

PERFORMANCES DU BOIS LAMELLÉ

Le eBook du Centenaire
100 ans de bois lamellé



BOIS LAMELLÉ
UN SIÈCLE
D'INNOVATION
& D'ARCHITECTURE

1 | Performances mécaniques et usages

Classes de résistance

Classes d'usage

Point fort : les portées

2 | Performances constructives

Une multitude de formes

Dimensionnement et conception

La préfabrication au service de la construction

3 | Performances environnementales

Un matériau pour l'environnement

Bilan carbone

Propriétés thermiques

La Qualité Environnementale des Bâtiments

4 | Propriétés de résistance

Résistance au temps

Résistance au feu

Résistance aux agressions chimiques

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.



*Herbert Art Gallery à Jordan Well
au Royaume-Uni, rénové en 2008
Architecte : Pringle Richards*

Classes de résistance

En tant qu'élément de structure, le bois lamellé est avant tout un matériau solide qui offre une grande stabilité, ne se tord ni ne se déforme. Ses propriétés de résistance mécanique diffèrent selon les éléments qui constituent la poutre (essence et qualité des bois constituant les lamelles). De ce fait, il est aisé d'adapter une poutre en bois lamellé aux efforts auxquels elle sera contrainte. Pour faciliter cette correspondance entre les besoins d'un ouvrage et les caractéristiques mécaniques d'une poutre en bois lamellé, la norme EN 1194 a établi des classes de résistance, permettant d'évaluer les poutres. Les classes le plus couramment rencontrées en structure sont GL 24 et GL 28. Les propriétés et les contraintes caractéristiques associées ont été définies pour chaque classe. Résistance à la flexion, à la traction axiale et transversale, à la compression axiale et transversale... sont autant de propriétés connues pour chaque poutre. Ainsi, un bois lamellé de classe GL 24 affiche, par exemple, une résistance à la flexion de 24 MPa.

Classes d'usage

La norme NF EN 335 définit 5 classes de risques d'attaque biologique conditionnant les contextes d'utilisation du bois. Ce classement permet de déterminer des classes d'utilisation en fonction de l'aptitude du bois à remplir son rôle au cours de la durée de vie requise pour l'ouvrage. Cette classe dépend des conditions d'utilisation, des risques biologiques auxquels l'ouvrage est soumis en service et de la durabilité du bois lamellé. Cette durabilité peut être naturelle ou conférée par un procédé de préservation. La certification Acerbois-Glulam reprend ces classes d'usage :

Classe 1 : bois lamellé destiné à une utilisation où le taux d'humidité en service reste en permanence inférieure à 18%.

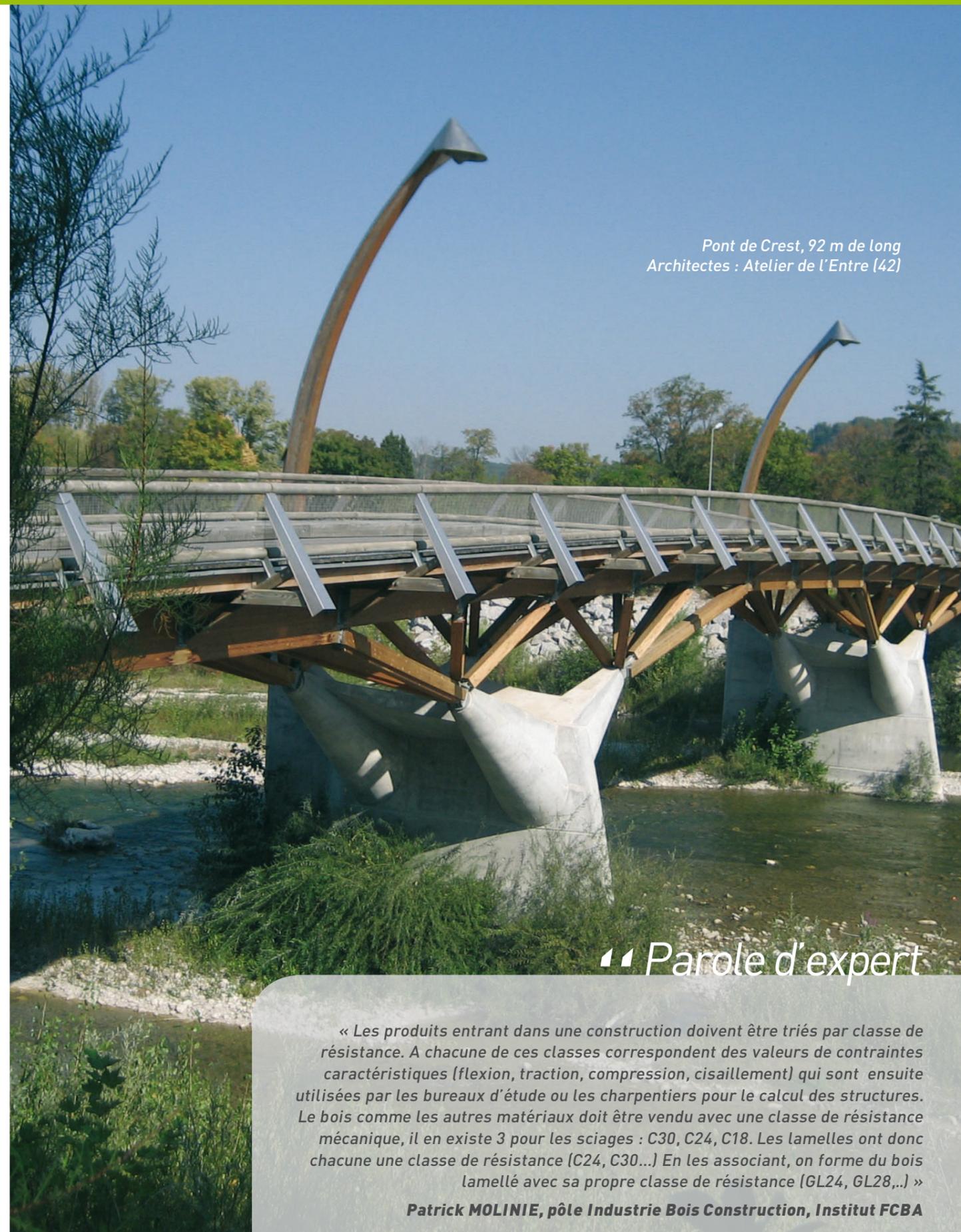
Classe 2 : bois lamellé destiné à une utilisation où l'humidité en service reste normalement inférieure à 18 %, mais qui peut occasionnellement dépasser 20 %, ne serait-ce qu'en surface, à cause d'une humidification ou d'une condensation temporaire.

Classe 3 : bois lamellé destiné à une utilisation où le bois est soumis aux intempéries ou à d'autres sources d'humidité, sans être en contact avec le sol. L'humidité du bois peut dépasser 20% de manière répétitive.

Classe 4 : bois lamellé destiné à une utilisation où le bois est exposé aux intempéries, ou en contact avec le sol ou l'eau douce, et dont le taux d'humidité est en permanence supérieure à 20%.

Point fort : les portées

Quelle que soit sa classe de résistance ou sa classe d'usage, le bois lamellé est caractérisé par une masse volumique, comprise entre 350 et 500 kg/m³. C'est donc un matériau relativement léger. Le rapport performance/ masse est donc particulièrement intéressant car, à la fois léger et résistant, le bois lamellé permet la réalisation de sections particulièrement importantes, capables d'assumer de très longues portées. Les franchissements de l'ordre de 40 mètres sont courants ; le record s'élevant à 130 m en France et 180 m aux Etats-Unis.



Pont de Crest, 92 m de long
Architectes : Atelier de l'Entre (42)

Parole d'expert

« Les produits entrant dans une construction doivent être triés par classe de résistance. A chacune de ces classes correspondent des valeurs de contraintes caractéristiques (flexion, traction, compression, cisaillement) qui sont ensuite utilisées par les bureaux d'étude ou les charpentiers pour le calcul des structures. Le bois comme les autres matériaux doit être vendu avec une classe de résistance mécanique, il en existe 3 pour les sciages : C30, C24, C18. Les lamelles ont donc chacune une classe de résistance (C24, C30...) En les associant, on forme du bois lamellé avec sa propre classe de résistance (GL24, GL28,..) »

Patrick MOLINIE, pôle Industrie Bois Construction, Institut FCBA

Une multitude de formes

Le bois lamellé est un matériau flexible qui s'adapte, à chaque étape de la réalisation, aux besoins de l'ouvrage et à l'imagination des concepteurs. Ainsi, les sections peuvent être parallélépipédiques ou circulaires, avec une possibilité intermédiaire ovoïde. Dans un second temps, les éléments eux-mêmes (les poutres) permettent des formes variées : lignes directrices droites ou courbes, à inertie constante ou variable. La diversité offerte par ces divers types de sections et ces multiples formes de poutres, ouvre un éventail quasi infini quant aux possibilités de structure et de dessins d'ouvrage. Ajoutons à cela l'exceptionnelle portée du bois lamellé, et les structures prennent un tour créatif, original et souple.

Dimensionnement et conception

Une fois le mode constructif choisi, une phase de calcul permet de dimensionner les éléments, déterminer leurs formes et, par conséquent, les usinages et assemblages dont les poutres devront faire l'objet. Cette étape de conception est aussi le moment d'intégrer les contraintes s'exerçant sur le bâtiment (poids de l'ouvrage, reprises de charge, pressions extérieures...) Bien entendu, l'ingénierie est aujourd'hui largement présente à ce niveau.

Dessins, plans en 3D et simulations guident 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 de la conception, l'ingénierie joue également un rôle essentiel au moment de l'exécution. Les principaux logiciels utilisés en bureaux d'études permettent ainsi la réalisation de plans de structure en lamellé avec codages et données servant à la fabrication.

La préfabrication au service de la construction

Au-delà de la latitude architecturale qu'il accorde, ce matériau moderne offre aussi de grandes possibilités du côté de la préfabrication afin de maîtriser la réalisation des structures de grande taille et d'intégrer, dès la phase de conception, les contraintes s'imposant à l'édifice. Cette préfabrication permet non seulement de raccourcir considérablement les délais de montage mais aussi, elle garantit une communication optimale entre la conception, la fabrication et la mise en œuvre, qu'il s'agisse de bâtiments, d'aménagements urbains ou de ponts routiers. Pour ces ouvrages, la préfabrication (dite « préfabrication lourde » par opposition à la préfabrication légère des ossatures bois) débute avec la fabrication des poutres en bois lamellé. Elle se poursuit avec la phase de taillage en centre d'usinage. Et s'achève avec l'application de produits de préservation puis de finition.

Levage de la structure du Zénith de Limoges
Architectes : Tschumi, BTuA (75) et Atelier 4 (87)



Parole d'expert

« Les premières structures de très grandes portées en arcs furent réalisées avec l'apport de bureaux d'étude structure, dès les années 1950. Les enjeux qui se présentèrent aux entreprises de charpente intéressées par cette technologie, nouvelle à l'époque, peuvent se résumer en quelques points :

- Maîtriser la conception de ces structures de grande taille ou, en d'autres termes, évoluer d'une pratique empirique et expérimentale de la conception des structures vers des méthodes fondées sur la connaissance du matériau et l'application des théories de la résistance des matériaux dans un cadre réglementaire et normatif.
- Intégrer les contraintes de fabrication et de mise en œuvre dans la conception
- Garantir les voies de communication les plus courtes et les plus efficaces entre les hommes d'étude et ceux chargés de la réalisation d'ouvrages importants à la naissance d'une industrie nouvelle.

Aujourd'hui, les enjeux sont inchangés, mais les outils ont évolués (logiciels de calcul 3D, ingénieurs intégrés aux entreprises, logiciels de CAO et de FAO...) »

Patrick MOLINIE, pôle Industrie Bois Construction, Institut FCBA

Un matériau pour l'environnement

Respectueux par nature, le bois apporte un grand nombre d'avantages environnementaux dans la construction (nous verrons ces avantages en détails dans le chapitre qui leur est consacré). Naturel, renouvelable et recyclable, le bois lamellé participe également à la réduction de l'effet de serre par stockage du CO₂ : une tonne de bois produite correspond à 1,6 tonne de CO₂ absorbé, 1,1 tonne d'oxygène restitué et 0,5 tonne de carbone fixé. Le bois est également un matériau à faible impact car, peu transformé, il réclame peu d'énergie. Ces dépenses énergétiques sont par ailleurs compensées par l'énergie biomasse contenue dans le bois.

Bilan carbone

Selon l'analyse du cycle de vie réalisée par l'Institut FCBA, depuis la coupe du bois jusqu'à la fin de vie (en passant par la transformation, les transports et la période d'usage), la mise en œuvre d'1 m³ de bois lamellé génère (sur sa durée de vie totale) 1500 kg eq. CO₂... tandis que ce m³ permet parallèlement de stocker 1800 kg eq. CO₂. Soit un bilan carbone négatif, de l'ordre de -300 kg eq. CO₂/m³ de bois lamellé.

Propriétés thermiques

Une structure en bois lamellé dispose de propriétés thermiques intéressantes. Si on ne peut pas, à proprement parler qualifier ce matériau d'isolant, il demeure le seul matériau de structure à offrir une faible conductivité thermique (coefficient de conductivité lambda de 0,12 W/m°C), contribuant ainsi à la cohésion de l'efficacité énergétique globale d'un bâtiment. Pour comparaison, le bois est 15 fois plus isolant que le béton et 416 fois plus que l'acier.

La Qualité Environnementale des Bâtiments

Le bois lamellé est un matériau particulièrement pertinent dans la démarche de qualité environnementale des bâtiments (QEB), devenue une priorité pour la construction. Ainsi, le référentiel HQE définit 14 cibles en vue de maîtriser les impacts environnementaux et sanitaires. L'utilisation de bois lamellé permet de contribuer au respect de 11 des 14 cibles. Ce matériau de structure apporte des réponses efficaces aussi bien sur le terrain du respect du site (chantier à faible nuisance, matériau renouvelable) que sur ceux de la gestion de l'énergie, du confort et de la santé. Fort de ces atouts, le bois lamellé est présent dans bon nombre de réalisations HQE.

« Le bois lamellé est un matériau qui présente des atouts environnementaux indéniables. D'abord c'est un matériau durable et résistant. C'est également un matériau qui répond aux exigences des référentiels en vigueur concernant la qualité environnementale des bâtiments. »

Jean-Baptiste MOULIE, Directeur général adjoint Briand Construction

Parole d'expert

La Maison de la Nature,
ouvrage HQE à Muttersholtz
Architectes : IXO architecture (67)

Parole d'expert

« Tout au long de sa vie, depuis la pousse puis la coupe du bois jusqu'à la fin de vie, en passant par la fabrication et la construction, une poutre en bois lamellé (représentant 1m³) émet -300 kg équivalent CO₂. Un bilan carbone négatif du au stockage de carbone par les arbres. 1 m³ de béton émettra 255 kg eq. CO₂, 1 m³ d'acier émettra 14000 kg eq. CO₂ (pour de l'acier primaire ; 3000 kg pour de l'acier secondaire). »

Estèle VIAL, pôle santé-environnement, Institut FCBA

Résistance au temps

La conception et la sélection de bois adaptés aux conditions d'usage (classes de résistance mécanique, classes d'usage) garantissent un ouvrage durable, qui saura résister aux outrages du temps, durant plusieurs décennies. Ce, parce que le bois lamellé fait preuve d'une grande résistance face aux variations de température et d'humidité. Les caractéristiques mécaniques du bois ne sont en effet pas affectées par une élévation de température jusqu'à environ 60/80°C. Concernant l'humidité, le bois lamellé stabilise son équilibre hygroscopique en fonction de la température et de l'humidité relative de l'espace où il se situe. Si ces conditions sont stables, le bois lamellé l'est aussi. Le plus souvent, les éléments de structure en bois lamellé sont approvisionnés avec une teneur en humidité de l'ordre de 12 %, ce qui convient parfaitement aux bureaux, locaux commerciaux, logements... D'autre part, les traitements de préservation et la qualité des finitions permettent encore d'accroître la durabilité des ouvrages en bois lamellé.

Résistance au feu

La résistance au feu est la capacité d'un matériau à maintenir ses fonctions, en l'occurrence structurelles, afin d'améliorer la sécurité du bâtiment et d'en permettre l'évacuation. Le bois lamellé dispose ici d'un avantage certain : son comportement est prévisible, et donc maîtrisable dès la conception. La vitesse de combustion des différents matériaux de construction à base de bois est connue (0,7 mm par face et par minute pour les essences résineuses), permettant aux concepteurs de prévoir les surépaisseurs nécessaires au maintien des performances mécaniques des éléments de structure, pour le temps exigé (une demi-heure, une heure, etc.). Lors d'un incendie, les températures à l'intérieur d'une poutre en bois lamellé, derrière les fronts de carbonisation, sont très largement inférieures à 100°C.

Résistance aux agressions chimiques

Le bois lamellé est fortement résistant à l'action de nombreux produits chimiques, comparé à d'autres matériaux de construction. Ainsi, le bois lamellé résiste bien aux acides faibles (acétique, oxalique, lactique) avec une bonne résistance jusqu'à un pH de 2 ; à l'opposé, le bois résiste de même à une ambiance basique (jusqu'à un pH de 10). Avec les sels courants, l'expérience prouve qu'il n'y a pas d'effet significatif : le bois lamellé résiste parfaitement au sel comme à l'eau de mer.

Huiles, hydrocarbures, solvants et alcools n'affectent pas le comportement mécanique des structures.

Centre polaire
Architecte : Dubourg (78)



Centre de secours avec structure en bois
lamellé à Kayserberg

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**

