

CONCEPTION D'UN OUVRAGE EN BOIS LAMELLÉ

Le eBook du Centenaire
100 ans de bois lamellé



1 | Aspect : un matériau, des designs

Esthétique du bois lamellé
Essences et finitions

2 | Matériaux : bois et plus si affinité

La carte de la mixité
Assemblages : visibles ou discrets ?

3 | Formes : de la poutre à l'ouvrage

Formes des éléments
Forme des ouvrages
Les systèmes constructifs

4 | Dimensionner et dessiner : la conception assistée par ordinateur

Spécificités d'un ouvrage bois
CAO et ingénierie en conception

Cet eBook est réalisé dans le cadre d'une campagne conçue et financée par la Finish Forest Foundation (FFF), Skogsindustrierna, le Syndicat National du Bois Lamellé (SNBL), ACERBOIS et le CODIFAB.



Salle des sports de Annemasse (74)
Architecte : Atelier Wolff

Esthétique du bois lamellé

L'aspect du bois lamellé, différent du bois massif bien sûr, est plus contemporain, avec une superposition de lamelles qui confère aux poutres une esthétique très « structurée ». Il peut, selon les attentes, présenter un aspect homogène (collage de bois de même essence et de même qualité) ou panaché (collage et panachage de qualités et d'essences différentes). Il propose, par ailleurs, différents aspects de surface, autorisant une véritable diversité de rendu. Depuis les produits issus directement des sciages, pour une matière très brute, jusqu'aux rabotés, poncés, voire sablés... la gamme des surfaces est vaste.

Essences et finitions

Les essences les plus couramment employées en structure sont des résineux (sapin, épicéa, pin sylvestre, douglas et mélèze) mais d'autres essences, résineuses ou feuillus, répondent aux exigences fixées par les normes en vigueur. Cette diversité d'essence offre un intéressant panel de couleurs, allant du bois presque blanc (avec, par exemple, le sapin) au rosé typique du douglas en passant par le jaune d'un mélèze... Les essences pourront donc être choisies en fonction de l'aspect et de la couleur attendus et contribuer ainsi à l'esthétique de l'ouvrage. Dans le cas d'un emploi en extérieur, ces teintes naturelles peuvent évoluer (rayons UV du soleil, pour les pièces qui y sont soumises) et tirer vers un coloris argenté. Certains apprécient cet effet qui octroie aux bois de structure une certaine « patine ». Il est cependant possible d'éviter cette évolution en appliquant sur les bois des produits de finition (vernis, lasures, peintures) qui les préserveront de ce phénomène et garantiront la stabilité du coloris initial. Selon leur composition ils protégeront l'aspect originel du bois ou le modifieront. On peut ainsi faire évoluer une essence claire et accorder une autre teinte, plus soutenue ou sombre. Autre rendu, les peintures microporeuses en phase aqueuse, plus couvrantes, permettent un aplat de couleur uniforme, très contemporain.

Mais les finitions n'apportent pas que de la couleur (ou de la transparence) : elles se déclinent également sur le thème du toucher. Ainsi a-t-on vu se développer, ces dernières années, des gammes de produits à l'aspect brillant, satiné ou ultra mat qui participent pleinement à définir le style d'un bâtiment.



The Credit Valley Hospital (Ontario, Canada)
Architectes : Farrow Partnership Architects Inc



Parole d'expert

« Pour Tye Farrow, architecte concepteur du Credit Valley Hospital d'Ontario, l'introduction de la structure en bois lamellé dans le foyer du centre hospitalier avait pour but principal de créer un lieu de rencontre thérapeutique pour les patients et le personnel. La richesse du matériau et la configuration du système structural procurent au foyer de cet hôpital une atmosphère de calme et de sérénité nécessaires au mieux-être des patients. (...) Le détail des fixations des membrures a permis de développer un aspect esthétique très naturel (...) Le travail entre l'architecte, l'ingénieur en structure et le spécialiste en bois lamellé a permis de créer une structure qui emprunte son imagerie à la forêt. »

Joël COURCHESNE, architecte à Montréal

La carte de la mixité

Loin de défendre jalousement son territoire, le bois lamellé accepte volontiers les mélanges avec d'autres matériaux. Une alliance qui livre encore de nouvelles possibilités, très prisées ces dernières années. Le bois lamellé offre ainsi ses compétences techniques et son esthétique au béton (ajoutant souplesse à l'ensemble). Habillée de verre, une structure en bois sera « sous les feux de la rampe ». Quant au métal, il seconde et renforce le bois lamellé pour des structures sous-tendues tout en légèreté. Ces nouvelles alliances se déclinent en autant de possibilités que le bois peut en offrir avec ses différents aspects : brut ou lisse, technique ou discret, coloré ou naturel... pour des bâtiments originaux que l'on peut parfois même qualifier d'avant-gardistes.

Assemblages : bois ou métal ?

La structure en bois doit être appréhendée avec ses liaisons, assurant l'assemblage des éléments entre eux. Aussi, lorsque l'on élabore un système constructif, il est nécessaire de définir ces liaisons. Les solutions sont extrêmement nombreuses en la matière. Selon la structure et en fonction de son comportement mécanique, on pourra utiliser des appuis simples ou glissants, des articulations permettant un mouvement angulaire ou encaster les éléments afin d'empêcher toute rotation.

Concrètement, ces assemblages peuvent être réalisés bois sur bois (tenons/mortaises, embrèvement, entaille...), à l'aide de pièces métalliques (pointes, vis, broches, inserts ou plaques, connecteurs) ou selon la technique des assemblages collés ou métallo-collés.

D'un point de vue visuel, deux écoles cohabitent :

- celle du tout apparent, qui met en œuvre des assemblages faisant partie intégrante de la structure et volontairement laissés apparents afin d'exprimer la technicité de l'ouvrage ;
- celle de la discrétion où il s'agira davantage de masquer les liaisons afin que seul le bois ressorte de l'ensemble.

Si, de prime abord, il semble évident que la méthode discrète est plus « plastique » car plus lisse, des assemblages visibles peuvent accorder un aspect « technologique » attractif. Très en vogue ces derniers temps, les détails ramenant la technique au plan visuel se sont largement imposés, remettant l'esprit « industriel » sur le devant de la scène.

L'Universeum de Göteborg, construite en 2001, signe le retour de la Suède à l'ère des grandes constructions en bois, après 200 ans d'abandon, suite à un édit du roi Gustav 2.

Cette mégastructure en bois lamellé répond à un programme déclinant le thème de la "Cité aquatique". Ce projet, que ses concepteurs ont appelé "träskeppet" (le navire de bois) est un bâtiment disposant d'une structure exclusivement en bois, en forme de nef. Ici marié au verre, le bois lamellé permet de faire entrer abondamment la lumière naturelle dans le bâtiment. »

Otto BOSCH, Bois Consult

Parole d'expert

*Université de Göteborg (Suède)
Architecte : Wingårdhs arkitekter*



Formes des éléments

Tout dans une structure en bois lamellé évolue à l'envi. A commencer par les sections, circulaires ou parallélogrammiques. La forme d'une section peut également évoluer d'un bout à l'autre de la poutre, passant, par exemple, du carré au rond ou même se dédoublant. La forme s'adapte aux besoins esthétiques du bâtiment. Elle propose angles ou courbes au regard, selon les exigences du maître d'œuvre.

Le bois lamellé autorise par ailleurs différentes formes de poutres. Ainsi, on peut obtenir des lignes directrices droites ou courbes, à inertie constante (la section est la même tout du long de la ligne directrice) ou variable (changement de section sur la poutre). Notons cependant que, eu égard aux pertes engendrées, plus la forme est simple, plus elle est économique à la fabrication.

Forme des ouvrages

La grande diversité de ces formes de sections et de poutres permet ainsi des dessins d'ouvrages aux formes multiples, souples et originales. Si, par ailleurs, on prend en compte l'exceptionnelle portée du bois lamellé (jusqu'à 40 mètres pour des chantiers courants et bien au-delà de 100 mètres pour des chantiers exceptionnels) les possibilités architecturales semblent quasiment infinies. Ici, non seulement tous les types de volumes sont envisageables, mais en plus, la structure devient un véritable spectacle. Nombre d'ouvrages intégrant une structure en bois lamellé osent ainsi les rondeurs ou la rigueur et font apparaître cette structure qui participe à l'élégance de l'ensemble.

Les systèmes constructifs

La diversité des formes envisageables pour les éléments en bois lamellé permet le dessin de volumes élémentaires multiples, souples et originaux. Ces volumes élémentaires sont :

- Les poutres (sur poteaux ou maçonnerie)
- Les portiques
- Les fermes (sur poteaux ou maçonnerie)
- Les arcs (sur poteaux ou maçonnerie)
- Les systèmes tridimensionnels
- Les consoles ou autre systèmes en porte-à-faux

Par combinaison de ces volumes élémentaires, on obtient un large éventail de formes possibles pour les bâtiments en bois lamellé. Selon la volonté du concepteur et le type d'ouvrage envisagé, différents systèmes constructifs sont proposés :

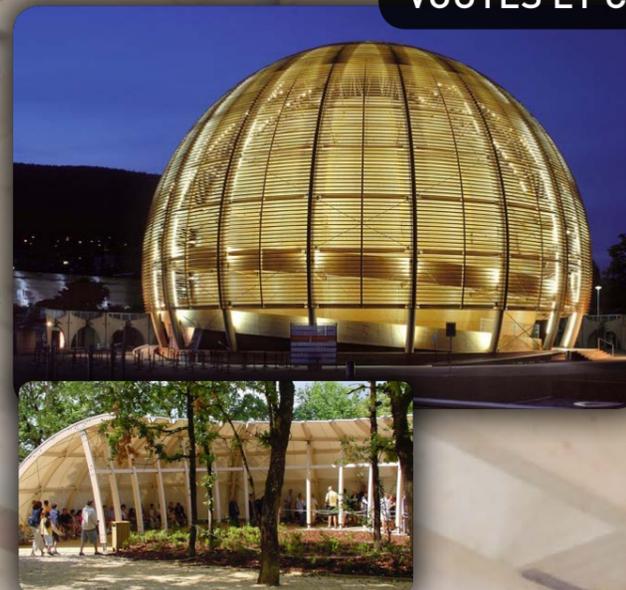
- Les systèmes isostatiques (poutres, treillis, arcs à 3 articulations) : de modélisation plus simple, ils mettent en œuvre des assemblages simples.
- Les systèmes hyperstatiques (voiles, coques, arcs à 2 articulations) : réclamant des calculs plus complexes, ils permettent cependant une optimisation des poutres grâce aux calculs et donc des économies de matières.
- L'association de ces deux systèmes.

« Le bois permet de faire des constructions expressives et cohérentes. Les piliers, les poutres, les grilles et les treillis ainsi que leurs assemblages, l'alternance des structures portantes et portées et les couches visibles des structures aident à comprendre la hiérarchie et l'atmosphère des locaux de différents caractères. »

Kari JÄRVINEN et Merja NIEMINEN, architectes finlandais

Parole d'expert

VOUTES ET COQUES



ARCS PLANS



POUTRES DROITES ET PORTIQUES



TREILLIS



STRUCTURES MIXTES



Spécificités d'un ouvrage bois

Structures à points porteurs, les ouvrages en bois lamellé nécessitent des systèmes de stabilisation pluridirectionnels (contreventements) à la structure. Ces éléments stabilisateurs bloquent ainsi les mouvements entraînés soit par le poids de la structure ou de la neige, soit par les actions du vent ou des séismes. Au-delà de ce rôle structurel, ces éléments participent activement, tant par leur forme que par leur emplacement, à l'esthétique du bâtiment.

Autres spécificités à maîtriser lors d'un projet en bois lamellé : la hauteur des poutres ne dépassera pas 2,3 à 2,5 mètres, ce pour faciliter le rabotage ; et la longueur sera, le plus généralement, comprise entre 35 et 40 mètres, transport oblige. Au-delà, les conditions de transport deviennent difficiles. La réalisation de bâtiment réclamant de plus grandes portées nécessitera des assemblages sur chantier.

Dans le cas d'une poutre courbe : les rayons de courbure à l'intrados seront supérieurs à 5,5 mètres.

La possibilité de prévoir une contre-flèche dès la fabrication des éléments permet d'obtenir des poutres droites après application des charges permanentes. Pour finir, il ne faut pas perdre de vue que bien protéger une construction (produits de préservation, débords de toiture...), c'est assurer sa pérennité.

CAO et ingénierie en conception

L'ingénierie est aujourd'hui largement présente dans le secteur de la construction en bois lamellé. Réalisée de manière indépendante ou, de plus en plus souvent, intégrée à l'entreprise de construction, elle accompagne le concepteur afin de concrétiser son projet. Par ailleurs, de nombreux logiciels de calculs, couramment utilisés dans le BTP, intègrent des modules de dimensionnement des structures en bois lamellé sur la base des codes de calcul réglementaires (Eurocode 5, CB 71, DTU bois-Feu...). Au-delà du dimensionnement, l'exécution n'est pas en reste. Les principaux logiciels de dessins utilisés en bureaux d'études permettent en effet la réalisation de plans de structure en lamellé avec chaînages et données de fabrication. C'est sur la base de ces plans, transmis à l'atelier, que sont fabriqués les éléments nécessaires à l'ouvrage.

Maquettes :
Yann Brunel (93)



Parole d'expert

« Cette évolution dans l'étude des structures n'aurait pu être accomplie sans celles, conjointes, de la recherche et du cadre réglementaire et sans qu'il ne soit posé les fondements d'une doctrine professionnelle. Ainsi le CTBA et le CEBTP exécutèrent les programmes de recherche appliquée qui permirent l'élaboration du DTU CB71 et la doctrine fut édictée dans le guide des constructeurs en bois lamellé collé. A la veille du passage aux nouveaux codes de calcul fruit d'un travail de mise en commun au niveau européen, ces ouvrages restent le cadre de travail des bureaux d'étude de la profession. Les Eurocodes vont se substituer prochainement à ces outils, ouvrant une nouvelle période de progrès dans la compréhension du comportement mécanique du matériau. »

**Patrick MOLINIE, pôle Industrie Bois-Construction,
Institut Technologique FCBA**

Le Bois Lamellé

6, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris

Tél | 01 43 45 53 43
Fax | 01 43 45 52 42
snccblc@magic.fr

www.glulam.org



Conception et rédaction **Claire Leloy**
Conception graphique **Sébastien Wyseur**

