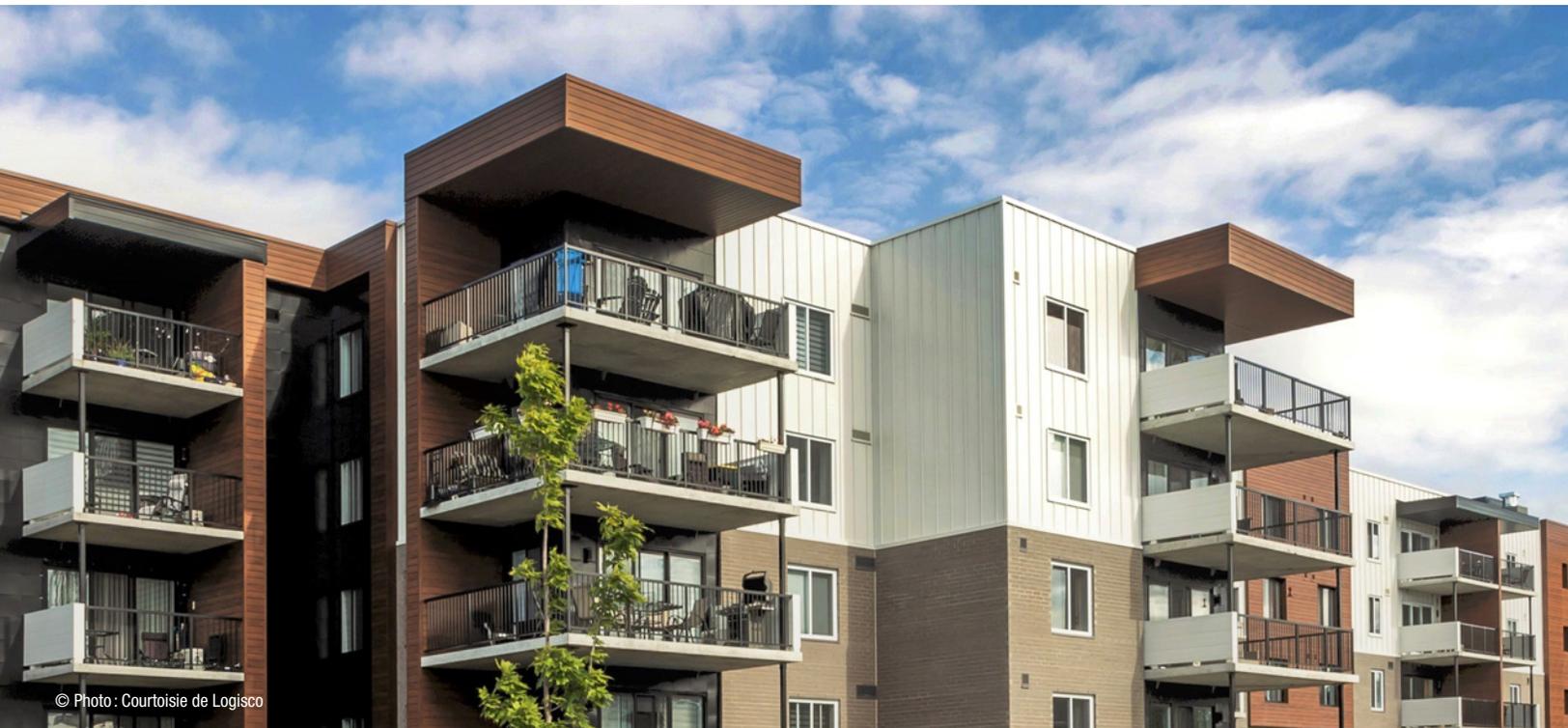


Le Majella: 100 jours pour construire cinq étages en ossature légère



cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois



© Photo: L2C

Situé à Val-Bélair dans l'îlot délimité par le boulevard Pie-XI, l'avenue des affaires, rue Hannequin et la piste cyclable du corridor des cheminots, il se compose de deux bâtiments mitoyens d'une superficie totale de 2974 m² abritant 144 logements et surmontant un stationnement souterrain de 5606 m². Succédant notamment au PAL 6, aux Prismes et à l'Amalgam, le Majella se distingue pourtant des autres bâtiments de cinq ou six étages en ossature légère construits dans la région de Québec. Ses dimensions, d'une part, mais surtout sa reconstruction en un temps record de trois mois après l'incendie qui a ravagé sa phase A, en font un cas exemplaire des avantages des structures préfabriquées à ossature légère en bois pour les immeubles multilogements.



Le choix du bois et le travail des fondations

Le promoteur Logisco avait la ferme volonté de construire en ossature légère en bois au moment d'acquérir le terrain. Fort d'une expertise développée avec la construction de projets précédents, dont les Prisme et l'Amalgam, il privilégie ce système constructif qui diminue les coûts et accélère la construction. Par ailleurs, l'ossature légère s'avérait la solution pour limiter les impacts sur le système de fondation due à la faible capacité portante du sol dans ce cas-ci. L'expertise de terrain révélait en effet que même avec une structure à ossature légère en bois, le sol ne pouvait porter qu'un bâtiment de quatre étages. De concert avec les ingénieurs en structure, le travail du géotechnicien a été essentiel pour trouver les solutions techniques et les calculs additionnels afin de permettre de construire cinq étages. La solution était d'excaver le terrain et de remettre un remblai en place en le compactant pour augmenter la capacité portante du sol. Même ainsi, le géotechnicien stipulait que les semelles sous les colonnes de fondation devaient être suffisamment distantes les unes des autres pour que les contraintes qu'elles exercent sur le sol soient indépendantes les unes des autres. En concevant le stationnement souterrain, l'équipe d'ingénieurs en structure devait donc intégrer cette exigence dans le dimensionnement des semelles.

Bien distribuer les charges gravitaires

L'entrée principale se situe à la jonction des deux bâtiments qui sont séparés par un mur coupe-feu. Ce mur ne joue aucun rôle structural et les deux bâtiments ont donc des comportements totalement indépendants. Un petit hall d'entrée donne accès aux ascenseurs et débouche sur un corridor perpendiculaire qui traverse les deux bâtiments en leur centre et dans toute leur longueur en desservant les appartements de chaque côté du corridor. Toujours dans l'optique d'une distribution optimale des charges gravitaires au sol, les ingénieurs ont traité séparément la toiture et les logements. Les murs transversaux reprennent les charges des logements tandis que la toiture est reprise par les murs longitudinaux du périmètre et du corridor.



Les logements sont distribués de part et d'autre du corridor et sont séparés par des murs mitoyens transversaux qui relient le corridor au périmètre. Les appartements eux-mêmes sont également découpés par des murs interlogements transversaux. La presque totalité de ces murs transversaux sont porteurs et sont essentiellement constitués de montants en bois de sciage de 38 x 89 mm. Aux premier et deuxième étages, les montants sont souvent doublés et entre les poutrelles, des panneaux OSB de 28,25 mm (1 1/8 po) sont utilisés pour assurer le bon cheminement des efforts gravitaires jusqu'aux fondations. Cette stratégie qui multiplie les murs porteurs présente deux avantages. D'une part, elle concourt à distribuer les charges sur la dalle du rez-de-chaussée et, par la suite, sur le sol. D'autre part, les solives sont de courte portée, soit de l'ordre de 4 m, ce qui permet d'utiliser des poutrelles en I moins hautes que les poutrelles ajourées. La hauteur totale du bâtiment s'en trouve réduite et entraîne des économies de matériaux. La difficulté était cependant d'aligner les murs porteurs d'un étage à l'autre, et la multiplicité de ces murs aux dimensionnements tous différents requérait une étroite collaboration avec l'architecte au fur et à mesure qu'il finalisait la topologie des appartements.

La toiture est constituée de fermes qui traversent le bâtiment dans le sens transversal. Les fermes d'une portée de 9 m sont portées par les murs du périmètre et les murs du corridor. Au périmètre, les murs porteurs sont de petits segments intercalés entre les ouvertures. De chaque côté des ouvertures, des colonnes de 3 à 5 montants de 38 x 140 mm sont intégrés aux segments de murs. Les murs du corridor, de plus longues sections, sont généralement constitués de colonnes de triples montants de 38 x 140 et sont contreventés par un ou deux panneaux OSB de 11 mm (7/16 po).

Une analyse sismique fine pour le calcul des charges latérales

Outre sa faible capacité portante, le sol est d'une catégorie d'emplacement D en fonction de la réponse sismique des emplacements, ce qui signifie qu'il amplifie les secousses. Le système de résistance aux charges latérales doit donc tenir compte non seulement du risque sismique local, mais aussi le majorer par la classification D du sol. Partant de là, les ingénieurs ont modélisé la structure du bâtiment et réalisé une analyse sismique dynamique pour mieux comprendre le comportement du bâtiment, déterminer les charges subies d'étage en étage et finalement dimensionner les éléments des murs de refends et préciser les patrons de clouage. Ils ont ensuite réalisé une analyse des déplacements pour vérifier l'amplitude des déformations subies par la structure en cas de séisme et s'assurer de rester dans les limites autorisées par le code de construction du Québec.

Dans le sens longitudinal, l'analyse sismique montrait que les petits segments des murs extérieurs n'avaient qu'une contribution limitée à la rigidité du bâtiment. Les ingénieurs ont donc choisi de reprendre la quasi totalité de la charge sismique longitudinale par les murs des corridors, constitués de plus grands segments et déjà murs porteurs pour la toiture. Dans le sens transversal, les murs de refend sont essentiellement les murs mitoyens. Le contreventement de ces murs est assuré par un ou deux panneaux OSB de 11 mm (7/16 po) à 15mm (5/8 po), selon les étages. Au premier étage, les ancrages sont coulés dans la dalle

de béton en les positionnant à travers l'armature. Le système de retenue se poursuit jusqu'au toit par une tige métallique continue insérée entre deux colonnes de 38 x 89 mm ou 38 x 140 mm. Les détails de jonction assurent la continuité des panneaux de la dalle de béton jusqu'au dernier plafond.

Tenir compte du retrait vertical

Dans un bâtiment de cinq étages à ossature légère en bois, le retrait vertical causé par le séchage du bois ne peut pas être négligé. Les ingénieurs de L2C ont développé un outil de calcul du retrait vertical en s'appuyant sur le Guide technique sur la conception des bâtiments de 5 et 6 étages en ossature légère en bois de Cecobois et sur le guide du Conseil canadien du bois *Vertical movement in wood platform frame infrastructure*. Ils ont calculé que sur les cinq étages du Majella, le retrait cumulé pouvait atteindre 30 mm et ils ont tenu compte du retrait étage par étage pour ajuster leur conception.





© Photo : L2C

Afin de s'assurer que le retrait dû au séchage n'engendre pas d'espace entre les plaques d'appui reliant les tiges continues à la structure, un système compensateur de retrait a été fixé à la lisse basse des murs de refend au niveau de chaque plancher. De plus, pour assurer la continuité des jambages d'extrémité des murs de refend aux corridors, un bloc de bois LSL déjà sec a été inséré le long de la solive de rive. Finalement, les solives du corridor en bois de sciage ont été fixées au mur du corridor sur un blocage de façon à ce que le mouvement vertical des solives dû au retrait de séchage ne se cumule pas à chaque étage.

Une autre attention doit être portée aux balcons. Ils doivent en effet présenter une pente pour permettre l'écoulement de l'eau vers l'extérieur et l'inclinaison doit être corrigée en tenant compte du retrait éventuellement accumulé à chaque étage. Un autre ajustement concerne les colonnes qui soutiennent les balcons. Comme ces colonnes sont en acier, elles ne subissent pas de retrait vertical comparativement aux colonnes en bois du mur du périmètre. Si elles se prolongeaient jusqu'au débord de toiture qui abrite les balcons du 5^e étage, elles seraient plus hautes que celles du périmètre. Le risque serait que les fermes de toit prennent appui sur les colonnes et ne se soulèvent du mur extérieur. Pour éviter cette situation, les ingénieurs ont choisi d'arrêter les colonnes d'acier au balcon du 4^e étage et de prolonger la toiture en un long porte-à-faux pour abriter le balcon du 5^e étage.

Sécurité incendie et insonorisation

En raison de sa superficie totale, le projet devait être séparé en deux bâtiments de moins de 1500 m² par un mur coupe-feu. Le mur coupe-feu est constitué de 190 mm de béton pris entre deux cloisons elles-mêmes constituées d'un panneau de gypse de 16 mm de type X, de laine insonorisante et d'un panneau OSB. Le tout confère un degré de résistance au feu de deux heures. Ce mur ne joue pas de rôle structural.

Ailleurs dans les bâtiments, les murs porteurs et les planchers ont un degré de résistance au feu d'une heure, assuré par des panneaux de gypse de 16 mm de type X. Le bâtiment est entièrement protégé par un système de gicleurs.

Dans les logements, les planchers sont constitués d'une chape de béton, d'un panneau OSB, de laine insonorisante et de deux panneaux de gypse et apportent un indice de transmission du son (STC) de 59 et un indice d'isolation aux bruits d'impact (ICC) supérieure à 78. Dans les salles de bain et les corridors, un plafond suspendu renforce l'insonorisation avec un STC de 65 et un ICC supérieur à 44.

Les murs mitoyens sont constitués de deux assemblages de laine insonorisante, de panneaux OSB et de panneaux de gypse de part et d'autre d'une lame d'air pour fournir un STC de 57 et insonoriser les appartements voisins.

Le chantier perturbé sauvé par la préfabrication

La construction du Majella s'est effectuée en deux phases qui se sont déroulées sur deux années, soit de 2019 à 2021. Les travaux de la phase A ont commencé à l'automne 2019 et le bâtiment devait être livré en juin 2020. La construction avançait rondement en hiver et la structure était totalement érigée fin janvier. Mais le 6 février, avant que le système de gicleurs ne soit installé, un incendie a ravagé le chantier. La structure était anéantie, mais comme la dalle de béton n'avait pas été affectée par l'incendie, Logisco a décidé de remettre le chantier en marche pour livrer les appartements à la date prévue, soit à la fin juin.

Le défi 100 jours était lancé pour toute l'équipe. Il a d'abord fallu préparer les ancrages pour s'assurer que la retenue latérale du bâtiment soit continue et complète. Un coupleur mécanique a été utilisé pour repositionner les tiges et replacer les contreventements. Des colonnes temporaires ont ensuite été érigées au sous-sol pour s'assurer que la dalle pourrait supporter une grue de gros gabarit afin de permettre d'accélérer la construction. Mais au printemps 2020, la pandémie est là et le chantier doit à nouveau s'interrompre pour cause de confinement.

C'est la préfabrication des murs, des poutrelles et des fermes de toit qui a sauvé le chantier et permis de remporter le défi avec une livraison le 1^{er} juillet. Le 10 mars, les cinq niveaux étaient en place, ce qui correspond environ à un étage par semaine. Les murs et les fermes de toit arrivaient en chantier prêts à être installés. De plus, l'ossature légère n'a pas besoin d'être supportée temporairement le temps que le béton sèche, ce qui s'est avéré un gros avantage dans ce cas-ci.

Quant à la phase B, elle s'est déroulée sans anicroche de l'automne 2020 à juin 2021.

Un bâtiment écologique

Les volumes de bois mis en œuvre dans le bâtiment sont autant de carbone stocké dans la structure du projet. 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 1900 m³ de bois ont été utilisés pour la structure du Majella, soit 373 m³ pour les planchers, 60 m³ pour la toiture, 368 m³ pour les murs extérieurs et 1099 m³ pour les murs intérieurs.

En ajoutant tous les autres matériaux utilisés (ancrages, armatures, fondations, etc.), Gestimat calcule que la fabrication des matériaux de structure du projet représente 1 956 569 kg éq. CO₂, soit

132 kg éq. CO₂/m² de plancher, alors que les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du même bâtiment en béton sont estimées à 4 822 269 kg éq. CO₂, soit 325 kg éq. CO₂/m² de plancher.

Selon ces données, le bâtiment réalisé entraîne une réduction d'émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure de 2 865 699 kg éq. CO₂, soit une réduction de 193 kg éq. CO₂/m² de plancher.

Si la nature du terrain a imposé de construire le Majella en ossature légère en bois, il ne faut pas oublier les avantages sociaux et environnementaux de ce système constructif. La matière première est évidemment renouvelable et la fabrication du bois de sciage ne requiert que peu d'énergie intrinsèque. La résistance de ce système constructif provient de la redondance des éléments, mais d'un autre côté, la multiplicité des poutres et colonnes de dimensions différentes exige une multitude de calculs et une rigueur sans faille de la part des ingénieurs qui doivent vérifier dans le moindre détail la bonne transmission des charges. Calculer les dimensions des éléments avec précision est une question de sécurité, mais permet aussi d'optimiser la ressource, et donc de réduire l'empreinte environnementale et les coûts de matériaux. Par ailleurs, la ressource et le savoir-faire étant présents dans toute la province, de telles constructions ont le potentiel de se multiplier et de contribuer à l'économie régionale.



© Photo: L2C



© Photo: L2C

Le bâtiment

- **Classe du bâtiment:** C
- **Superficie au sol:**
 - Stationnement: 5606 m²
 - Bâtiments: 2974 m²
- **Produits du bois**
 - Bois de sciage 38 x 89 et 38 x 140 SPF classe 1 et 2
 - Panneaux OSB de 7,5 à 18,5 mm
 - Poutrelles ajourées
 - Solive en I
 - Divers éléments en LVL et LSL
 - Volume total de bois: 1900 m³

• Dates de construction

Phase A: automne 2019 au 1^{er} juillet 2020
Phase B: automne 2020 à fin juin 2021

Équipe de projet

- **Promoteur:** Logisco
- **Architecture:** Roberge & Leduc Architectes
- **Ingénierie**
 - Structure: L2C Experts conseils en structure
 - Mécanique: EQIP SOLUTIONS I GENIE
 - Civil: Génio experts-conseils
 - Géotechnique: Groupe GÉOS
- **Fournisseur bois:** Structures Ultratec

Rédaction : Valérie Levée

Comité de révision : Cynthia Bolduc-Guay, Sébastien Gagné

La présente étude de cas est basée sur des informations rassemblées par Cecobois et ses représentants. L'étude représente l'interprétation des faits et des informations que nous avons reçues au sujet du Majella.

cecobois 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

Avril 2022

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois