

Le bois, un matériau versatile pour couvrir les patinoires



© Photo : Gracieuseté de la Ville de Joliette

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois



Quelle ville ou village du Québec n'a pas sa patinoire? Comme les églises, cet équipement récréatif fait partie du paysage de toutes les municipalités de la province. Lieux de rencontres autour d'une rondelle ou simplement pour faire quelques tours de pistes et prendre l'air, les patinoires animent les quartiers. Mais une pluie hivernale peut détériorer la qualité de la glace tout comme le soleil printanier peut mettre abruptement fin à la saison de glace. C'est pourquoi plusieurs municipalités entreprennent de faire couvrir leur patinoire extérieure. Et le bois, un matériau bien de chez nous, permet de rendre ce lieu de rencontre encore plus chaleureux et convivial.

Une patinoire de dimension LNH mesure environ 61 m de long sur 26 m de large. Pour bien la protéger des intempéries ou du soleil, il s'agit donc de la couvrir d'une toiture dont les poutres transversales portent sur une trentaine de mètres. Une distance que franchit aisément le matériau bois. Il existe plusieurs concepts structuraux se prêtant bien au matériau bois : des poutres en arches, des poutres droites, et même des systèmes hybrides acier-bois. Les municipalités qui veulent couvrir leur patinoire n'ont qu'à faire leur choix!



Patinoires en arches

La Ville de Candiac voulait équiper le parc Haendel d'une infrastructure couverte polyvalente abritant la patinoire l'hiver et des activités diverses à l'abri des intempéries le reste de l'année. Elle a fait appel à un partenariat composé du Groupe Decarel pour la construction, de BC2 pour l'architecture et à Nordic Structures pour l'ingénierie, la fourniture et l'installation de la structure en bois. Ils ont opté pour une structure en arches et construit le Préau en 2019.

Le Préau, tout de bois lamellé-collé, couvre une surface de 31 m de large sur 70 m de long. Il débordé donc de la glace pour la protéger du soleil et de la pluie, mais aussi pour abriter les personnes qui circulent sur le pourtour de la glace. La hauteur libre au centre est de 6,5 m et de 4,6 sur les longs côtés.

La structure se compose de 12 arches espacées de 6,1 mètres et supportées à chaque extrémité par une colonne en V. Ces V sont disposés dans le sens de la largeur et permettent à la fois de contreventer la structure dans le sens de la largeur et de réduire la portée réelle de l'arche. Chaque V soutient en effet 2,6 m d'arche de sorte que la portée entre les deux V se réduit à 26 m. Cependant, avec la courbure, la longueur de chaque arche avoisine les 37 m. Pour en faciliter le transport, elles ont été divisées en 3 sections d'environ 12 m et reliées par des joints de continuité. Les 3 sections étaient assemblées en chantier avant d'installer l'arche.

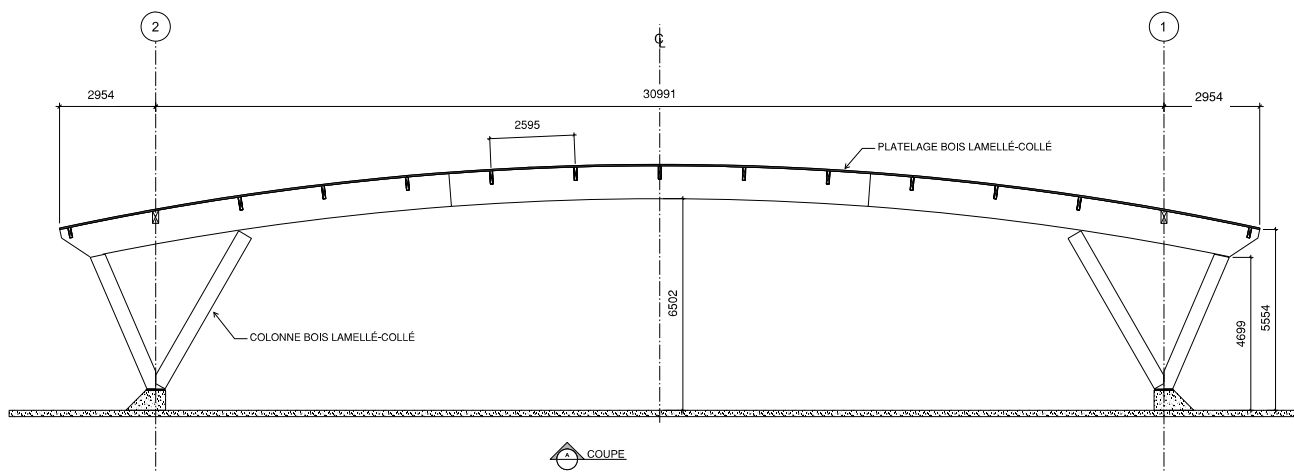
Patinoire du parc Haendel, Ville de Candiac



© Photo : Damien Ligiardi



© Photo : Damien Ligiardi



Les colonnes en V ne sont pas symétriques puisqu'elles n'ont pas les mêmes charges à reprendre et que le bras intérieur est plus long que le bras extérieur. Elles sont assemblées par des goujons à une plaque d'acier interne, elle-même soudée à une plaque de pied de colonne ancrée à un pilastre en béton. Le système de charge gravitaire est complété par des poutres secondaires espacées de 2,6 m avec des poutres de rive de section plus petite puisqu'elles ont moins de charges à supporter.

Dans le sens de la largeur, le contreventement est assuré par les colonnes en V aux extrémités des arches. Dans le sens de la longueur, il est assuré, aux 4 coins de la patinoire, par des colonnes diagonales qui partent du pied des colonnes en V des premières et troisièmes arches pour rejoindre la deuxième poutre secondaire au niveau de la deuxième arche. Les arches étant espacées de 6 m, entre la première et la troisième arche, 12 m sont ainsi contreventées par les 2 colonnes diagonales aux 4 coins de la patinoire. La deuxième poutre secondaire où arrivent les colonnes diagonales de contreventement est de plus forte section que les autres et transfère les efforts sur toute la longueur de la toiture.

Les efforts sont aussi repris par le diaphragme essentiellement constitué d'un platelage de bois lamellé-collé de 44 mm d'épaisseur. Le plan de clouage du platelage sur les poutres secondaires est calculé pour éviter l'ajout de contreplaqué.

Toute la structure est protégée par une finition Sansin. En toiture, le platelage déborde des poutres qui sont, par ailleurs, coupées en biseau pour réduire la surface de bois de bout. Aux pieds des colonnes, les pilastres de béton sont assez hauts pour éviter l'accumulation de neige sur l'assemblage. Un espace est également prévu à la jonction des deux bras du V pour faciliter l'écoulement de l'eau.

Cette structure est adaptable aux besoins des municipalités et il est possible d'ajouter, par exemple, une trame d'arche ou une estrade. Avec d'autres partenaires, Nordic a d'ailleurs réalisé cinq autres patinoires selon ce même principe, chacune ayant leurs particularités. Une version hybride avec des colonnes en V en acier a même vu le jour à Val-d'Or.

Patinoire Bleu Blanc Bouge, Ville de Val d'Or



© Photo : Trame architecture

Patinoire du parc Haendel, Ville de Candiac



© Photo : Damien Ligiardi

Équipe de projet de la patinoire du parc Haendel de Candiac

- **Client :** Ville de Candiac
- **Coordination et architecture de paysage :** BC2
- **Architecte :** Alain Richer Architecte
- **Ingénieur en structure :** Nordic Structures
- **Entrepreneur :** Groupe Decarel
- **Fournisseur de la structure :** Nordic Structures
- **Ingénieur fondations :** SDK

Patinoires à fermes hybrides

À Boischatel, c'est ABCP architecture qui a été engagé pour imaginer la toiture de la patinoire appuyé de L2C experts conseils comme ingénieurs en structure. L'architecte avait la vision d'une structure légère, sans colonnes verticales, avec des fermes hybrides bois-acier à poutres sous-tendues de section variable et les ingénieurs ont concrétisé cette vision en une structure hybride composée d'une toiture de bois semblant flotter sur de fines colonnes d'acier en V. Construite en 2020, elle s'adjoint également d'un petit bâtiment de service en ossature légère.

La patinoire couvre une surface d'environ 67 m sur 28 m avec une hauteur libre de 6,3 m au centre et avoisine les 8 m sur les longs côtés. Les poutres à inertie variable présentent une pente du centre vers l'extérieur pour le drainage.

La toiture se compose de 12 poutres en bois lamellé-collé espacées de 6,4 m. Leur hauteur varie de 0,6 m au centre à 1,2 m à leur point d'appui sur les colonnes pour diminuer à nouveau aux extrémités. C'est le système de sous-tension qui permet de réduire la section des poutres et donc de diminuer le volume de bois.

À leurs extrémités, sur les longs côtés de la patinoire, les poutres s'appuient sur deux séries de 11 colonnes rondes d'acier en V. Les V, orientés également dans le sens de la longueur de la patinoire, ne sont pas verticaux, mais angulés vers l'intérieur. Ils sont soudés à leur base à une plaque boulonnée sur un pilastre en béton situé à mi-distance entre chaque poutre. C'est donc au sommet de 2 « demi-V », qui forment ainsi un V inversé, que s'appuient les extrémités des poutres. En leur centre, les poutres s'appuient sur un poinçon, retenue à sa base par des tirants en tige d'acier qui remontent les efforts jusqu'au sommet des colonnes en V. Ces tiges d'acier sont connectées à des plaques d'assemblage dissimulées dans les poutres. En fait, sur une idée ingénieuse du fournisseur de bois, Art Massif, chaque poutre est constituée de deux demi-poutres qui enserrant la plaque d'assemblage, ne laissant dépasser que la boucle servant à la fixation de la tige d'acier.

Patinoire du parc des Saphirs, Ville de Boischatel

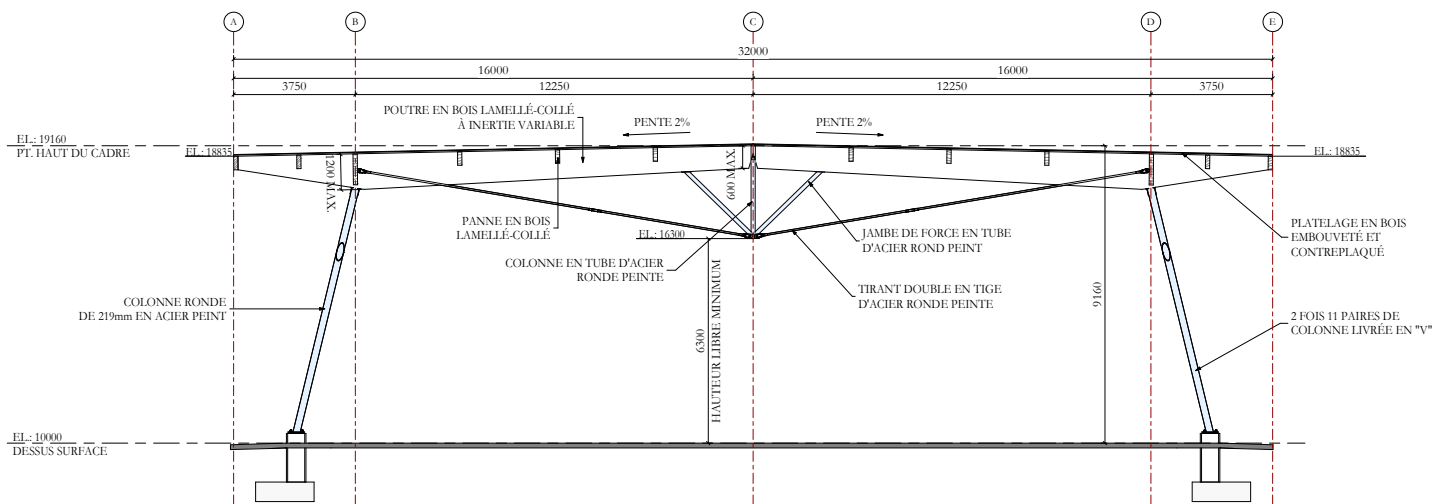


© Photo : Stéphane Groleau

Patinoire du parc des Saphirs, Ville de Boischatel



© Photo : Stéphane Groleau





© Photo : Stéphane Groleau

Le système de sous-tension est renforcé par des jambes de force en acier qui partent de la base du poinçon et remontent vers la poutre. Ces jambes de force diminuent les efforts des poutres de bois et leur angle a été calculé pour optimiser le volume de bois. Enfin, pour stabiliser le système de sous-tension, une jambe de force en acier relie la base du poinçon de la première poutre à la deuxième poutre aux deux extrémités.

Dans le sens de la longueur, la patinoire est traversée par 11 poutres secondaires assemblées aux poutres principales par le système de tiges collées invisibles d'Art Massif. Dans le sens longitudinal, le contreventement est assuré par les colonnes en V et les poutres secondaires qui les relient. C'est pour cette raison que les poutres secondaires vis-à-vis des colonnes ont une section plus importante que leurs voisines. Dans le sens transversal, le contreventement est assuré aux 4 coins par des V inversés orientés transversalement et angulés vers l'extérieur de la patinoire. C'est ce qui donne sa légèreté à la patinoire, car aux extrémités, la toiture semble tenir dans le vide.

Au-dessus des poutres secondaires, un diaphragme constitué d'un platelage et d'un contreplaqué transfère les efforts latéraux vers les colonnes. L'espacement entre les poutres secondaires a été calculé de sorte à réduire l'épaisseur du platelage.

La pente de la toiture assure le drainage de l'eau et le calcul tient compte de la déformation de la toiture sous la charge de la neige. Une plaque métallique protège tout le périmètre de la toiture de sorte qu'aucun élément de bois n'est exposé à la pluie. Les colonnes d'acier, ainsi que tous les éléments d'acier exposés aux intempéries, ont été galvanisés à chaud après avoir reçu une couche d'apprêt.

Cette structure en ferme hybride peut être répliquée et adaptée à d'autres patinoires. Une variation avec des colonnes en bois a d'ailleurs été reprise, avec d'autres partenaires, à Saint-Apollinaire.

Patinoire Philippe Boucher,
Municipalité de Saint-Apollinaire



© Photo : Le Natif Photographe

Équipe de projet de la patinoire du parc des Saphirs

- **Client :** municipalité de Boischatel
- **Architectes :** ABCP architecture
- **Ingénieur en structure :** L2C experts conseils
- **Ingénieur en mécanique :** Altanergy
- **Entrepreneur :** Construction Durand
- **Fournisseur de la structure :** Art Massif

Patinoires à toiture plate

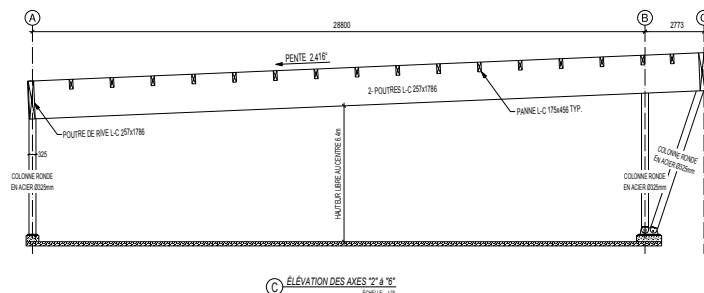
À Carignan, la patinoire extérieure est coiffée d'une structure en bois à l'allure moderne et minimaliste. Sa toiture plate, légèrement en pente afin de favoriser l'écoulement des précipitations, s'avère une autre solution intéressante pour les municipalités en quête d'un concept économique et aux prises avec des délais de construction serrés.

Le concept est simple : sept immenses poutres principales en bois lamellé-collé d'un peu plus de 100 pieds de long, en portée simple avec un léger porte-à-faux, et des poutres secondaires. Celles-ci supportent un platelage en bois conventionnel composé de 2 x 8 moulurés avec une embouveture. Comme les poutres principales sont énormes, elles ont été doublées afin d'obtenir des éléments d'un peu plus de 20 pouces de largeur. Ces impressionnantes poutres pèsent 31 000 livres dans le cas des poutres doubles et 22 000 livres dans le cadre des poutres de rives, un défi pour la fabrication en usine et le transport.

Les dimensions sont telles que Goodfellow doit demander un transport spécial avec escorte lors de leur transport. Les policiers doivent également fermer les rues le temps d'acheminer les poutres au chantier. Un moindre mal quand on considère les avantages de ce système. En effet, en plus de contribuer à générer une esthétique contemporaine, ces poutres ne nécessitent aucun assemblage sur le chantier : elles sont prêtes à être installées dès leurs arrivée et peuvent donc être posées telles quelles. Quant aux poutres secondaires, elles sont simplement vissées, si bien qu'aucun percement n'est à faire et aucun étrier n'est à poser. Cette particularité permet d'accélérer le montage de la structure sur le chantier.

Autre particularité de ce concept : la structure en bois est bien protégée des intempéries tout le tour. Seules des colonnes en acier galvanisé sont exposées. La beauté de la structure en bois se révèle ainsi aux utilisateurs une fois sur la glace, leur permettant de profiter de l'ambiance chaleureuse de ce matériau.

La toiture plate recouvrant la patinoire de Carignan est la première du genre à avoir été réalisée par GoodFellow, qui travaille actuellement sur un autre projet qui utilisera le même concept, mais pour une patinoire intérieure.



Patinoire du parc du Centre multifonctionnel, Ville de Carignan



Patinoire du parc du Centre multifonctionnel, Ville de Carignan



Équipe de projet de la patinoire de Carignan

- **Client :** Ville de Carignan
- **Architectes :** Monty & Associé Architectes
- **Ingénieur en structure :** EXP
- **Entrepreneur :** Bricon et Construction Richelieu
- **Fournisseur de la structure :** Goodfellow

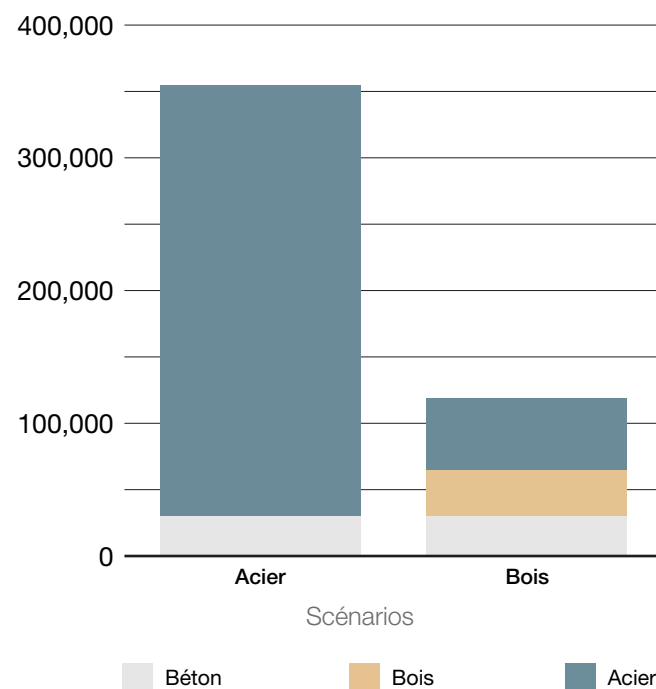
Réduire son impact environnemental grâce au bois : Analyse Gestimat de la patinoire Bleu Blanc Bouge de Joliette

Troquer une structure en acier pour une structure en bois comporte des avantages environnementaux non négligeables, surtout dans un contexte où de plus en plus de municipalités souhaitent poser des gestes concrets dans la lutte contre les changements climatiques. Non seulement le bois permet de séquestrer du carbone, mais son utilisation en remplacement de matériaux plus énergivores à produire permet de réduire les émissions de GES des éléments structuraux.

Dans le cas de la patinoire Bleu Blanc Bouge de Joliette, une analyse réalisée avec l'outil Gestimat a permis de quantifier les émissions de GES attribuables à la fabrication des matériaux de structure du projet et de les comparer à un scénario de référence en acier. Au total, 311 m³ de bois lamellé-collé ont été utilisés dans la réalisation de cette patinoire couverte, soit 131 m³ pour les poutres principales, 23 m³ pour les colonnes et contreventements, 115 m³ pour le platelage et 42 m³ pour les poutres intermédiaires de la toiture. En y ajoutant les autres matériaux de structure utilisés (connexions en acier, ancrages, fondations en béton armé, etc.), les émissions de GES de la structure sont estimées à 121 429 kg éq. CO₂, soit 59 kg éq. CO₂/m² de l'espace couvert délimité par les colonnes de la structure. Dans le cas du scénario de référence en acier, elles sont estimées à 353 704 kg éq. CO₂, soit 172 kg éq. CO₂/m².

Selon ces données, la patinoire couverte utilisant une structure en bois entraîne une réduction des émissions de GES attribuables aux matériaux de structure de 232 275 kg éq. CO₂, soit une réduction de 66 % par rapport au scénario de référence. Cette diminution équivaut à 71 voitures en moins sur la route.

Émissions de GES par matériau (kg éq. CO₂)



Patinoire Bleu Blanc Bouge, Ville de Joliette



© Photo : gracieuseté de la Ville de Joliette



© Photo : Stéphane Groleau

Patinoire du parc des Saphirs,
Ville de Boischatel



© Photo : le Natif photographe

Patinoire Philippe Boucher,
Municipalité de Saint-Apolinaire



© Photo : Maxime Caplette

Patinoire du parc du Centre multifonctionnel,
Ville de Carignan



© Photo : Damien Ligiardi

Patinoire du parc Haendel,
Ville de Candiac



© Photo : gracieuseté de la Ville de Joliette

Patinoire Bleu Blanc Bouge,
Ville de Joliette



© Photo : Adrien Williams

Patinoire Bleu Blanc Bouge,
Ville de Val d'Or



© Photo : Simon Lanciault

Polydôme au parc Pré-Vert,
Ville de Varennes



© Photo : gracieuseté de la Municipalité de Saint-Germain-de-Grantham

Patinoire du parc Yvon-Lambert,
Ville de Saint-Germain-de-Grantham



© Photo : Jean-Marie Savard

Patinoire du parc Daniel Lauzon,
Ville de Tremblant



© Photo : Bernard Dagenais

Préau de Saint-Gabriel-de-Valcartier,
Municipalité de Saint-Gabriel-de-Valcartier



© Photo : David Boyer

Patinoire couverte extérieure de Saint-Alexandre-de-Kamouraska,
Municipalité de Saint-Alexandre-de-Kamouraska



© Photo : gracieuseté de la Municipalité de McMasterville

Patinoire couverte de McMasterville,
Municipalité de McMasterville

Rédaction : Valérie Levée

Comité de révision : Simon T. Bellavance et Cynthia Bolduc-Guay

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

cecobois remercie Ressources naturelles Canada et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec pour leur contribution à la réalisation de cette étude.

PARTENAIRES



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

Mars 2023

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois