

# Le bois lamellé-collé

TEXTE : MARC GEORGES : WOODWIZE

**Lorsque l'on évoque les progrès technologiques au sein de l'industrie transformatrice du bois, on fait régulièrement référence à la technique du lamellé-collé. S'il est exact que le bois lamellé-collé a révolutionné la construction bois en élargissant les horizons des architectes et que de nouveaux débouchés ont vu le jour dans le domaine des menuiseries, il n'en reste pas moins que pour beaucoup, la fabrication du lamellé-collé reste un mystère. Cette fiche tâchera dès lors de lever un coin du voile.**

## Qu'est-ce que le bois lamellé-collé ?

### Historique

Le lamellé-collé est la réunion de deux techniques anciennes : le collage et la lamellation. Il est bien connu que le collage remonte à des temps très reculés. C'est ainsi qu'en Haute Égypte, 4000 ans avant J.C., on réalisait des sièges à l'aide de colles fortes.

C'est au 16ème siècle que l'architecte français Philibert DELORME eut l'idée d'utiliser des bois assemblés entre eux pour réaliser des fermes en arc dans la fabrication du palais des Tuileries. Au 19ème siècle, les fortifications de Bayonne utilisent des arcs formés de pièces lamellées réunies par boulons et étriers. En 1905, un maître charpentier suisse, Otto Hetzer, dépose un brevet grâce auquel il substitue les boulons et étriers par une colle structurale (colle caséine). La charpente lamellé-collé était née. Vers les années 1940, la découverte de colles synthétiques de bonne tenue aux intempéries et au feu assure le développement de la charpente en bois lamellé-collé.

### Définition

Un élément en bois lamellé-collé est constitué de lamelles de bois superposées collées entre elles de telle sorte que leur fil soit parallèle. Les lamelles sont obtenues en aboutant plusieurs planches les unes à la suite des autres. La liaison entre les lamelles se fait à l'aide de colles dont les qualités mécaniques doivent être au moins égales à celles des

lamelles de bois, de façon que l'ensemble se comporte comme une pièce massive.

### Avantages du bois lamellé-collé

Il est certain que le domaine d'utilisation le plus connu du bois lamellé-collé est celui de la charpente. D'autres applications se développent et nous y reviendrons ultérieurement. En ce qui concerne la charpenterie, nous pouvons citer les avantages suivants :

## **La liberté des dimensions**

Le sciage des bois ne peut pratiquement fournir que des pièces de section rectangulaire avec des dimensions commerciales usuelles maximales 75 x 225 ou 100 x 300 mm d'axe droit et de longueur généralement limitée à 6, 10 m. Dans le cas de bois lamellé-collé en poutres droites ou courbes, la longueur n'est en pratique limitée que par les possibilités de transport tandis que l'épaisseur peut atteindre de 20 à 30 cm et une largeur supérieure à 2 mètres n'est plus exceptionnelle.

## **La liberté des formes**

Jean-Claude Bruneau, grand ingénieur concepteur français d'architectures surtout industrielles, définit comme suit les avantages du bois lamellé-collé :

« De façon générale, le bois est un matériau économique, léger et facilement adaptable. Du point de vue de la conception, une charpente en lamellé-collé permet de matérialiser de grandes portées, mais surtout de penser la toiture suivant une géométrie complexe. De plus, les nouvelles techniques permettent de dépasser l'idée de la courbe et de revenir à une conception plus linéaire. La toiture est alors définie par la combinaison de droites qui s'inclinent à volonté, entraînant la déformation d'une surface plane, par exemple en selle de cheval ».

## **Un rapport favorable masse volumique/résistance mécanique**

Vu sa grande résistance mécanique malgré sa faible masse volumique, et grâce justement à cette faible masse volumique, le bois lamellé-collé est particulièrement bien adapté à la réalisation d'éléments portants. Le bois lamellé-collé est notamment très intéressant pour la réalisation d'éléments de construction dont la portée est importante et où le poids propre peut être très élevé par rapport à la charge. En outre, dans le cas d'une construction en bois, le rapport surcharge utile/charge permanente est important. Une toiture en bois a un poids propre pratiquement égal à la charge de neige, alors que dans le cas d'une construction en béton, la charge de neige représente à peine 20 % du poids propre.

## **Stabilité dimensionnelle – Résistance à l'humidité**

La stabilité dimensionnelle du bois dans le sens du fil sous l'influence de facteurs hygrométriques est remarquable. L'influence des variations de température est par ailleurs négligeable. De plus, les échanges de chaleur et d'humidité entre le bois et l'ambiance extérieure sont très lents, de sorte que les faibles mouvements qu'on pourrait enregistrer s'étalent longuement dans le temps. Ces avantages, comme ceux relatifs au comportement au feu dont il sera question au point suivant, ne sont pas propres au bois lamellé-collé. Ce sont des atouts du bois en général qui méritent d'être rappelés ici compte tenu de leur importance pour les usages en structure.

La résistance du bois aux agents chimiques est très bonne de telle sorte que l'on peut considérer le bois lamellé-collé comme un matériau de prédilection dans de nombreuses constructions industrielles ou des agents chimiques, sous forme liquide ou gazeuse, peuvent atteindre les structures ou les revêtements.

### Comportement au feu

La propriété qui exprime le bon comportement au feu d'un élément porteur est sa « résistance au feu », c'est à dire sa capacité de continuer à remplir sa fonction au cours d'un incendie. Corollaire de celle du bois massif, la résistance au feu du bois lamellé-collé est élevée car la faible conductibilité thermique du bois ralentit la pénétration de la chaleur.

De plus, la carbonisation superficielle de la section isole thermiquement le noyau intérieur qui continue à assurer pendant un temps assez long, la fonction portante de la pièce. On a pu déterminer la vitesse de combustion du bois; elle est presque inversement proportionnelle à sa masse volumique. On retient généralement les vitesses de combustion suivantes :

Tableau 1 : Résistance au feu d'un élément portant en bois		
bois et panneaux dérivés de masse volumique < 400 kg/m <sup>3</sup>	vit. comb.	0,80 mm/min.
bois et panneaux dérivés de masse volumique > 400 kg/m <sup>3</sup> et < 650 kg/m <sup>3</sup>	vit. comb.	0,64 mm/min.
bois et panneaux dérivés de masse volumique > 650 kg/m <sup>3</sup>	vit. comb.	0,50 mm/min.

Pour les calculs de stabilité, on prendra une vitesse de combustion de 21 mm par demi-heure.

## Les matériaux de base

Les matériaux de base ne sont qu'au nombre de deux, le bois et la colle, mais ils doivent satisfaire à des exigences très précises afin de former un ensemble à haute résistance et à longue durabilité.

### **Le bois**

#### **Les essences de bois**

Les bois utilisés le plus couramment en charpente lamellée-collée, sont des résineux comme l'épicéa, le pin sylvestre, le douglas. En fait, tous les bois pourraient être utilisés ; le problème est plus d'ordre financier que lié à la qualité des bois.

Dans le domaine des menuiseries, on peut sans difficultés utiliser, en plus de bois résineux, des bois feuillus comme le chêne, l'afzélia, le merbau, etc. De plus, il est possible de combiner différentes essences afin, par exemple, d'améliorer l'aspect des surfaces visibles.

#### **Qualité des bois**

Les lamelles utilisées pour la fabrication d'éléments de charpenterie sont classées selon la résistance.

La norme européenne EN 1194 définit des classes de résistance pour du bois lamellé-collé horizontalement constitué d'au moins quatre lamelles. Les résistances caractéristiques, rigidités et masses volumiques y sont données. Cette norme est pour le moment limitée au bois lamellé-collé résineux.

En ce qui concerne les bois utilisés pour la menuiserie, en plus des qualités techniques, il faudra tenir compte de l'aspect et l'on prêter attention aux différents défauts des bois (voir NBN EN 975 et 1611).

#### **L'humidité des bois**

Lors de la fabrication, conformément à la NBN EN 386, l'humidité des lamelles de bois utilisées en charpenterie doit être comprise entre 8 % minimum et 15 % maximum pour les bois non imprégnés et entre 11

et 18 % pour les bois imprégnés. L'écart entre deux lamelles dans une même poutre ne peut être supérieur à 4 %. À la livraison, l'humidité du bois utilisé en structure doit être de 18 % maximum selon la STS 04.

Lors de la fabrication d'éléments lamellés-collés pour la menuiserie, il faudra tenir compte de la destination de l'élément. Le taux d'humidité après fabrication doit être compris entre 8 % et 12 % pour de la menuiserie intérieure et entre 12 et 18 % pour des éléments de menuiserie extérieure.

### **L'adhésif**

Les développements de la chimie moderne permettent la synthèse d'une variété énorme d'adhésifs, chacun d'entre eux présentant des propriétés mécaniques, élastiques ou chimiques particulières, propriétés qui le rendent particulièrement adapté à un besoin précis.

Devant l'éventail des colles mises à sa disposition, l'utilisateur devra être capable d'effectuer un choix judicieux. A cette fin, il se devra d'appliquer des critères de sélection basés tant sur la nature chimique des matériaux à assembler que sur la texture des surfaces à coller et les contraintes diverses auxquelles sera ou seront soumis le ou les joints collé(s). Il devra également tenir compte d'éventuelles exigences réglementaires.

La combinaison des propriétés mécaniques et chimiques des adhésifs courants permet de définir une classification fonctionnelle simple reprise dans le tableau n° 2.

En ce qui concerne la certification des colles, il faut savoir que deux normes européennes font référence. Il s'agit de la norme EN 204 (tableau 2) et de la norme EN 301 (tableau 3).

Application / Localisation	Structure	Menuiserie
Extérieure	Résorcine Phénol-formol	Époxydes
Sous abri	Mélamine Polyuréthane à 1 composant	Vinylique à 2 composants Polyuréthanes Polychloroprènes
Intérieure	Urée-formol	Vinylique à 1 composant Termofusibles

La première définit les épreuves ainsi que les performances minimales auxquelles doivent satisfaire les colles destinées à des usages non structurels. Elle s'applique donc aux colles utilisées en menuiserie. La norme EN 301 définit les épreuves ainsi que les performances minimales auxquelles doivent satisfaire les adhésifs autorisés pour usages structurels. Ne sont considérés par cette norme que les résines des types phénoplaste et aminoplaste.

Classe de sollicitation	Description de l'environnement
D1	Usages intérieurs, où la température peut occasionnellement et temporairement dépasser 50 ° C et où le taux d'humidité du bois n'excède pas 15 %
D2	Usages intérieurs, caractérisés par un contact occasionnel et bref avec la condensation et/ou avec une humidité relative de l'air élevée pendant des périodes limitées.
D3	Usages intérieurs, caractérisés par un contact fréquent et bref avec la condensation et/ou avec une humidité relative de l'air élevée à long terme.

	Usages extérieurs, en situations protégées des intempéries.
D4	Usages intérieurs, caractérisés par un contact fréquent et important avec la condensation. Usages extérieurs, en situations exposées aux intempéries, sous un revêtement de surface adéquat.

Types d'adhésif	Température de service	Équivalence climatique	Exemples
I	> 50 ° C	Non spécifiée	Exposition prolongée à une température élevée
I	≤ 50 ° C	> 85 % hr à 20 °C	Pleine exposition aux intempéries
II	≤ 50 ° C	≤ 85 % hr à 20 °C	Bâtiment chauffé et ventilé. A l'extérieur, protégé des intempéries. Courtes périodes d'exposition aux intempéries.

## La fabrication d'éléments de charpenterie

### **Remarque générale**

Les chapitres suivants décrivent de façon générale la fabrication d'éléments de charpenterie. Nous ne pouvons que conseiller aux personnes intéressées par plus de détails de se procurer la norme européenne EN 386. Cette norme spécifie les prescriptions de performance et les prescriptions minimales de fabrication. Elle s'applique aux éléments produits avec des lamelles dont l'épaisseur finie est inférieure ou égale 45 mm.



## **Préparation du bois**

L'opération essentielle est la prise de mesure de l'humidité du bois ; les lamelles dont l'humidité est trop élevée sont automatiquement éliminées. Les lamelles sont acheminées vers un poste de sciage où leurs extrémités sont sciées perpendiculairement au sens des fibres et où les défauts visibles sont éliminés.

Les 10 derniers centimètres des lamelles doivent être exempts de nœuds.

Après sciage, les lamelles sont amenées vers le poste d'entourage où s'achève la préparation des lamelles.

## **L'entourage**

L'opération d'entourage consiste à imprimer sur les extrémités contiguës de deux pièces de bois et avec les mêmes fraises des dentelures permettant l'emboîtement. L'assemblage ainsi dessiné est encollé et sous une presse travaillant horizontalement, les extrémités sont alors contraintes et «aboutées ». On obtient ainsi une lamelle de longueur infinie et sans faiblesse.

Les lamelles sont rabotées et sciées à la longueur voulue. Elles sont ensuite stockées durant 24 heures.

## **L'encollage**

Les piles de lamelles sont acheminées vers le poste d'encollage ; les lamelles y sont désempilées manuellement ou automatiquement. L'encollage s'effectue au moyen d'une encolleuse à «rideau ». Une seule face de la lamelle est couverte de colle ; la quantité de colle nécessaire est dosée au moyen d'une pompe à colle qui pousse la colle hors d'un tube muni d'une ou de deux rangées d'ouvertures. La vitesse d'écoulement de la colle est réglable à la pompe.

Ce système est très fiable et permet un encollage homogène, à condition de procéder à un entretien régulier de l'encolleuse.

## **Le pressage**

Dans la plupart des cas, les lamelles encollées sont acheminées vers le poste de pressage. Ce poste se situe normalement dans un espace

séparé où l'on ne trouve aucune machine de transformation du bois et, ce afin d'éviter le dépôt de poussières sur les lamelles encollées.

Pour le serrage, deux techniques sont utilisées. La première consiste à empiler les lamelles sur un châssis mobile fait d'équerres métalliques. La seconde est celle dite de la presse à haute fréquence.

### **Système du châssis mobile**

Il existe des châssis verticaux et des châssis horizontaux, c'est à dire des châssis sur lesquelles les lamelles sont respectivement posées horizontalement les unes au-dessus des autres ou disposées verticalement les unes à côté des autres.

Le châssis est fait d'équerres métalliques. Celles-ci sont préalablement soudées sur des rails et fixées au sol de façon à épouser la forme de la poutre à fabriquer.

L'assemblage est alors maintenu en place grâce soit à un système de serrage hydraulique, soit à un système de tiges filetées et d'étriers.

Le temps de durcissement ou de polymérisation est influencé par la température. En règle générale, une durée de huit heures de séchage sous presse est nécessaire lorsque la température de l'atelier est de 20 degrés. Il est également possible de «chauffer» le joint de colle, en produisant un souffle d'air chaud (40°C) autour de l'élément qui est alors placé dans un tunnel.

### **Système à haute fréquence**

Les lamelles encollées sont maintenues en place grâce à un vérin hydraulique. Ensuite, l'élément est amené via une bande transporteuse devant un générateur à haute fréquence. On obtient en quelques minutes des températures de l'ordre de 80 °C au centre du joint de colle. Le principe est identique à celui d'un four à micro-ondes, c'est à dire un changement de polarité continu des électrodes. Ce changement de polarité entraîne un mouvement des molécules et par voie de conséquence un dégagement de chaleur.

La vitesse de polymérisation est augmentée. À titre d'exemple, pour coller une poutre de 10 mètres de long, la durée d'immobilisation suivant le système classique sera de  $\pm 8$  heures tandis qu'avec le système haute fréquence, la durée ne sera que de  $\pm 15$  minutes.

L'inconvénient actuel de ce système est qu'il ne peut s'appliquer qu'aux poutres droites.

### **La finition des éléments**

Une fois le collage réalisé, l'élément est raboté sur les quatre faces, les arêtes sont cassées et on applique la finition.

### **Éléments situés à l'intérieur**

Toutes les finitions utilisées pour les menuiseries peuvent convenir. Toutefois, on évitera les peintures qui cachent le bois et on préférera les vernis qui en plus d'une protection et d'une facilité d'entretien mettent en valeur la beauté du matériau.

### **Éléments situés à l'extérieur**

Seules des finitions de type non-filmogène conviennent, car elles ne sont pas altérées par les variations dimensionnelles du bois liées aux variations d'humidité. Il est en outre conseillé de veiller à ce que le système de préservation - finition soit adapté à la durabilité du bois.

### **Domaines d'utilisation**

Nous nous contenterons de citer ci-après quelques domaines d'utilisation de la technique du lamellé-collé, certains domaines étant plus connus que les autres.

### **Éléments de structure**

Halls de sports ou de foire, églises, marchés couverts, écoles, stations service, passerelles piétonnières, restaurants, etc.

### **Éléments de décor urbain**

Passerelle, pylône pour ligne à haute tension, espaces de jeux, abribus, panneaux signalétiques, lampadaires etc.

### **Éléments de menuiserie**

Châssis de fenêtres, escaliers, ossatures de maisons en bois empilé, mezzanines, vérandas etc.

### **Bibliographie**

Le bois lamellé-collé ; Syllabus du Centre de Formation Bois  
Construction en Bois Lamellé-Collé. Farde de Timber Engineering

Fiche Technique « Colles et Collages » Courrier du bois n°125  
STS 52. Menuiseries extérieures en bois  
Fiches -Adhésifs 301a et 301 b du Centre Technique de l'Industrie du  
Bois  
Fiche DU-8 « Bois Lamellé-Collé Charpentes Lourdes » du C.T.I.B.