

L'immeuble à bureaux de GlaxoSmithKline dans le parc technologique de Québec



© Photo : Stéphane Groleau

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

Une division du
Bureau de promotion des produits
du bois du Québec

Le nouvel immeuble à bureaux de la compagnie pharmaceutique belge GlaxoSmithKline (GSK), dans le parc technologique de Québec, ne passe pas inaperçu. Comment ne pas remarquer ce bâtiment aux formes onduleuses, avec sa façade principale entièrement vitrée laissant transparaître une structure en bois tout à fait originale ?



Photo : FPInnovations



© Photo : Stéphane Groleau



© Photo : Stéphane Groleau

L'édifice est situé juste en face des laboratoires de GSK, où l'on fabrique des vaccins antigrippaux pour le monde entier. Depuis l'installation de l'entreprise à Québec en 2006, quelque 150 employés travaillaient dans des bureaux aménagés à l'intérieur d'un complexe modulaire temporaire près de l'usine. C'est pour mettre fin à cette situation que la compagnie a construit son nouvel immeuble sur un terrain qu'elle possédait de l'autre côté de la rue. En juin 2011, les 150 employés du complexe modulaire y ont été relogés dans un espace fonctionnel, largement conçu pour leur confort et leur performance au travail.

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.

Le résultat, au terme de dix-huit mois de conception et construction, est un bâtiment rectangulaire de 2 700 m² sur deux étages hors sol (mais trois niveaux de plancher), qui fait une large part à l'apparence et présente de nombreuses innovations. En attente d'une certification LEED-Or, le projet a été presque carboneutre pendant sa réalisation, tout comme le sera l'édifice au cours de son utilisation.

Le tour du bâtiment

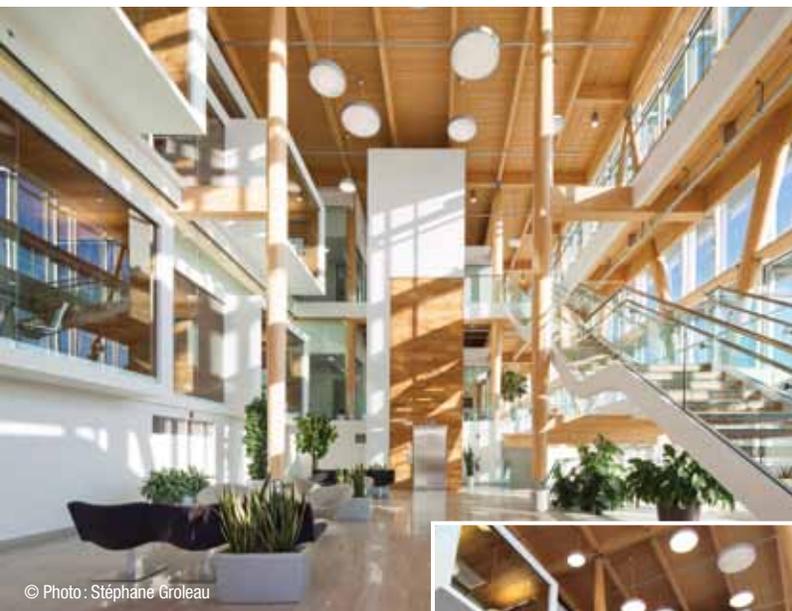
Ce qui frappe d'abord quand on s'approche de l'immeuble, c'est sa façade entièrement vitrée ainsi que sa silhouette particulière avec ses deux extrémités arrondies, dont l'une est plus élevée que l'autre

d'environ 3 m (15,7 m hors sol en tout). Cette configuration rappelle un peu le logo de GSK, en même temps qu'elle constitue l'expression architecturale d'une forme organique évoquant les activités pharmaceutiques de l'entreprise. Mais, comme on le verra plus loin, elle a surtout une fonction énergétique bien précise, tout comme l'utilisation de la structure en bois.

La façade sud est constituée d'un grand rideau de verre double peau, muni d'un système de pare-soleil, tandis qu'au nord un deuxième volume un peu plus bas que la partie principale est habillé de verre et d'aluminium, tout comme les façades est et ouest. Les deux extrémités recourbées de la toiture se prolongent à la verticale en écrans solaires (grillage métallique) pour protéger de la surchauffe et de l'éblouissement du matin et de la fin d'après-midi.

À l'extrémité est, une terrasse extérieure surélevée vient s'ajouter aux espaces de détente de l'intérieur. Et tout autour du bâtiment, un aménagement paysager, conçu pour gérer et filtrer l'eau pluviale, redonne son capital écologique à un terrain auparavant dénaturé, tout en protégeant l'immeuble des rigueurs du climat. Par ailleurs, comme une aile d'avion, l'élévation en pente douce d'un bout du bâtiment procure à la toiture un effet de portance qui accélère la vélocité du vent, favorisant ainsi un dégagement naturel de la neige.

Une puissante génératrice située à l'angle nord-ouest du bâtiment, doublée d'un système UPS, assure une autonomie d'énergie complète en cas de panne de courant du réseau public.



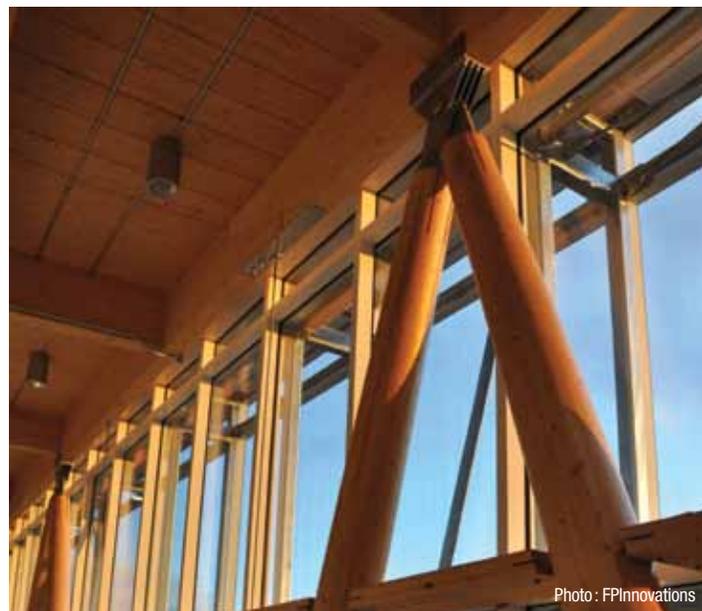
Chaleur du bois et lumière naturelle

Le plus remarquable, à l'intérieur, est certainement ce vaste atrium dans lequel on se trouve, sitôt franchi le seuil. Il s'agit d'un espace ouvert sur toute la hauteur de l'édifice, où l'on sent la chaleur du bois omniprésent : platelages, colonnes et poutres de toutes dimensions qui composent un décor somptueux baignant dans la lumière naturelle. Suffisamment grand pour accueillir des rassemblements importants, au besoin, cet espace loge le poste d'accueil, une aire d'attente et de détente ainsi que deux petites salles de réunion. Il donne sur les demi-escaliers conduisant au sous-sol et au rez-de-chaussée surélevé, de même que sur l'ascenseur et le grand escalier ouvert qui mène à l'étage.

Tous les espaces de détente et d'échange pour les employés se trouvent du côté sud de l'immeuble, le long d'un corridor qui longe la façade vitrée et, à l'étage, sur une grande mezzanine qui surplombe l'atrium à l'ouest. Quant aux aires de travail, identiques sur les deux planchers, elles occupent tout le volume nord de l'édifice.

De façon surprenante, il n'y a aucun bureau fermé dans ces sections. Les employés se côtoient, installés à de longues tables disposées l'une derrière l'autre dans un espace complètement ouvert. Lorsqu'ils ont besoin de s'isoler, ils peuvent aller dans l'une des douze « bulles » (salles de travail closes) aménagées à cette fin, avec une table, quelques chaises et un téléphone.

À ces bulles s'ajoutent des salles de réunion et de conférence dans la partie centrale, où se trouvent également les toilettes, la salle d'électricité et la téléphonie. Tous les espaces de travail et de détente, incluant bulles et salles de conférence – chacune avec au moins un mur vitré –, bénéficient de la lumière naturelle et offrent une vue sur l'extérieur. Le demi-sous-sol (excavation de 1,5 m rendue possible par le rez-de-chaussée surélevé) héberge la salle de mécanique, le serveur informatique (réseau sans fil dans tout le bâtiment), le vestiaire et quatre douches.



Une structure complexe

La structure du bâtiment est constituée d'un assemblage complexe de poutres et colonnes en bois lamellé-collé Nordic Lam, certifié FSC, de formes et de dimensions variées. Pour les concepteurs, le fournisseur du bois et les équipes de montage, ce chantier s'est avéré l'un des plus techniques sur lesquels ils aient eu à travailler... ce qui n'a pas empêché une érection rapide, en quelques mois. La grande précision des assemblages a été rendue possible grâce à une modélisation 3D complète de la structure, combinée à des techniques d'usinage à la fine pointe de la technologie.

Les colonnes à la fois les plus spectaculaires et les plus inusitées sont situées dans l'atrium et le long de la façade principale. Elles ont une 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. Le choix de cette forme cylindrique à diamètre variable répond à un objectif esthétique, les architectes ayant voulu alléger et raffiner la structure. Le choix du matériau bois a permis d'obtenir cette grande flexibilité sur le plan du design, ce qui aurait été très difficile à mettre en œuvre avec d'autres matériaux. Cela a notamment permis d'obtenir le profil arrondi des colonnes.



© Photo : Stéphane Groleau

Le long de la façade, les colonnes sont inclinées à environ 70° et appuyées en «A», ce qui donne une signature particulière à l'architecture. Il en résulte un effet de contreventement longitudinal qui prend à la fois les efforts verticaux et latéraux. Dans la section haute de la façade, les colonnes s'aboutent pour former de grands «X» bien visibles de l'extérieur à travers le mur de verre. 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.

Pour assurer la courbure du toit, certaines poutres rectangulaires présentent une forme arquée à double point d'inflexion, s'incurvant dans un sens puis dans l'autre. Elles ont été réalisées grâce à un processus de collage et constituent l'un des premiers cas de poutres à double courbure inversée à rayons variables.

Une ferme 3D

De façon à reprendre les efforts du vent et de potentielles secousses sismiques sur la façade de verre, les ingénieurs ont suggéré d'installer une ferme tridimensionnelle dans le haut de l'atrium. Constituée de treize pièces cylindriques qui s'entrecroisent dans l'espace, cette ferme 3D transfère les charges vers un contreven-

tement situé dans les murs d'un escalier de secours, dans la partie basse de l'immeuble, du côté nord. La ferme vient aussi supporter latéralement les colonnes. L'une des connexions de cette ferme relie pas moins de huit pièces au même point.

Outre les poutres et colonnes de la charpente, l'utilisation du lamellé-collé comprend des platelages de 64 mm d'épaisseur pour la structure du toit, 89 mm pour les planchers et 137 mm pour les planchers de certaines bulles en porte-à-faux, qui nécessitaient plus de résistance et de rigidité.

En tout, quelque 500 m³ de bois provenant de têtes d'épinettes noires du Québec ont été livrées sur le chantier aux dimensions exactes spécifiées pour l'assemblage, enveloppées de plastique durant le transport et déballées seulement au moment d'être utilisées, ou parfois même après le montage. Et à tout ce lamellé-collé, visible de part en part de l'immeuble, s'ajoutent plusieurs autres éléments en bois d'apparence : marches d'escaliers en érable massif incrusté de céramique, planchers en bois d'ingénierie dans les salles de conférence, chêne massif sur les murs et plafonds de plusieurs bulles et dans l'ascenseur, ainsi que terrasse extérieure en cèdre.

L'un des objectifs est de démontrer la polyvalence du bois comme force motrice du projet et d'en pousser les limites dans son utilisation structurale et architecturale par rapport aux constructions plus traditionnelles en acier ou en béton. Ce projet a donc été rendu possible grâce à des investissements dans des technologies de pointe comme les machines-outils à commandes numériques et les bancs ou presses à froid qui permettent de produire le bois lamellé-collé courbe.

Concept et fonctionnement novateurs

Là où l'immeuble de GSK présente un grand nombre d'innovations, c'est dans sa conception et son fonctionnement, qui minimisent la dépense énergétique tout en maximalisant le confort des occupants.

D'abord, l'orientation du bâtiment offre une protection naturelle à l'enveloppe: les façades étroites sont exposées aux vents dominants et à l'ensoleillement du matin et de la fin d'après-midi. Même pendant la construction, en plein hiver, il n'a pratiquement pas fallu chauffer le bâtiment.

Ensuite, la forme même de l'édifice permet une climatisation naturelle. Pendant que des fenêtres ouvrantes laissent entrer l'air frais dans le bas des murs, l'air chaud – plus léger – s'accumule dans la partie élevée, en haut de l'atrium, d'où il est évacué par l'ouverture



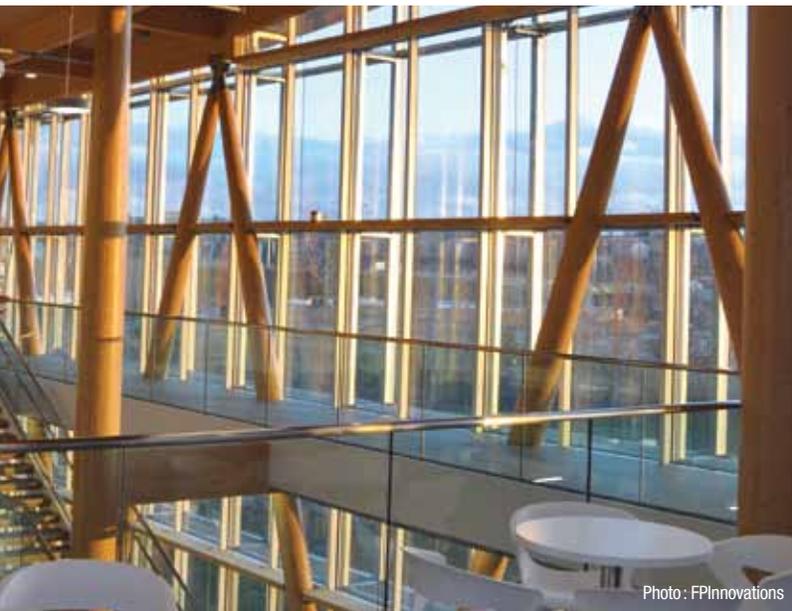
© Photo : Stéphane Groleau



© Photo : Stéphane Groleau



© Photo : Stéphane Groleau



Du côté sud et sur tout le pourtour des aires de travail, un revêtement de céramique couvre cette membrane, question d'esthétique, mais aussi parce qu'il absorbe la chaleur du soleil en hiver. Dans les espaces de travail, les planchers sont plutôt recouverts de tuiles de tapis – à forte teneur en matériau recyclé postconsommation – qui minimisent le bruit ambiant. Des masqueurs sonores sont aussi installés çà et là aux plafonds pour absorber la réverbération du son.

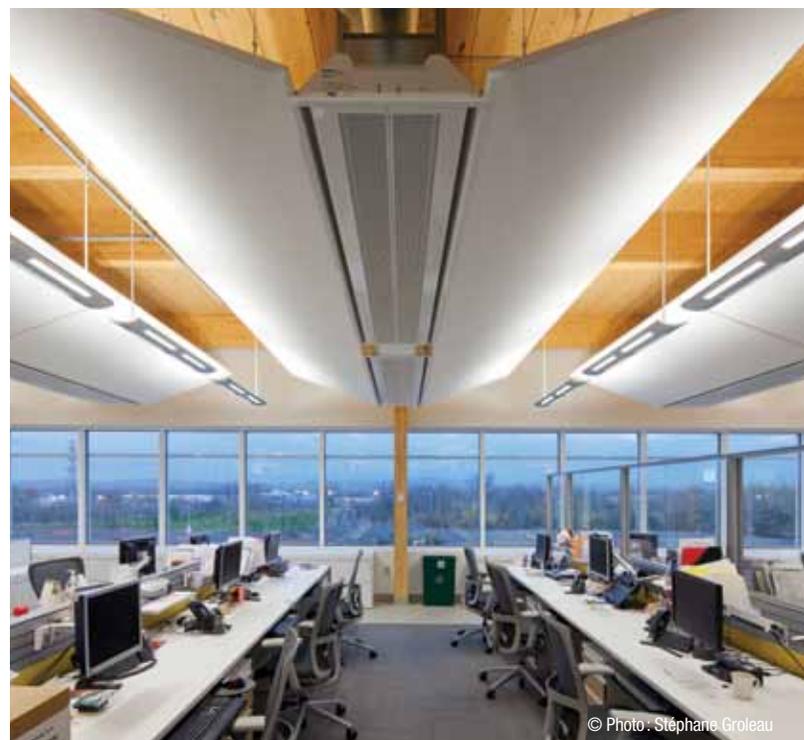
Assez courante en Europe, l'utilisation de poutrelles de refroidissement pour la climatisation constitue vraisemblablement une première au Canada. Ces poutrelles suspendues, dans lesquelles circule le glycol, refroidissent l'air ambiant des espaces de travail de façon uniforme, tout en s'intégrant harmonieusement à l'architecture intérieure du bâtiment.

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. La salle informatique, également au sous-sol, est munie de son propre système de refroidissement pour éviter la surchauffe du serveur.

Synergie entre les systèmes

Comme le confort du personnel est garant d'une meilleure performance au travail, les concepteurs ont voulu innover dans ce domaine en adaptant au climat et au contexte socioéconomique du Québec les meilleures pratiques internationales.

En plus de recevoir un maximum de lumière naturelle, sans éblouissement et sans besoin de toiles solaires puisque les espaces de travail se trouvent dans la partie nord de l'immeuble, les employés bénéficient d'un système d'éclairage dégradable. Des détecteurs de luminosité ajustent automatiquement l'intensité des luminaires – à lumière indirecte – 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, tout en évitant une consommation d'électricité inutile et une production de chaleur qu'il faudrait compenser par davantage de climatisation.



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.

Le rideau de verre double peau contribue lui aussi de façon importante à l'économie d'énergie et au confort des occupants. Du côté intérieur, le rideau est formé d'une paroi de verre thermos double et, à l'extérieur, d'un verre simple qui fait office de barrière thermique et permet la formation d'une poche d'air entre les deux, distants de 1 m. Encore là, des volets motorisés dans la partie supérieure du mur s'ouvrent ou se ferment automatiquement en fonction de la température de consigne. 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. À l'intérieur de la double peau, des préposés à l'entretien peuvent circuler sur des passerelles métalliques grillagées qui servent en même temps de pare-soleil durant l'été.

Chauffage-refroidissement géothermique

L'une des particularités du bâtiment tient à son système de chauffage-climatisation entièrement géothermique, à planchers radiants et à poutrelles de refroidissement, sans air pulsé.

Situé du côté nord, derrière l'édifice, le champ géothermique se compose de 25 puits de 145 m de profondeur. La combinaison puits thermiques, planchers radiants et poutrelles de refroidissement s'avère idéale puisque c'est le même fluide (glycol) qui circule dans les trois composantes, sans conversion de chaleur du liquide à l'air. En plus de procurer un confort supérieur, ce système offre un gain énergétique de 53 % par rapport à un appareillage de ventilation mécanique, seule une pompe étant nécessaire pour assurer la circulation du liquide plutôt que des ventilateurs pour pousser l'air dans des conduits. L'absence d'encombrants conduits de ventilation présente également un avantage esthétique, d'autant plus important qu'on a voulu laisser apparents les platelages de bois des plafonds.

Les tuyaux de circulation du glycol dans les planchers sont incorporés dans un matelas de mousse isolante recouvert d'une mince chape de béton et d'une membrane acoustique absorbante.

© Photo: Stéphane Groleau

En outre, des panneaux inclinés, en forme d'ailes d'oiseaux, ont été suspendus à intervalles réguliers aux plafonds. D'une part, ces «oiseaux» 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, installées entre les ailes des oiseaux, descend naturellement.

Autre avantage des oiseaux, ils camouflent les conduits d'alimentation en air frais et les conduits de retour en air vicié, au-dessus d'eux. Et comme ils sont ponctuels, le bois des plafonds demeure bien apparent. Ces panneaux inclinés constituent un bel exemple de la synergie entre les systèmes que recherchent les concepteurs d'architecture durable.

Résistance thermique et protection incendie

Hormis le fait de produire un effet de serre qui chauffe en partie le bâtiment, la double paroi de verre de la façade principale procure une résistance thermique de 3,84 à ce mur, alors que les autres murs ont des RSI de 3,19 (est et ouest) et 4,35 (mur nord, mieux protégé). Quant à la toiture du volume principal, munie d'une membrane blanche réfléchissante pour minimiser la surchauffe en été, elle offre une résistance thermique de 6,25. Le toit du volume nord, lui, est couvert d'une membrane Soprema et a un RSI de 6,78. Par-dessus le platelage de bois embouté, les deux toitures se composent d'un panneau de gypse extérieur (demandé par l'assureur), de deux rangs d'isolant polyisocyanurate, puis de deux panneaux de fibre de verre compressée DensDeck sous la membrane.



© Photo: Stéphane Groleau

Comme pour tout édifice commercial en matériaux combustibles, plusieurs mesures ont été prises afin de répondre aux exigences en matière de protection contre les incendies. En plus du panneau de gypse pour les toits, ces mesures comprennent un réseau de gicleurs dans toutes les parties du bâtiment, des portes coupe-feu et deux escaliers de secours aux extrémités. De plus, des assemblages métalliques cachés à l'intérieur des éléments de bois ou protégés par une peinture intumescente ont été utilisés pour relier les poutres et colonnes, et ce, dans le but de fournir à l'ensemble de la charpente le degré de résistance au feu requis de 45 minutes.

Aspects environnementaux

De tous les aspects environnementaux qui caractérisent l'immeuble, le plus important, hormis le chauffage-climatisation géothermique, est certainement le choix du matériau pour la charpente. La récolte et la transformation du bois est en effet beaucoup moins énergivore que la fabrication de l'acier et du béton qui auraient été utilisés pour une charpente classique en construction commerciale. 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 presque neutre. Le bois a permis de séquestrer 460 tonnes de CO₂, alors que l'ensemble de la construction a généré des émissions de 545 tonnes. Le déficit de moins de 100 tonnes sera compensé par l'achat de crédits sur le marché international du carbone, ce qui fera donc un projet carboneutre de cette construction.

Par ailleurs, une fois complètement en service, l'édifice émettra 4,4 tonnes de CO₂ par an (moins que la consommation d'une voiture standard!) qui seront également compensées par l'achat de crédits. La dépense énergétique totale du bâtiment représentera un gain de l'ordre de 55 % par rapport au bâtiment de référence du *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments*.

Parmi les autres aspects environnementaux, il faut mentionner la membrane blanche de la toiture, l'utilisation d'un maximum de composantes recyclées ainsi que l'aménagement paysager. En plus de protéger l'immeuble avec des végétaux judicieusement placés, cet aménagement permettra l'infiltration de l'eau de pluie dans le sol par l'intermédiaire d'un petit marais, minimisant ainsi le ruissellement vers l'égout municipal.

De surcroît, l'eau de pluie drainée par le toit sera récupérée dans une citerne et utilisée pour les services sanitaires après un traitement grossier. Ajouté à des toilettes à double chasse, des robinets à faible débit et un système de refroidissement n'utilisant pas l'eau potable, cette récupération d'eau pluviale procurera une économie d'eau potable de 60 % par rapport à la référence LEED.

Un propriétaire satisfait

Pour un investissement de 11 millions de dollars, excluant les frais internes d'architecture et d'ingénierie, GaxoSmithKline 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. « Nous apprécions particulièrement l'atrium et l'impression d'espace qui s'en dégage, a dit le porte-parole. L'édifice est magnifique, au-delà de nos attentes, et sera un modèle pour la ville de Québec ».

Principaux aspects environnementaux

- Projet presque carboneutre
- Chauffage-climatisation géothermique
- Bois certifié FSC
- Maximum de composantes recyclées
- Gain énergétique de 55 % par rapport au bâtiment de référence du *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments*
- Réduction de la consommation d'eau potable de 60 % par rapport à la référence LEED
- Résistances thermiques des parois (RSI) de 3,84 (mur sud), 3,19 (est et ouest), 6,25 (toiture sud) et 6,78 (toiture nord)
- Membrane réfléchissante blanche (toit sud)
- Maximalisation de l'éclairage naturel
- Éclairage dégradable selon l'intensité de la lumière naturelle
- Stationnement de vélos et douches

Le bâtiment

- Classe du bâtiment : D
- Aire du bâtiment : 2 700 m² hors sol
- Nombre d'étages hors sol : 2, sur 3 niveaux
- Principaux produits de lamellé-collé utilisés
 - éléments rectangulaires : poutres principales, plancher de l'étage : section composée de 2-184 x 546 mm ; poutres principales au toit : section de 184 x 502 mm ; poutres courbes au toit : section de 137 x 457 mm
 - éléments ronds : colonnes en façade : diam. 215 mm aux extrémités et 350 mm au centre (6 types de pièces différentes, longueurs entre 9,3 m et 11 m) ; colonnes dans l'atrium : diam. 315 mm aux extrémités et 450 mm au centre (8 types de pièces, longueurs 11,2 m à 14,3 m)
 - sections rondes qui composent la ferme tridimensionnelle : diam. 225 mm (14 types de pièces, longueurs 1,5 m à 5,6 m)
 - platelages de 64, 89 et 137 mm d'épaisseur
- Coût de la construction excluant les frais internes d'architecture et d'ingénierie : 11 000 000 \$ dont 10 % pour la structure en bois
- Ce projet a reçu l'appui financier de Ressources naturelles Canada dans le cadre de son programme de soutien des projets de démonstration du bois à grande échelle.

Équipe de réalisation

Architecture : Coarchitecture (Normand Hudon, César Herrera, Mathieu Castonguay, François Cantin, Marie-Ève Morin)
Génie structural : SDK (Steve Parent, Stephan Blais, Daniel Mongeau)
Entrepreneur : Verreault Construction (Simon Corriveau)
Structure en bois lamellé-collé et assemblages : Nordic Structures Bois
Aménagement paysager : François Courville

Client

GlaxoSmithKline (André-Pierre Ghys).

Cecobois remercie Ressources naturelles Canada et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec pour leur contribution financière à la réalisation de cette étude de cas.

Ressources naturelles
et Faune

Québec 



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

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

Mars 2012

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois