

Une première en Amérique du Nord L'édifice Fondation CSN



cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

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

Belle réussite d'ingénierie pour une première en Amérique du Nord

À la fois une formidable réussite d'ingénierie, une première en Amérique du Nord et une porte ouverte sur l'avenir pour la construction commerciale en bois : voilà ce que représente le nouvel édifice « vert » de Fondation CSN, qu'on ne manque pas de remarquer en arrivant dans le centre-ville de Québec. Pas surprenant que cet immeuble à bureaux de six étages, doté d'une ossature en bois, ait mérité sept prix d'architecture et de conception depuis son ouverture en 2010.

Parmi ces reconnaissances figurent un prix international du Forest Stewardship Council pour des constructions utilisant du bois certifié FSC, ainsi que le Prix du public aux Mérites d'architecture de la Ville de Québec. Le public a d'ailleurs manifesté son admiration aussi bien devant le résultat final que durant la construction, à mesure que la charpente du bâtiment prenait forme avec ses immenses poutres et colonnes en bois lamellé-collé. Cette structure de bois en faisait le plus haut édifice contemporain du genre en Amérique du Nord, et c'était la première fois que la Régie du bâtiment du Québec autorisait l'érection d'un édifice non résidentiel en bois de plus de quatre étages.



Un immeuble bien intégré

Stratégiquement situé en tête d'îlot, sur le boulevard Charest à l'entrée ouest du centre-ville, le nouvel édifice est attenant à la Maison de la coopération qui héberge d'autres bureaux de la CSN. Il est en mesure d'accueillir environ 250 employés à la grandeur des 6 000 m² de ses six étages (hauteur totale de 22,2 m), auxquels s'ajoutent trois étages de stationnement en sous-sol (8,6 m). Le bâtiment s'intègre harmonieusement au milieu urbain environnant. Cela ne l'empêche pas toutefois de se démarquer par une somptueuse façade articulée, composée d'un rideau de verre courbe et de deux volumes en avant-corps, revêtus de tuiles de grès (terracotta) comme les autres façades.

Près de 1 000 m³ de bois lamellé-collé composent la structure, soit 500 m³ pour les poutres et colonnes et 480 m³ pour les planchers de plancher, visibles aux plafonds. En plus de cette ossature bien visible à l'intérieur, l'immeuble comprend plusieurs éléments en bois d'apparence : tremble torréfié pour les plafonds suspendus extérieurs et le mur d'accent en façade principale, érable massif pour les portes et cadres de portes, ainsi que contreplaqué d'érable pour les revêtements des murs dans les halls.

L'ensemble du bâtiment a par ailleurs été conçu de façon à en minimiser l'empreinte écologique, à la fois durant la construction et tout au long de sa vie. Au moment de publier cette brochure, les responsables du projet étaient en attente d'une certification LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), niveau or.



Photo : Louise Leblanc

Au départ

Le projet a démarré lorsque Fondation – le fonds de développement de la CSN pour la coopération et l'emploi – a eu besoin de plus d'espace pour loger ses employés de Québec et ceux de groupes partenaires. Auparavant locataire, le client voulait avoir enfin son propre immeuble, tout en demeurant près des autres bureaux de la Centrale syndicale, dans la Maison de la coopération. L'option qui s'est présentée a été d'acheter trois terrains contigus à la Maison de la coopération, de démolir deux vieux bâtiments qui s'y trouvaient et de construire ce nouvel édifice.

La volonté, au départ, était de concevoir un bâtiment qui se démarquerait et, surtout, qui pourrait obtenir une certification LEED, conformément à l'engagement de Fondation en faveur des principes du développement durable. Puis a vite germé l'idée d'une structure en bois, à la fois pour les nombreuses possibilités qu'offre ce matériau en construction et comme geste de soutien aux travailleurs et à l'économie forestière québécoise.

Les solutions de rechange du Code

Jusqu'alors, la Régie du bâtiment du Québec n'avait jamais autorisé l'érection d'immeubles de plus de quatre étages avec des éléments porteurs en matériaux combustibles. Mais le nouveau *Code national du bâtiment 2005 (CNB)*, adapté et incorporé au *Code de construction du Québec (CCQ)* en 2008, offre maintenant cette possibilité. Axé sur une conception par objectifs (sécurité des personnes et des biens, accessibilité, santé des occupants...), il contient des dispositions qui facilitent l'acceptation de projets novateurs ne cadrant pas dans les « solutions acceptables » de la division B. Il s'agit de proposer des « solutions de rechange », permises dans la partie 4 (les « équivalences » de l'ancien CNB), en démontrant qu'elles permettront de respecter les objectifs visés.

C'est le défi qu'a relevé l'équipe du projet Fondation et ce fut l'étape la plus longue du projet (huit mois). La difficulté consistait, d'une part, dans la démonstration à faire auprès de la Régie de la pertinence des solutions de rechange proposées. Cela a nécessité plusieurs allers-retours de documents entre l'organisme et les concepteurs. D'autre part, puisqu'il s'agissait d'une première construction du genre en Amérique du Nord, il a fallu se familiariser avec les problèmes à résoudre et puiser à différentes sources pour effectuer les calculs – une étape qui a nécessité 25 % du temps de conception. On s'est appuyé sur le CNB, bien sûr, mais on a aussi eu recours aux *Eurocodes* de même qu'aux codes américains pour le calcul des résistances au feu de la structure.

C'est donc ainsi que l'équipe a pu introduire, dans la conception de l'édifice, des mesures particulières. Elles assurent le respect des exigences de la Régie relativement à la sécurité des personnes et des biens à la fois contre les incendies, les secousses sismiques et le fluage.

Structure en bois, contreventement en béton

Le concept structural du bâtiment repose sur un système colonnes-poutres en bois lamellé-collé NordicLam certifié FSC, appuyé sur des fondations de béton ainsi que sur des cages d'ascenseurs et d'escaliers également en béton pour assurer le contreventement. En plafond, un platelage de lamellé-collé de 89 mm d'épaisseur, disposé directement sur les poutres, soutient le plancher du niveau supérieur, lequel est composé d'une membrane acoustique, d'un contreplaqué et du revêtement.

Les pièces de lamellé-collé étaient 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.

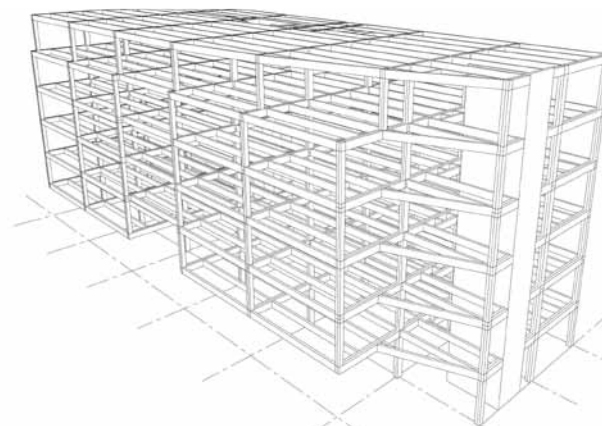


Illustration : Gilles Huot



Les poutres principales ont des proportions de 362 x 527 mm, tandis que les colonnes font 362 x 480 mm. Ces mesures comprennent un surdimensionnement de 40 mm sur toutes les faces des pièces (ainsi que sur les éléments de platelage), de façon à assurer une résistance au feu d'au moins une heure. Le bois se consume en effet à la vitesse de 0,65 mm/min, soit 39 mm en une heure. Ce surdimensionnement a aussi contribué à rigidifier le bâtiment, minimisant ainsi les vibrations des planchers, dont des analyses ont montré que les fréquences n'étaient pas perceptibles par les humains.

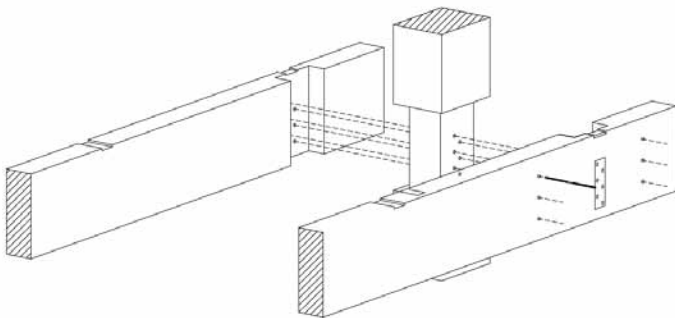




Des colonnes en continu

La portée des poutres est de 9 m dans un sens et de 6 m dans l'autre, ce qui procure la trame idéale pour un édifice à bureaux, avec des modules de 1,5 m. Quant aux colonnes, elles mesurent 7 m de hauteur. Elles traversent donc deux étages, ce qui est particulièrement utile compte tenu du fait qu'on les a disposées en continu, appuyées directement l'une sur l'autre, du bas de la structure jusqu'en haut. Cette disposition en continu des poteaux est la meilleure manière de prévenir le fluage, en dirigeant les charges dans le même sens que les fibres de bois, très résistantes en compression longitudinale. Les colonnes ne s'appuient sur aucune poutre; ce sont plutôt les poutres qui viennent s'amarrer aux colonnes.

Illustration : Gilles Huot



Quant au retrait dû à l'humidité, il est difficile à dissocier de la déformation par le fluage, l'un étant amplifié par l'autre. Chose certaine, les grosses pièces de lamellé-collé sont beaucoup moins sensibles à l'humidité que les matériaux de bois traditionnels. Elles arrivent sur le chantier avec un taux d'humidité inférieur à 13%, qui se stabilisera autour de 8 à 10% avec le temps. Selon les calculs de l'ingénieur, le tassement consécutif au fluage et le retrait dû à l'humidité ne pourront pas atteindre plus de 13,6 mm pour les six étages. Le mouvement réel mesuré après un an est d'à peine 6 mm.

Pour éviter que le revêtement de verre extérieur ne soit menacé par un tassement, aussi minime soit-il, des joints d'expansion ont été installés au niveau du plancher de chaque étage, permettant

ainsi un certain mouvement de la structure. Il faut mentionner que le rideau de verre n'est pas continu sur toute la hauteur de l'édifice, mais interrompu à chaque étage, où peut donc se prendre le jeu du fluage.

Par ailleurs, afin d'assurer la résistance sismique du bâtiment, les concepteurs se sont servis des cages d'escaliers et d'ascenseurs en béton ainsi que d'une partie du mur attenant à la Maison de la coopération comme éléments de contreventement empêchant la torsion de la structure durant une secousse. Les poutres prennent appui sur le béton et y sont fixées avec des assemblages métalliques.

Théoriquement, les réactions différentes du béton et du bois au fluage pourraient occasionner des tassements différentiels là où les deux matériaux sont liés, et donc des dénivellations de planchers. Mais le positionnement des colonnes en continu pour minimiser le fluage des éléments de bois a éliminé toute probabilité d'effet significatif à cet égard.



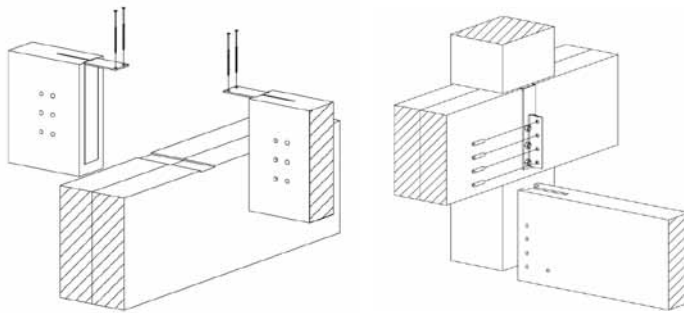
Photo : Gilles Huot



Quelques détails d'assemblage et de finition

Parmi les détails à retenir concernant l'assemblage, mentionnons que toutes les attaches métalliques entre les pièces ont été cachées, aussi bien pour des raisons d'esthétique que pour la protection contre les incendies. L'acier étant moins résistant au feu que le bois, plaques et boulons ont en effet été insérés dans les poutres et les colonnes, puis enfermés derrière des goujons de bois. L'indice de résistance au feu ainsi obtenu pour les attaches devenait le même que pour le reste de la structure.

Illustration: Gilles Huot



Autre détail: étant donné qu'on voulait garder apparent le pontage de bois des sous-planchers, sans aucun plafond suspendu, il a fallu apporter un soin particulier à l'assemblage des systèmes mécaniques qui, devenant presque une œuvre d'art moderne, concourent eux-mêmes à l'esthétique des lieux.



Les cloisons sont de composition standard, avec colombages métalliques et gypse, généreusement fenêtrées pour laisser percer la lumière naturelle dans tous les espaces – souvent de part en part de l'édifice. Mariée à la blondeur du bois apparent et à la géométrie ordonnée des systèmes mécaniques, cette lumière naturelle donne aux lieux une ambiance de quiétude et de fraîcheur propice au travail de bureau. Nombre de cloisons amovibles, montant à mi-hauteur, configurent aussi les espaces.



Photo: Gilles Huot



Le montage et l'enveloppe

Globalement, le montage de la structure s'est bien déroulé, en trois mois environ. Les monteurs n'étant pas familiers avec ce genre de charpente au départ, le premier étage a nécessité un peu plus de temps que les autres. Il a notamment fallu apprendre à composer avec la précision d'usinage des pièces – tolérance de 3 mm maximum – qui rendait l'assemblage difficile. Pour le reste, le travail s'est déroulé sensiblement au même rythme que pour l'assemblage d'une structure d'acier.

En ce qui concerne l'enveloppe, rien n'a été négligé pour en assurer la qualité. Sous leur revêtement de verre ou de grès, les murs extérieurs sont composés d'un colombage métallique et isolés avec une couche de polyuréthane giclé, un panneau de revêtement hydrofuge, une laine minérale (fibre de verre), le pare-vapeur et un gypse ignifuge, l'ensemble procurant une résistance thermique de R-30. Le colombage métallique fait partie des systèmes intérieurs standards dans un bâtiment incombustible, mais les cloisons de bois sont aussi permises dans une telle construction.



Quant à la toiture, sa résistance thermique est de R-40. Posée directement sur le pontage de bois, elle est constituée d'un pare-vapeur et d'un isolant polysocyanurate, recouverte d'une membrane polymère blanche pour éviter la surchauffe en été. Livrée en rouleaux de 3,65 m (12 pi) de largeur, la membrane a été soudée.



Les mesures contre les incendies

Outre le surdimensionnement des pièces de bois et le camouflage des assemblages afin de donner à la structure une résistance au feu de 60 minutes, plusieurs mesures ont été prises pour répondre aux exigences de la Régie en matière de protection contre les incendies.

La principale est une bonification de 30 % du système de gicleurs par rapport à ce qui aurait été exigé dans un édifice traditionnel. Cela signifie un débit d'eau augmenté de 30 %. Pour raccourcir les distances et le temps d'évacuation d'urgence, on a par ailleurs ajouté une issue de secours aux deux exigées dans le Code. Ces sorties sont protégées par des portes coupe-feu, de même que les passages entre l'immeuble de Fondation et la Maison de la coopération attenante, là où un lien existe. Enfin, on a respecté les normes les plus sévères dans le choix des matériaux de finition eu égard au dégagement de fumées toxiques et à la propagation des flammes.

Réduction des GES et autres avantages écologiques

Sur le plan des bénéfices environnementaux, le premier élément à mentionner est le choix du matériau de base lui-même. Selon des calculs d'ingénieur, le recours au bois pour la structure apporte en effet un bénéfice carbone net de 1 350 tonnes de CO₂, soit l'équivalent des gaz à effet de serre (GES) générés par 270 automobiles pendant un an. Cette économie provient en partie du fait que la fabrication de l'acier et du béton qui auraient été utilisés autrement est beaucoup plus énergivore que la récolte et la transformation du bois (bénéfice de 450 tonnes). Le bilan carbone tient aussi compte de la capture de CO₂ par les arbres au cours de leur croissance et de sa séquestration dans le bois de l'édifice (bénéfice de 900 tonnes).

Il faut également signaler la maximalisation de la ressource forestière découlant de l'utilisation de têtes d'épinettes – normalement laissées sur les parterres de coupe – pour la fabrication des poutres, colonnes et pontages. En outre, tout le bois utilisé pour la construction de l'édifice est certifié FSC, c'est-à-dire qu'il provient de forêts gérées de façon écologique et équitable pour les populations autochtones et les travailleurs forestiers. Ce bois provient de Chantiers Chibougamau, la première entreprise à avoir obtenu une telle certification en forêt boréale québécoise.

Gain énergétique de 40 %

La seconde caractéristique écologique d'importance de l'édifice est qu'il offre un gain énergétique de 40 % par rapport au bâtiment de référence du *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments*. Ce gain est attribuable à la qualité de l'enveloppe (R-30 et R-40) ainsi qu'à l'utilisation d'appareils plus petits – et donc moins énergivores – que requis pour climatiser et chauffer l'immeuble. Des urinoirs sans eau, des chasses d'eau de toilettes à débit contrôlé, une robinetterie à infrarouge et des aérateurs dans les robinets procurent par ailleurs des gains de 40 % sur la consommation d'eau potable.

Aucun bois traité n'a été utilisé dans cette construction et tous les produits de finition, dont les peintures, vernis, colles et calfeutrages, sont à faible émissivité de composés organiques volatils (COV). En outre, de tous les postes de travail, les employés ont accès à une vue sur l'extérieur et à la lumière naturelle. C'est

vrai même pour les espaces centraux, comme les salles de réunion. Des douches et un stationnement pour 22 vélos ont par ailleurs été aménagés dans le but de favoriser le transport actif des employés.

Enfin, comme le sol des terrains achetés pour la construction de l'immeuble s'est avéré pollué par des hydrocarbures provenant d'anciens réservoirs d'huiles et d'une ancienne station-service, il a fallu tout décontaminer. Quant aux débris de démolition des deux vieux bâtiments occupant le terrain auparavant, ils ont été récupérés à 94 % et expédiés à différents recycleurs.

Budget respecté et client satisfait

Au total, la construction a coûté 14,5 millions de dollars. C'est le montant (à 1 500 dollars près) qui avait été budgété par Fondation à l'origine, et ce, avant même qu'il soit question de le construire en bois. Le projet initial prévoyait en effet une structure classique et ce n'est qu'une fois les approbations obtenues de la RBQ – alors que les fondations étaient déjà terminées – qu'on a refait les plans en faveur d'une charpente en bois lamellé-collé.

La structure elle-même a coûté environ 30 % de plus que ce qu'aurait exigé une structure de béton. Mais une économie équivalente a été réalisée sur le temps de montage, grâce à l'utilisation d'une structure sèche (pas de temps de cure comme avec le béton), et sur la finition : pas de plafonds suspendus, pas besoin de protéger les colonnes... À noter que Fondation a aussi respecté son budget même en payant plus cher pour du bois certifié FSC, transformé au Québec, auquel il tenait.

Le client s'est d'ailleurs montré entièrement satisfait de l'immeuble, tant au moment où il en a pris livraison qu'après un an de service. « C'était positif au départ et ça continue de l'être », témoigne le porte-parole, qui parle d'un immeuble confortable, chaleureux et différent. « La beauté du bois donne une atmosphère et un rythme particuliers à l'ensemble », dit-il, ajoutant que la mise en service de l'édifice n'a pas été plus compliquée que s'il s'était agi d'une construction classique béton-acier.

Une avenue prometteuse

Tout au long de son édification, soit de l'automne de 2008 au printemps de 2010, et depuis lors, ce bâtiment n'a cessé de susciter l'intérêt partout en Amérique du Nord. Il s'agit donc d'une excellente vitrine pour le savoir-faire québécois, lequel s'est d'ailleurs lui-même enrichi de l'expérience. Cette réalisation constitue aussi une porte ouverte sur l'avenir pour l'utilisation du bois en construction commerciale.

D'une part, on sait maintenant que les constructions commerciales en bois peuvent se faire à des coûts comparables aux constructions traditionnelles. D'autre part, la réalisation de l'édifice Fondation a démontré que des charpentes en bois peuvent désormais être acceptées pour des projets allant au-delà des solutions acceptables prescrites dans le *CNB*. Ajouté au fait que 80 % des bâtiments non résidentiels sont déjà possibles en vertu des solutions acceptables du Code, cela ouvre en effet d'excellentes perspectives d'avenir autant pour les industries du bois et du bois d'ingénierie que pour l'ensemble de l'économie forestière québécoise.

Sept prix pour l'édifice Fondation

L'édifice Fondation CSN a mérité sept prix d'architecture et de conception depuis son ouverture en 2010.

- Premier prix – Design and Build with FSC Award 2010 – Bâtiment commercial, du Forest Stewardship Council des États-Unis. Le jury s'est dit impressionné par la grande utilisation de bois FSC dans le projet et par la visibilité exceptionnelle que cette construction donne au bois certifié.
- Prix d'excellence 2010 cecobois – Bâtiment commercial de plus de 600 m².
- Prix d'excellence 2010 cecobois – Concept structural. Le jury a été sensible à la prouesse d'ingénierie ainsi qu'aux aspects écologiques du bâtiment et à son intégration réussie dans un quartier urbain.
- Contech – Trophée 2010 Innovation et développement durable – Lauréat, pratique innovatrice. Ce concours vise à diffuser et à promouvoir les meilleures pratiques ainsi que les technologies et les produits innovateurs dans l'industrie de la construction.
- Contech – Trophée 2010 Innovation et développement durable – Distinction, développement durable.
- Mérites d'architecture de la Ville de Québec – Bâtiment commercial. Le jury a estimé que cet édifice se distingue par son architecture innovante, par la qualité des matériaux utilisés et par sa remarquable structure en bois d'ingénierie.
- Mérites d'architecture de la Ville de Québec – Prix du public.

Solutions proposées

Voici les principales solutions apportées par les concepteurs pour atteindre les objectifs de sécurité du CCB.

Incendies

- Surdimensionnement de 40 mm de toutes les faces des pièces de bois composant la structure.
- Encastrement dans les poutres et colonnes des assemblages métalliques.
- Bonification de 30 % du système de gicleurs.
- Ajout d'une issue de secours.
- Portes coupe-feu aux sorties.
- Matériaux de finition répondant aux exigences d'une construction incombustible.

Principaux aspects environnementaux

- Bénéfice carbone net de 1 350 tonnes de CO₂ par le choix du bois pour la charpente.
- Bois certifié FSC.
- Récupération de 94 % des débris issus de la démolition de deux vieux bâtiments.
- Décontamination des sols.
- Gain énergétique de 40 % par rapport au bâtiment de référence du *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments*.
- Réduction de la consommation d'eau potable de 40 %.
- Résistance thermique de R-30 pour les murs et R-40 pour la toiture.
- Membrane de toiture blanche.
- Matériaux et produits à faible émissivité de COV.
- Maximalisation de l'éclairage naturel.
- Stationnement pour 22 vélos avec service de douche.

Fluage et secousses sismiques

- Disposition des colonnes en continu, l'une sur l'autre.
- Utilisation des cages d'escalier et d'ascenseurs en béton comme éléments de contreventement.
- Joints d'expansion à chaque étage pour protéger le revêtement de verre de la déformation du bois.

Le bâtiment

- Classe du bâtiment : D
- Aire du bâtiment : 6000 m² (1 000 m² par étage)
- Nombre d'étages : 6
- Principaux produits de bois utilisés : colonnes en bois lamellé-collé NordicLam de 362 x 480 mm ; poutres principales (formées de deux pièces assemblées) en bois lamellé-collé de 362 x 527 mm ; platelage en bois lamellé-collé de 89 mm d'épaisseur
- Coût de la construction, excluant les honoraires et les taxes : 14 500 000 \$
- Coût des produits structuraux en bois : 2 500 000 \$

Équipe de réalisation

Architecture : GHA architecture et développement durable (Gilles Huot)

Architecture intérieur : Tergos Gestion (Bruno Verge)

Génie structural : BES - Bureau d'études spécialisées inc. (Stéphane Rivest)

Codes et sécurité incendie : Civelec consultants inc. (Paul Lhotsky)

Entrepreneur : Pomerleau (Frédéric Fecteau)

Structure en bois lamellé-collé : Nordic bois d'ingénierie

Ressources naturelles
et Faune

Québec



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

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

Mars 2011

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

979, avenue de Bourgogne
Bureau 540
Québec (Québec) G1W 2L4

Tél. : 418 650-7193
Télec. : 418 650-9011
www.cecobois.com

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