



HAL
open science

Les charpentes lamellées-collées

Philippe Crubilé

► **To cite this version:**

Philippe Crubilé. Les charpentes lamellées-collées. Revue forestière française, 1972, 24 (2), pp.98-104.
10.4267/2042/20605 . hal-03395720

HAL Id: hal-03395720

<https://hal.science/hal-03395720>

Submitted on 22 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LA CHARPENTE LAMELLÉE - COLLÉE

P. CRUBILÉ

Class. Oxford 833.12

Inventée en 1906 par Hetzer, Maître Charpentier de Weimar, à partir du système constructif mis au point par le colonel Emy au XIX^e siècle, mais en remplaçant l'assemblage par boulonnage, par le collage de lamelles les unes sur les autres, la technique du lamellé-collé a évolué et s'est répandue à travers le monde en permettant la réalisation d'ouvrages les plus divers, avec une qualité sans cesse améliorée.

Ce procédé, comme on peut le constater, n'est pas ce qu'il est convenu d'appeler « une nouveauté ». Il est pourtant à l'origine d'une percée technologique relativement récente qui remonte à une vingtaine d'années, et son essor a été en partie conditionné par le développement des adhésifs modernes et par la réduction progressive de leur coût.

Le matériau « bois lamellé-collé » bénéficie, en premier lieu, des caractéristiques de son principal constituant le bois : résistance et légèreté lui permettent d'atteindre des « côtes de qualité » voisines de certains alliages légers, et d'être particulièrement apte pour toutes les utilisations en flexion et en compression.

D'une façon générale, pratiquement toutes les essences de bois peuvent être collées. Toutefois, certaines exigent des colles spéciales. Les essences utilisées en France le plus couramment sont des bois résineux légers, comme l'épicéa et le sapin, qui ne posent aucun problème particulier, mais on peut également employer des résineux de plus forte densité comme le pin sylvestre, le pin d'Orégon (sapin douglas) ou le mélèze. En ce qui concerne les bois feuillus, ce sont évidemment les feuillus tendres qui se collent le mieux, tandis que les feuillus lourds indigènes exigent des colles spéciales.

Le choix de l'essence à utiliser sera fait en général, en fonction de la durabilité requise ou de considérations esthétiques. Pour les structures exposées directement aux intempéries, on peut prévoir l'utilisation de mélèze ou de certaines autres essences à haute durabilité naturelle en association, par exemple, avec une colle Résorcine.

Du fait même de la lamellation, les structures collées se caractérisent par un ensemble de propriétés géométriques ou mécaniques, remarquables :

- possibilité de réaliser des pièces dont les sections non limitées par la matière utilisée, peuvent être très importantes et varier à l'intérieur de la même pièce ;
- possibilité d'obtenir des pièces courbes sans complication excessive de la fabrication ;

— diminution de l'importance et du nombre des défauts, dispersion aléatoire des défauts résiduels. Le matériau obtenu, homogène et constant dans sa qualité, possède une fiabilité nettement supérieure au bois massif et peut être utilisé avec un meilleur rendement, grâce à une augmentation des contraintes de travail.

De ces caractéristiques, adjointes à celle du matériau bois lui-même, découlent un certain nombre d'avantages qui expliquent le développement croissant de cette technique de structure.

La portée libre

L'avantage primordial des structures en lamellé-collé est la possibilité d'obtenir des portées très importantes, car les dimensions des poutres ou des arcs sont pratiquement illimitées, grâce à la possibilité de jumeler les éléments porteurs dans les cas extrêmes.

En effet, si des portées de 100 mètres ont été atteintes sans difficulté majeure, et s'il est permis d'envisager dans de bonnes conditions des portées beaucoup plus importantes encore, les réalisations classiques sont le plus souvent dans la fourchette de 30-70 mètres.

Préfabrication et délais de livraison

A partir du moment où il a passé le marché, le client aime avoir à sa disposition, le plus rapidement possible, le bâtiment qu'il a choisi...

Les charpentes en bois, par leurs possibilités de montage très rapides et simples, sont idéales en ce domaine. En effet, comme il s'agit d'éléments préfabriqués, relativement légers, leur mise en œuvre pose rarement de problèmes, sauf dans le cas de très grands arcs qui demandent des engins de manutention importants. On arrive ainsi à des gains de temps très appréciables sur chantier et en définitive une construction à ossature bois, préfabriquée en usine, est toujours terminée avant une construction analogue construite sur le mode traditionnel.

Légèreté

On sait que le bois a pour un faible poids propre, d'excellentes résistances mécaniques, il est donc le plus souvent inutile d'exécuter des fondations importantes, car les poussées et les réactions sont relativement peu élevées (elles sont pratiquement limitées aux effets de surcharges climatiques). Cela permet de bâtir même sur des terrains médiocres, sans avoir recours à des travaux de génie civil coûteux.

Entretien réduit

Si elles ne sont pas exposées directement aux intempéries (et il est impératif d'éviter une telle exposition, si l'on n'utilise pas une essence durable), les charpentes en bois lamellé-collé, protégées efficacement en atelier, peuvent résister de nombreuses années sans recevoir de couches de protection supplémentaires. En effet, dans une ambiance normale, en température et état hygrométrique, le bois se comporte parfaitement bien, ce qui signifie, quand on le compare à d'autres matériaux, à une économie appréciable des frais d'entretien. Entretien qui est d'ailleurs plus ou moins bien fait et peut entraîner une détérioration des matériaux utilisés.

Une excellente résistance à la corrosion

Il est bien connu que le bois résiste très bien à l'action des produits chimiques (acides ou bases) ou de leurs vapeurs.

Certaines essences de bois sont d'ailleurs réputées comme particulièrement résistantes, il s'agit par exemple du « Pitchpin », du Mélèze, du Doussié et de l'Iroko, qui peuvent être utilisés en charpente collée. Cette propriété très importante doit faire



Charpente lamellée-collée. Piscine d'Aulnay-sous-Bois

Photo CENTRE TECHNIQUE DU BOIS

préférer le bois à l'acier ou au béton dans toutes les constructions où les risques de corrosion sont importants.

Une exceptionnelle résistance au feu

Le bois a la particularité d'être un matériau combustible, ce qui a première vue, devrait le faire éliminer en tant que matériau de construction. Mais de nombreux essais ainsi que l'expérience, montrent que le bois se comporte bien lors d'un incendie, puisqu'il est capable de conserver pendant une durée assez longue, ses résistances mécaniques. Et ceci est particulièrement vrai pour les structures lamellées collées.

Si l'on analyse l'influence d'une élévation de température sur les principaux matériaux employés en construction, à savoir l'acier, le béton et le bois (nous ne parlerons pas ici du plastique ou du verre), on s'aperçoit qu'à une augmentation de chaleur correspond une diminution des résistances mécaniques, assortie de modification d'ordre physique ou chimique et d'une augmentation des tensions internes.

L'acier, en bon conducteur, répand celle-ci à l'intérieur de tout élément sollicité ; chauffé au-delà de 200°C, il perd rapidement sa résistance. A 600°C, les structures métalliques non protégées, s'écroulent. Par ailleurs, toute élévation de température s'accompagne de déformations très importantes en raison du coefficient de dilatation thermique élevé. A tel point que les murs peuvent s'écrouler ou être endommagés par l'incendie.

Le béton armé devant sa résistance en traction à l'acier et étant peu isolant, le même phénomène se produit avec un léger décalage dans le temps. Par ailleurs, le béton lui-même, sous l'action de la température se crevasse et s'effrite, ce qui entraîne inéluctablement des effondrements.

Le bois, quant à lui, s'il s'enflamme lors de la libération des gaz inflammables, voit sa température interne ne monter que très lentement. La vitesse de pénétration de la carbonisation est en effet sensiblement constante et égale pour un élément d'épicéa en lamellé-collé à 0,6 mm/mn (que le bois soit ignifugé ou non ignifugé). En effet, il se produit en surface du bois, comme dans le cas de l'exposition aux vapeurs chimiques, une couche de protection carbonneuse qui diminue l'apport de chaleur au bois non encore enflammé et qui empêche l'arrivée d'oxygène à la zone de combustion. Le charbon de bois est, on le sait, plus isolant que le bois lui-même.

Dans ces conditions, il est très facile connaissant la vitesse de carbonisation du bois, de calculer le temps que résistera une structure donnée, soumise à des charges données. Les calculs que l'on a pu faire ont d'ailleurs été vérifiés amplement par l'expérience ; par ailleurs, il est nécessaire d'indiquer que ce sont les colles à base de résorcine qui résistent le mieux à l'incendie et enfin les urées formol qui donnent les moins bons résultats, mais n'affectent toutefois pas la résistance des structures dans des proportions catastrophiques.

Enfin, il faut préciser que si les structures supportant une couverture légère, sont protégées par un matériau non inflammable (type panneaux de particules de bois ou panneaux de lin ignifugés, etc.) on diminue de beaucoup le risque de propagation des flammes et par là même, on évite une pénalisation des tarifs d'assurance incendie qui s'attachent surtout à la nature de la couverture (élément propagateur des flammes aux alentours).

Le fait d'avoir une structure en bois n'est donc pas en soi un élément pénalisateur, puisque d'ailleurs de nombreux règlements de pompiers autorisent ces derniers à pénétrer dans des bâtiments à ossature bois durant un incendie, ce qui n'est pas le cas pour des structures métalliques qui risquent de s'écrouler très brusquement.

Le caractère esthétique

Le cachet esthétique des constructions en bois lamellé-collé est bien connu des architectes. Le bois apporte un élément de chaleur, un élément vivant dans des constructions dont l'architecture serait par ailleurs austère.

Par sa couleur, il donne un éclairage intérieur aux constructions, dont il est l'élément porteur. Il peut également par le caractère audacieux des formes architecturales auxquelles on a pu avoir recours, constituer un véritable pôle d'attraction, au sein d'un groupe architectural.

Economie

Cependant, on aurait tort de croire que le lamellé-collé se cantonne aux constructions de prestige, il est à notre sens, typiquement un matériau préfabriqué utilisable dans tous les cas, et le plus souvent compétitif comparé au métal et au béton, lorsque les projets sont considérés dans leur ensemble gros œuvre, charpente, couverture, bardage.

En effet, le lamellé-collé permet souvent un allègement très appréciable des fondations, un accrochage aisé des solutions de bardages ou de couvertures adaptées. Il en résulte des économies substantielles sur des projets d'ensemble, tous corps d'états réunis.

Souplesse d'exploitation

Il est très facile de concevoir des extensions aux bâtiments construits à l'aide de charpente en bois. Ces extensions peuvent se faire dans le sens de la longueur, si

l'on a eu le soin de prévoir un arc support derrière le mur pignon, lorsqu'il y en a un.

Par ailleurs, des extensions latérales sont également très possibles, puisque l'on peut très facilement ajouter aux charpentes en bois, des auvents, des portiques, etc. Des modifications importantes de plans originaux ou des cloisonnements internes peuvent donc être effectués sans difficultés.

Enfin, dans le cas de constructions provisoires, les charpentes lamellées-collées s'imposent : elles sont en effet, très légères, maniables, transportables, économiques, peuvent se monter et se démonter sans problèmes et s'ancrer sur des fondations de fortune.

Nous citerons rapidement les principales solutions constructives faisant appel au bois lamellé-collé et permettant de tirer les meilleurs partis des caractéristiques que nous venons d'examiner.

Les solutions retenues pour l'édification des ouvrages à structures porteuses en bois lamellé-collé, peuvent être commodément étudiées d'après leur type de fonctionnement.

Fonctionnement en poutre

Entrent dans cette catégorie, toutes les réalisations comportant essentiellement des pièces travaillant sur appuis libres, qu'elles soient droites ou courbes. La poutre peut n'avoir qu'une seule travée sur appui libre pour des portées allant jusqu'à une quinzaine de mètres.

Elle peut être continue sur appuis multiples ou du type « cantilever », les portées libres entre appuis pouvant atteindre une vingtaine de mètres.

Fonctionnement en arc

Dans ce cas, les conditions de travail particulièrement favorables au bois lamellé-collé, permettent d'atteindre des portées libres très importantes (100 m et plus), la limite étant essentiellement définie par la forme de l'arc et non son type de fonctionnement isostatique (arcs à 3 articulations) ou hyperstatique (arcs à 2 articulations).

Pour la réalisation de structures reposant sur des murs, la technique de l'arc (brisé ou en courbe continue) sous-tendu par un tirant métallique, est très intéressante lorsque la présence de celui-ci ne présente pas d'inconvénients.

Pour des portées moyennes, les portiques en éléments droits assemblés, correspondent parfois mieux aux critères de la mode la plus récente.

Fonctionnement en porte à faux

Ce type de structure, employé pour les ouvrages nécessitant une ouverture totale sur l'un des longs pans, se prête très bien à l'utilisation de bois lamellé-collé, mais nécessite un soin tout particulier quant au choix des solutions d'ancrage, à moins que la présence de certains éléments fonctionnels (tels que des supports de tribune, par exemple) permettent de résoudre simplement la question.

Certaines autres solutions, non particulièrement attachées à un type de fonctionnement, sont souvent rencontrées :

Sheds

Il est relativement aisé de construire, en utilisant des techniques du lamellé-collé, des sheds qui peuvent avoir des formes et des dimensions très variées et constituent des ensembles couverts, bien éclairés et fonctionnels.

Abris

Il peut être également intéressant de pouvoir réaliser en bois des abris, des passages couverts de 6 à 8 mètres de portée, constitués soit d'arcs, soit de portiques encastrés au sol.

Voiles minces

La technique des voiles minces ou des coques en bois a fait ses preuves depuis 6 ou 7 ans environ, et l'on compte en France, une vingtaine d'ouvrages de ce type. Bien que n'étant pas directement apparenté à la technique du lamellé-collé, le voile mince en utilise pour la réalisation des poutres de rive qui lui sont nécessaires. On peut obtenir avec cette formule des ensembles architecturaux d'une grande recherche esthétique par l'emploi de formes originales comme celles des paraboloïdes hyperboliques, des conçoïdes simples ou multiples, etc.

Faux voiles

Parallèlement à la technique précédente, des coques ou « faux voiles » de formes très diverses ont pu être réalisées et sont généralement fondées sur l'utilisation de 2 familles orthogonales de pièces lamellées-collées tendues ou comprimées et permettent d'obtenir, en même temps que l'aspect extérieur très pur d'un voile, une sous-face extrêmement agréable pour un observateur situé à l'intérieur de l'édifice.

Chevrons courbes

Nous avons laissé une place à part aux chevrons courbes, qui bien qu'étant des arcs, sont à considérer sous un autre angle ; il s'agit en effet d'éléments standards en arc de cercle, de faibles sections, pour les fabrications industrielles. Par le jeu des combinaisons, on arrive à obtenir avec des éléments simples, des formes variées et des portées comprises entre 6 et 35 mètres. Le seul inconvénient du système est l'écartement des travées qui reste généralement inférieur à 3,50 m et le plus souvent à 3 mètres.

En cette époque de continuelle évolution où les bâtiments ont en dépit de leur nécessaire résistance mécanique une « espérance de vie » réduite par des impératifs économiques, il n'est plus guère possible de « sophistiquer » ou « d'enjoliver » au stade de la finition et, pour exercer son talent, l'architecte doit pouvoir disposer d'un matériau qui contribue, par son esthétique propre et sans augmentation du coût, à sauver son œuvre de la nudité ou de la tristesse.

Le lamellé-collé est véritablement un matériau nouveau qui s'est dégagé, par ses formes, ses dimensions, son homogénéité, de son origine : l'arbre. C'est un matériau qui ne s'inscrit plus dans les étroites limites géométriques d'un tronc. Par son intermédiaire, le bois a grandi, s'est mis au service de l'industrie moderne, s'est plié à l'imagination des architectes et aux dures lois de notre économie et a retrouvé une place enviable dans nos édifices, dans le cadre de notre vie.

Philippe CRUBILÉ
Chef du Bureau "Charpente"
CENTRE TECHNIQUE DU BOIS
10, avenue de Saint-Mandé
PARIS (12^e)