

WOOD — Surfer —

Le Forum du bois et de la construction

CHANTIER BOIS DE A À Z

Centre de gestion
des déchets à Saint-Nazaire

RÉALISATION

L'aéroport de Bakou

MACHINES

Fabrication de fenêtres :
automatisation et flexibilité

Un savoir-faire français mis en valeur à Milan



L'entreprise Simonin, choisie pour réaliser le Pavillon français de l'Exposition universelle de Milan, dévoile les coulisses de sa réalisation. La conception architecturale, confiée au cabinet X-TU Architects, répondant au thème « Nourrir la planète, Énergie pour la vie », représente une corne d'abondance en paysage inversé qui illustre le territoire français sur 2000m².

Le pavillon est également voulu comme un modèle d'économie durable grâce à l'utilisation de bois local, issu de Franche-Comté, à proximité du site industriel de l'entreprise Simonin. Des formes ondulées, des assemblages invisibles, une géométrie complexe... Cette conception innovante illustre le savoir-faire français en matière de structure bois. Le challenge technique était, dans un délai de moins d'un an, de réaliser un bâtiment en bois de 35 x 55 x 12 m qui puisse être démonté et remonté ultérieurement.

La technique du bois lamellé-collé a permis de relever le défi. La réalisation du pavillon a débuté par la conception de la partie basse, appelée « canopée inférieure ». Les niveaux R + 1 et R + 2, destinés aux espaces de réception, de restauration et aux locaux techniques, sont bâtis sur les poutres de la partie basse. Parmi les contraintes imposées et les enjeux : la stabilité au feu. La structure et les assemblages sont calculés avec une stabilité au feu d'une heure grâce à la conception et à l'application d'une peinture ignifuge, (T&G Distribution) sur les pièces métalliques. Les deux niveaux de planchers ont une contrainte de degré coupe-feu d'une heure résolue en associant des panneaux CLT au procédé Dalfeu, de Simonin. france-milan-2015.fr



Innovations pour la construction bois

 **Hundegger**
www.hundegger.fr

La technique du frettage par vis, étudiée à l'université technique de Karlsruhe et proposée par SFS Intec, a été utilisée pour les assemblages brochés de la charpente en lamellé-collé du stade de Nice.



L'innovation passe par l'assemblage

Une étude, commandée par le Codifab, a permis de réaliser une cinquantaine de fiches synthétiques présentant les nouveaux assemblages pour les structures bois. Si certains sont déjà disponibles sur le marché, d'autres sont en phase de recherche ou de développement. Tous répondent aux préoccupations liées à l'avenir de la construction bois.

Les experts sont unanimes : le développement de la construction bois dépendra en grande partie des progrès techniques dans le domaine des assemblages. L'entrée en vigueur des Eurocodes 5 et 8, la réglementation de plus en plus exigeante et l'arrivée de nouvelles techniques constructives (mixité de matériaux, bois d'ingénierie...) ont incité les fabricants à mettre en place de nouvelles solutions ou à améliorer les anciennes afin de s'adapter aux besoins du marché. Des travaux de recherche sont également en cours dans différents pays.

« Les assemblages sont un élément de plus en plus stratégique dans la performance des structures bois et c'est particulièrement accentué dans les zones sismiques et exposées à de forts vents, ainsi que dans les structures soumises à de fortes charges ou moments d'encastrement importants », rappelle

Frank Kupferlé, directeur du cabinet C4Ci. C'est cette société de conseil en ingénierie, développement et commercialisation de produits constructifs, basée à Strasbourg en Alsace et à Southampton au Royaume-Uni, qui a été chargée par le Codifab de mener une étude de veille sur les solutions d'assemblage pour structures bois en cours de développement ou de commercialisation en France, en Europe et dans le monde. Un travail collectif, effectué avec la participation de 45 chercheurs et 25 entreprises de 23 pays. L'étude, qui a débuté en septembre 2012, a été restituée au comité de pilotage en janvier 2014 et présentée lors d'une conférence dédiée aux professionnels de la construction bois qui s'est déroulée le 19 juin 2014 à Paris.

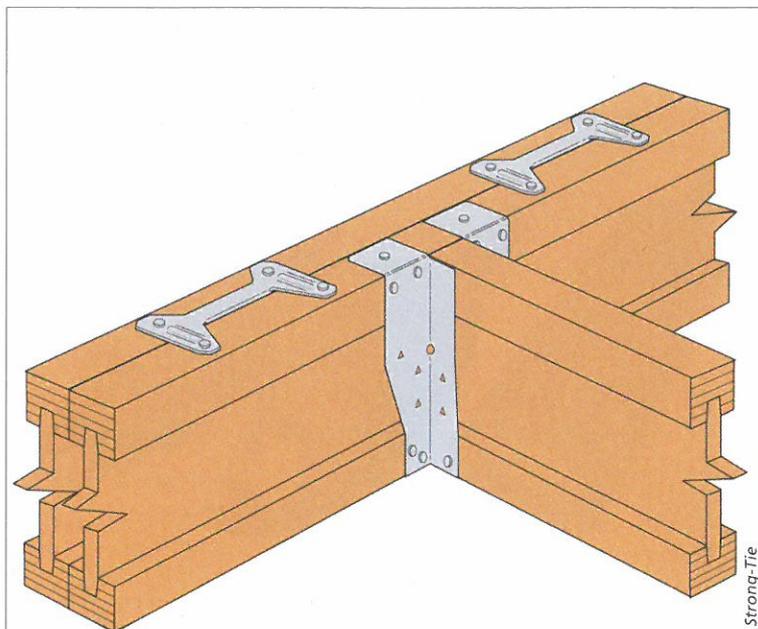
Objectifs communs

Plusieurs applications ont été prises en compte : charpente industrielle, charpente en lamellé-collé, murs à ossature bois, façades à ossature bois, charpente taillée, charpentes en poutres en I, ouvrages en lamellé-collé. Malgré la diversité des solutions techniques sélectionnées, l'étude a permis de définir les axes de travail communs à tous les intervenants (organismes de recherche, entreprises et industriels) :

- mobiliser au maximum le matériau bois présent autour des connexions, afin de réduire les coûts dus au surdimensionnement des éléments bois régulièrement constaté ;
- orienter les efforts et contraintes dans le bois, de façon à limiter les ruptures fragiles (cisaillement, traction transversale), favoriser les ruptures ductiles (compression) et les ruptures dans la direction où le bois est le plus résistant (traction et compression longitudinale) ;
- renforcer le matériau bois vis-à-vis des sollicitations pour lesquelles il est peu résistant (compression transversale, cisaillement, traction transversale) ;
- améliorer la mise en œuvre en favorisant la pré-fabrication en atelier et la réduction des temps de levage des structures bois (simples emboîtements et verrouillages) ;
- contribuer à la résistance au feu et à l'esthétique des assemblages en les rendant invisibles et en les protégeant avec le matériau bois ;
- diminuer les quantités et poids des connexions pour réduire les sections de bois, et faciliter le transport et le levage ;
- améliorer le comportement à long terme et la résistance au climat, en travaillant sur les matériaux.

Système de classification

L'étude recense quatre principales familles de solutions : avec vis et tiges filetées métalliques ; avec connecteurs en tôles métalliques ; avec connecteurs métalliques massifs ; avec systèmes non métalliques. Chaque solution est décrite sur une fiche de synthèse qui comporte plusieurs informations : présentation de la technique, stade d'avancement (recherche, développement, industrialisation ou commercialisation), organismes de recherche impliqués, mise



Connecteur pour jumelages de poutres en I, MJC de Simpson Strong-Tie.

Doc. : Simpson Strong-Tie



Les connecteurs Megant brevetés par Knapp permettent des fixations invisibles des structures en lamellé-collé avec d'importantes reprises de charges.

Photos : Knapp

→ IT-Fix, dispositif destiné à la fixation des éléments lourds en façade, associe trois éléments : une entretoise en matériau composite et fibre de verre, une tige filetée synthétique renforcée à la fibre de verre et une cheville d'ancrage.



en œuvre et intégration aux pratiques professionnelles. Les fiches précisent aussi les points prometteurs et les interrogations que peuvent soulever les techniques présentées.

Quelques solutions innovantes

La technique de renforcement d'assemblages brochés par vis fait partie de la première famille de solutions présentées dans l'étude. Dans les assemblages brochés, des sollicitations transversales au fil du bois sont créées et peuvent être à l'origine de ruptures fragiles. Des frettages par vis (perpendiculaires aux broches et au fil du bois) peuvent être utilisés pour diminuer les risques de ce type de ruptures, en favorisant la rupture ductile et en apportant de la résistance. Cette technique a été utilisée notamment sur les chantiers du stade de Nice et de la Fondation Vuitton. Les vis mises en œuvre, fabriquées par SFS Intec, sont déjà commercialisées en France.

Dans la famille des assemblages avec connecteurs en tôles métalliques, on peut citer l'exemple des connecteurs pour jumelages de poutres en I. Cette opération nécessite habituellement d'intercaler des éléments bois de calage entre les âmes, qui sont assemblés à celles-ci à l'aide de pointes. Une mise en œuvre qui demande la préparation des cales aux bonnes épaisseurs et prend beaucoup de temps sur le chantier. Les nouveaux connecteurs, I-Clip d'ITW-Cullen et MJC de Simpson Strong-Tie, permettent de se libérer de cette contrainte, en solidarissant entre elles les membrures de poutres avec une rigidité et une résistance suffisantes pour que l'on puisse se passer de cales complémentaires. Les deux produits ne sont pour l'instant commercialisés qu'au Royaume-Uni.

Dans la troisième famille, citons le connecteur invisible pour grandes charges, Megant de chez Knapp. Constitué de deux plaques aluminium vissées sur les pièces bois et assemblées entre elles par un

serreur, il est destiné principalement aux structures en lamellé-collé et permet l'assemblage de poutres principales et secondaires avec grandes charges (50 à 500 kN), tout en présentant un intérêt esthétique. Ce connecteur est commercialisé depuis 2012.

La quatrième famille, incluant des systèmes non métalliques, répertorie notamment des goujons collés en bois feuillu, en stade de recherche depuis 10 ans à l'université d'Akita, au Japon. Les travaux réalisés ont abouti à des propositions de dimensionnement, mais, faute de consensus, celles-ci ne sont pas encore intégrées dans les règles de calcul des structures bois. Selon les chercheurs japonais, les performances de ces assemblages sont comparables à celles des goujons collés métalliques.

Parmi les produits que l'on trouve déjà sur le marché, citons la fixation pour les charges lourdes en façade, IT-Fix d'IT-Fixing. Cette solution a été récompensée par le trophée de bronze dans la catégorie « Gros œuvre » avec la mention spéciale ITE, au concours de l'innovation de Batimat 2013. Composée de matériaux synthétiques isolants (résine renforcée à la fibre de verre), la fixation IT-Fix est un excellent rupteur de ponts thermiques ($\lambda : 0,2 - 0,3 \text{ W/m.K}$) utilisable sur dalle béton pour la fixation d'éléments structurels et périphériques tels que les garde-corps, escaliers métalliques, balcons, pare-soleil, parements... Les auteurs de l'étude s'interrogent sur le potentiel de cette solution pour une adaptation aux façades bois et sur les modalités d'agrément pour cette application. ■

Pour en savoir plus

Toutes les fiches de synthèse sur les assemblages innovants réalisées par les auteurs de l'étude sont consultables sur www.codifab.fr