

Construire autrement

SOMMAIRE

- P 2** Éditorial - Un avenir prometteur!
- P 3** Construction industrialisée : retour vers le futur
- P 5** Marché québécois de la construction industrialisée : État des lieux
- P 6** Les États-Unis de plus en plus séduits par la construction hors site
- P 7** Déconstruire les mythes sur les constructions industrialisées
- P 8** Construction à ossature légère : la migration vers la préfabrication s'accélère
- P 10** Innover ensemble pour aider l'industrie à grandir
- P 12** Katerra : techno et bois à la conquête du marché de la construction
- P 14** Quand la construction se met au diapason du développement durable, ou l'approche DfD
- P 15** Construire de nouvelles classes en l'espace d'un été
- P 16** Quand l'ossature légère et le modulaire deviennent hôtels
- P 18** Multirésidentiel : Construire en hauteur avec le modulaire
- P 19** Le Majella : renaître de ses cendres en un temps record

DOSSIER SPÉCIAL
SUR LA CONSTRUCTION
INDUSTRIALISÉE



Gérald Beaulieu
Directeur, Cecobois

ÉDITORIAL

Un avenir prometteur!

Au cours des dernières années, beaucoup d'encre a coulé sur les pénuries de main-d'œuvre qui sévissent sur les chantiers de construction des deux côtés de la frontière. En effet, lorsque l'on parle avec les entrepreneurs au sujet de leurs enjeux, c'est la première chose qui leur vient à l'esprit! Par ailleurs, plusieurs études démontrent que le secteur de la construction est un des plus conservateurs en matière d'innovation. Comment concilier ces deux paradoxes et créer une solution gagnante pour toute la chaîne de valeur de la construction en bois? J'espère que la lecture de ce numéro du journal saura vous inspirer certains éléments de réponse et suscitera des réflexions en termes d'innovation.

La construction industrialisée, qui inclut les produits et systèmes préfabriqués ainsi que les structures modulaires, offre une promesse d'efficacité dans tout le processus, soit de la conception à l'érection. L'industrie manufacturière offre déjà des solutions à l'industrie de la construction, mais du travail reste encore à faire pour bonifier cette offre. Traditionnellement, l'industrie manufacturière était surtout orientée vers le secteur résidentiel, mais avec la croissance du marché pour l'utilisation du bois dans la construction institutionnelle, industrielle, commerciale et multifamiliale, cette industrie a dû revoir ses pratiques d'affaires, ses produits et son approche logistique, ce qui présente des défis majeurs. Le CIRCERB a lancé une initiative de recherche (ICI) qui permet de former des professionnels sur les enjeux de l'industrie manufacturière et de la construction. FPIinnovations investit également beaucoup d'efforts pour structurer un programme national de recherche autour des enjeux du secteur. Les gouvernements et leurs partenaires sont également impliqués par le biais de différentes mesures d'aide qui viennent supporter l'innovation, l'automatisation ainsi que le développement de produits et de solutions susceptibles de rendre la chaîne de valeur encore plus efficace.

Par les temps qui courent, on parle beaucoup de relance économique verte partout sur la planète. Une utilisation accrue du bois dans la construction constitue une mesure extrêmement efficace pour stimuler toute l'économie du Québec, et ce, en partant de la forêt jusqu'aux bâtiments dont nous sommes tous fiers! Dans cette aventure, il y a fort à parier que la construction industrialisée saura remplir sa promesse en termes d'efficacité.



Guillaume Bédard-Blanchet se joint à l'équipe de Cecobois

Depuis le 28 septembre dernier, l'équipe de conseillers techniques de Cecobois compte un nouvel ingénieur aguerri dans ses rangs. Guillaume Bédard-Blanchet succède donc à l'ingénieure Caroline Frenette qui a quitté en juillet dernier.

Sa vaste expérience en matière de construction en bois va compléter à merveille l'expertise que Cecobois met à la disposition des professionnels du bâtiment.

Titulaire d'un baccalauréat en génie du bois de l'Université Laval, Guillaume a orienté sa carrière vers la conception et la construction de structures de bois dès l'université. Il travaille depuis plus de 10 ans en conception ainsi qu'en gestion de projets et a collaboré jusqu'à maintenant à un

grand nombre de projets en bois de toutes envergures. Ayant débuté sa profession par la fabrication de structures en bois traditionnelles (Timber Frame), Guillaume s'est ensuite tourné en 2012 vers la structure de bois lamellé-collé au sein de la compagnie Art Massif où il a participé activement à la croissance et à l'essor de l'entreprise en tant que responsable de l'ingénierie. Le développement de systèmes structuraux et de connexions optimisées et innovantes fait de lui un ingénieur axé vers la pratique qui connaît bien la réalité des marchés.



MODULES SCOLAIRES EN BOIS MASSIF
École Riverside, Arvida (Québec)

NORDIC STRUCTURES

DÉCOUVREZ NOS SOLUTIONS nordic.ca



Construction industrialisée : retour vers le futur

Gains de productivité, précision, rapidité d'exécution et économies de coûts : l'industrialisation telle qu'imaginée par Henri Ford il y a un siècle a complètement bouleversé notre façon de fabriquer des objets de la vie courante. L'automatisation des procédés de fabrication a depuis envahi la quasi-totalité des industries. Mais dans le domaine du bâtiment, ce concept en est encore à ses balbutiements, surtout en Amérique. Beaucoup de travail se fait encore directement sur le chantier, à « l'huile de bras », comme on dit, et nos bâtiments sont encore beaucoup tricotés à la main. Pourtant, de plus en plus, les procédés automatisés et une approche plus industrielle sont intégrés à la construction pour accélérer la livraison des bâtiments et améliorer le produit final. Petite incursion dans l'univers de la construction industrialisée qui prend lentement du gallon ici et ailleurs.

Le bois : un matériau de choix pour la construction industrialisée

En raison de sa légèreté et de sa facilité d'usinage, mais aussi de sa facilité d'approvisionnement, le bois est un matériau qui s'adapte bien à l'industrialisation de la construction. Plusieurs stratégies déjà existantes se basent d'ailleurs sur un certain niveau de préfabrication d'éléments structuraux en bois pour construire plus facilement et rapidement des bâtiments.

On distingue ainsi trois différents niveaux de préfabrication dans l'industrie du bâtiment : la **préfabrication de composants du bâtiment**, par exemple les portes et fenêtres, la **préfabrication de sous-ensembles du bâtiment**, qui consiste à assembler en usine différents composants structuraux pour en faire des sections de murs, de planchers ou de fermes de toit préassemblées, et la **préfabrication modulaire** (aussi appelée construction modulaire volumétrique), qui suggère un volume en trois dimensions plus ou moins complet et est organisée en blocs empilables ou juxtaposables. Ainsi, un mur préfabriqué, par exemple, comprendra à la fois les éléments structuraux (ossature, revêtement d'OSB ou de contreplaqué, etc.) en plus d'intégrer les éléments

d'isolation et d'étanchéité (isolant, pare-vapeur, pare-air, etc.), tandis qu'un module va également intégrer des éléments mécaniques (ventilation, plomberie, gaz), électriques (entrée électrique, distribution) et de finition (gypse, fenestration, couvre-plancher, mobilier intégré).

Les éléments structuraux préfabriqués, tout comme les modules, sont transportés en séquence, et maintenant « juste à temps », puis érigés et assemblés sur le chantier, souvent à l'aide de grues, pour permettre une érection plus rapide et précise du bâtiment. Dans le cas de la construction modulaire, les travaux de chantier sont alors limités aux raccordements mécanique et structural des modules entre eux. La construction modulaire permet ainsi de réaliser en usine de 65 % à 85 % de l'ensemble des travaux de construction d'un bâtiment.

Nous verrons peut-être bientôt émerger des bâtiments presque entièrement construits à partir d'éléments fabriqués en usine. Ces bâtiments intégreront la préfabrication et la construction modulaire pour ne laisser que les fondations, les infrastructures et l'assemblage à faire sur place. Nous pourrons alors parler de **construction industrialisée**.



Les avantages de la construction industrialisée en bois

L'industrialisation de la construction, comme dans toutes les autres industries, permet d'optimiser plusieurs aspects de la conception d'un bâtiment. La construction en usine permet notamment une plus grande qualité des éléments structuraux puisque ceux-ci sont produits dans un environnement contrôlé, à l'abri des intempéries, sans oublier que l'accès à des outils technologiques et à des logiciels de conception offre une précision et une efficacité de fabrication accrue. Elle permet également de pallier le manque de main-d'œuvre sur les chantiers, de réduire les déchets de construction à la source, d'accélérer la construction de bâtiments et de réduire les coûts d'un projet. En effet, contrairement à un chantier traditionnel, l'excavation et les fondations peuvent s'effectuer parallèlement à la préfabrication des éléments structuraux ou des modules en usine. Aussi, dans le cas de la construction modulaire, il n'est pas nécessaire d'attendre que toute la structure soit terminée pour faire travailler les différents corps de métier vu la production à la chaîne des différents modules.

De plus, dans le cas de la construction modulaire, les indicateurs clés de contrôle de qualité sont spécifiés pour chacun des modules lors de la production des dessins d'atelier. Ainsi, les professionnels peuvent indiquer des éléments précis pour lesquels un contrôle plus rigoureux de la qualité doit être observé. Le fait d'avoir divisé le bâtiment en modules rend d'ailleurs le contrôle et le suivi beaucoup plus facile et précis. La traçabilité des opérations est aussi facilitée, car en plus du responsable de la qualité, les ouvriers paraphent également la fiche de contrôle.

La construction industrialisée permet également une meilleure planification et adaptabilité des projets en fonction de besoins individuels, mais aussi, en fonction de besoins futurs, comme dans le cas des écoles, par exemple.

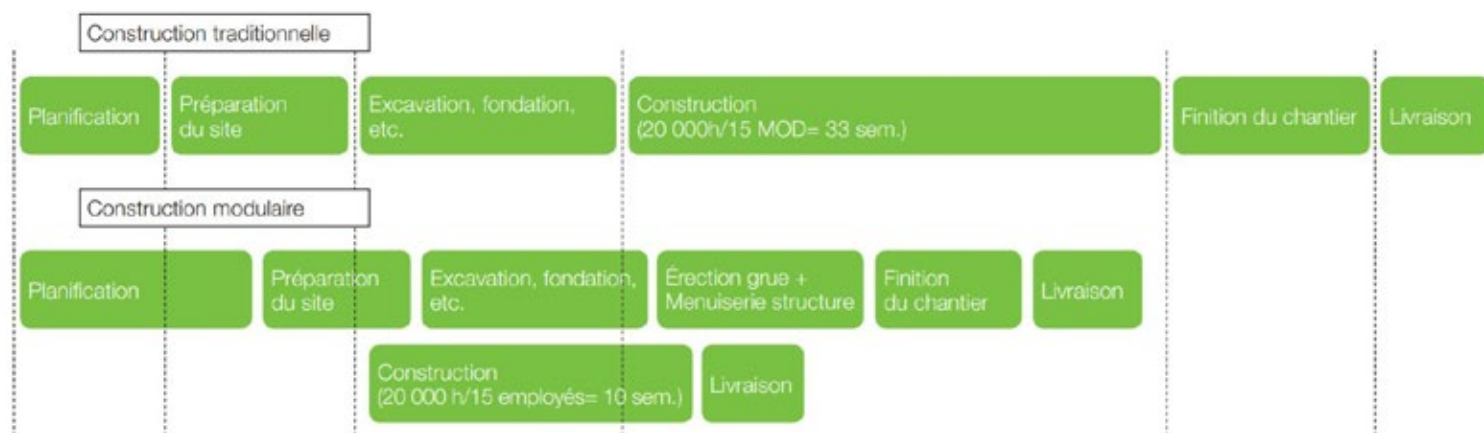
Vers une révolution numérique de la construction

Au-delà de la fabrication en usine, des solutions se développent afin d'optimiser davantage ce processus et mieux l'arrimer avec les exigences du point de vue du transport

et de l'installation au chantier. Par exemple, la location d'usines près du chantier, aussi appelée en anglais *multi-trade prefabrication*, ou *near-site prefabrication*, s'avère une solution envisagée par certains constructeurs aux États-Unis, une approche qui a d'ailleurs été mise en place pour la construction de plusieurs grands centres hospitaliers comme le Miami Valley Health Care Centre.

La construction industrialisée intègre aussi de plus en plus une approche davantage informatisée et clés en main. L'utilisation de logiciels comme le BIM permettent, par exemple, de réduire les risques associés à la coordination et à l'harmonisation des systèmes au chantier en permettant une modélisation en 3D des composants du bâtiment. Il facilite également le partage d'informations entre les différents membres de l'équipe de projet : architecte, ingénieur, constructeur, fabricant, etc. Certains processus misent quant à eux sur une construction modulaire qui, à la façon d'une bibliothèque de parties du bâtiment, propose des kits préfabriqués caractérisés par des trames structurales typiques, une charpente prédécoupée et des panneaux muraux livrés selon la conception spécifique. Ils sont ensuite assemblés au chantier à la manière d'un meuble IKEA. Dans l'avenir, le développement d'un configurateur avec Revit d'Autodesk, par exemple, ouvrirait la porte à une approche de type conception-construction (Design-Build) qui permettrait aux concepteurs et aux clients potentiels de planifier leurs propres kits pour des usages divers avec des composants déjà intégrés dans le processus de fabrication, offrant ainsi aux architectes et aux ingénieurs une relation directe avec l'usine.

Pour en arriver à la construction industrialisée comme précédemment décrite, de grands changements devront se produire dans les processus d'appels d'offres et la manière de concevoir les bâtiments. Les professionnels pourraient être engagés directement par les compagnies de construction industrialisée en réponse à des appels d'offres sur devis de performances émis par les donneurs d'ouvrages. Il faudrait bien sûr avoir plusieurs compagnies qui offrent ces types de services pour laisser place à la concurrence. Ce changement de paradigme est peut-être à nos portes et apportera sans doute une nouvelle façon de concevoir nos bâtiments.



Marché québécois de la construction industrialisée : État des lieux

À quoi ressemble actuellement le marché de la construction préfabriquée et modulaire au Québec? Quels sont les besoins du marché de la construction? Est-ce que le préfabriqué et le modulaire en bois seraient des réponses intéressantes à ces besoins? Nous avons fait le tour de la question avec Nsimba Kinuani, analyste de marché, construction durable chez FPInnovations.

D'entrée de jeu, M. Kinuani précise que le portrait du marché est celui d'avant la pandémie. Sera-t-il différent dans quelques mois? Bien difficile de le dire pour le moment. Quoi qu'il en soit, une chose est certaine : les gens auront toujours besoin de se loger. Dans un contexte où l'économie va bien, en faisant fi de la COVID, on peut dégager une tendance pour la construction visant à densifier les centres-villes. Puisque les terrains y sont chers, construire sur plusieurs étages devient inévitable. Rappelons qu'un ambitieux projet de construction de maisons des aînés était aussi prévu avant la pandémie.

«On voit un débalancement entre la demande du marché en hausse et la faible disponibilité de la main-d'œuvre sur les chantiers, souligne M. Kinuani. Cependant, généralement, les produits dont ont besoin les gens se fabriquent entièrement en usine, ce qui permet une automatisation de certains procédés et un moins grand besoin de main-d'œuvre. La construction, elle, se fait sur un chantier. Je m'explique : vous achetez une voiture, vous ne recevrez pas les pièces à être montées devant chez vous. Elle arrivera prête à être utilisée. Alors, pourquoi ne pas faire la même chose avec des habitations?»

C'est là que le préfabriqué et le modulaire entrent en jeu. «En industrialisant, on rend le travail plus facile, plus attirant, plus productif, explique M. Kinuani. On pallie le fait que travailler dehors n'est pas attirant. On évite aussi des déplacements nombreux sur les chantiers tout en assurant une meilleure qualité des produits et des délais de livraison rapides.»

Le marché de la construction commerciale tarde pourtant à embarquer dans la vague de l'industrialisation au Québec. Ceci s'explique peut-être par le fait que le coût n'est pas toujours avantageux avec la construction modulaire ou préfabriquée pour le moment. Il faut dire que les frais liés à la construction de l'usine et aux équipements nécessaires, sans parler de la logistique de transport, doivent être ajoutés au prix. Toutefois, comme le rappelle M. Kinuani, on y gagne en productivité et plus on optera pour la construction préfabriquée ou modulaire, plus les coûts fixes seront amortis, ce qui aura assurément un impact sur le prix facturé aux clients.

« Vous achetez une voiture, vous ne recevrez pas les pièces à être montées devant chez vous. Elle arrivera prête à être utilisée. Alors, pourquoi ne pas faire la même chose avec des habitations? »

Nsimba Kinuani
Analyste de marché, FPInnovations



Pourtant, le carnet de commandes à destination des États-Unis est de plus en plus garni. Selon une étude de marché de la Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB) menée par Allan Cid, étudiant au doctorat en sciences du bois, et publiée en juin dernier, les exportations canadiennes de bâtiments préfabriqués en bois ont atteint 94,3 millions \$ US dont 17,5 millions \$ US sont attribuables aux exportations québécoises principalement destinées aux États-Unis.

L'influence de la pandémie de COVID-19 sur le marché

On le sait : nos vies ont énormément changé depuis le mois de mars dernier, où l'état d'urgence sanitaire a été déclaré afin de lutter contre la pandémie de Covid-19. En quoi cela pourrait-il influencer le secteur de la construction? Est-ce de bon augure pour la construction préfabriquée et modulaire? Dans le secteur résidentiel, du moins, les consommateurs seraient plus nombreux à vouloir retourner aux sources. «On commence à voir certaines analyses. Si on demande aux gens ce qu'ils veulent, ils mentionnent vouloir un endroit plus sécuritaire. La maison seule à la campagne est perçue comme ça. Est-ce qu'il y aura un mouvement vers la campagne? Des gens commencent à y penser. Est-ce qu'ils passeront à l'action? Ça reste à voir», analyse M. Kinuani. Il mentionne également les autres impacts possibles sur la construction commerciale, qui pourrait notamment être affectée par l'explosion du magasinage en ligne ou encore la construction d'espaces à bureaux qui sera sûrement influencée par les mesures de distanciation physique. «Nous sommes encore dans le flou avec la COVID, mais chose certaine, le domaine de la santé aura toujours besoin de construction à cause du vieillissement de la population», conclut-il.





© Cecobois

Les États-Unis de plus en plus séduits par la construction hors site

Le besoin de construire rapidement et la pénurie de main-d'œuvre ont mené à une utilisation de plus en plus importante de la construction préfabriquée et modulaire pour des besoins tels que des classes supplémentaires dans les écoles connaissant un accroissement important de leur nombre d'élèves ou des locaux temporaires pour des hôpitaux.



© Cecobois

Une récente étude publiée par Dodge Data & Analytics, le rapport *SmartMarket Prefabrication and Modular*, démontre toutefois une nette tendance de la part des professionnels américains de la construction à envisager ces méthodes, et ce, pour une diversité de projets de plus en plus grande.

Préfabriqué ou modulaire : des modèles de construction aux nombreux avantages

Globalement, l'étude a permis de mettre en lumière plusieurs bénéfices liés à la fabrication hors site, que ce soit par la préfabrication d'éléments en panneaux ou la construction de modules volumétriques complets, principalement :

- l'amélioration de la productivité et de la qualité;
- l'impact positif sur le respect du budget et des délais;
- la performance;
- la production de moins de déchets sur le chantier;
- la sécurité accrue sur le chantier.

On remarque également chez les répondants qui ont choisi le modulaire un net avantage en termes de prédiction des coûts.

Une utilisation encore timide de ces modes de construction

Selon les firmes de conception ayant répondu à l'étude, la préfabrication d'éléments de construction a été utilisée principalement, ces trois dernières années, pour des projets multirésidentiels (39 %) et des bureaux comptant un à quatre étages (22 %). Viennent ensuite les entrepôts

commerciaux (20 %), les établissements de santé (19 %), les commerces de détail et les centres commerciaux (15 %), les institutions collégiales et les résidences étudiantes (15 %), les édifices publics (14 %), les hôtels et motels (12 %), les édifices manufacturiers (11 %) et les écoles primaires et secondaires (10 %).

Le choix du modulaire pour les projets de construction a surtout fait sa place dans le marché des hôtels et motels (43 %) ainsi que pour les établissements de santé (24 %). Les bureaux comptant un à quatre étages (20 %), les écoles primaires et secondaires, ainsi que les collèges et résidences étudiantes (19 % chacun), les édifices publics (17 %), le secteur multirésidentiel (16 %), les entrepôts commerciaux (14 %), les commerces de détail et les centres commerciaux (12 %) ainsi que les édifices manufacturiers (11 %) suivent.

Des arguments de poids qui feront pencher la balance

Selon les firmes de conception sondées, les bénéfices qui pourraient contribuer à faire pencher la balance vers le préfabriqué et le modulaire sont principalement :

- l'amélioration de la performance en termes d'horaire;
- la diminution des coûts de construction;
- l'augmentation de la qualité du projet;
- l'aide à contrer la pénurie de main-d'œuvre spécialisée;
- l'augmentation de la sécurité du projet.

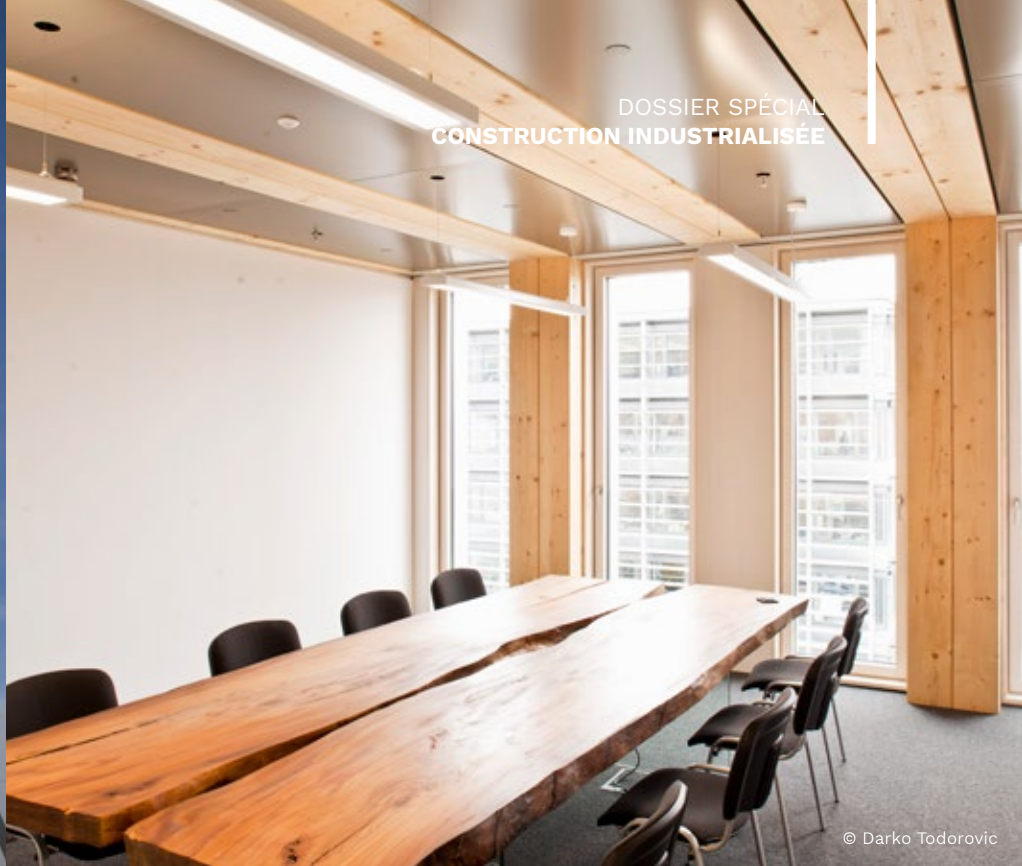
Une réelle volonté de prendre le virage vers le préfabriqué et le modulaire

Le rapport souligne que les firmes de conception et les entrepreneurs entrevoient une augmentation de l'utilisation du préfabriqué et du modulaire dans les prochaines années, notamment parce que les différents collaborateurs à ces projets en mesurent de mieux en mieux les bénéfices et que les propriétaires sont de plus en plus à l'aise avec ces procédés.

Ces professionnels de la construction envisagent l'utilisation du préfabriqué ou du modulaire principalement pour des établissements de santé (82 %), des hôtels et motels (74 %), du multirésidentiel (71 %), des établissements collégiaux et des résidences d'étudiants (70 %), des bureaux d'un à quatre étages (58 %), des écoles primaires et secondaires (57 %), des édifices publics (51 %), des entrepôts commerciaux (50 %), des bâtiments industriels (49 %), des bureaux de 5 étages ou plus (44 %) et des magasins de détail et centres commerciaux (37 %).



© Architekten Hermann Kaufmann



© Darko Todorovic

Déconstruire les mythes sur les constructions industrialisées

De gros blocs LEGO assemblés par des machines pour former d'immenses contenants s'emboîtant les uns sur les autres; ils s'érigent rapidement mais livrent des bâtiments en tous points semblables à leurs voisins et au détriment de la qualité. Les préjugés à l'endroit des «bâtiments usinés» sont tenaces. Pourtant, les systèmes de construction industrialisés (SCI) dans les secteurs industriel et commercial sont plus sophistiqués qu'on ne le croit. Qui plus est, leur assemblage recèle des secrets de précision et d'individualisation qui écorchent le mythe du «tout pareil».

Les SCI sont de plus en plus répandus à l'échelle internationale et l'efficacité des résultats viennent donner raison aux acteurs du domaine qui en vantent les vertus.

C'est le cas de Roger-Bruno Richard, architecte et professeur titulaire à la Faculté d'aménagement de l'Université de Montréal, qui les résume ainsi, en les comparant à la construction conventionnelle (en chantier) : alors que cette dernière est un service exclusif initié à la demande d'un client, « les SCI sont des produits. Des produits préusinés destinés au plus grand nombre », précise M. Richard.

Les SCI se distinguent notamment par leur adaptabilité aux changements, même si les structures modulaires affichent des dimensions standardisées, qu'il s'agisse de constructions préusinées de type «meccano», volumétrique (3D) ou hybride.

Comme les SCI s'appuient sur des procédés industriels qui en simplifient la production, la quantité d'unités à produire permet d'amortir les coûts élevés de l'outillage utilisé et de réduire les prix une fois le seuil de rentabilité atteint. «Diverses stratégies et technologies permettent de simplifier la production. Par exemple avec des matériaux à rendements multiples, comme des panneaux de béton cellulaire avec enduit, qui sont à la fois revêtement, isolation, pare-air et élément de charpente ou cloison», ajoute M. Richard.

À la chaîne, on rogne sur la qualité : mythe un

C'est plutôt l'inverse, souligne M. Richard. D'abord, affirme-t-il, la précision et l'efficacité de l'outillage en usine sont un gage de qualité des produits.

De plus, «les conditions de travail sont meilleures en usine, où les pièces sont à l'abri des intempéries et le personnel peut opérer sans la présence dérangeante d'échafaudages», ajoute le professeur Richard.

À la chaîne, on condamne la diversité et l'originalité : mythe deux

On pourrait aisément y croire car qui dit procédés industriels normalisés dit produits uniformes.

Et pourtant... Si plusieurs caractéristiques des produits – comme les dimensions et raccordements des pièces par

exemple – sont uniformisées, ces produits peuvent répondre à des besoins particuliers grâce au recours à quatre stratégies d'individualisation.

D'abord, la flexibilité du produit permet de relocaliser la position de certaines composantes. C'est le cas des cloisons amovibles, par exemple.

On peut également compter sur la flexibilité des procédés pour obtenir un produit unique. «On peut générer des produits différents à même la ligne de production par intervention mécanique ou numérique (extraction de matière ou impression 3D)», explique M. Richard.

La polyvalence permet aussi de personnaliser la construction usinée. En effet, les éléments de charpente, de distribution électromécanique et de circulations collectives constituent un support standardisé accueillant des cloisons / équipements / enveloppes variables en réponse aux spécificités des occupants dans l'espace et le temps. C'est ce qu'on désigne comme l'approche Open Building, précise le professeur Richard. Ainsi, on peut insérer des murs et des équipements tant à la verticale qu'à l'horizontale dans une ossature de type poutres et colonnes, ajoute-t-il.

Il cite l'exemple de l'Édifice NEXT-21 à Osaka, au Japon, dont l'ossature de béton permet de modifier les plans des appartements au gré des besoins et souhaits de ses résidents.

Enfin, avec la stratégie **combinatoire**, un nombre limité de composantes normalisées produites en grande série offre une multitude de variations lors de l'assemblage, un peu comme le jeu de Meccano. Le recours aux jointements boulonnés permet d'installer les pièces rapidement et de les reconfigurer facilement.

Le secret de leur adaptabilité a beau ne plus être bien gardé, les SCI sont loin d'être intégrés dans les habitudes de l'industrie de la construction au Québec, estime Roger-Bruno Richard. « Nous ne sommes pas assez audacieux. Il faudrait aller plus loin, développer des prototypes et des projets de démonstration », signale-t-il en citant un article du journal *The Economist* à l'effet que l'industrie de la construction est celle qui est la moins industrialisée, tirant vers le bas la productivité globale des entreprises.

Une fois les mythes déboulinés, il faudra amorcer la conversion.



© Gracieuseté, CIME Consultant

Construction à ossature légère : la migration vers la préfabrication s'accélère

Quiconque a déjà acheté des ensembles de blocs LEGO au cours des 10 dernières années aura remarqué la diversité des formes et l'ajout de multiples éléments de structure et de décor. Une complexification semblable a touché le secteur de la construction tant résidentielle que commerciale, institutionnelle et industrielle au cours des dernières années, ouvrant la porte à la préfabrication. Les réticences face à ce mode de construction s'effacent peu à peu, au fur et à mesure que les bâtiments préfabriqués affichent leur efficacité et leur succès.

« En effet, le produit est encore mal connu, mais ça devrait évoluer avec l'apport des différents professionnels de l'industrie », croit Jean-Pierre Fortier, ingénieur en structure de bois chez Pro-Fab, qui conçoit des bâtiments pour les secteurs commercial et industriel.

Jusqu'à il n'y a pas si longtemps et même encore aujourd'hui, les projets de construction étaient menés avec pour seul plan celui de l'architecte. Les plans d'ingénieur sont désormais aussi indispensables.

Les exigences accrues des consommateurs — popularité des aires ouvertes et des grandes fenêtres, air climatisé, échangeur d'air, etc. — complexifient le design et accroissent les contraintes techniques, augmentant du même coup le potentiel de risque d'erreur.

C'est pourquoi de plus en plus de constructeurs constatent que la préfabrication permet d'alléger cette complexité. Pour plusieurs d'entre eux, il s'agit désormais de la voie incontournable. D'ailleurs, chez Pro-Fab, le carnet de commandes est plein pour 2020.

Certaines firmes d'ingénierie se sont aussi engagées dans le virage du « préfab » pour y demeurer. C'est le cas de CIME Consultants, à Québec. « Il n'est pratiquement jamais arrivé depuis huit ans que nous n'ayons pas travaillé avec une charpente en préfabriqué », précise Marc-Antoine Méthot, ingénieur et associé de la firme.

Les atouts du « préfab »

Il faudrait pratiquement des entrepreneurs omniscients pour maîtriser parfaitement la complexification des projets de construction expliquée ci-haut. « Alors que chez nous, nous avons des experts dans tous les domaines, par exemple en joints d'étanchéité, un entrepreneur sur site aurait de la difficulté à payer pour les services de tous ces experts », ajoute Jean-Pierre Fortier.



© Gracieuseté, CIME Consultant



© Hotel Waastookuun. Gracieuseté, Pro-Fab.

Construire en usine permet en outre de prévoir chacun des éléments des modules pour pouvoir adapter la structure en fonction de l'installation ou de la pose de ces éléments, comme des conduits de ventilation par exemple. On évite ainsi d'endommager la structure comme il aurait fallu le faire en chantier. Sans compter le contrôle de la qualité assuré en usine, précise M. Méthot.

D'autre part, avec les modules préfabriqués prêts pour l'installation, les matériaux ne peuvent pas être endommagés par les intempéries. On sait par exemple que l'humidité peut entraîner le retrait dimensionnel du bois.

Évidemment, la rapidité d'exécution en usine surpasse celle du travail en chantier, ce qui accroît la capacité et le volume de production», souligne Jean-Pierre Fortier, en ajoutant que la préfabrication permet aussi d'assurer la stabilité des prix des projets.

Le préfab dans sa diversité: quelques immeubles imposants

L'entreprise Pro-Fab a conçu 14 modules qui s'élèvent sur deux étages sur pieux pour former le bâtiment rectangulaire de la **Station Uapishka**, une station de recherche scientifique située à Rivières-aux-Outardes dans les Territoires du Nord-Ouest. «L'entrepreneur s'est tourné vers nous pour avoir son projet à temps», indique Jean-Pierre Fortier. Sans compter les coûts, qui auraient été beaucoup plus élevés s'il avait fallu acheter les matériaux tels que les portes.

L'Hôtel Waastookuun, à Chisasibi, dans le nord du Québec est également l'œuvre de Pro-Fab, qui a conçu les fermes de toit ainsi qu'une partie du toit en usine. «C'était une question de main-d'œuvre», explique M. Fortier. Il ajoute que la main-d'œuvre locale n'avait pas les compétences pour ce genre de construction.

À Québec, Millenum Construction a recouru aux services de la firme CIME Consultants pour construire les quatre bâtiments des Façades du Mesnil, des condos haut de gamme. «Tout devait être fait rapidement, alors le choix du préfabriqué allait de soi», précise Marc-Antoine Méthot.

L'expertise de sa firme a également été utilisée pour la construction des **Promenades des Forts** (Groupe immobilier Brochu) à Lévis. Comme il s'agit d'un bâtiment de six étages, la construction était d'une durée assez longue pour devoir exposer l'immeuble aux affres de la saison froide. Opter pour la préfabrication permettait d'éviter cet inconvénient majeur.

La préfabrication est accessible dans toutes les régions du Québec, mais il est évident que les entreprises doivent pouvoir adapter la fabrication des modules aux particularités régionales. Dans le nord du Québec, par exemple, il faut penser à l'isolation à toute épreuve des fenêtres.



© Hotel Waastookuun. Gracieuseté, Pro-Fab.



© Station Uapishka. Gracieuseté, Pro-Fab.

Innover ensemble pour aider l'industrie à grandir

À la différence du reste du Canada et des États-Unis, il n'y a pas de gros joueurs dans le domaine de la préfabrication en construction au Québec. À titre comparatif, alors que les PME québécoises produisent de 400 à 450 unités par année, aux États-Unis, un seul projet de construction préfabriquée compte de 300 à 400 unités.

© Industries Bonneville



«On doit aider cette industrie à grandir, c'est important, soutient Pierre Blanchet, professeur titulaire de la Chaire industrielle de recherche du CRSNG sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB). L'automatisation et la robotisation sont des éléments très importants, mais ce ne sont pas les seuls.»

Il faut dire que l'automatisation coûte cher. Avec un marché soumis aux saisons, les entreprises québécoises de construction préfabriquée hésitent à y investir autant d'argent. «Il y a quatre ans, quand je parlais de ça on me disait "Quand je roulerai à 100%". Depuis un an, un an et demi, l'industrie est plus réceptive, non pas dans un esprit de croissance, mais plutôt pour maintenir l'activité actuelle qui subit, elle aussi, la rareté de la main-d'œuvre», ajoute M. Blanchet.

ICI : Initiative sur la construction industrialisée

En 2018, le ministère de l'Économie et de l'Innovation annonçait une aide financière de près de 300 000 \$ au créneau d'excellence Bois Chaudière-Appalaches (BOCA) pour appuyer la réalisation du projet de recherche *Initiative sur la construction industrialisée* (ICI) piloté par le CIRCERB. ICI se veut une réponse à la suite des chantiers Vision 2030.

«Nous avons proposé de lancer un projet de recherche. Les gens de la préfabrication ont été extraordinaires, souligne M. Blanchet. Ils n'avaient jamais rien fait auparavant avec le milieu universitaire et ils ont embarqué.»

Des sujets de recherches variés et concrets

ICI travaille sur une bonne douzaine de projets de recherche dont le grand objectif principal est l'exportation vers la Nouvelle-Angleterre. «Nos entreprises voient le volume qui se construit là-bas et veulent y aller, mais sans laisser tomber leur marché ici, explique M. Blanchet. On cherche donc

des façons de les aider à s'allier pour pouvoir accéder à ce marché.»

Ainsi, l'un des projets de recherche a trait au marketing : quelle image de marque doit être développée pour bien vendre nos entreprises en préfabrication chez nos voisins du Sud? Identification des attributs, des forces, des faiblesses, des opportunités sont entre autres au programme.

Un autre projet consiste à étudier le marché nord-est américain. Celui-ci a notamment permis d'apprendre que dans un rayon de 1000 km autour de Québec, le marché va progresser de 80 millions d'habitants dans les 10 prochaines années. Ce qui crée un bon nombre d'opportunités pour le marché de la construction qui devra répondre rapidement au besoin de logement de tous ces gens.

Zone test pour l'automatisation et la robotisation

Des discussions sérieuses sont en cours entre ICI, l'AMBSQ et Développement économique Nouvelle-Beauce, qui est porteur du dossier, pour lancer un programme de recherche spécifique en automatisation et en robotisation. Installé à Sainte-Marie, en Beauce, ce lieu d'expérimentation permettra notamment à des entreprises de tester l'automatisation et la robotisation de leur production avant de procéder à l'implantation dans leur usine.

Une recherche est également faite sur les modèles d'affaires possibles pour que des entreprises travaillent ensemble à l'étranger. Des modèles utilisés notamment dans le domaine du divertissement et de l'aéronautique sont évalués afin de voir quel type de travail collaboratif conviendrait le mieux à l'industrie de la construction préfabriquée.

Parallèlement à ça, un étudiant travaille à dresser la cartographie des réglementations aux États-Unis afin de permettre à l'industrie de se retrouver dans les différentes normes à rencontrer selon les États, voire les villes, où elle projette de faire affaire.

D'autres recherches concernent des sujets plus technico-pratiques. Par exemple, différents scénarios sont présentement explorés en ingénierie pour la conception d'un bâtiment de 20 étages préfabriqué en bois qui consisterait en une structure primaire destinée à accueillir un empilement de plus petits bâtiments.

Une étudiante au doctorat travaille quant à elle sur un système de connecteurs de type *quick connect* qui s'enclencherait automatiquement lorsque deux modules ou deux panneaux sont assemblés. Alors que le temps d'assemblage actuel est d'environ un module par heure, on vise avec ce système de connecteurs à assembler un module toutes les 15 minutes.

Ces projets de recherche sont toujours développés en partenariat avec les industriels afin de répondre à leurs besoins. « Il faut réussir à donner un élan à l'industrie, ensuite les entrepreneurs vont investir dans leurs usines. Si on ne bouge pas, si on n'aide pas, on va laisser la porte ouverte aux entreprises étrangères », souligne M. Blanchet.

La feuille de route de FPIInnovations

« En 2019-2020, FPIInnovations a investi 750 000 \$ pour des projets de recherche sur les technologies de transformation. Nous avons également élaboré une carte routière technologique sur un horizon de cinq ans spécifiquement sur l'industrialisation dans la construction en bois », explique Sylvain Gagnon, ingénieur chez FPIInnovations. Cette feuille de route compte pour plusieurs millions de dollars de projets. Son objectif principal est de positionner le Canada comme chef de file dans l'utilisation du bois et des systèmes de construction comme l'ossature légère et la construction massive en bois.

On s'attardera notamment à l'amélioration de la qualité du bois. Actuellement, celle-ci est tout à fait conforme aux besoins actuels de l'industrie de la construction. Toutefois, l'industrialisation apporte des besoins différents. Techniques de séchage, sciage et augmentation de la quantité de bois d'ingénierie sont tous des aspects qui devront suivre cette industrialisation de la construction.

Certains projets seront d'ailleurs travaillés en partenariat avec ICI, notamment sur des sujets de recherches tels que l'enveloppe du bâtiment, l'acoustique ou la vibration.



© Katerra

Faire entrer l'industrie de la construction dans l'ère numérique

Accompagner les entreprises de la construction québécoise dans leur transformation numérique afin d'accroître leur performance : voilà le but de l'Initiative québécoise pour la construction 4.0. Cette démarche, appuyée financièrement par le ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec, est menée par deux organismes habitués à soutenir la numérisation des entreprises, soit le Groupe BIM du Québec et l'Institut de gouvernance numérique, en partenariat avec les associations professionnelles du domaine de la construction.

Les entreprises sélectionnées parmi celles ayant manifesté leur intérêt à participer feront l'objet d'un diagnostic rigoureux où leur niveau de maturité numérique est évalué ainsi que leurs enjeux et leurs besoins, et ce, tout à fait gratuitement. Un plan d'action personnalisé est ensuite proposé par les experts de l'Initiative avec des indicateurs clés de performance pour assurer un suivi. Ce projet transformateur, qui requiert un engagement sérieux et un investissement en temps de l'ordre de 20 à 40 h réparties sur trois mois, est une véritable opportunité d'optimiser ses processus et de monter une implantation BIM structurée et planifiée.



© Goscobec



FONDS
de solidarité FTQ

**On a tous
une entreprise
à faire grandir.**

Du financement sur mesure
et des prêts sans prise de garantie,
c'est ce que le Fonds peut offrir
aux entrepreneurs d'ici.

On a tous
un Fonds
de solidarité.

fondsftq.com/entreprise



© Katerra

Katerra : techno et bois à la conquête du marché de la construction

Avez-vous déjà entendu parlé de l'ambitieux projet de Quayside Toronto? Ce quartier de hautes technologies en bordure du lac Ontario et imaginé par Sidewalk Labs, une société sœur de Google spécialisée en innovation urbaine, prévoyait être construit entièrement en bois par Katerra, une entreprise de construction de la prolifique Silicon Valley. Fondée en 2015, cette dernière entreprise a vu grand avec sa vision peu commune des affaires. Guidée par l'objectif « *smarter, better, faster* » et appuyée par de solides apports financiers, l'entreprise se base sur l'intégration des technologies pour faire progresser la construction en bois. Plus précisément, elle contrôle pratiquement toutes les étapes du processus, offrant ainsi un interlocuteur unique à ses clients pour la gestion de projet. Portrait d'une entreprise qui repense de fond en comble la façon de construire des bâtiments.

Dans un document préparé pour le Bureau d'exportation des produits du bois du Québec (QWEB) par Samuel Guy-Plourde du CIRCERB, *Cartographie du modèle d'affaires Katerra*, on explique que l'entreprise « se base sur deux améliorations significatives du processus de construction habituel pour révolutionner l'industrie de la construction ». Tout d'abord, les fondateurs de l'entreprise ont innové en considérant au départ le bâtiment comme un produit, alors qu'il est traditionnellement considéré comme un service. Cette vision a depuis évolué pour considérer le bâtiment comme une plateforme subdivisée en composantes ou solutions de construction optimisées. Pendant que la majorité des industries de la construction conçoivent et fabriquent pour répondre aux besoins de chaque client, Katerra développe quant à elle des *Building Platforms*. Il s'agit essentiellement de bibliothèques de parties de bâtiment prêtes à être assemblées pour former des bâtiments types destinés à différentes applications. Ces modèles de construction et d'assemblage sont optimisés et standardisés tout en offrant des possibilités de personnalisation, augmentant ainsi de façon significative la rapidité de construction.

L'autre élément distinctif est l'intégration essentiellement verticale. Katerra s'assure de son approvisionnement en amont de la construction des modules en développant et produisant elle-même les éléments présents dans un bâtiment, dont les portes et les fenêtres, les éléments structuraux et les matériaux de finition.



© Benjamin Benschneider



© Benjamin Benschneider

Catalyst : un premier projet ambitieux en CLT pour Katerra

Ce bâtiment de 13 935 m² (150 000 pi²) sur 5 étages situé dans l'État de Washington est une première pour Katerra. Inauguré le 17 septembre dernier, il s'agit non seulement du premier projet en bois lamellé-croisé de l'entreprise, mais également des premiers panneaux en CLT produits par son usine de Spokane. À pleine capacité, cette usine ultramoderne peut produire jusqu'à 1500 panneaux de 12 pi par 60 pi par mois, soit l'équivalent de 185 000 m³ de bois par année.

Pour construire ce bâtiment, Katerra s'est associé à la célèbre firme Michael Green Architecture de Vancouver (qu'elle a d'ailleurs acquise en 2018) ainsi qu'à McKinstry pour l'ingénierie électromécanique. Katerra a pris en charge toutes les étapes de la construction : de la conception (incluant l'architecture et l'ingénierie) à la fabrication et à l'assemblage des éléments structuraux sur le chantier. Un employé raconte même avoir pu travailler à la fois à l'usine et sur le chantier de construction du projet.

En plus d'être un bâtiment net zéro sur le plan de la consommation énergétique, celui-ci comporte plusieurs caractéristiques innovantes pour réduire au maximum l'utilisation de l'acier et du béton dans ce projet pour des raisons environnementales. Les planchers, les plafonds, les murs de refend et même l'enveloppe extérieure du bâtiment sont en CLT. En collaboration avec la Washington State University et l'université de technologie de Graz, Katerra a développé un système de plancher d'une portée de 30 pi en bois massif qui ne nécessite pas l'utilisation d'une chape de béton comme c'est le cas dans la plupart des bâtiments du même type afin de limiter l'effet des vibrations. Pour l'enveloppe, Katerra a choisi d'utiliser un système de mur-rideau fait à partir de panneaux de CLT à trois plis et d'une longueur de deux étages.



© Benjamin Benschneider



© Katerra

Katerra en quelques données

5 usines fixes en plus de quelques usines mobiles

Plus de **20 acquisitions**

R&D en automatisation, robotique et intelligence artificielle

Plus de **8 000 employés**

Valorisation (2019) : 4 milliards \$ US

Revenus (2019) : 2 milliards \$ US

Services : clés en main, fournisseur de matériaux, rénovation et services professionnels

Un modèle viable au Québec?

«Katerra a des choses intéressantes, mais elle manque un peu de sensibilité. On peut s'en inspirer, mais ce n'est pas un modèle que j'idéalise», croit Pierre Blanchet, professeur titulaire de la Chaire industrielle de recherche du CRSNG sur la construction écoresponsable en bois.

Il ajoute que la préfabrication est une solution possible à plusieurs problématiques comme le manque de main-d'œuvre et le besoin d'augmenter la productivité générale. «On ne pourrait pas avoir une entreprise de l'envergure de Katerra. Je ne vois pas comment des entreprises au Québec pourraient avoir une capitalisation de cette ampleur et la façon dont notre filière est structurée rend difficile la mise en place d'un modèle comme celui-ci, mais Katerra peut nous servir d'inspiration pour certains aspects», ajoute M. Blanchet.

Roger-Bruno Richard, professeur titulaire à la Faculté de l'aménagement de l'École d'architecture de l'Université de Montréal, est d'avis lui aussi qu'il est prématuré de proposer la mise sur pied d'une organisation telle que Katerra. « Mais un modèle d'affaires basé sur une organisation mixte serait réaliste et envisageable. Il s'agit de distribuer les opérations entre plusieurs manufacturiers complémentaires et de viser un marché de grande envergure, soit un minimum de 1000 logements par année pour le secteur industriel, en mesure d'amortir les investissements requis », explique-t-il. Il voit trois façons possibles de former cette organisation mixte : un consortium de partenaires, le leadership d'un conglomérat ou la commandite d'envergure.

On peut donc facilement constater que le marché local peut difficilement permettre d'amortir les investissements. Les manufacturiers québécois devront alors se tourner vers l'exportation. «Si au Québec, on veut compétitionner Katerra, il faut designer des systèmes plus élaborés au niveau stratégie, trouver une façon d'optimiser le design, de simplifier le DfMA (Design for Manufacturing and Assembly), d'incorporer des stratégies d'individualisation pour adapter le produit aux besoins, surtout du résidentiel. Il faut aussi une stratégie marketing pour aller chercher la quantité et construire des projets de démonstration ici qui serviront de vitrine à leur mise en marché. Il faut être audacieux, investir pour faire avancer la technologie. Le contexte de rareté de main-d'œuvre forcera le virage vers l'industrialisation», conclut M. Richard.



© École Klein, SeArch.

Quand la construction se met au diapason du développement durable, ou l'approche DfD

Vous avez sans doute déjà remarqué ces modules préfabriqués temporaires attendant aux écoles trop bondées dans certaines régions du Québec? Ils sont parfois comparés à des bunkers de prisonniers. Il existe pourtant une alternative à ces bâtiments à l'esthétique sans attrait. Une école préusinée pouvant être démontée, réaménagée et ayant belle allure? Elle existe, à Amsterdam. Elle a été conçue avec l'approche *Design for Disassembly* (DfD), qui permet justement de remodeler sans démolir. Les systèmes de construction industrialisés (SCI) ouvrent la porte à cette approche et c'est en l'adoptant que l'industrie de la construction au Québec aura en main la clé pour entrer dans l'ère du développement durable.

Même si le vocable industrialisé est rarement associé à l'expression développement durable, le cas des SCI fait exception, comme l'explique Roger-Bruno Richard, professeur titulaire à la Faculté d'aménagement de l'École d'architecture à l'Université de Montréal. Car qui dit développement durable dit absence de gaspillage. Les protocoles stricts de contrôle de la qualité, la normalisation des détails de même que la précision de l'outillage réduisent les risques de déficiences et permettent justement d'éviter le gaspillage.

«Ce qui se déroule en usine est à l'abri des perturbations climatiques et permet d'amortir des procédés capables de simplifier la production; donc de réduire les coûts, signale M. Richard. De plus, les étapes d'une ligne d'assemblage sont rationalisées et la configuration du produit vise à favoriser l'installation sur le site.»

Recyclage et réutilisation ne font désormais qu'un. L'adaptabilité aux changements et aux besoins est l'un des atouts des SCI. Le recours aux jointements mécaniques (boulons) plutôt qu'aux adhérences chimiques (soudure, mortier, colle...) fait en sorte que ces joints ne sont pas irréversibles. On peut donc aisément démonter les modules ou leurs cloisons, partiellement ou en totalité, pour pouvoir ensuite les reconfigurer. « Et même si ce sont des éléments uniformisés, on peut les assembler de multiples façons », souligne M. Richard.

Les activités humaines étant en constante évolution, il est essentiel que le bâtiment puisse répondre à des besoins différents sans démolition... et s'inscrire pleinement à l'agenda du développement durable.

C'est ce que l'on nomme désormais l'approche *Design for Disassembly* (DfD). On fait aussi souvent référence au *Design for Manufacturing and Assembly* (DfMA) lorsqu'on parle des SCI. Alors que la «préfabrication» indique un travail fait d'avance et/ou ailleurs quel que soit le niveau technologique, le DfMA implique un design simplifié en vue de faciliter l'usinage et l'efficacité de l'assemblage, selon le professeur Richard.

Moins de pertes

Il y a en effet de quoi s'y intéresser, car l'adaptabilité des SCI expliquée ci-haut va de pair avec d'autres qualités en matière de développement durable.

D'abord, l'usine reçoit de ses fournisseurs des éléments préoccupés ayant des dimensions standardisées et achemine au chantier des assemblages prêts à installer, ce qui permet d'éviter les pertes, qui sont de 50% moins élevées qu'avec le recours au béton coulé sur le site.

Comme la démolition représente 90% des pertes associées à l'industrie de la construction, le fait de l'éviter – et qui plus est, de valoriser à long terme les éléments de la construction – répond fortement aux exigences du développement durable.

De l'école à l'espace pour amateurs de F1

À Amsterdam, au moins une école évitera le débordement même lorsque d'autres petites familles voudront y inscrire leur marmaille. L'École Klein, construite entre 2017 et 2019, était constituée au départ de 34 modules volumétriques de 8,7 mètres X 3,30 mètres pouvant accueillir 180 élèves. On y ajoutera 14 modules dans quelques années et 360 jeunes pourront y suivre leurs cours. Par la suite, le tout est destiné à être relocalisé.

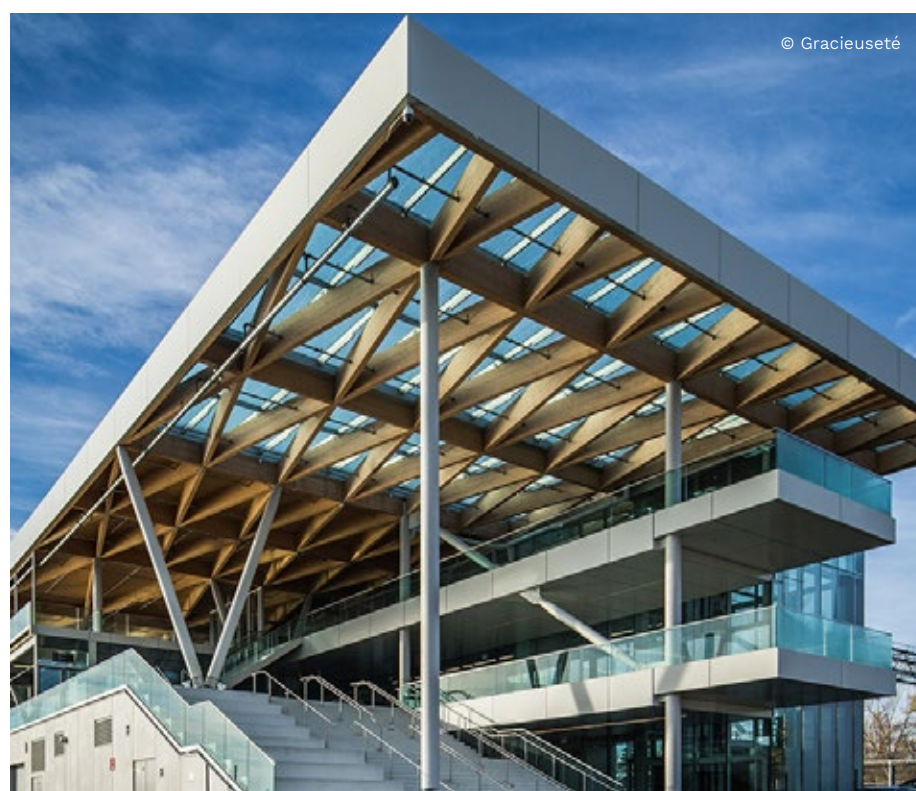
Au Japon et en Australie, les maisons préusinées Shawood de l'entreprise Sesikui House sont constituées de poutres et de colonnes en bois lamellé à jointements boulonnés encapsulés. Leur montage est facile et rapide en raison de l'encoche supérieure ouverte du connecteur en « U », qui permet par la suite d'aligner les autres boulons.

Au Québec, L'Espace Paddock du circuit Gilles-Villeneuve, au parc Jean-Drapeau, à Montréal, est le premier bâtiment en bois d'ingénierie démontable sans démolition. Il est d'ailleurs le lauréat du Grand Prix d'excellence 2020 de l'Ordre des architectes du Québec (OAQ).

Fait cocasse, la construction préusinée n'était pas préméditée, explique Éric Gauthier, architecte chez FABG, qui a conçu le bâtiment en poutres et colonnes assemblées à l'aide de boulons. « Nous devions réaliser un gros projet en un court laps de temps, en hiver, alors la préfabrication était une option intéressante » relate-t-il.

La structure démontable cadrait d'ailleurs fort bien avec l'esprit d'Expo 67, dont les bâtiments sont démontables.

Éric Gauthier souligne que le choix de la construction industrialisée s'est imposé en cours de conception comme une prise de conscience environnementale.





© École primaire régionale Riverside, Arvida. Photos: Ulysse Lemerise.



Construire de nouvelles classes en l'espace d'un été

Que ce soit pour faire face à une augmentation ponctuelle du nombre d'élèves ou pour relocaliser temporairement des classes le temps de procéder à des rénovations majeures, les classes modulaires en bois, qu'elles soient à ossature légère ou en bois massif, répondent rapidement et confortablement aux besoins des élèves et des enseignants.

Chez RG Solutions, l'été 2018 a été consacré à fabriquer des complexes de classes modulaires, certains à un étage, d'autres sur deux niveaux. L'année 2019 a aussi vu plusieurs classes occuper le carnet de commandes.

De conception standard, les complexes modulaires de l'entreprise comptent de quatre à huit classes et sont faits en ossature légère avec l'intégration d'une structure métallique afin d'avoir une plus grande portée sans utiliser des poteaux de soutien qui encombreraient l'espace. Du bois d'ingénierie structural est également incorporé et, à la demande des clients, du bois lamellé-collé.

Chez Nordic Structures (Chantiers Chibougamau), c'est de bois massif que sont faites les classes modulaires comme celles de l'école primaire régionale Riverside, à Arvida. Pour leur conception, l'entreprise a travaillé en étroite collaboration avec le Central Quebec School Board, des architectes spécialisés en conception d'écoles ainsi qu'avec le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) qui a soutenu, par le biais du Programme de vitrine technologique, le risque associé au développement du concept.

Faits de panneaux massifs en bois lamellé-croisé avec quelques poutres en bois lamellé-collé, les modules de classes sont chaleureux, lumineux et offrent les avantages reconnus à la construction modulaire tels que la performance acoustique et énergétique. Le concept développé pourra facilement être répliqué : fenestration abondante et deux dimensions de classe proposant un grand espace d'enseignement qui surpasse même l'espace disponible dans certaines écoles.

Les classes modulaires : plusieurs avantages

Indéniablement, la construction modulaire permet de répondre rapidement aux besoins des écoles en plus des autres avantages reconnus à ce type de construction : meilleur contrôle des coûts et des délais en plus de la qualité supérieure d'une construction faite à l'intérieur. Par exemple, Nordic Structures a construit et livré en moins de deux mois ses deux classes pour l'école d'Arvida. Le montage sur le chantier n'a occupé qu'environ deux semaines de cet échéancier, temps qui peut varier d'un projet à l'autre. Le tout a été réalisé pour moins de 250 000\$ par classe modulaire.

Dans le cas de la construction d'écoles modulaires à ossature légère en bois, il faut en moyenne compter de deux à trois semaines pour fabriquer en usine les quelque 10 modules nécessaires à la réalisation d'une école de quatre classes sur un étage, à quoi s'ajoutent deux semaines de montage sur le chantier. Pour une école de huit classes (20 modules) sur deux étages, la fabrication nécessite généralement de trois à quatre semaines, suivie de quatre semaines de montage sur le chantier. En 2018, les coûts pour une école de quatre classes se chiffraient à environ 120 M\$ alors que pour six classes sur deux étages, le coût s'élevait à près de 215 M\$. Il est important de préciser que ces coûts n'incluent ni les fondations, ni les corridors incombustibles, ni l'entrée électrique principale, ni les modifications à apporter au bâtiment existant.

Dans les deux cas, les enseignants et les élèves qui ont été installés dans ces locaux temporaires ont aussi eu la chance de profiter de locaux neufs, bien ventilés et souvent climatisés... ce qui n'est pas le cas pour plusieurs écoles québécoises dont les infrastructures sont vieillissantes!

Les défis de la construction de classes modulaires

Les commissions scolaires (maintenant les centres de services scolaires) préfèrent louer sur des termes généralement de cinq ans plutôt que d'acheter. «Malheureusement, le fait que ce soit loué contribue à l'image véhiculée dans les médias que ce sont des roulottes de chantier, confie Stéphane Dufresne, vice-président ventes et marketing chez RG Solutions. On entend que les classes modulaires ont une durée de vie de cinq ans, ce qui est en fait la durée de l'entente de location. La classe modulaire, si on l'entretient comme on le ferait pour n'importe quelle autre construction, a une durée de vie dans les 30 ans.»

Pour le moment, il n'y a pas beaucoup de demandes pour des classes modulaires permanentes. Comme le souligne Frédéric Verreault, directeur exécutif du développement corporatif chez Nordic Structures, le marché doit prendre le virage vers le pérenne et le modulaire est une solution qui s'impose par ses nombreux avantages. Par contre, l'été dernier, Nordic Structures a livré d'autres classes modulaires à l'école de la Cité-des-Jeunes à Vaudreuil-Dorion, signe que le vent est peut-être lentement en train de tourner.

Toutefois, afin de profiter pleinement des avantages du modulaire notamment en termes de rapidité, mais aussi dans l'optique de diminuer les coûts, le marché aurait tout intérêt à aller vers une certaine standardisation, croit Stéphane Dufresne de RG Solutions. «Présentement, chaque projet a un nouveau concept. Un consensus entre les commissions scolaires avec des plans préapprouvés permettrait d'accélérer le processus», précise-t-il.

Selon le rapport SmartMarket Prefabrication and Modular Construction 2020, 25 % des architectes et ingénieurs qui ont pris part à l'étude ont mentionné avoir l'intention de faire appel à la construction modulaire dans leurs projets d'écoles au cours des trois prochaines années.



© École Guillaume-Couture, Gracieuseté, RG Solutions.

Quand l'ossature légère et le modulaire deviennent hôtels

Chez nos voisins du sud, de grands noms du monde hôtelier tels que Hilton et Marriott choisissent la construction modulaire pour leurs nouveaux hôtels. Cette tendance se dessine également ici, au Québec. Portrait de ce qui se passe de part et d'autre de la frontière.

© Cecobois

Du côté des États-Unis : Hilton et Marriott

En juin 2019, Hilton a ouvert un premier hôtel de construction modulaire dans la baie de San Francisco. Cette façon de procéder permettait ainsi de répondre à un besoin commun à tous les propriétaires hôteliers : construire en de courts délais pour accueillir des visiteurs rapidement et ainsi commencer à rentabiliser plus vite l'investissement. Dans le cas du Home2 Suites by Hilton, il aura fallu environ la moitié du temps habituel de construction. Hilton compte construire d'autres hôtels modulaires aux États-Unis ainsi qu'au Royaume-Uni.

Marriott International, quant à lui, compte déjà une trentaine d'hôtels construits en modules. Pourquoi? Les coûts de construction moindres, le défi de recruter de la main-d'œuvre et une meilleure qualité de construction, notamment pour l'insonorisation et l'isolation, comptent parmi les raisons. L'entreprise a même pris les devants en créant des prototypes de modules pour six de ses marques et forme les architectes et entrepreneurs sur la façon d'utiliser le modulaire pour ses différents projets.

Et au Québec?

En 2009, le promoteur du Holiday Inn Express & Suites de Saint-Hyacinthe a choisi la construction à ossature légère. Les avantages étaient nombreux, notamment la qualité assurée par l'expertise québécoise en matière de construction à ossature légère en bois ainsi que le temps réduit sur le chantier grâce à l'utilisation d'éléments préfabriqués et préassemblés en usine. Cet hôtel de quatre étages a été le premier au Québec à recevoir une certification LEED. La chaîne a ensuite récidivé avec les hôtels de Vaudreuil-Dorion et de Trois-Rivières.

Les avantages de la construction modulaire en hôtellerie

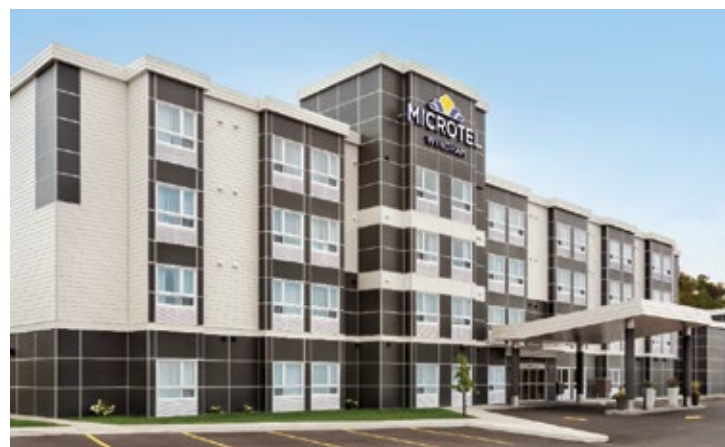
- Plus rapide que la construction traditionnelle
- Constance entre chaque unité
- Qualité assurée par la construction à l'abri des intempéries
- Isolation et insonorisation grâce aux modules qui créent de doubles planchers et plafonds
- Gestion de projet facilitée

Groupe RCM : constructeur d'hôtels modulaires des deux côtés de la frontière

Groupe RCM donne dans le bâtiment modulaire multiétages depuis plus de 15 ans, et ce, des deux côtés de la frontière. C'est l'entreprise derrière la construction, entre autres, d'un Hampton Inn et d'un Best Western à New York, des établissements d'une centaine de chambres chacun.

«L'évolution de la construction modulaire est plus grande aux États-Unis qu'ici, explique Gilbert Trudeau, président de Groupe RCM. Ils pensent déjà modulaire, les promoteurs sont à l'aise de dire à l'architecte de dessiner pour une construction modulaire. Au Québec, le concept fait de plus en plus sa place. On travaille présentement avec de grands bureaux d'architectes pour des hôpitaux et ça permet de faire connaître cette façon de construire.»

Au Québec, Groupe RCM offre une solution clé en main. Les modules pour les hôtels sont livrés avec les revêtements de plancher, la tapisserie, le lit, les meubles d'appoint, les rideaux, le mobilier de la salle de bain et bien entendu toute la plomberie et l'installation électrique. Une fois sur le chantier, il ne reste qu'à assembler et à poser le revêtement extérieur. «La répétabilité est un gros avantage pour les chaînes. Ça assure le respect de leurs standards, explique M. Trudeau. Là où on est moins avantagé, c'est dans la personnalisation, mais il y a possibilité de modifications mineures.»



Microtel Val-d'Or, hôtel modulaire construit par Groupe RCM.

Pro-Fab : deux hôtels ces dernières années

«Le nerf de la guerre, c'est la planification, soutient Jean-Pierre Fortier, ingénieur chez Pro-Fab. Si on peut concevoir dès le début notre projet en modulaire, ça permet de tirer le meilleur parti tant en termes d'utilisation de l'espace, des coûts que du design.»

Dès que la production est enclenchée dans cette usine suffisamment grande pour fabriquer 14 modules en même temps, précision et coordination entre les différentes disciplines sont cruciales afin que les pièces du puzzle s'assemblent adéquatement une fois arrivées sur le chantier. Électricité, climatisation, lignes de gicleurs, tuyauterie, plomberie, vanités, robinetterie, tablettes, portes... tous ces éléments sont assemblés dans les modules avant qu'ils ne quittent l'usine.

Pro-Fab a également livré des hôtels en région éloignée. La construction modulaire représente des avantages supplémentaires dans ce cas-ci. Elle pallie la rareté de main-d'œuvre, minimise l'impact sur l'environnement autour du chantier et nécessite moins de déplacements des professionnels qui peuvent venir en usine inspecter les modules avant leur expédition.

Le premier, l'hôtel Waastooskuun à Chisasibi, Baie-James, est un bâtiment comportant deux ailes pour un total de 30 modules installés autour d'une partie centrale. Le deuxième projet, l'auberge de la Station Uapishka, située près du cratère de la Manicouagan, consistait à remplacer le bâtiment existant qui allait être inondé. Pour ce projet à faible consommation énergétique, le revêtement en bois a été installé en usine et les modules ont été érigés sur des pieux.

Selon le rapport SmartMarket Prefabrication and Modular Construction 2020, 43 % des architectes et ingénieurs qui ont pris part à l'étude ont mentionné avoir choisi la construction modulaire ces trois dernières années pour leurs projets d'hôtels et 34 % ont soutenu que ce sera leur choix pour les trois prochaines années.



Installation des modules de l'auberge de la Station Uapishka par Pro-Fab.



La Cache du golf de Beauceville en cours d'assemblage par Groupe RCM.



La Cache du domaine à Thetford Mines construit par Groupe RCM



La Cache du golf de Beauceville par Groupe RCM.



© Cecobois

Selon le rapport SmartMarket Prefabrication and Modular Construction 2020, le bâtiment multifamilial est le plus populaire dans les intentions des ingénieurs et architectes d'utiliser la construction modulaire au cours des trois prochaines années.

Multirésidentiel : Construire en hauteur avec le modulaire

La construction en bois gagne en hauteur ici comme ailleurs dans le monde. Si le Québec comptait déjà quelques projets multirésidentiels de quatre étages construits en modulaire, le projet Loggia à Saint-Lambert a changé la donne en devenant en 2017 le premier immeuble locatif de six étages en bois utilisant cette méthode de production en usine au Canada. Portrait d'un pionnier.



© Steve Montpetit

«La commande a été donnée par Industries Bonneville, qui était partenaire du projet, pour démontrer que le modulaire dans la construction multilogements, c'est possible», rappelle Alexandre Blouin, associé chez Blouin-Tardif Architecture-Environnement. Les deux entreprises comptaient déjà à leur actif des constructions multirésidentielles modulaires de quatre étages.

Les 78 modules de la première phase ont été entièrement construits en usine et installés au chantier en sept jours seulement. Une équipe de seulement douze hommes assistés d'une grue a suffi. Le projet Loggia mise sur la dernière version de la technologie SIM (structure indépendante modulaire) des Industries Bonneville. Cette technologie prévoit de laisser volontairement un espace d'air entre chaque module : chaque unité d'habitation est ainsi structurellement indépendante et possède ses propres murs, planchers et plafonds.

Malgré les nouvelles possibilités offertes à la construction multirésidentielle en bois sur six étages dans le code du bâtiment, le choix de la construction modulaire a été source de quelques défis pour l'équipe de M. Blouin. «L'épaisseur des murs et le fait que ce soit des modules faisaient qu'on devait penser à une trame fonctionnelle. Les modules ont tous de 12 à 16 pieds. Certaines parties sont ouvertes alors que d'autres doivent être fermées parce qu'on travaille avec de grandes boîtes. Notre équipe a travaillé très fort avec les gens d'Industries Bonneville pour aménager l'espace. Ce qui est toutefois intéressant avec les modules, c'est qu'on ne travaille plus uniquement en pieds carrés. Faire des modules un peu plus grands, ça ne coûte pas vraiment plus cher, alors on peut faire des appartements plus grands», explique l'architecte.

Ainsi, le projet Loggia offre des logements spacieux avec des plafonds de 9 pieds, de grands balcons et une grande fenestration.

L'intégration du bâtiment était également un enjeu important. Construit dans un ancien secteur industriel de Saint-Lambert, adjacent à un quartier résidentiel où les maisons ne dépassent pas deux étages, le Loggia se devait de se faire discret. «Nous avons intégré des retraits aux 4^e, 5^e et 6^e étages, modulé la volumétrie, utilisé de la brique d'argile pour les étages du bas et un revêtement métallique très pâle pour les étages du haut afin de minimiser l'impact visuel», explique M. Blouin, ajoutant qu'au niveau technique, la volonté de ne pas ajouter une structure de support de maçonnerie à la structure de bois a nécessité de travailler selon la technique de maçonnerie porteuse.

La construction modulaire dans le secteur multirésidentiel comporte les mêmes avantages que dans les autres secteurs de la construction : qualité inhérente à la construction des modules en usine à l'abri des intempéries, bon coefficient d'insonorisation dû aux doubles murs formés par l'assemblage des modules créant ainsi un espace entre chaque appartement et possibilité de raccourcir les délais de construction, notamment parce qu'il est possible d'avancer la construction pendant que les fondations sont en préparation.

Toutefois, ce type de construction est encore rarement choisi dans le secteur multirésidentiel. «Le code du bâtiment a allégé les règles pour la construction en bois sur six étages, mais ça vient avec une certaine complexité. Ce n'est toutefois pas insurmontable et cette technique de construction offre une alternative au manque de main-d'œuvre», conclut M. Blouin.

Les partenaires du projet

Aire du bâtiment : 1 238 m²

Industries Bonneville : copromoteur, fabrication des modules

LSR GesDev : copromoteur, gestion d'immeuble

Gestion Rodier : entrepreneur général

Blouin Tardif architectes : architecture

St-Georges : génie civil

Groupe CME : génie mécanique et électrique

Louis Dubuc : architecture de paysage

Préfabriquer certains éléments structureux

L'industrialisation de la construction a également été mise à contribution dans la réalisation du projet Le Prisme de Logisco, à Québec. Les phases C et D comportent deux bâtiments de 6 étages pour un total de 2 179 m² faits d'ossature légère ainsi que d'éléments structureux préfabriqués en usine.



Le Majella : renaître de ses cendres en un temps record

Cinq mois de travail envolés en fumée en une nuit. Un défi, jugé irréaliste. Un exploit : un immeuble à ossature légère reconstruit en 93 jours. Les premiers locataires des 70 logements de ce bâtiment de Val-Bélair ont emménagé en juillet dernier, alors que la livraison initiale de l'immeuble était prévue le 1^{er} juin. Il n'y a pas eu de miracle, mais la volonté du constructeur, de ses sous-traitants et des fournisseurs de revoir rapidement leur œuvre s'ériger là où le feu a été sans pitié. Le recours à la préfabrication s'est aussi avéré d'un grand secours pour relever ce défi. Récit d'une reconstruction étonnante.

Le projet était ambitieux : un immeuble à logements comprenant 144 unités réparties sur cinq étages, construit en ossature légère.

«Ce bâtiment était à l'origine particulièrement solide, fait remarquer Jean-Philippe Carrier, associé principal et ingénieur en structures chez L2C Experts, la firme choisie pour ce projet par Logisco, qui a construit l'immeuble. Il y avait un mur coupe-feu entre les deux phases en maçonnerie et les contreventements incorporent des systèmes de mise à la terre en tiges continues, ce qui le rendait plus costaud».

La construction avait débuté en août 2019. Le béton était coulé en septembre, la structure de bois érigée avant Noël et la construction de cette première phase de 70 unités était complétée en janvier 2020. Puis le 6 février en fin d'après-midi, l'improbable survient : les flammes s'étaient emparées de l'immeuble.

Le constat des dégâts s'est rélévé consternant : la totalité de la structure était démolie et 80 % de l'ensemble n'était plus qu'un amas de débris. Le bâtiment s'était effondré sur la dalle structurale.

Sans le préfab, pas de record

Constructeur et ingénieurs avaient le même objectif en tête : reconstruire en un temps record. «Nous nous sommes assurés d'avoir l'engagement de nos sous-traitants et fournisseurs», mentionne Véronique Roberge, vice-présidente construction chez Logisco.

Il fallait en premier lieu s'assurer que la dalle structurale demeurait conforme, relate M. Carrier. Fort heureusement, les experts qui l'ont examinée ont conclu qu'elle avait été entièrement épargnée.

«Il a ensuite fallu préparer les ancrages pour s'assurer que la retenue latérale du bâtiment soit continue et complète,

explique-t-il. Nous avons utilisé un coupleur métallique pour repositionner les tiges et replacer les contreventements».

Les spécialistes ont ensuite érigé des colonnes temporaires au sous-sol pour s'assurer que la dalle pourrait supporter une grue de gros gabarit afin de permettre d'accélérer la construction.

Le 10 mars, les cinq niveaux étaient en place. «Nous avons travaillé à une vitesse exceptionnelle, à raison d'un étage par semaine», signale M. Carrier. Le montage des murs et des poutrelles, l'inspection en chantier et l'installation des balcons et des éléments structuraux ont suivi et 93 jours plus tard, la construction était terminée... malgré les quatre semaines de pause imposées par la pandémie.

De telles prouesses de construction n'auraient pas été possibles sans les atouts de la préfabrication, souligne M. Carrier. «Ça a été la clé du succès. Le fait que les murs et les fermes de toit arrivaient en chantier toutes prêtes à être installées, mais aussi le fait que l'ossature n'a pas besoin d'être supportée temporairement pendant que le béton sèche ont été de gros avantages», explique-t-il.

Le recours aux poutrelles à portée double a aussi permis de gagner du temps, ajoute Véronique Roberge.

On n'aurait pas pu crier victoire aussi hâtivement avec un autre type de structure. En effet, la mauvaise qualité du sol sur ce site aurait nécessité l'installation de pieux ou le recours au béton ou à l'acier pour accroître sa capacité portante. «L'ossature légère a permis de construire à cet endroit un bâtiment avec un aussi gros gabarit», signale M. Carrier.

Les locataires ont pris possession de leur logement le 17 juillet dernier et la phase 2 était en construction en août. Ajoutons la fierté de l'exploit accompli et il y a de quoi faire oublier le cauchemar du feu.



cecobois remercie ses commanditaires et partenaires

COMMANDITAIRES NATIONAUX

PARTENAIRES OR

PARTENAIRES ARGENT

PARTENAIRES BRONZE

PARTENAIRES BASE

Apprenez-en plus sur les systèmes de construction et la construction industrialisée en bois

Afin d'aider les professionnels du bâtiment à mieux suivre les nombreux changements qui surviennent dans le domaine de la construction en bois, l'équipe Systèmes de construction de FPInnovations a pris l'engagement de produire une nouvelle série d'InfoNotes, soit de courts documents qui résument les projets et travaux en cours. Ces documents permettent d'avoir un premier aperçu des nouveautés et des sujets à avoir à l'œil.

La première série d'InfoNotes est déjà disponible en ligne sur le blogue de FPInnovations. Celles-ci portent principalement sur l'apparition encore récente de la construction massive en bois et des nouvelles approches de construction industrialisée ou modélisée.

Pour consulter les InfoNotes disponibles : <http://blog.fpinnovations.ca/blog/2020/09/23/nouvelle-serie-dinfnotes-sur-des-sujets-lies-aux-systemes-de-construction-et-a-la-construction-industrialisee/>

