

Projet de démonstration RNCan : Édifice GSK

par

Kim Lajoie, ing. jr
Chercheur
Systèmes de Construction

30 août 2011
Révisé le 22 septembre 2011

*Ce projet a été réalisé avec le soutien financier du Service canadien des forêts
en vertu de l'entente de contribution entre le gouvernement du Canada
et FPIinnovations*



Kim Lajoie
Chercheur



Christian Dagenais
Réviseur



Richard Desjardins
Directeur du département

Table des matières

| | |
|---|----|
| Remerciements | ii |
| Liste des figures | iv |
| 1 Objectifs | 1 |
| 2 Introduction | 1 |
| 3 Contexte | 1 |
| 4 Équipe technique | 2 |
| 5 Concepts élaborés | 3 |
| 6 Produits du bois utilisés | 5 |
| 7 Discussion | 6 |
| 8 Financement de Ressources naturelles Canada | 6 |
| 9 Conclusions | 7 |

Liste des figures

| | | |
|----------|-------------------------------------|---|
| Figure 1 | Édifice GSK..... | 2 |
| Figure 2 | Colonnes à diamètre variable..... | 3 |
| Figure 3 | Colonnes inclinées à 45 degrés..... | 4 |
| Figure 4 | Ferme tridimensionnelle..... | 4 |

1 Objectifs

Par l'entremise du programme de relance économique du Canada de 2009, le gouvernement fédéral vise à financer des projets de démonstration à grande échelle de l'utilisation innovante de produits du bois dans la construction non résidentielle (telles que la construction d'écoles, de résidences supervisées, de commerces de détail).

Ces projets de démonstration mettront en évidence les utilisations innovatrices du bois dans les applications non résidentielles ainsi qu'un accent sur les bénéfices environnementaux de l'utilisation du bois, ce qui facilitera le développement et l'expansion des marchés qui sont de plus en plus sensibles aux considérations environnementales.

La démonstration de la faisabilité de ces projets servira d'étude de cas réels permettant d'effectuer un transfert technologique aux professionnels tels que les architectes et les ingénieurs impliqués dans la construction de bâtiments non résidentiels en bois.

2 Introduction

Depuis l'arrivée de la compagnie pharmaceutique belge GlaxoSmithKline (GSK) à Québec en 2006, quelque 150 employés travaillaient dans des bureaux aménagés à l'intérieur d'un complexe modulaire temporaire près de l'usine. Pour mettre fin à cette situation, l'entreprise s'est fait construire un tout nouvel immeuble à bureaux dans le parc technologique de Québec, sur un terrain qu'elle possédait déjà. En juin 2011, les 150 employés du complexe modulaire y ont été relocalisés dans un espace fonctionnel, largement conçu pour leur confort et leur performance au travail.

Au départ, ce que voulait GSK pour son nouveau bâtiment, c'était une construction « verte » innovante, alliant une structure de bois à une grande efficacité énergétique, procurant un environnement de travail optimum aux employés et se démarquant sur le plan esthétique. Quatre firmes d'architectes du Québec ont été invitées à soumettre un concept pour ce projet particulier.

3 Contexte

Après plus de 18 mois de conception et de construction, le résultat obtenu est un bâtiment rectangulaire de 2700 m² de deux étages hors sol (mais trois niveaux de plancher), qui relève d'un concept des plus original et qui présente de nombreuses innovations. En effet, ce bâtiment aux formes onduleuses, avec sa façade principale entièrement vitrée laissant transparaître une structure de bois exceptionnelle, est loin de passer inaperçu (figure 1).



Figure 1 Édifice GSK

La structure du bâtiment est constituée d'un assemblage complexe de poutres et colonnes en bois lamellé-collé de formes et de dimensions variées. La toiture courbe ayant ses deux extrémités arrondies et dont l'une est plus élevée que l'autre d'environ 3 m confère une silhouette très particulière à l'édifice. Les colonnes de forme cylindrique à diamètre variable, et dont certaines sont inclinées à 45°, témoignent aussi du concept inusité qui a été développé. Pour les concepteurs, le fournisseur de la structure de bois et les équipes de montage, ce chantier s'est avéré l'un des plus techniques sur lesquels ils aient eu à travailler. Le fournisseur de la structure a d'ailleurs dû concevoir un outil spécifique pour la fabrication des diverses colonnes cylindriques.

En attente d'une certification LEED-Or, le projet a été entièrement carbone neutre pendant sa réalisation, tout comme le sera l'édifice lors de son utilisation.

4 Équipe technique

Les principaux professionnels impliqués au dossier sont :

- Promoteur : GlaxoSmithKline;
- Architecte : Hudon Julien Associés;
- Ingénieur en structure : SDK et Associés;
- Entrepreneur général : Verreault Construction;
- Fabricant/fournisseur de bois : Nordic Structure Bois.

5 Concepts élaborés

Ce bâtiment, des plus avant-gardistes, est le résultat d'un ensemble de concepts innovateurs, autant du point de vue structural, que de l'enveloppe et du fonctionnement des systèmes mécaniques.

D'abord, au plan structural, les éléments suivants constituent les principales innovations :

- Colonnes de forme cylindrique à diamètre variable, partant de 315 mm aux extrémités, allant jusqu'à 450 mm au centre (dans l'atrium), et de 215 à 350 mm (en façade), pour des longueurs de 9 à 14 m (figure 2);
- Des colonnes inclinées à 45° et appuyées en « A », qui prennent à la fois les efforts verticaux et latéraux. Dans la section haute de la façade, les colonnes s'aboutent pour former de grands « X » (figure 3). Dans le bas de l'édifice, elles traversent le plancher du rez-de-chaussée et se poursuivent dehors où elles deviennent en acier pour éviter l'exposition du bois aux intempéries. Les connexions qui relient colonnes de bois et d'acier, au-dessus du plancher, sont des assemblages ductiles pouvant dissiper l'énergie d'une éventuelle secousse sismique dans l'ensemble de la charpente, afin d'éviter de surcharger les colonnes inclinées;
- Au niveau du toit, certaines poutres rectangulaires présentent une forme arquée à double point d'inflexion, s'incurvant dans un sens puis dans l'autre de façon à assurer la courbure du toit;
- Afin de reprendre les efforts latéraux dus au vent ou aux éventuels séismes sur la façade de verre, les ingénieurs ont proposé l'utilisation d'une ferme tridimensionnelle dans le haut de l'atrium. Constituée de 13 pièces cylindriques qui s'entrecroisent dans l'espace, cette ferme 3D transfère les charges vers un contreventement situé dans les murs d'un escalier de secours (figure 4).



Figure 2 Colonnes à diamètre variable



Figure 3 *Colonnes inclinées à 45 degrés*



Figure 4 *Ferme tridimensionnelle*

Là où l'immeuble de GSK présente le plus d'innovations, c'est probablement dans son fonctionnement qui minimise la dépense énergétique tout en maximisant le confort des occupants. En voici quelques exemples :

- Pendant que des fenêtres ouvrantes laissent entrer l'air frais dans le bas des murs, l'air chaud s'accumule dans la partie élevée en haut de l'atrium, d'où il est évacué par l'ouverture d'autres fenêtres, créant ainsi un effet de cheminée rafraîchissant. Toutes ces fenêtres, motorisées, s'ouvrent et se ferment automatiquement selon les besoins ; elles sont couplées à des senseurs eux-mêmes reliés à une station-météo à l'extérieur du bâtiment;
- Un rideau de verre double peau permet la formation d'une poche d'air entre ces deux parois distantes de 1 m. Grâce à l'effet de serre créé par cette paroi double, aucun chauffage n'est requis dans la partie sud du bâtiment, le jour, en hiver. Des volets motorisés dans la partie supérieure du mur s'ouvrent ou se ferment automatiquement en fonction de la température de consigne;
- L'immeuble possède un système de chauffage-climatisation entièrement géothermique, à planchers radiants et à poutrelles de refroidissement, sans air pulsé. En plus de procurer un confort supérieur, ce système offre un gain énergétique de 53 % par rapport à un appareillage de ventilation mécanique, car seule une pompe est nécessaire pour assurer la circulation du liquide plutôt que des ventilateurs pour pousser l'air dans des conduits. L'utilisation de poutrelles de refroidissement pour la climatisation constitue une première au Canada. Enfin, tout ce système de chauffage-refroidissement est complété par un gros échangeur de chaleur à cassette, situé au sous-sol et permettant jusqu'à 95 % de récupération d'énergie ;
- En plus de recevoir un maximum de lumière naturelle, les employés bénéficient d'un système d'éclairage dégradable. Des détecteurs de luminosité ajustent automatiquement l'intensité des luminaires en fonction des besoins. S'il manque juste un peu d'intensité à l'éclairage naturel, les luminaires fourniront seulement cette quantité manquante, contribuant de la sorte à un confort visuel optimal;
- Des panneaux inclinés, en forme d'ailes d'oiseau, ont été suspendus à intervalles réguliers aux plafonds. D'une part, ils absorbent les réverbérations sonores et, d'autre part, ils réfléchissent la lumière, augmentant encore la qualité de l'éclairage. De plus, grâce à leur inclinaison, ils alimentent un mouvement de convection de l'air, sans ventilateur : les luminaires situés entre les oiseaux dégagent de la chaleur qui pousse l'air vers le haut, pendant que l'air froid produit par les poutrelles descend naturellement.

6 Produits du bois utilisés

Une construction en gros bois d'œuvre (bois lamellé-collé) est utilisée pour la structure de ce bâtiment. Les poutres, les colonnes et le platelage en bois lamellé-collé proviennent du fabricant Nordic Structure Bois, une division des Chantiers Chibougamau situé dans la province de Québec. Au total, près de 500 m³ de bois provenant de forêts Québécoises constituent la structure de ce bâtiment.

Outre le bois lamellé-collé utilisé pour la structure, plusieurs éléments de bois d'apparence sont également utilisés dans ce projet. Il y a notamment les marches des escaliers en érable massif incrusté de céramique, des planchers en bois d'ingénierie dans les salles de conférence, du revêtement de chêne massif sur les murs et les plafonds de plusieurs bulles et dans l'ascenseur, et enfin une terrasse extérieure en cèdre.

7 Discussion

Avec cet investissement, GlaxoSmithKline s'est donné un bâtiment en bois innovant, qui présente un bel équilibre entre l'apparence, les performances écologiques et un environnement de travail optimal pour le personnel. Le propriétaire s'est d'ailleurs montré entièrement satisfait du résultat.

De tous les aspects environnementaux qui caractérisent l'immeuble, l'un des plus importants est sans aucun doute le choix de l'utilisation du bois comme matériau pour la structure. La récolte et la transformation du bois sont en effet beaucoup moins énergivore que la fabrication de l'acier et du béton qui auraient traditionnellement été utilisés pour la charpente de ce type de bâtiment. Sans compter tout le CO₂ que capturent les arbres durant leur croissance et qui est séquestré par la suite dans le bois de l'édifice. C'est d'ailleurs en bonne partie grâce à ce choix du bois que la réalisation du projet GSK présente un bilan de carbone neutre.

La flexibilité que procure le bois quant à la géométrie des éléments structuraux a permis aux architectes de bien exprimer leurs idées pour ce projet. C'est un matériau qui permet d'atteindre les performances structurales souhaitées tout en offrant une esthétique incomparable. Ce projet est une démonstration concrète que le matériau bois peut faire partie intégrante des concepts les plus innovateurs et avant-gardistes pour des bâtiments à usages non-résidentiels.

8 Financement de Ressources naturelles Canada

L'objectif au niveau de la conception est de démontrer la versatilité du bois comme force motrice du projet et de pousser les limites de son utilisation structurale et architecturale par rapport aux constructions plus traditionnelles en acier ou en béton.

L'utilisation du bois comme élément structural est une option responsable envers l'environnement et la communauté, puisque l'exploitation de cette manière est un des principaux moteurs économiques du Québec. De plus, les caractéristiques esthétiques du bois sont indéniables et elles contribuent grandement à rehausser la beauté des espaces intérieurs de l'édifice. L'utilisation du bois pour la structure réduit également les matériaux nécessaires pour la finition, puisque son apparence sera exploitée pour créer des espaces chaleureux.

Dans un souci d'esthétisme, des colonnes à inertie variable ont été conçues et serviront d'assise pour le développement d'une expertise unique à ce niveau. La fabrication des pièces de bois rondes à inertie variable et courbes sur banc à froid a permis de mettre à l'épreuve les méthodes de conception, l'efficacité à transmettre l'information aux machines-outils, les techniques d'ordonnancement sur les machines et les méthodes de contrôle de qualité que possède Chantiers Chibougamau Ltée.

Différentes innovations technologiques ont dû être réalisées à l'usine de fabrication afin de rendre possibles ces innovations structurales et architecturales. Ce projet a donc été réalisable grâce à des investissements dans les technologies de pointe telles les machines-outils à commandes numériques et les presses ou bancs à froid qui permettent de produire le bois lamellé-collé courbe. L'utilisation de colonnes rondes à inertie a en outre représentée un défi de taille quant à la conception des assemblages, de la complexité de la programmation et le degré de précision requis des machines-outils.

Le financement fourni par le Canada servira à couvrir les coûts financiers supplémentaires et les investissements en temps encourus par le Promoteur afin de développer cette nouvelle approche

d'utilisation des produits du bois. La différence est calculée à partir de construction d'un immeuble similaire en bois traditionnel. Plus précisément, le financement du Canada sera utilisé pour des coûts directs de matériel et d'honoraires professionnels. Cette aide financière correspond à un montant de 219 000 \$ (deux cent dix-neuf mille dollars).

9 Conclusions

La réalisation de ce projet permet d'atteindre les objectifs du programme fédéral de relance économique de 2009 par la démonstration concrète d'une utilisation innovante de produits du bois dans la construction non résidentielle.

Ce bâtiment offre une belle démonstration du potentiel d'utilisations du bois comme matériau de structure dans les bâtiments non résidentiels, et en particulier de la possibilité d'avoir recours à des concepts qui proposent des géométries complexes et impressionnantes.

