécessairement être protégée par des revêtements de finition, le bois, avec ses qualités environnementales, est bel et bien omniprésent dans ce secteur de l'école. Les architectes ont d'ailleurs prévu des panneaux de bois suspendus pour dissimuler les équipements mécaniques au plafond des corridors pour en témoigner.

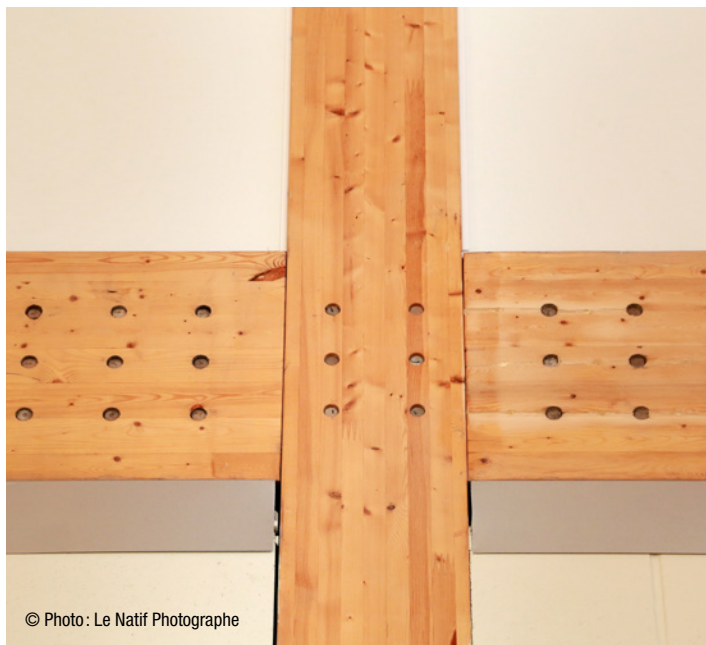
Le revêtement extérieur de cette section, quant à lui, est une combinaison de maçonnerie et d'aluminium.



Agora et gymnase: le bois lamellé-collé à l'honneur

L'agora constitue le lien entre les parties existante et nouvelle de l'école. C'est une voie de passage de 3,7 m de large encadrée par deux axes de colonnes de bois lamellé-collé de section de 215 x 228 mm.

Ces colonnes, déposées sur des étriers d'acier ancrés à la fondation, soutiennent un système de poutres transversales maîtresses et secondaires de 266 mm de hauteur. Les poutres sont assemblées aux colonnes par des vis, mais les poutres transversales maîtresses sont fixées au mur en béton du bâtiment existant par des étriers métalliques. Ces poutres sont boulonnées aux étriers qui, eux, sont fixés au mur par des tiges d'acier ancrées chimiquement. De la sorte, c'est le bâtiment existant qui reprend les charges latérales de l'agora. En d'autres mots, l'agora a été considérée pendant la conception comme une charge latérale externe ajoutée au bâtiment existant. Le toit est constitué d'un platelage de 64 mm d'épaisseur recouvert d'un contreplaqué 19 mm.



C'est cependant dans le gymnase que la présence du bois lamellé-collé est la plus remarquable. Le gymnase se développe en coin de l'agrandissement sur une aire rectangulaire de 12,32 sur 18,32 m pour une superficie de 225,63 m² et sur une hauteur totale de 15,21 m. La structure est intégralement en poutres et colonnes de bois lamellé-collé. De grosses colonnes de sections variables allant de 215 x 266 mm à 265 x 380 mm sont ancrées au périmètre par des plaques d'ancrage boulonnées dans la fondation. Les colonnes sont reliées à mi-hauteur et à pleine hauteur par des poutres dont la section varie de 175 x 228 à 265 x 608 mm avec la particularité d'être doubles sur les côtés extérieurs. Ce doublement permet



© Photo : Le Natif Photographe



© Photo : Le Natif Photographe

de fixer les systèmes de contreventement sur les poutres extérieures et évite de générer de la torsion sur les poutres intérieures qui supportent la maçonnerie. Le contreventement est assuré par des systèmes diagonaux de plaques sur les murs extérieurs et de tiges sur les murs intérieurs. Les plaques et les tiges sont boulonnées à des plaques de gousset insérées dans les colonnes et les poutres.

En toiture, des poutres de section de 215 x 608 mm et d'une portée de 12,325 m traversent le gymnase. Elles sont assemblées aux colonnes par des étriers métalliques vissés dans la colonne. Un diaphragme en contreplaqué de 19 mm et un platelage de 44 mm complètent la toiture.

À l'extérieur, le revêtement extérieur est en maçonnerie sur le grand côté et en mur-rideau sur le petit côté, protégé par un pare-soleil en métal perforé pour contrôler les gains solaires.

Le noyau central : une mixité de systèmes constructifs

Au cœur de l'agrandissement, le noyau central, qui relie toutes les sections entre elles, allie l'ossature légère en bois et le bois lamellé-collé.

À la jonction du secteur des classes, le mur est composé de montants de 38 x 140 mm et, pour des raisons de joint sismique, il est indépendant du mur en ossature légère en vis-à-vis de la section des classes. Du côté du nouveau gymnase, le noyau central partage la même structure en bois lamellé-collé. Le mur extérieur du gymnase et celui du noyau central, qui en est la continuité, intègrent ainsi tous deux une structure en poutres et colonnes de bois lamellé-collé. Cette structure se prolonge jusqu'au bâtiment existant. Là, à la jonction du gymnase existant, la structure en bois lamellé-collé fait place à un mur à ossature légère faisant partie d'un mur coupe-feu offrant deux heures de résistance au feu.



© Photo : Le Natif Photographe

Les murs intérieurs du noyau central sont en ossature légère, mais ils présentent la particularité d'être constitués de bois de charpente composite. En effet, les dimensions des ouvertures et des portées incitaient à opter pour du bois à copeaux parallèles (PSL) pour les colonnes et pour du bois de placage stratifié (LVL) pour les linteaux plutôt que du bois de sciage. Ainsi, des colonnes en PSL de section 133 x 133 et 133 x 178 mm structurent la cage d'ascenseur et le corridor. Ces colonnes supportent des linteaux de LVL de sections 44 x 302 mm, 44 x 356 mm, ou 44 x 406 mm doublés, triplés ou quadruples. La structure du plancher au-dessus est constituée de poutrelles de 356 mm et 508 mm espacées de 305 mm. Au deuxième étage, la toiture est composée de fermes de 654/536 mm et de 536/437 mm espacées de 610 mm, d'un platelage de 44 mm et d'un contreplaqué de 19 mm.

Dans ce noyau central, la cage d'ascenseur ne participe pas au système de résistance aux charges latérales. Celles-ci sont reprises par le mur en bois lamellé-collé partagé avec le gymnase et par le mur mitoyen au bâtiment existant. Ce dernier présente la particularité d'être hybride avec une section en ossature légère pour sa partie mitoyenne avec le bâtiment existant et une structure en bois lamellé-collé pour la partie extérieure. Le défi pour les ingénieurs était d'unifier le système de résistance aux charges latérales de ce mur. La section en bois lamellé-collé est contreventée par un système de tiges d'acier diagonales comme dans le gymnase et il fallait lui raccorder la section en ossature légère. Les ingénieurs ont résolu le problème en transférant les charges latérales de la sablière de l'ossature légère vers la plaque de gousset du système du contreventement. Une première plaque est vissée sur la sablière et boulonnée sur la plaque de gousset pour transférer les forces. Une situation similaire se présente sur le petit côté intérieur du gymnase en bois lamellé-collé qui se prolonge dans un mur en LVL et PSL du puits de lumière à l'intérieur du noyau. Cependant, les linteaux en LVL sont plus résistants que du bois de sciage 38 x 140 mm, de sorte que la plaque par laquelle transigent les charges latérales vers le système de contreventement est boulonnée au LVL et non vissée.

Incendie, séisme et moisissures

Pour être construit en bois en conformité avec le Code de construction du Québec, l'agrandissement devait être traité comme un bâtiment indépendant du bâtiment existant. Il en est donc séparé par un mur coupe-feu offrant un degré de résistance au feu de deux heures. Par rapport à ce mur coupe-feu, l'agora est située du côté du bâtiment existant en béton. Afin de répondre aux exigences en matière d'indice de protection de la flamme (IPF), la structure de bois des plafonds de l'agora a nécessité l'application d'un enduit de protection visant à réduire l'IPF à 25. L'agrandissement est entièrement équipé d'un système de gicleurs et un panneau de gypse.

Du point de vue des systèmes de résistance aux charges latérales, l'agrandissement lui-même se sépare en deux parties : la section des classes avec les murs de refend en ossature légère et la section du gymnase contreventée qui reprend aussi les charges latérales du noyau central. Ces deux systèmes sont appelés à se comporter différemment aux charges sismiques. Les ingénieurs ont donc prévu un joint sismique entre les deux systèmes structuraux pour leur permettre d'osciller librement sans interférer l'un avec l'autre. Il s'agit d'un espace de 100 mm entre les deux

systèmes et il revenait aux architectes de prévoir les détails pour assurer la continuité des systèmes d'étanchéité et d'isolation au niveau des murs et de la toiture.

La gestion de l'humidité et la prévention du développement de moisissure sont critiques dans les écoles. Il était impératif que le taux d'humidité des éléments en bois ne dépasse pas 19 % avant de fermer les murs. Le taux d'humidité était contrôlé plusieurs fois par semaine et des ventilateurs ont parachevé de sécher le bois avant de fermer les murs.

Autres utilisations du bois

Avant la construction de l'agrandissement de l'école, une autre phase des travaux de rénovation de l'école Fernand-Seguin visait la réfection du plafond du gymnase existant. Après des travaux de désamiantage, le plafond a été habillé de lattes de bois visant à dissimuler des panneaux acoustiques.

Dans l'agrandissement lui-même, le bois est également présent dans le mobilier, notamment dans les casiers des maternelles et du service de garde. Le garde-corps en panneaux de CLT de l'escalier du noyau central constitue une autre utilisation originale du bois dans ce projet.





© Photo : Le Natif Photographe



© Photo : Le Natif Photographe



© Photo : Le Natif Photographe

Un bâtiment écologique et confortable

Les volumes de bois mis en œuvre dans le bâtiment sont autant de carbone stocké dans la structure de l'école. Le choix d'une structure en bois réduit aussi les émissions de GES lors de la fabrication, comparativement à une structure en acier ou en béton, comme le révèle une analyse réalisée à partir de l'outil Gestimat.

Au total, il a été estimé qu'approximativement 257 m³ de bois ont été utilisés pour la structure de l'agrandissement, soit 181 m³ pour la partie en ossature légère en bois et 76 m³ pour la partie en poteaux-poutres et le platelage en bois lamellé-collé. En ajoutant tous les autres matériaux utilisés (ancrages, armatures, fondations, etc.), Gestimat calcule que la fabrication des matériaux de structure du projet représente 249 t éq. CO₂. Le même exercice avec une structure de bâtiment équivalente en acier donne 503 t éq. CO₂, soit près du double d'émissions de GES comparativement au bâtiment en bois!

En plus de l'utilisation du bois, d'autres moyens ont été privilégiés afin d'améliorer l'empreinte environnementale du bâtiment ainsi que le confort des élèves et des enseignants, notamment :

- l'ajout d'un puits de lumière qui baigne le noyau de central de lumière naturelle. Ce puits de lumière s'ouvre pour permettre une ventilation naturelle des espaces de circulation ;
- le recours au chauffage radiant dans le gymnase ;
- l'utilisation de pare-soleil de métal perforé qui permettent de contrôler les gains solaires et d'éviter la surchauffe estivale ;
- le choix de matériaux à faible teneur en COV ;
- l'aménagement paysager de la petite cour qui permet une infiltration naturelle des eaux de surface.



© Photo: Le Natif Photographe

Les leçons du projet

Les travaux initiés en septembre 2019 devaient prendre fin en juillet 2020, mais ils se sont étirés de quelques mois. La pandémie de COVID-19 qui s'est invitée en plein milieu du chantier a évidemment ralenti les travaux, mais elle n'explique pas tout le retard.

Le processus d'examen des dessins d'atelier a été plus long qu'anticipé, notamment en ce qui concerne la fourniture des plans de montage signés et scellés par l'ingénieur du fabricant d'ossature légère. Il conviendrait de mieux définir les rôles et responsabilités de chacun en amont du projet.

Le contrôle de l'humidité pour s'assurer de ne pas enfermer d'excès d'humidité dans les murs a aussi retardé la construction. Les murs ont été entièrement montés en chantier alors que leur préfabrication en usine aurait probablement contribué à limiter les retards.

Ce retard des travaux pour la section en ossature légère en bois a eu pour effet d'engendrer des coûts supplémentaires pour la construction de l'ensemble de l'agrandissement. On peut ainsi se demander si l'utilisation d'une structure composée de poutres et de poteaux en bois lamellé-collé aurait pu permettre de terminer la construction plus rapidement dans ce cas-ci, s'avérant finalement plus avantageuse d'un point de vue économique par rapport à celle d'un système constructif en ossature légère, pourtant moins coûteux de prime abord.



© Photo : Le Natif Photographe

Description générale

- **Bâtiment groupe :** A2
- **Superficie au sol :**
 - Agora : 56 m²
 - Agrandissement : 1294 m²
- **Nombre d'étages :** 2
- **Produits du bois utilisés**
 - Bois de sciage
 - HVL
 - PSL
 - Poutres et colonnes de bois lamellé-collé

- **Calendrier du chantier :**
septembre 2019 à septembre 2021

Équipe de réalisation

- **Client :** Centre de services scolaire de Montréal (CSSDM)
- **Architectes :** Consortium BGLA + Smith Vigeant architectes
- **Ingénieur en structure :** Les services EXP
- **Fournisseur de bois massif :**
Charpentes Montmorency
- **Fournisseur de l'ossature légère en bois :**
Barrette Structural
- **Constructeur :** Gamarco

Rédaction : Valérie Levée

Comité de révision : Cynthia Bolduc-Guay, François Chaurette, Yannick Lessard

La présente étude de cas est basée sur des informations rassemblées par Cecoboïs et ses représentants. L'étude représente l'interprétation des faits et des informations que nous avons reçues au sujet de l'école Fernand-Seguin.

cecoboïs remercie Ressources naturelles Canada et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec pour leur contribution à la réalisation de cette étude.

PARTENAIRES

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal Bibliothèque nationale du Canada

Décembre 2021

cecoboïs

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois