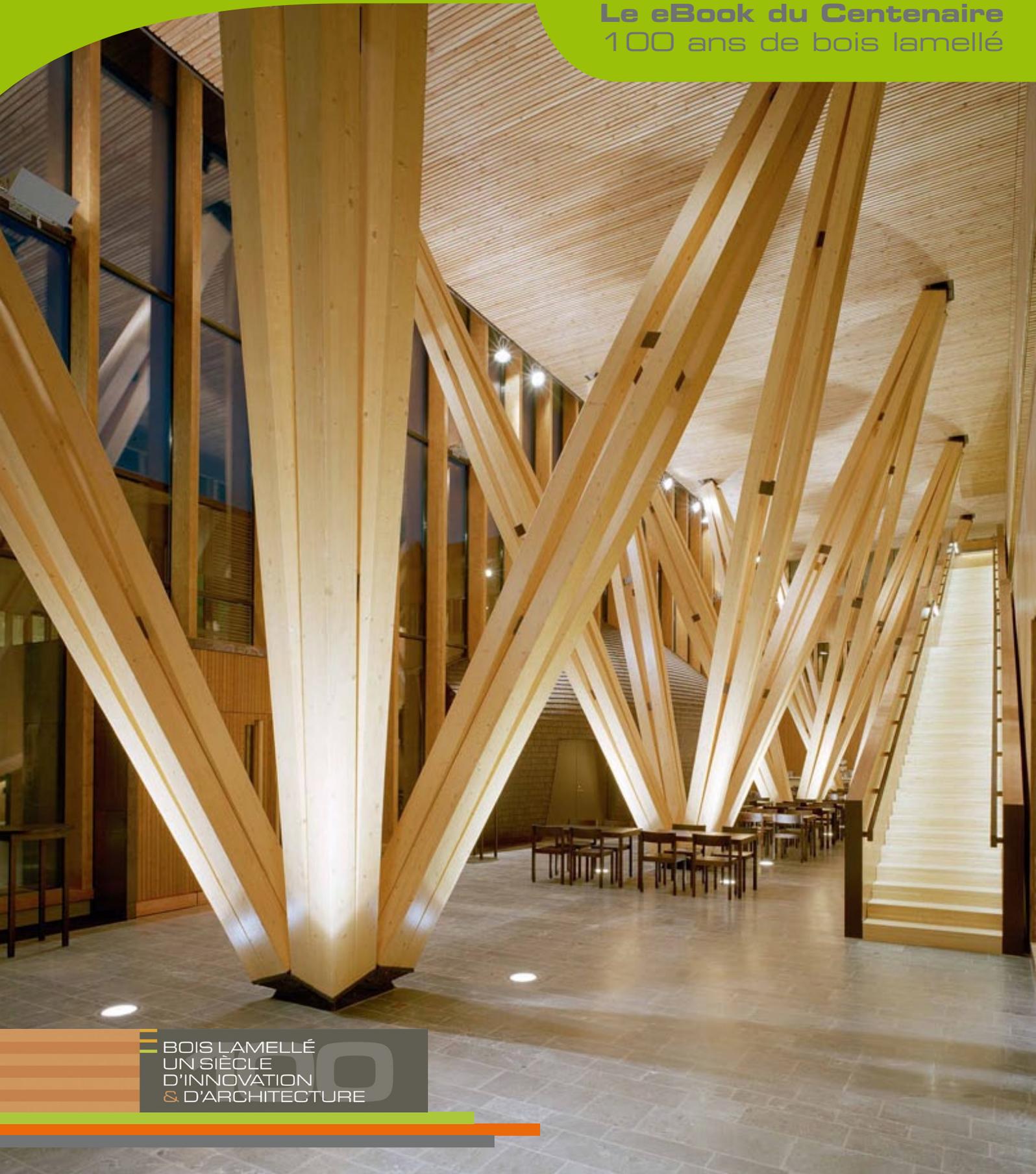


BOIS LAMELLÉ INNOVATIONS ET PROSPECTIVES

Le eBook du Centenaire
100 ans de bois lamellé



**1 | Le bois lamellé
jusqu'à aujourd'hui**
Évolutions de la fabrication
Une conception révolutionnée

**2 | Matériau d'avenir
pour l'environnement**
La ressource forestière
Progrès environnementaux et sanitaires

**3 | Matériau intelligent
pour architecture visionnaire**
Évolutions attendues pour le bois lamellé
Ouvrages de demain : mixité et verticalité

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

Évolutions récentes de la fabrication du bois lamellé

La fabrication du bois lamellé repose sur les trois étapes principales que sont l'aboutage (assemblage bout à bout des planches pour obtenir une longueur de poutre désirée), le collage (assemblage des planches après rabotage et encollage) et le rabotage de trois ou quatre faces des poutres fabriquées.

Chacune de ces opérations a bénéficié d'innovations au cours des dernières décennies.

Un important travail de recherche a ainsi été réalisé sur l'incidence de la géométrie des entures d'aboutage sur le comportement mécanique de ces dernières. Ainsi l'approche des professionnels sur ce sujet a-t-elle évolué vers une recherche de haute résistance mécanique avec des performances contrôlées. Cette évolution essentielle du matériau bois lamellé a été rendue possible par la mise au point de nouvelles générations de colles simplifiant la mise en œuvre dans un contexte industriel et améliorant la performance de l'assemblage.

Notons également que la fin du XX^e siècle a vu, en France, le bois lamellé s'affirmer grâce à un cadre normatif et réglementaire. La constance dans les caractéristiques du produit est également rendue possible grâce à la marque de certification Acerbois Glulam, qui permet de distinguer un bois lamellé de qualité contrôlée. Aujourd'hui, chaque lamelle composant du bois lamellé est identifiée et ses caractéristiques mécaniques connues.

Depuis une quinzaine d'années des progrès considérables ont également été apportés aux encolleuses, notamment du point de vue des rejets (eaux de lavage et résidus de collage).

Enfin, au-delà du produit, les processus de fabrication du bois lamellé ont notablement changé au cours du passé récent, posant les bases des évolutions à venir. Dans ce domaine, l'évolution majeure est la généralisation des machines à commandes numériques à la fin des années 90 pour l'usinage des bois (5 machines CN en France pour la taille des charpentes en 1995, 100 en 2002). Une mécanisation de haute technicité qui participe à la démarche de grande précision propre à cette industrie.

L'apparition, le développement, puis la généralisation des machines à commandes numériques ont permis la « seconde révolution industrielle » des charpentes en bois.

Parole d'expert

« Hier, la conception d'objets complexes tels que les bâtiments était organisée en niveaux de conception depuis les phases préliminaires jusqu'aux phases finales, avec un certain cloisonnement entre les étapes. Demain, nous irons vers plus de transversalité. Grâce aux outils d'aide à la décision et à la modélisation numérique, nous assisterons au développement de systèmes informatiques experts de gestion des connaissances techniques dans le but d'améliorer la qualité des projets par la prise en compte simultanée de toutes les données et contraintes des opérateurs. »

**Philippe Galimard et Jean-Luc Coureau,
Unité des Sciences du Bois et des Biopolymères Université Bordeaux 1**

Une conception révolutionnée

Dès le début de la seconde moitié du 20^{ème} siècle, les premières structures en arcs de très grande portée apparaissent dans le paysage architectural français. Ces ouvrages sont le fruit de la participation des bureaux d'étude structure aux côtés des entreprises de charpente. Il s'agissait alors de passer d'une démarche empirique et expérimentale à une technique plus scientifique reposant sur l'application de connaissances sur le matériau.

Depuis cette « révolution », diverses innovations sont intervenues dans la conception. L'arrivée des ingénieurs dans des entreprises jusqu'alors artisanales... L'apparition des premiers programmes de calcul de structures planes et le développement des premiers programmes de calcul d'assemblage et d'éléments isostatiques... Le passage de la conception en deux dimensions à la « 3D »... Et enfin, l'avènement de la CAO ou Conception Assistée par Ordinateur, puis de la FAO ou Fabrication Assistée par Ordinateur. Chacune de ces étapes a contribué au développement d'une filière de pointe, reposant sur des process de haute technologie.

Cette évolution de la conception a, par ailleurs, été appuyée par une homogénéisation des codes de calculs en Europe, une meilleure connaissance des caractéristiques du matériau et la création de classes de résistance caractérisant les différentes poutres disponibles sur le marché.

Dans les années à venir, la conception d'ouvrages en bois lamellé va poursuivre son évolution sur cette route de la haute technologie et de la précision. Ainsi, la modélisation devrait permettre de plus en plus de fiabilité et l'optimisation des structures en bois lamellé. Par exemple, l'arrivée des calculs aux éléments finis permettra de dimensionner certains comportements ou certains assemblages. On peut ainsi envisager un dimensionnement automatisé sur commande numérique, la détermination des propriétés réelles d'une poutre (chaque poutre ferait l'objet d'une caractérisation durant l'usinage) ou encore le développement de centres d'usinage intelligents.

Test de résistance réalisé à Egletons au cours d'une campagne de recherche expérimentale visant à améliorer les performances des poutres. Ici, la surface d'une poutre est mouchetée de capteurs, reliés à un ordinateur, permettant l'acquisition de données.



Parole d'expert

« Nous assisterons probablement dans les années à venir à l'avènement d'un bois lamellé THP, Très Haute Performance, qui devra répondre aux exigences de finesse, de performances, de souplesse, de design et d'architecture. Ce nouveau matériau permettra le passage d'un dimensionnement par la mécanique des structures (aujourd'hui en œuvre) à un dimensionnement par la thermique des bâtiments, vers la recherche d'une continuité parfaite de l'enveloppe. »

**Philippe Galimard et Jean-Luc Coureau,
Unité des Sciences du Bois et des Biopolymères Université Bordeaux 1**

La ressource forestière

La politique volontariste de Développement Durable en Europe et les contraintes environnementales qui y sont associées permettent une véritable valorisation des ressources renouvelables de proximité... et donc du bois.

On constate d'ores et déjà une croissance remarquable au cours des dernières décennies en Europe. Et, tandis que les surfaces augmentent, les temps de croissance et les durées de rotation diminuent. Ainsi, pour le hêtre, les durées de révolution sont diminuées de 40% (le diamètre 60 cm est atteint à 90 ans au lieu de 150 ans) et à l'âge de 65 ans, les hauteurs sont augmentées de 4 mètres (Source : INRA, Becker et al. 1994).

Mais soulignons que pour d'autres essences, ce raccourcissement des durées de rotation peut aboutir à des diamètres plus faibles, mal conformés.

Un schéma de croissance de la ressource forestière dans les années à venir serait forcément bénéfique au développement du bois lamellé ; toutefois, même si la surface boisée décroissait, l'utilisation croissante du bois dans la construction serait malgré tout assurée. Son rôle de puits de carbone, son caractère renouvelable et la source d'énergie qu'il représente sont des atouts indispensables pour l'avenir de nos sociétés. Si l'on envisage un scénario où le bois deviendrait une matière précieuse, alors son usage se resserrerait autour du rôle structural. Les structures en bois lamellé pourraient donc poursuivre leur développement.

Progrès environnementaux et sanitaires

Le bois lamellé présente certains atouts qui assureront son développement dans les années à venir, du fait de l'attention accrue portée au respect de l'environnement et de la santé humaine :

- Avant tout c'est une matière renouvelable, atout de poids pour un avenir où la croissance démographique et la finitude des matières et des énergies fossiles risquent de poser problème.
- C'est également un matériau qui se révèle précieux dans la lutte contre les gaz à effet de serre, un argument qui devrait garantir son usage dans la construction.
- C'est enfin un matériau capable d'accompagner une démarche qualitative de la construction et d'assurer une meilleure durabilité des ouvrages.

Aussi, le bois lamellé affirme une responsabilité environnementale incontestable, au-delà de sa nature, avec le développement des marquages et certifications d'origine contrôlée. Parallèlement, le bois lamellé poursuit une amélioration remarquable sur le terrain sanitaire avec des colles de moins en moins émissives (tout en étant de plus en plus efficaces) et de réels progrès sur le terrain des produits de traitement et de finition. Dans les années à venir, des colles végétales (à base d'amidon de maïs ou de soja ou de tannins) devraient se développer.

Au niveau des produits de traitement, le recours au thermo-traitement ou aux traitements thermo-chimiques propose déjà des solutions intéressantes, à même de se développer dans un futur proche.

« Dans 100 ans, la première question sera l'énergie !
Seul matériau de construction qui peut s'obtenir sans intervention de combustible,
le bois lamellé s'affirme comme un produit de construction incontournable pour
les 100 ans à venir... et plus. »

Régis Pommier,
École Supérieure du Bois de Nantes

Parole d'expert

© GÖSTA WENDELINUS, UMEÅ

Université de Göteborg (Suède)
Architecte : Wingårdh arkitekter

Évolutions attendues pour le bois lamellé

À écouter les experts, le bois lamellé pourrait devenir un produit de construction « haut de gamme », sur mesure, assumant à la fois les fonctions structurelles et esthétiques d'un bâtiment. Il pourrait également s'imposer sur le terrain de l'intelligence et offrir de nouveaux rôles à la structure, comme la régulation thermique, le captage et le stockage d'énergie, ou encore, pourquoi pas, des propriétés antiseptiques, participant activement à la qualité sanitaire d'un bâtiment.

En matière de progrès pour le matériau, on souligne le potentiel offert par la chimie verte au bois lamellé avec la possibilité de développer, à l'aide de la modification génétique, des essences encore plus durables.

À l'Unité des Sciences du Bois et des Biopolymères de l'Université Bordeaux 1, on envisage de truffier le bois lamellé de capteurs afin d'assurer un suivi de la structure in situ et d'en mesurer les mouvements et la rigidité. L'intégration des puces RFID dans la matière est en cours de réflexion afin de mémoriser et récupérer des données à distance.

Le soudage du bois est également dans tous les esprits mais nécessite des travaux de recherche et de qualification, indispensables à tout matériau de structure.

Enfin, en pensant à l'avenir, on évoque volontiers les matériaux mixtes, où le bois lamellé est renforcé par l'intervention d'autres matières comme le béton collé au bois (renforcement de la raideur et de la résistance), ou un renfort multicouche en carbone (amélioration de la résistance seule)... L'inclusion de matières issues des nano-technologies est également envisagée, avec des nano-tubes de carbone permettant de renforcer et surveiller la structure. Les structures pourraient ainsi être instrumentées pour assurer le suivi et la maintenance d'un bâtiment, détectant les incidents, identifiant les besoins et transmettant les informations par voie numérique.

Autre solution pour augmenter les performances mécaniques : densifier la matière, assurer la continuité des fibres dans les liaisons et augmenter l'inertie du matériau... des solutions qui semblent tout droit sortie d'une imagination débordante et qui, pourtant, sont déjà en œuvre en laboratoire.

« Un exemple parmi d'autres est celui des grandes mégalopoles qui ont été bâties après la découverte du pétrole. Elles ont été conçues en intégrant l'automobile depuis le début et deviendront en grande partie inhabitables. En particulier, tous les lotissements pavillonnaires situés à la périphérie des villes, non desservis par les transports en commun, seront les premières victimes de la fin du pétrole. Une redensification des villes semble inévitable. Note optimiste : le pétrole devenu hors de prix, nous saurons concevoir des villes nouvelles avec un habitat collectif de qualité, convivial (avec de nombreux locaux collectifs) pourquoi pas des tours insonorisées, isolées aux normes HQE, avec, au pied, des jardins familiaux et de vastes espaces verts ? »

Laurent Bleron
Arts et Métiers ParisTech Cluny

Parole d'expert

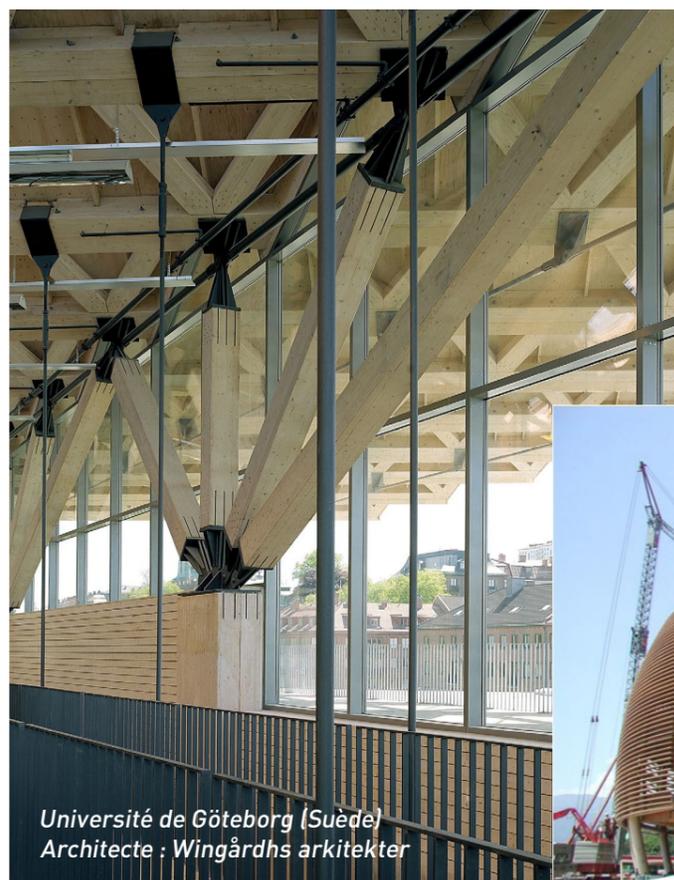


Dosage de CO et CO₂

Ouvrages de demain : mixité et verticalité

La fin de l'étalement urbain est une perspective à laquelle le monde se prépare. Cette hypothèse constructive, la plus probable, est liée à une volonté certaine de préserver l'environnement en diminuant les besoins de transport et en limitant les pollutions. Une telle perspective va de pair avec une nécessaire densification des villes et donc avec une construction qui, en lieu et place d'un mode de développement horizontal, deviendrait verticale.

La fin annoncée du pétrole et la quête de matières peu énergivores conduisent à penser que l'habitat de demain comprendra du bois : car une structure en bois réclame 24 fois moins d'énergie (fabrication et vie en œuvre du bois) qu'une structure métallique (fabrication et vie en œuvre de l'acier). Si l'on ajoute à ça la nécessité de densification urbaine et de verticalité, le bois lamellé s'impose comme LA solution d'avenir. Le bois permet aussi de répondre aux nouvelles exigences de performance énergétique avec des constructions basse consommation, voire positives en énergie.



*Palais de l'équilibre, Neuchâtel (Suisse) |
Architecte : Groupe H (Paris, Genève)*



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



*Maison de l'Agriculture, Panazol (67)
Architecte : Yann Brunel (93)*

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**

