

Le recours au frêne structurel dans le cadre de la rénovation de la patinoire à Porrentruy

Johann MAÎTRE
Timbatec ingénieurs bois SA
Delémont, Suisse



1. Projet

1.1. Situation de départ

Après pratiquement cinquante ans de service, l'ancienne patinoire couverte d'Ajoie nécessitait des travaux d'entretien et de rénovation de grande importance. L'évolution des exigences de la ligue Suisse de hockey sur glace, le devoir de mise en conformité du bâtiment selon les nouvelles normes de sécurité pour les spectateurs ont rendu indispensable une rénovation complète du site de Porrentruy. Plusieurs années ont été nécessaires afin de trouver dans quelles mesures les rénovations allaient être réalisées, des réflexions ont également été menées quant à la nécessité de réaliser ou non une deuxième surface de glace. Finalement et après plusieurs études de faisabilité, une solution rationnelle et fonctionnelle a pris place, convenant autant aux propriétaires du site, le syndicat intercommunal du district de Porrentruy, qu'aux différents utilisateurs des lieux, réunissant le hockey club Ajoie, le club des patineurs, le club de curling, le patinage artistique et le patinage public.

Après ces différentes propositions, une variante dominait, celle-ci avait été prévue d'être réalisée avec des structures porteuses en acier et en béton armé pour l'ensemble du site. Rapidement, le Maître d'ouvrage a évalué la possibilité de remplacer ces structures métalliques par des éléments réalisés en bois, allant même dans le choix de vouloir employer au maximum son propre bois, issus des forêts communales avoisinantes.

1.2. Présentation du site rénové

Le site rénové est composé de trois parties principales distinctes. La partie centrale regroupant un restaurant, les vestiaires, les loges et zones privées ainsi que les installations techniques des deux surfaces de glace. Les bâtiments s'étendent sur une longueur d'environ cent-soixante mètres, d'une largeur d'environ quarante-huit mètres et d'une hauteur d'environ dix-neuf mètres à la partie supérieure. Ci-dessous, une vue en coupe représentant les trois parties du complexe ainsi qu'une vue en plan de l'ensemble du site.

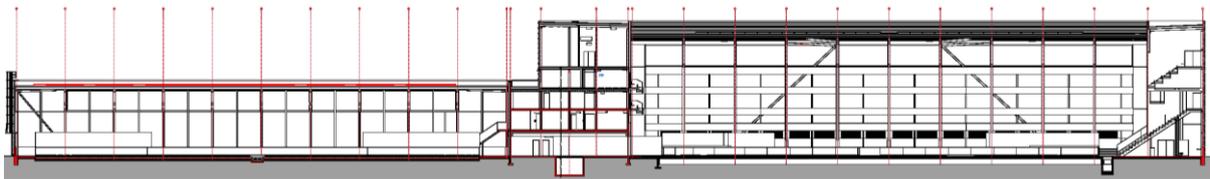


Figure 1 : Vue en coupe du complexe, plan Dolci Architectes



Figure 2 : Vue en plan du complexe, coupes Dolci Architectes

1.3. Aspects climatiques à prendre en considération

Une des premières réflexions qui a dû être menée concernant l'utilisation du bois pour les structures porteuses des deux patinoires a été de déterminer le climat intérieur, respectivement l'humidité et la température de l'air. De plus, la présence de la glace engendre un effet de rayonnement thermique sur les surfaces de bois exposées. Ce rayonnement froid peut engendrer sous certaines conditions un refroidissement non négligeable en surface et permettre la formation de condensation sur certaines zones. L'eau accumulée sous forme liquide et en contact du bois peut ensuite rapidement être absorbée par le matériau bois et peut à terme rapidement engendrer des problèmes de pérennité des structures. L'effet du rayonnement thermique sur la température de surface du bois est fortement dépendant de la distance les séparant. Avec la différence de hauteur entre la patinoire principale et secondaire, l'observation de l'effet du rayonnement est particulièrement intéressant et est actuellement observé.

Les conditions d'exploitation standard des deux patinoires ont été fixées dans les conventions d'utilisation en considérant une température des locaux d'environ 10°C et 70 % d'humidité relative de l'air dans la patinoire principale et d'environ 5°C et 70% HR pour la patinoire secondaire. Ces conditions sont relativement favorables au matériau bois, conduisant à une humidité d'équilibre du bois entre 12 et 15 %.

Afin d'anticiper le risque d'une augmentation locale de l'humidité du bois dû à l'effet de condensation, un monitoring est actuellement en place et suit en continu l'évolution de l'humidité sur différents secteurs et éléments en bois. En cas de risque trop élevé pour les structures, des solutions de protections du bois ont déjà été anticipées et pourront être mises en œuvre rapidement.

2. Contexte

2.1. Objectifs du Maître d'ouvrage

Lors du choix effectué de construire le futur complexe avec du bois régional, plusieurs objectifs ont été fixés au bureau d'ingénieur bois de la part du Maître d'ouvrage. Dans la mesure du possible, l'emploi de bois feuillus a dû être étudié pour l'ensemble du complexe. De plus, le souhait d'utiliser un maximum de bois équarri, nécessitant que très peu de transformation, a été demandé, ceci représentait un défi de taille pour la planification. Les sections étaient alors limitées par le diamètre des grumes disponibles en forêt et par leurs longueurs. Un circuit court a également été exigé, c'est-à-dire que l'ensemble des produits en bois devait être extrait des forêts avoisinantes au projet et appartenant au groupement des communes propriétaires des futurs bâtiments.

De plus, la trame existante de l'ancien bâtiment a dû être conservée afin de limiter au maximum les interventions de génie civil proche du champ de glace.

2.2. Bois à disposition dans les forêts – Jura Suisse

Afin d'anticiper au maximum la planification des coupes de bois, des contacts ont été pris avec les différents services gérant les forêts du territoire jurassien et une liste d'essences disponibles a été établie.

Le hêtre, en tant qu'essence feuillu, est relativement dominante dans les forêts de la région. Par conséquent, le choix d'employer cette essence en particulier dominait dans les discussions des forestiers et du Maître d'ouvrage. Une autre essence également présente mais en quantité plus faible sur le territoire régional était intéressante, il s'agissait du frêne. Celui-ci étant soumis à de fortes pressions de la part d'un champignon dévastateur, il y avait donc une réelle opportunité d'utiliser cette essence dans le projet.

Les forêts jurassiennes comptent également une part importante de bois résineux tel que l'épicéa et le sapin blanc.

L'extraction annuelle de bois dans la région représente environ cent mille mètres cubes de grumes, l'utilisation dans le projet de la rénovation et transformation de la patinoire en représente environ quatre mille mètres cubes, soit l'équivalent d'environ 4% des coupes annuelles.

2.3. Possibilités de transformation

Le choix de favoriser les circuits courts dans ce projet, a induit des réflexions en amont sur les possibilités locales de transformer le bois. La région possède en effet quelques scieries de petites à moyennes importances, une collaboration de plusieurs acteurs était alors nécessaire. Les capacités propres à chaque entreprise ont été prises en considération dans le développement du choix des produits à transformer afin de rationaliser et optimiser les différentes étapes de production.

Le circuit du bois s'est déroulé de la manière suivante : Un mandataire spécialisé en commerce et transport du bois s'est occupé de sélectionner les grumes en forêt et de les livrer aux différentes scieries. Celles-ci se sont chargées du sciage à façon et du séchage des différents produits nécessaires au projet. Une partie des sciages a ensuite été acheminée dans des entreprises de collage du bois afin de les transformer en bois lamellé-collé et être livrés au charpentier. Ce principe a été réalisé en plusieurs phases afin de correspondre aux différentes étapes de planification des travaux.

3. Principes retenus

3.1. Analyse de faisabilité

Rapidement les exigences du Maître d'ouvrage analysées par le bureau d'ingénieur bois Timbatec SA, les différents systèmes structuraux nécessaires ont été développés. Le choix de réaliser une partie éléments en bois équarri s'est avéré possible dans certaines zones à faible portée. Les systèmes porteurs des toitures ont été développés afin de reprendre appui sur les anciennes fondations et en permettant d'augmenter considérablement le volume intérieur du bâtiment. D'autres pistes ont également été analysées afin d'utiliser le matériau bois également pour la réalisation des dalles d'étages de la partie centrale, pour la réalisation de tribunes supplémentaires ainsi que pour l'extension des tribunes existantes.

Après le développement d'un avant-projet, une estimation des coûts a été établie et a permis de démontrer que la variante proposée en utilisant du bois et également du bois régional était totalement compétitive au projet de construction métallique réalisé auparavant.

3.2. Choix des matériaux

Les conditions d'humidité particulières et le risque accru de condensation possible sur les surfaces en bois ont orienté les choix des matériaux vers des systèmes compatibles et mieux adaptés aux fortes variations d'humidité. Le hêtre peuplant largement les forêts jurassiennes n'a pas été retenu comme matériau servant aux structures directement exposées au champ de glace. A ces endroits et afin de profiter au maximum des possibilités offertes par le bois feuillu, l'emploi de frêne a été privilégié.

L'emploi de hêtre a en revanche été optimisé dans les zones à climat régulé par un système de chauffage et de ventilation, soit les parties centrales chauffées ainsi que pour les supports d'une partie des tribunes.

Les structures secondaires des éléments de dalles et de gradins ont été réalisées à l'aide d'un mélange de bois d'épicéa et de sapin blanc. Une pièce standardisée a été développée et réutilisée sur l'ensemble du site.

Finalement, l'emploi d'environ huit-cents mètres cubes de bois équarri sapin-épicéa, deux-cent vingt mètres cubes de bois collés en frêne, cinquante-cinq mètres cubes de bois collés en hêtre et deux-cent vingt mètres cubes de bois collés en résineux ont été employés pour l'ensemble du nouveau complexe sportif.

3.3. Système structurel développé

Le développement des structures primaires en toiture a été basé sur une construction hybride réalisée pour les zones statiquement très sollicitées avec du bois collé de frêne et pour le reste par du bois collé à base d'épicéa. Le mélange entre ces deux essences représente une solution efficace car leurs variations dimensionnelles dues aux conditions climatiques sont environ similaires.



Figure 4 : Structure patinoire secondaire

Du bois équarri pour la réalisation des pannes-chevrons a été employé. D'une portée d'environ sept mètres, leurs entre-axe a été calculé en fonction des sections pouvant être réalisées avec les grumes à disposition. Les systèmes sont similaires pour les deux patinoires. Ci-contre des visualisations des différentes structures développées.



Figure 3 : Structure patinoire principale

Les structures porteuses des nouvelles tribunes supérieures ont été réalisées avec un principe de voile en porte-à-faux, réalisées principalement avec d'une part un panneau multicouche et d'autre part d'une structure verticale en bois collé de frêne. Des doubles poteaux servent à reprendre la charge importante générée par le système. Des tirants ont également été installés en façade afin de reprendre les efforts de traction et de permettre un contrôle dans le temps des déformations dûes aux mouvements des spectateurs. Le système secondaire a été réalisé avec les pièces standardisées en bois d'épicéa et de sapin blanc.



Figure 5 : Structure tribune supérieure



Figure 6 : Structure tribune inférieure

La tribune inférieure a été développée sur le même principe que les éléments de la partie centrale du complexe, soit une structure primaire en bois collé de hêtre et un système secondaire utilisant la pièce en bois résineux standardisée et permettant la réalisation des marches nécessaires aux places debout des supporters.

La partie centrale des bâtiments a été réalisée avec une structure primaire en bois collé de hêtre constituée de poteaux et de sommiers doubles.

La structure secondaire des dalles a été réalisée avec une alternance de deux pièces standards, permettant l'intégration d'éléments acoustiques nécessaires à l'utilisation des locaux et créant un effet visuel sur l'ensemble de la dalle.



Figure 7 : Structure partie centrale

4. Réalisation

Ci-dessous une sélection de photos réalisées lors du montage des structures porteuses et à la fin des travaux de rénovation.

4.1. Partie centrale



Figure 8 : Partie centrale en cours de montage



Figure 9 : Locaux intérieurs



Figure 10 : Principe des structures

4.2. Patinoire principale



Figure 11 : Structure en cours de montage



Figure 12 : Aspect intérieur



Figure 13 : Vue intérieure des tribunes



Figure 14 : Tribune supérieure et inférieure



Figure 15 : Vue générale

4.3. Patinoire secondaire



Figure 16 : Structure en cours de montage



Figure 17 : Réalisation des fermes



Figure 18 : Pannes-chevron

5. Conclusions

5.1. Bénéfices d'emploi de bois feuillus dans la construction

L'emploi de bois feuillu dans le projet de rénovation et agrandissement de la patinoire d'Ajoie à Porrentruy a permis d'obtenir des structures plus efficaces et filigranes. Les hautes valeurs de résistances mécaniques du bois feuillu, hêtre ou frêne dans le projet, permettent d'économiser sur les volumes des matériaux à mettre en œuvre et offre plus de libertés. L'utilisation du bois valorise également une part des peuplements disponibles en forêt qui ont jusqu'ici, très peu été utilisés dans le domaine de la construction et le développement de structure porteuse. Les assemblages peuvent également être optimisés avec l'emploi de bois feuillu, notamment avec la prise en considération de valeur de résistance supérieure pour des éléments à broches et goussets ou encore de tiges métalliques collées. Les études et les projets impliquant du bois feuillu étant encore rares dans le secteur, le manque de retour d'expérience et de données scientifiques sur ce thème ne permet actuellement probablement pas de profiter au maximum des capacités de ces nouvelles technologies. La poursuite des développements dans ce domaine permettra certainement d'augmenter encore l'efficacité de ces matériaux et de le rendre dans le futur encore plus attractif.

5.2. Planification du bois feuillus vs résineux

Un point qu'il paraît important de traiter dans ce genre de document, concerne l'anticipation de la planification lors de l'emploi de bois feuillus. Actuellement, peu de produits à base de bois feuillus sont disponibles sur le marché, de ce fait lorsque de grands volumes de bois sont nécessaires dans un projet, une réelle anticipation dans tout le processus de transformation est nécessaire afin de répondre aux besoins de la construction. Les temps de séchage et de traitement du bois feuillus sont nettement plus importants que pour le bois résineux, ceci impliquant un traitement anticipé des coupes, sciages et séchages du bois. Avec l'augmentation et la standardisation de la production à base de bois feuillus, cette anticipation pourra très certainement être absorbée par les différents transformateurs et permettra ainsi de disposer du matériau comme pour d'autres produits.

5.3. Perspectives du bois feuillus

Selon les différentes expériences que le bureau Timbatec ingénieurs bois SA a pu récolter ces dernières années dans la construction en bois feuillus, le bilan est plutôt favorable à condition que la recherche et les études dans le domaine soient poursuivies et documentées afin d'en faire profiter l'ensemble du secteur. Les nouvelles réglementations en vigueur dans la plupart des régions imposent une densification du monde de la construction avec pour conséquence la réalisation d'objets toujours plus hauts et compacts, ce qui correspond exactement à ce dont le bois feuillu peut amener. Dans tous les cas et afin de planifier des structures porteuses efficaces et rationnelles, la mise en œuvre de matériaux adaptés à son domaine d'utilisation et sa sollicitation est essentiel dans tous les projets, qu'il s'agisse de bois feuillus ou résineux. Un mélange s'avère actuellement un bon compromis afin de profiter au mieux de chacune de leurs propriétés.