

Pour aller plus loin...



6, avenue de Saint-Mandé
75012 PARIS
Tél. 01 53 09 14 99
www.acerbois.org



6, avenue de Saint-Mandé
75012 PARIS
Tél. 01 53 17 19 60
www.cndb.org



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

10, avenue de Saint-Mandé
75012 PARIS
Tél. 01 40 19 49 19
www.fcba.fr



Institut de la Charpente
et de la Construction Bois d'Angers
3, Bd du Maréchal Leclerc
49100 ANGERS
Tél. 02 41 88 63 53
www.compagnons-du-devoir.com



Groupe Le Moniteur AMC
17, rue d'Uzès - 75002 PARIS
Tél. 01 40 13 30 30
www.groupelemoniteur.fr



114, avenue Emile Zola
75739 PARIS Cedex 15
Tél. 01 49 59 70 00
www.smabtp.fr



Chemin du Paradis, 16
1807 Blonay - Suisse
Tél. +41 21 943 00 40
www.cadwork.ch



Industriestrasse 17 a
CH-6203 SEMPACH-STATION
Tel 00 41 26 924 3158
www.purbond.com



ZAC des Quatre Chemins
85400 SAINTE GEMME LA PLAINE
Tél. 02 51 28 44 00
www.strongtie.eu



6, avenue de Saint-Mandé
75012 PARIS
Tél : 01 43 45 53 43
Fax : 01 43 45 52 42
email : sncblc@magic.fr



Skogsindustrierna
Storgatan 19
Box 55525, 102 04 Stockholm, SUÈDE
Tél : +46 (0)8-762 72 60
Fax : +46 (0)8-611 71 22
www.skogsindustrierna.org



Le bois c'est essentiel
www.bois.com

© groupe différence 04 66 23 59 97 - 68711107 © photos : SNBL, Skogsindustrierna, Agence Brunare, Imprimé sur papier PEFC.



sommaire

| | |
|--|-------|
| Édito | p. 2 |
| L'histoire du bois lamellé | p. 3 |
| La fabrication d'un matériau d'exception | p. 4 |
| Bois lamellé : la performance mécanique | p. 6 |
| Un matériau durable et résistant | p. 8 |
| Diversité des formes et des matières | p. 10 |
| Essences et finitions : à la pointe de l'esthétique | p. 12 |
| Un matériau, de multiples compositions | p. 14 |
| ACV et FDES au rendez-vous | p. 16 |
| Un atout pour la qualité environnementale | p. 18 |
| Du bois, issu de forêts durablement gérées | p. 20 |
| Un matériau, des systèmes constructifs | p. 22 |
| Les spécificités de la construction en bois lamellé | p. 24 |
| Assemblages : une multitude de combinaisons | p. 26 |
| Dessiner et dimensionner les ouvrages en bois lamellé | p. 28 |

UN MATÉRIAU
DE PERFORMANCE
& D'ARCHITECTURE



Édito

De l'intelligence constructive... le bois lamellé en a à revendre. Cent années de construction viennent le prouver. Les cent qui suivent (et sûrement les mille suivantes) le démontreront avec encore plus d'éclat. Car le bois lamellé, mieux que de s'adapter à son époque, a toujours été un matériau précurseur, dessinant les prémices de ce que l'avenir constructif sera. Alors, à n'en pas douter, il sera créatif, léger, inventif, respectueux, intelligent, durable...

Autant de qualificatifs et de propositions pour une architecture de demain. Point par point, vous allez découvrir comment et pourquoi demain ne se construira pas sans bois lamellé. Preuve à l'appui : les ouvrages les plus audacieux, les maisons les plus confortables et les édifices les plus fonctionnels viennent ponctuer les arguments. Car parfois... le choc des photos vaut davantage que le poids des mots.

Jean-Paul Goubie, Président du Syndicat National du Bois Lamellé (SNBL)
et **Jan Söderlind**, Directeur du Programme International de Skogsindustrierna



L'histoire du bois lamellé

Lorsque le lamellé collé proprement dit naît, au tout début du vingtième siècle, il signe le commencement d'une véritable révolution technique. Les pratiques traditionnelles vont être bouleversées grâce à ce nouveau matériau aux caractéristiques performantes.



En 1965, la ville de Tours décide de se doter d'un magnifique Parc des Expositions. Ci-contre, des poutres destinées à la Grande Halle.

Architecte : Barthélemy

Lieu : La Grande Halle Tours



La caserne
Bruat est
le premier
bâtiment
en lamellé
construit
en France,
en 1913.

Des hommes de talent

Mais ce matériau n'est pas né du jour au lendemain. Loin s'en faut. Son histoire, lointaine comme contemporaine, est faite d'évolutions, de progrès et d'hommes de génie. Ce fut le cas de Philibert Delorme, architecte qui, dès le 16^e siècle, eut l'idée de faire avec du bois ce que, jusque-là, on ne faisait qu'avec de la pierre... comme des arcs, autorisant de grandes portées. C'est ainsi qu'en 1548, Delorme entreprit de réaliser une charpente en arche, composées de courtes sections de bois, solidarisées entre elles par un clavetage en bois. Le procédé de la lamellation était né. Quelques siècles plus tard, l'invention fait son chemin. Au 19^e siècle, le colonel Emy la perfectionne en constituant des arcs de plus grande portée. Le principe : l'empilement de planches disposées horizontalement cintrées et serrées avec des colliers en métal. Mais c'est à l'aube du 20^e siècle que le lamellé collé fait ses premiers pas avec Otto Hetzer. Cet inventif charpentier allemand a l'idée de remplacer les boulons de Emy par des collages à la caséine (ce qui supprime toute déformation). Entre 1906 et 1907, le brevet de ce nouveau matériau est déposé en Allemagne, en France et en Suisse ; et il affiche un tel génie que son application en charpente est évidente et son développement immédiat.

Un matériau révolutionnaire

Les uns après les autres, ces hommes, et nous en avons évidemment oubliés, ont concouru à créer un matériau aux propriétés extraordinaires, cumulant solidité (des tests de résistance sont réalisés dès 1910), longueur de portée (en 1910 également un hall d'exposition à Bruxelles exige des portées de 43 mètres) et originalité des formes. D'utilisation simple et efficace, le lamellé collé allait inspirer l'architecture et transformer le métier de charpentier. Car, surpassant les capacités naturelles du bois, ce matériau apporte de nouvelles dimensions à la structure : la créativité et la haute technicité. Des caractéristiques qui n'ont jamais été démenties au cours des cent années d'existence du lamellé. Mieux ? En accord avec son temps, ce matériau de structure a su précéder les besoins et évoluer avant l'heure du développement durable.

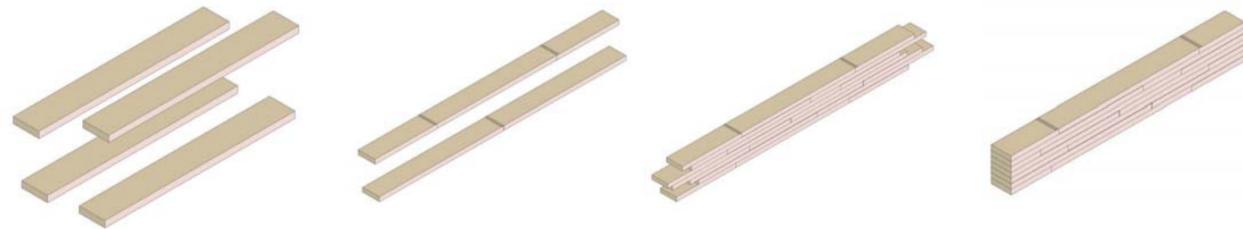


La fabrication d'un matériau d'exception

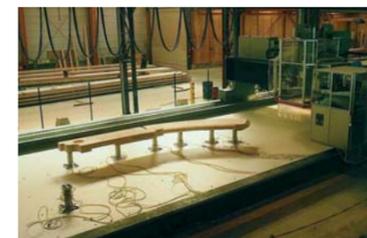
« Bois lamellé » est un terme générique rassemblant sous son égide plusieurs types d'éléments répondant à un même mode de fabrication. Concrètement, ce matériau met en œuvre des lamelles de bois (le plus couramment en sapin, épicéa, douglas ou pin sylvestre) d'une épaisseur de 33 ou 45 mm. Une fois séchées et purgées de leurs défauts, les lamelles sont collées bout à bout de sorte à obtenir la longueur requise, c'est la phase d'aboutage. Puis intervient la phase de composition et de serrage : les lamelles aboutées sont encollées, superposées dans le sens du fil du bois, puis pressées et serrées. Après rabotage, des traitements ainsi que des finitions sont alors appliqués afin d'assurer la durabilité nécessaire et d'obtenir l'esthétique désirée par le prescripteur.

Ce procédé de fabrication confère aux éléments structuraux en bois lamellé les caractéristiques mécaniques, de forme (courbe, droite à inertie variable) et d'esthétique adaptées au projet architectural. La structure obtenue accentue la résistance naturelle du bois et accorde au lamellé une solidité peu commune qui surpasse le travail de la nature.

Le principe de fabrication du bois lamellé et les exigences qui y président en font un produit performant et fiable. La certification Acerbois Glulam, en complément du marquage CE, atteste de cette qualité grâce à des procédés de contrôle continu à chaque étape de la production du bois lamellé, vérifiés plusieurs fois par an par le FCBA – Institut Technologique du Bâtiment (ex CTBA) et le pôle d'expertise du CEBTP (Centre d'expertise du Bâtiment et des Travaux Publics).

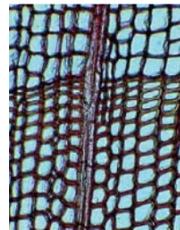


Séchage, purge,
aboutage,
composition,
serrage
et enfin taille...
les poutres
de bois lamellé
sortent des usines.



La réalisation du bois lamellé fait aujourd'hui appel à des machines à la pointe des avancées techniques. Encollage, serrage, rabotage puis découpe... les usines de lamellé sont des lieux modernes, respectueux de l'environnement, où tout est aujourd'hui automatisé et réglé au millimètre près.

Bois lamellé : la performance mécanique



Vue du bois au microscope

Particulièrement solide et adapté à un emploi en structure, le bois lamellé présente des caractéristiques différentes selon les éléments constitutifs (essence et qualité des bois) qui ont été sélectionnés. On peut ainsi conformer le lamellé à son usage futur. Pour ce faire, des classes de résistance ont été établies normativement (norme EN 1194). Les classes le plus couramment rencontrées en structure sont GL 20, GL 24, GL 28 et GL 32.

| Classes de résistance du bois lamellé homogène (en N/mm ²) | GL 20h | GL 24h | GL 28h | GL 32h |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Résistance en flexion | 20 | 24 | 28 | 32 |
| Résistance en traction axiale | 13,6 | 16,5 | 19,5 | 22,5 |
| Résistance en compression axiale | 21 | 24 | 26,5 | 29 |
| Module d'élasticité | 9 450 | 11 600 | 12 600 | 13 700 |

Par exemple, un bois lamellé de classe GL 24 aura une résistance caractéristique à la flexion de 24 MPa, 16,5 MPa en traction axiale et 24 MPa en compression.

Quelle que soit cette classe, la masse volumique du matériau se situe entre 350 et 500 kg/m³... Un rapport performance/masse particulièrement intéressant. Léger et solide à la fois, le bois lamellé autorise la réalisation de sections importantes, capables d'assumer de très longues portées. Par ailleurs, la purge des défauts, effectuée lors de sa fabrication, améliore encore les performances du bois lamellé, qui dépasse ainsi largement celles d'un bois massif. Pour exemple, les franchissements de 40 mètres sont courants, le record s'élevant à 130 mètres en France et à 180 mètres en Amérique du Nord.

Les colles

Sélectionnées en fonction de leurs caractéristiques et performances (EN 301 et 302), les colles utilisées pour la fabrication du bois lamellé sont des colles à vocation structurelle. Elles répondent donc efficacement aux exigences de stabilité et de fiabilité qui incombent à leur rôle dans la construction. Cette stabilité est garantie aussi bien en usage « normal » que lors de sollicitations exceptionnelles (tempêtes, incendies...). De nombreux essais viennent en témoigner. Enfin, l'efficacité de ces colles est durable... le centenaire du lamellé en est la meilleure preuve. Plus concrètement, la bonne réalisation des collages, et donc leur fiabilité, est vérifiée par un contrôle continu de la performance des aboutages (flexion) et de la tenue des plans de collage (cisaillement et délamination).



Durable, solide et offrant d'exceptionnelles longueurs de portée, le bois lamellé franchit fleuves et rivières !



Architecte : Cabinet BBZ (42)



Architecte : Znaty (95)



Architecte : Tetaud (44)

Architectes : Atelier de l'Entre (42)

Lieu : Crest (26)

92 mètres : c'est la distance qui sépare les deux rives de la Drôme à Crest... c'est aussi la distance que franchit le pont qui y a été aménagé en 2001. Le pont de Crest est ainsi devenu le plus long pont en bois de France. Sa structure, en lamellé de douglas, est aussi légère au regard que résistante aux passages. Ici, le douglas sélectionné prouve d'excellentes performances et correspond aux classes de résistance C 30 et C 35. Ainsi cet ouvrage autorise le passage de véhicules de 3,5 tonnes en même temps que celui des cyclistes et des piétons, grâce à deux travées latérales. Des contre-fiches (en lamellé également) ont été ajoutées afin de transférer les charges tout en renforçant l'esthétique de l'ensemble.

Un matériau durable et résistant

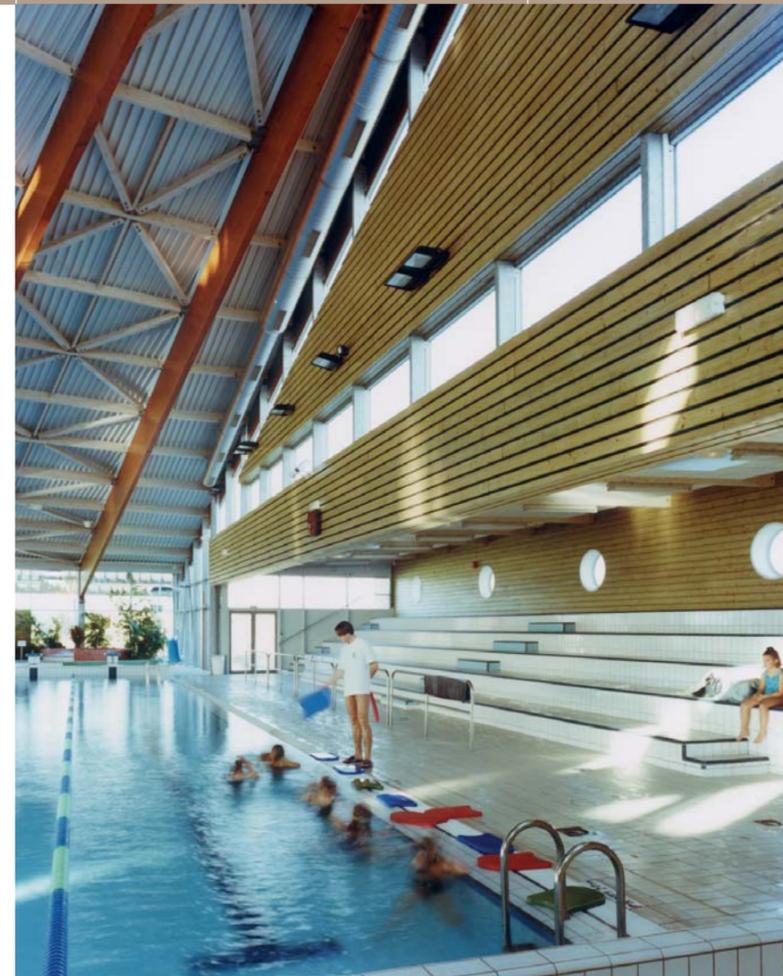
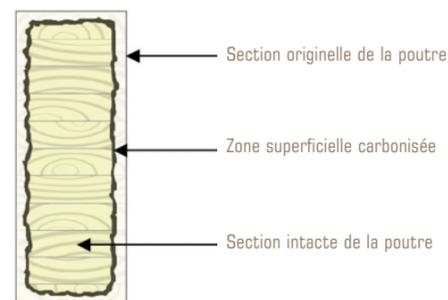
Grand avantage du bois lamellé : son comportement vis-à-vis du feu est prévisible. Ce qui fait de lui un matériau sûr, à conseiller, entre autre, pour la construction de bâtiments recevant du public. Pour entrer dans le détail, lors d'un incendie, la carbonisation superficielle des poutres crée une barrière qui ralentit la combustion. Des études ont pu démontrer qu'au bout de 45 minutes, la température au centre d'une pièce de bois lamellé n'excède pas 50°C et ses caractéristiques mécaniques restent totalement mobilisables. D'autre part, de nombreux essais en laboratoire ont permis d'estimer la vitesse moyenne de combustion du bois lamellé résineux autour de 0,7 mm par minute. Il faut souligner ici que les vitesses moyennes de carbonisation du lamellé sont, en France comme en

Europe, normalisées (Eurocode 5 et DTU bois feu). Les fumées qui peuvent être dégagées lors d'un incendie ont, elles aussi, fait l'objet d'analyses au Laboratoire Central de la Préfecture de Police. Il s'avère que ces fumées, de même que celles d'un bois massif, ne sont pas toxiques.

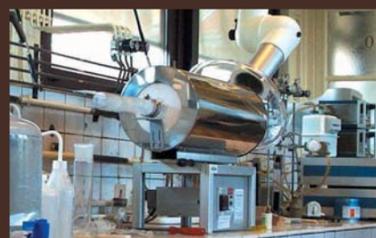
Tout comme les ouvrages en bois massif, les ouvrages en bois lamellé résistent au temps et franchissent les décennies sans dommage. Les traitements et finitions appliqués au matériau lors de la fabrication correspondent à l'usage qui sera fait du matériau : intérieur chauffé, extérieur à l'abri, extérieur au soleil, etc. Ils lui procurent ainsi une résistance accrue aux agents biologiques qui pourraient se développer dans les situations d'humidité, ainsi qu'aux rayons ultraviolets.

D'autre part, le bon comportement du bois lamellé collé aux ambiances agressives (sels, acides, bases) permet à ce matériau d'être parfaitement adapté à des ouvrages industriels ou de stockage, qui excluraient bon nombre d'autres matériaux de construction. Salines, hangars à sels, stockage de potasse, d'engrais ou de nitrate, pontons portuaires, déchetterie, soufre, galvanisation, anodisation... le bois lamellé résiste.

Section d'une poutre en bois lamellé soumise au feu



Le lamellé est particulièrement résistant aux ambiances agressives : sels, acides, bases... mais aussi chlore.



Architectes : Durand, Ménard, Thibault (85)

Lieu : Les Herbiers (85)

Lorsque la Communauté de Communes du Pays des Herbiers veut faire construire une piscine « nouvelle génération », le bois lamellé fait partie du projet. Ce, pour une raison bien simple : ce matériau résiste comme nul autre aux ambiances agressives et à l'humidité. Pas de corrosion, pas d'oxydation... dans ce domaine, le lamellé est exemplaire ; et une lasure hydrofuge améliore encore son comportement.

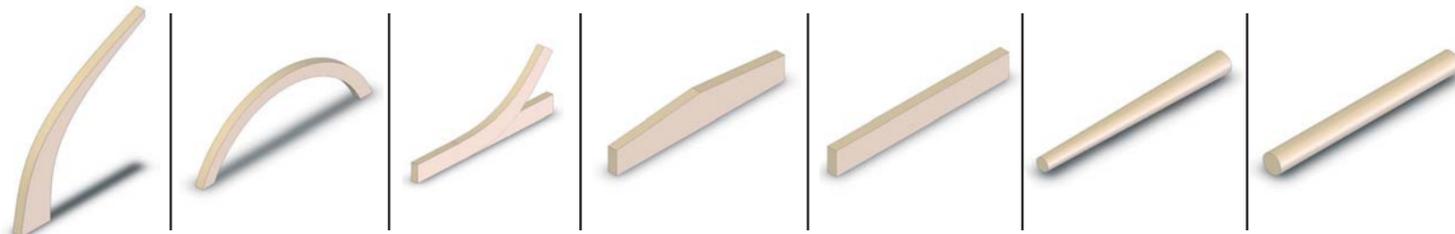
Les concepteurs ont opté pour une structure rayonnante en bois lamellé de pin sylvestre. Haute de 10 mètres environ, cette structure compte également d'importantes longueurs de portée (jusqu'à 36 mètres) qui libèrent l'espace, octroyant ampleur, originalité et ouverture à l'ouvrage.

Diversité des formes et des matières

Plus technologique que le bois massif, le bois lamellé est aussi plus contemporain et affiche une superposition de lamelles qui confèrent une esthétique très « structurée » à ce matériau. Le plus couramment, il fait appel à une seule et même essence : on parle alors de lamellé « homogène ». Mais il existe des poutres en bois lamellé « panaché », constituées d'un noyau central homogène, renforcé sur l'extrados et l'intrados par des lames de classe de résistance mécanique supérieure.

Quelle que soit sa composition, une poutre en bois lamellé peut offrir différentes textures, autorisant une véritable diversité du rendu. Depuis les produits issus directement des sciages sans aucune opération complémentaire jusqu'aux produits les plus polés, la gamme des surfaces est vaste : bruts, rabotés, poncés, défoncés... autant d'exemples des possibilités qui s'offrent en surface.

Les possibilités de formes pour les éléments en bois lamellé sont infinies. Les sections des poutres peuvent être rectangulaires, circulaires, et même, dans une version intermédiaire, changer d'un bout à l'autre de la poutre (passer du carré au rond par exemple). Il est à noter cependant que, eu égard aux pertes engendrées, les formes les plus simples (section rectangulaire) sont aussi les plus économiques. Indépendamment de la section, les poutres peuvent être droites ou courbes, ou même se dédoubler, selon les exigences du concepteur. La diversité de ces éléments et de leur arrangement dans l'espace – additionnée à l'exceptionnelle longueur de portée du lamellé – permet de laisser libre court à la créativité architecturale. Non seulement les volumes autorisent toutes les audaces, mais en plus, la structure devient un véritable spectacle.



Les formes et textures qu'offre le bois lamellé sont innombrables. Résultat : une véritable originalité de conception.



Architectes : Durand, Ménéard, Thibaud (85)

Architecte : Bouchain, Julienne (B&H - Construire, 75)

Architecte : Aukett (Art & Build Bruxelles, Belgique)

Lieu : Strasbourg (67)

C'est à l'initiative du Conseil de l'Europe que la « Pharmacopée » (laboratoire d'analyses biologiques et chimiques) se réinstalle, dès 2007, dans un bâtiment de 23 000 m². Pour ne pas dénaturer le quartier, largement arboré, cet édifice devait, malgré sa taille impressionnante, se faire oublier. Une partie (la halle laboratoire) intègre donc une série de poutres cintrées en lamellé collé (avec des entraxes variant de 3,75 à 7,50 m) supportant un mur rideau en verre où les arbres se reflètent astucieusement. Cette façade technologique est à la fois façade et toiture : en partie supérieure, le zinc remplace le verre. Le lamellé joue la carte « naturelle » avec une finition discrète ; et le bois de la structure de se mêler au reflet des arbres.

Essences et finitions : à la pointe de l'esthétique

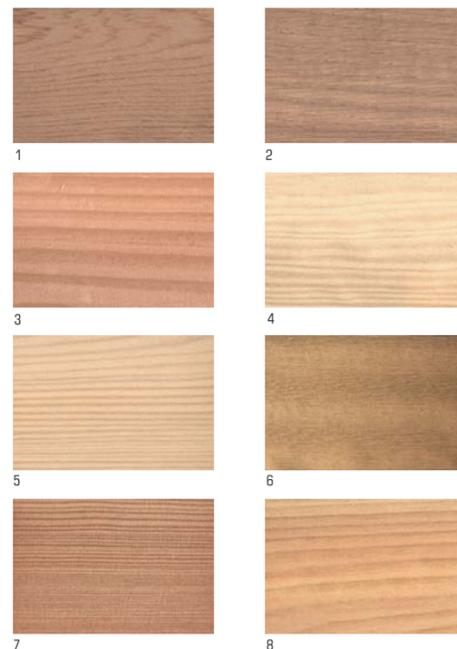
Sapin, épicéa, pin sylvestre, douglas et mélèze sont les essences les plus couramment employées pour le bois lamellé. Mais au-delà de ces « habituées de la structure », d'autres essences répondent aux exigences fixées par les normes en vigueur : hem-

lock, pin Laricio, pin noir, western red cedar, mais aussi des essences feuillues comme le peuplier, l'iroko, voire le chêne.

Outre leurs performances mécaniques, ces essences offrent un intéressant panel de couleurs. Du bois presque blanc (avec, par exemple, le sapin) au rosé typique du douglas en passant par le brun jaune d'un mélèze ou encore par le brun d'un iroko, les essences mises en œuvre en structure présentent une belle variété de coloris. Elles pourront ainsi contribuer à l'esthétique de l'ouvrage.

Les finitions permettent ensuite, de protéger l'aspect du bois ou de le faire évoluer. Il est ainsi envisageable de maintenir le coloris naturel d'une essence en appliquant un produit plus ou moins translucide qui limitera les effets des rayons UV sur la teinte du bois. A l'inverse, on peut modifier la teinte avec des lasures qui colorent en transparence, laissant apparaître veines et matières. Autre rendu : les peintures. Plus couvrantes, elles permettent un aplat de couleur, uniforme, pour un résultat plus contemporain. Mais l'influence de la finition ne s'arrête pas là. Car ces produits offrent également une véritable diversité de matières (brillante, satinée ou mate).

1. Red Cedar
2. Chêne
3. Douglas
4. Sapin blanc
5. Épicéa
6. Iroko
7. Meleze
8. Pin Sylvestre



© Photo : Gösta Wendelius, Umeå, Martinsons



Naturel, coloré, teinté... la variété des finitions permet aux ouvrages en bois lamellé d'affirmer leur identité



Architecte : Gautier (86)



Architecte : Demolombe (31)



Architecte : Cabinet Japac (76)

Architectes : Arkitekt Bolaget i Växjö AB (Suède)

Lieu : Växjö (Suède)

Ce bâtiment, regroupant les bureaux d'une entreprise suédoise sur 4 étages et 8000 m², a été construit en 2002 au cœur de la ville suédoise de Växjö. Le concept architectural mis en œuvre ici s'est basé sur un principe de flexibilité, permettant aux bureaux de s'étendre au fil de l'épanouissement de l'entreprise. Reposant sur un principe constructif à ossature bois, l'ouvrage intègre le bois lamellé en structure (mais aussi en poteaux intérieurs, en bardage et même en plancher). Loin d'être dissimulée, cette structure, qui semble lancer le bâtiment vers l'avant, participe à l'esthétique de la bâtisse. Une lasure de couleur rouge (couleur de lasure typique de la Suède, en lien avec le fameux rouge de Falun) la fait d'autant mieux ressortir et lui accorde chaleur et originalité.

Un matériau, de multiples compositions

Utiliser du bois lamellé n'est pas une démarche exclusive. Bien au contraire : les formes et matières du lamellé se prêtent volontiers au mélange avec d'autres matériaux. Ainsi, l'éventail des possibilités esthétiques s'élargit encore. Il offre ainsi ses compétences et son esthétique au béton, ajoutant légèreté à l'ensemble.

Il s'associe volontiers au verre pour que la structure devienne visible. Et se combine à l'acier pour des formes sous-tendues. Ces nouvelles alliances se déclinent en autant de possibilités que le lamellé peut en offrir avec ses différents aspects : brut ou lisse, technique ou discret, coloré ou naturel... pour des architectures créatives.

Diversités d'aspect et souplesse esthétique font du lamellé un matériau applicable à tous types de bâtiments. Classiques ou recherchées, grandes ou petites, publiques ou privées... toutes les constructions gagnent à intégrer ce matériau. C'est ainsi que de Paris à Marseille, de Hanovre à Tokyo, des ponts gigantesques, des halls d'exposition, des maisons individuelles, des gymnases, des chais, des grands magasins... s'érigent, faisant appel à la solidité et à la valeur ajoutée esthétique du bois lamellé.



Architecte : Dubourg (78)



Architecte : Artto Palo Rossi Tikka Oy



Architecte : Fournier (78)



Architectes : Prevot, Grenier (27)



Architecte : Nomidi (75)

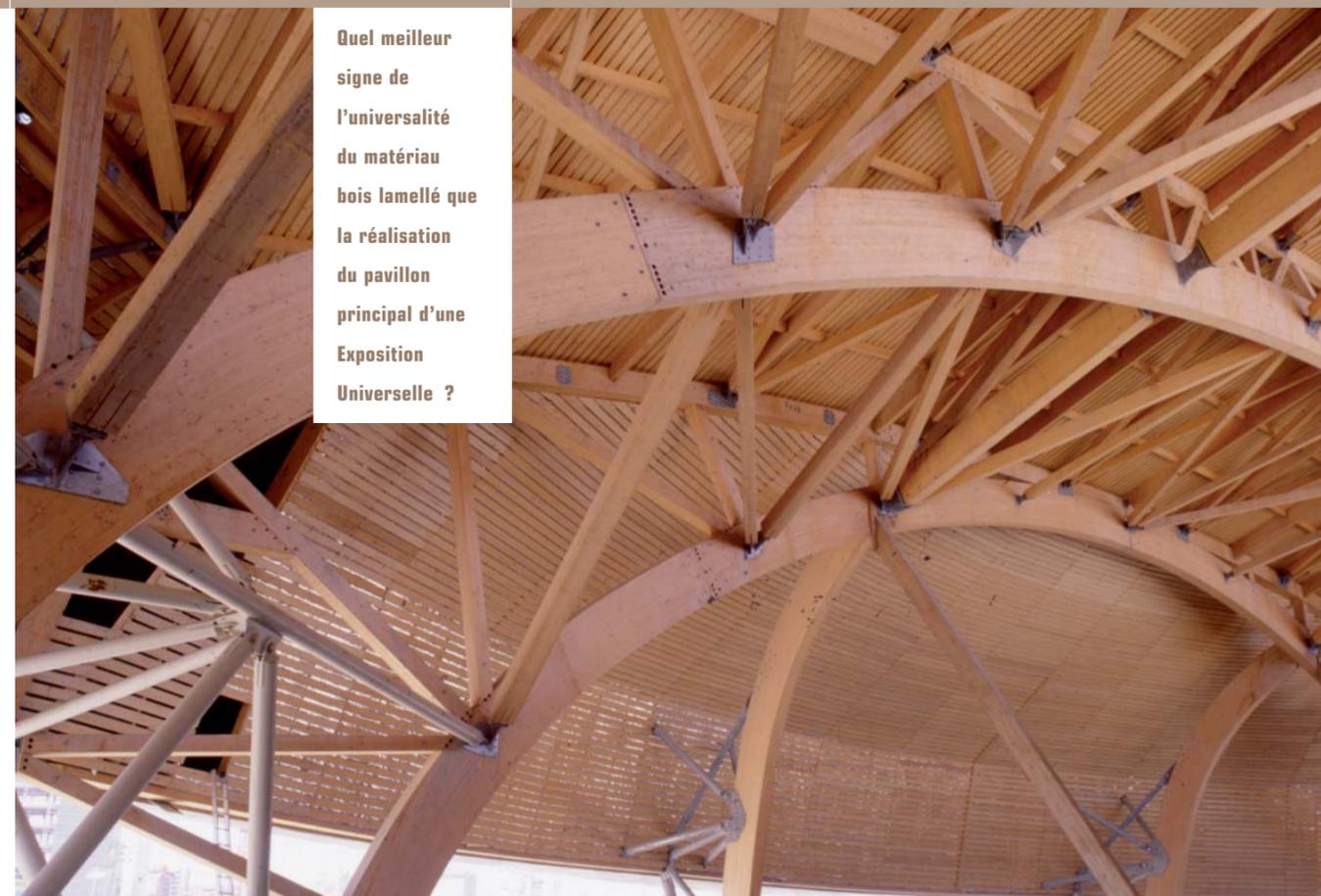


Architecte : Bertrand, Genaud (16)

Bois lamellé pour...

des ouvrages exceptionnels

Quel meilleur signe de l'universalité du matériau bois lamellé que la réalisation du pavillon principal d'une Exposition Universelle ?



Architectes : Regino Cruz et SOM (Portugal)

Lieu : Lisbonne (Portugal)

En 1998, la dernière Exposition Universelle du XX^e siècle prenait place à Lisbonne. A événement exceptionnel, ouvrage exceptionnel... le bois lamellé a donc été choisi pour réaliser le Pavillon Utopie, bâtiment principal de l'Exposition. Un site de 35 850 m² pour une surface couverte de 22 000 m² et une toiture de 25 150 m²... Utopie dispose de la plus grande charpente jamais réalisée en bois. Cette charpente, en arcs triangulés, a été élaborée afin de résister à de très lourdes charges ainsi qu'aux contraintes sismiques de Lisbonne. Un tel bâtiment ne pouvait être éphémère, il a d'ailleurs été conçu dans une démarche durable. Aujourd'hui, il est devenu un important Centre de Congrès pouvant accueillir plus de 16 000 personnes.

ACV et FDES* au rendez-vous

Depuis 2002, l'Analyse complète du Cycle de Vie (ACV) d'une poutre lamellée générique est disponible pour informer les concepteurs, maîtres d'œuvre et constructeurs sur le comportement de ce matériau de sa fabrication jusqu'à sa fin de vie. Cette ACV a donné lieu à une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES), réactualisée en 2007, selon le format défini par la norme NF P01-010. En ligne sur le site www.inies.fr, elle est à la disposition de tous ceux qui voudraient la consulter.

Le bilan environnemental de cette poutre générique met en évidence les nombreux intérêts environnementaux de ce matériau. Nous n'en révélerons ici que l'essentiel :

- Le bois lamellé affiche une très faible consommation d'énergie non renouvelable sur l'ensemble du cycle de vie de la poutre (11,3 MJ/kg).

- La moitié de l'énergie consommée pour la production de la poutre est d'origine renouvelable.
- 45% de l'énergie primaire totale mobilisée pour produire la poutre est en fait l'énergie contenue dans le bois et peut être utilisée comme source d'énergie renouvelable en fin de vie.
- Son impact sur le changement climatique est bénéfique (avec un solde d'émissions de gaz à effet de serre négatif). Ce, parce que les prélèvements de CO₂ (liés à la photosynthèse) sont plus importants que les émissions engendrées. Par ailleurs, les poutres lamellées, en bois, continuent de stocker le carbone, capté par les arbres, tout au long de leur vie.
- Enfin, le bois lamellé arrivé en fin de vie est recyclable (panneaux, composants...), réutilisable (dans une autre construction) ou mobilisable comme source d'énergie.

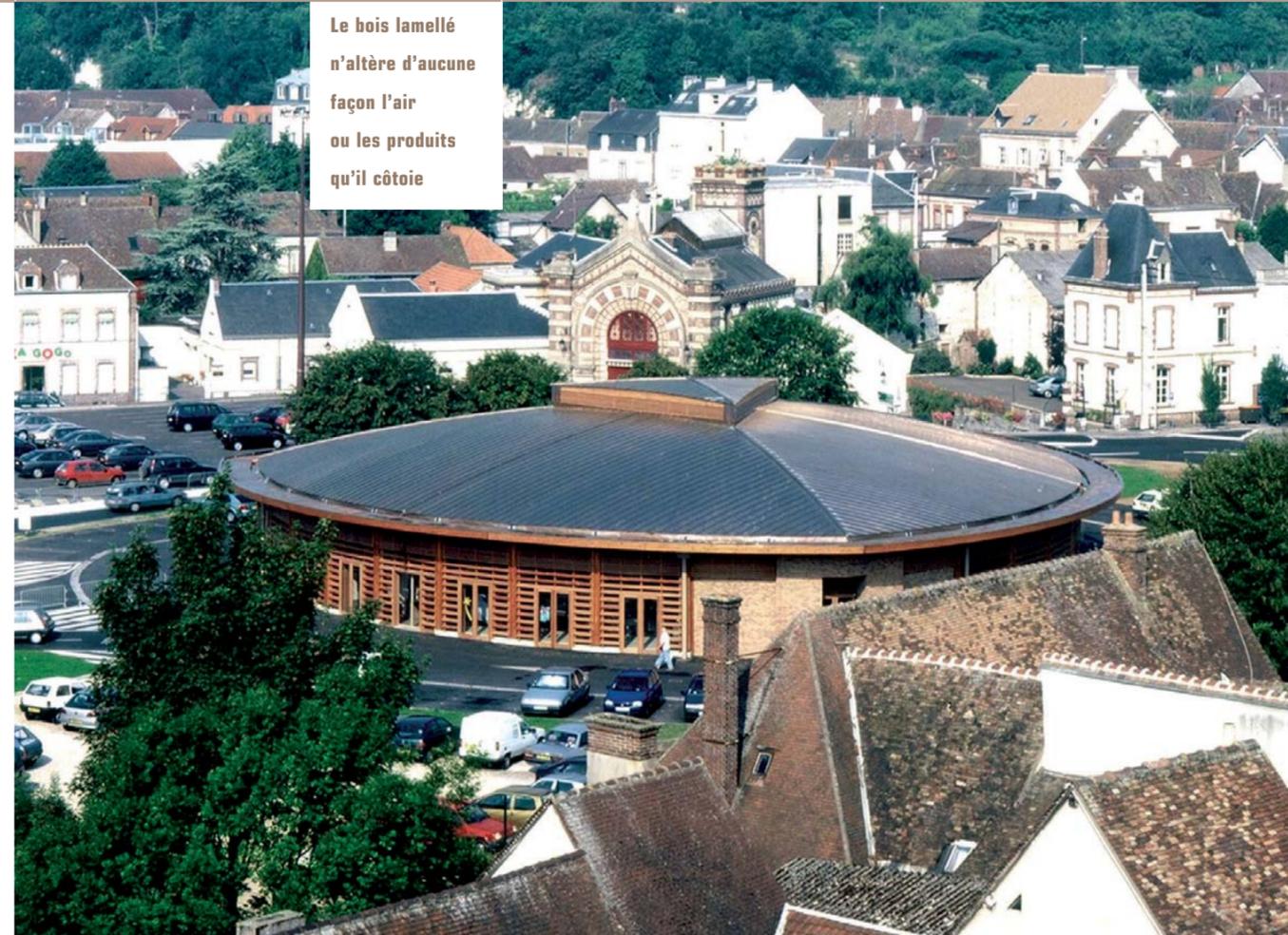


* Analyse de Cycle de Vie et Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

Des émissions de GES négatives ?

Sur la question des gaz à effet de serre, le bois lamellé est un des rares matériaux de construction à afficher un bilan négatif. En effet, le CO₂ capté par les forêts (et le carbone stocké par les arbres) compense largement les émissions produites au cours de la vie du bois lamellé.

Le bois lamellé n'altère d'aucune façon l'air ou les produits qu'il côtoie



La halle du marché de Dreux a été récemment refaite et le choix s'est rapidement porté sur le bois lamellé. Ce matériau permet de marier l'esthétique traditionnelle des marchés couverts et un aspect des plus contemporains. Ainsi, le bâtiment profite de la grande portée des sections et s'ouvre sur l'extérieur. Le bois lamellé répond, par ailleurs, parfaitement aux exigences sanitaires d'un marché. Son innocuité, largement prouvée, en fait un matériau idéal pour les bâtiments agroalimentaires.



Architecte : Gülgönen
(cabinet APRAH, 75)

Lieu : Dreux (28)



Un atout pour la qualité environnementale



Le bois lamellé, stockeur de carbone

Grâce à la photosynthèse, une tonne de bois produite correspond à :

- 1,6 tonne de CO₂ absorbé
- 1,1 tonne d'oxygène restitué
- 0,5 tonne de carbone fixé

Aussi, incorporer du bois lamellé à un ouvrage apparaît comme une réponse évidente à la Loi sur l'Air et à l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (1996) et au décret qui en découle (26 décembre 2005).

Au-delà de ses qualités intrinsèques, le bois lamellé participe activement à la qualité acoustique, thermique et visuelle des constructions, apportant de fait un confort certain. De nombreuses réalisations de Haute Qualité Environnementale en témoignent. Sur le plan de la santé, il répond parfaitement aux attentes de l'époque. Les produits et adjuvants (colles, produits de préservation et de finition) qui entrent aujourd'hui dans sa fabrication ont très largement évolué au cours des dix dernières années ; ce, en conformité avec les réglementations françaises et européennes (directives REACH, Biocides...). Il s'avère donc que le bois lamellé affiche un bon comportement sanitaire, ce qui en fait un matériau de choix aussi bien pour la réalisation de logements que pour la construction de bâtiments agroalimentaires (chais, fromagerie...) A ce titre, le bois lamellé a obtenu en 2006 le Label Vert du laboratoire EXCELL.

Même si, dans le lamellé, la colle ne représente que 3% de la masse d'une poutre (avec une surface émissive inférieure à 1/500^e), les industriels ont œuvré pour minimiser encore l'impact de son utilisation (avec des colles Mélamine-Urée-Formol ou Poly-Uréthane). De même, les produits utilisés pour

la préservation ou les finitions des bois sont aujourd'hui exempts de solvants organiques.

Ainsi les industriels ont-ils atteint des résultats plus que satisfaisants en termes d'émissions de COV : toutes les poutres répondent aux impératifs de la classe E1 de la norme européenne, certaines même obtenant la classification F**** selon les conditions fixées par la norme japonaise JAS MAFF 235, une des plus exigeantes. Quant aux protocoles de fabrication, il faut savoir que les usines sont des installations classées. A ce titre, elles font l'objet de contrôles réguliers dont le but est de s'assurer qu'elles respectent bien les normes rigoureuses, auxquelles elles sont soumises (rejets, qualité de l'eau, bruits, poussières...).

Bien des années plus tard, lorsqu'un ouvrage arrive en fin de vie, se pose la question du recyclage. Pour le lamellé, cette question est d'autant plus lointaine que le matériau est durable. Une vertu qui évite son remplacement et limite de fait les dépenses en matières premières.

Autre avantage : le bois lamellé peut être recyclé ou revalorisé (réutilisation des poutres au sein d'une nouvelle structure, fabrication de panneaux de particules).

Accord parfait
du lamellé
et du respect de
l'environnement :
une université
suédoise.

© Photo : Gösta Wendelius, Unerå, Mårnäs



Architecte : Space Architecture (27)



Architecte : Schmitt (88)



Architecte : Defos du Rau (31)

Architecte : Wingårdh Arkitektkontor AB, Göteborg (Suède)

Lieu : Göteborg (Suède)

Lorsqu'en 2001 l'Université de Göteborg (en Suède) décide de construire un centre scientifique consacré à l'homme et à la nature, il apparaît évident qu'une approche écologique sera partie intégrante de la construction. Matériaux respectueux de l'environnement, performance énergétique et limitation des déchets faisaient partie du projet. Les architectes se sont évidemment tournés vers le bois lamellé pour réaliser la structure, en forme de nef, de cet ouvrage. Isolation au liège, panneaux solaires ou récupération d'eau de pluie se sont parfaitement mariés avec la structure en bois lamellé qui permet, en plus, de ménager de grandes ouvertures afin d'exploiter au mieux la lumière naturelle.

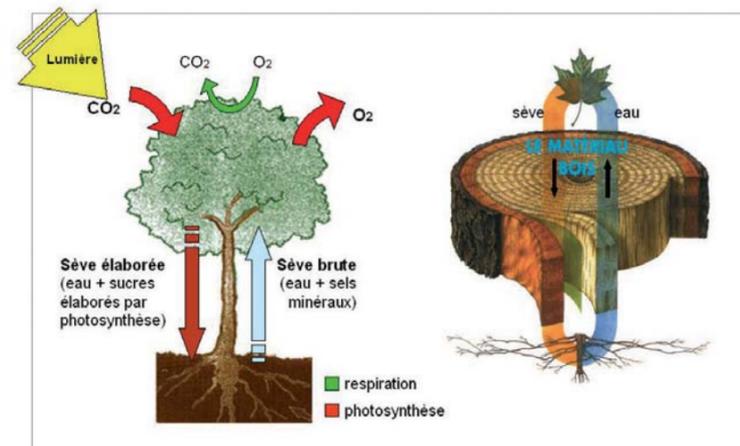
Du bois issu de forêts durablement gérées



Seul matériau de construction totalement renouvelable, le bois qui compose le lamellé est, dans une écrasante majorité, issu des forêts européennes. Des forêts qui, chaque année, grandissent de 510 000 hectares... soit un accroissement net annuel estimé à 645 millions de m³, (soit 346 millions de m³ de bois ronds industriels) exploités à seulement 64%. Ces forêts sont ainsi capables de répondre aux multiples attentes de la société vis-à-vis des ressources forestières (production de pâte à papier, de bois d'œuvre, de plaquettes, d'énergie...) Mais, au-delà de la production, le principe de gestion durable préside à leur exploitation. Une telle démarche contribue en effet à l'épanouissement

des forêts tout en assurant un reboisement continu, rendu obligatoire par un ensemble de politiques publiques ou pratiques dans les Etats membres de la Communauté Européenne. De ce fait, la ressource forestière et ses potentialités sont préservées pour les générations à venir.

La mention FC de la marque Acerbois-Glulam atteste du fait que les bois utilisés proviennent de forêts gérées durablement et garantit que le bois lamellé répond aux exigences de la circulaire gouvernementale du 5 avril 2005, portant sur les moyens à mettre en œuvre dans les marchés publics de bois et produits dérivés pour promouvoir la gestion durable des forêts.



Le développement durable, c'est aussi l'intégration à l'environnement...



Architecte : Marty (INCA architectes, 38)

Architectes : Coulon et Leblanc (75)

Lieu : Pessac (33)

Réalisées entre 2005 et 2006 sous la maîtrise d'ouvrage de la commune du Pessac, les belvédères du Bourgaill sont une parfaite illustration de l'intégration que l'on peut attendre d'un ouvrage. Si leur fonction première est l'observation du paysage alentour dans le cadre d'un pôle Loisirs et Nature, ces installations ne devaient pas pour autant « déranger » leur environnement... L'utilisation du lamellé a permis de réaliser une structure à la fois légère, solide et qui sache se marier discrètement avec le contexte environnant : la forêt...

Un matériau, des systèmes constructifs

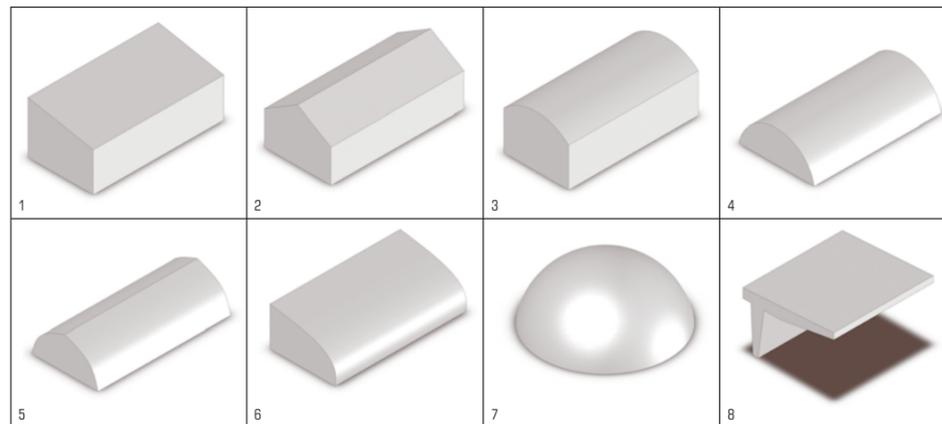
En regard des volumes élémentaires définis par le concepteur, l'ouvrage pourra être concrétisé en faisant appel à différents systèmes. A savoir :

- Des systèmes isostatiques (comme par exemple des poutres, des treillis ou des arcs à trois articulations) de modélisation plus simple et associant des assemblages courants.
- Des systèmes hyperstatiques (comme par exemple des arcs à deux articulations, des voiles, des coques...) réclamant des calculs plus complexes

mais permettant des économies certaines de matière, grâce à une optimisation des sections.

- Une association de ces deux systèmes sur tout ou partie de l'ouvrage.

Les systèmes constructifs reposant sur une duplication des éléments de structure, au niveau des fermes ou des portiques principaux, contribuent à l'évidence à l'industrialisation du projet et donc à son économie.



1. Poutres (sur poteaux ou maçonnerie), portique – 2. Poutres (sur poteaux ou maçonnerie), fermes (sur poteaux ou maçonnerie), portiques – 3. Arcs (sur poteaux ou maçonnerie) – 4. Arcs – 5. Arcs – 6. Arcs (sur poteaux ou maçonnerie) – 7. Arcs, systèmes tridimensionnels – 8. Console ou autres systèmes en porte-à-faux.



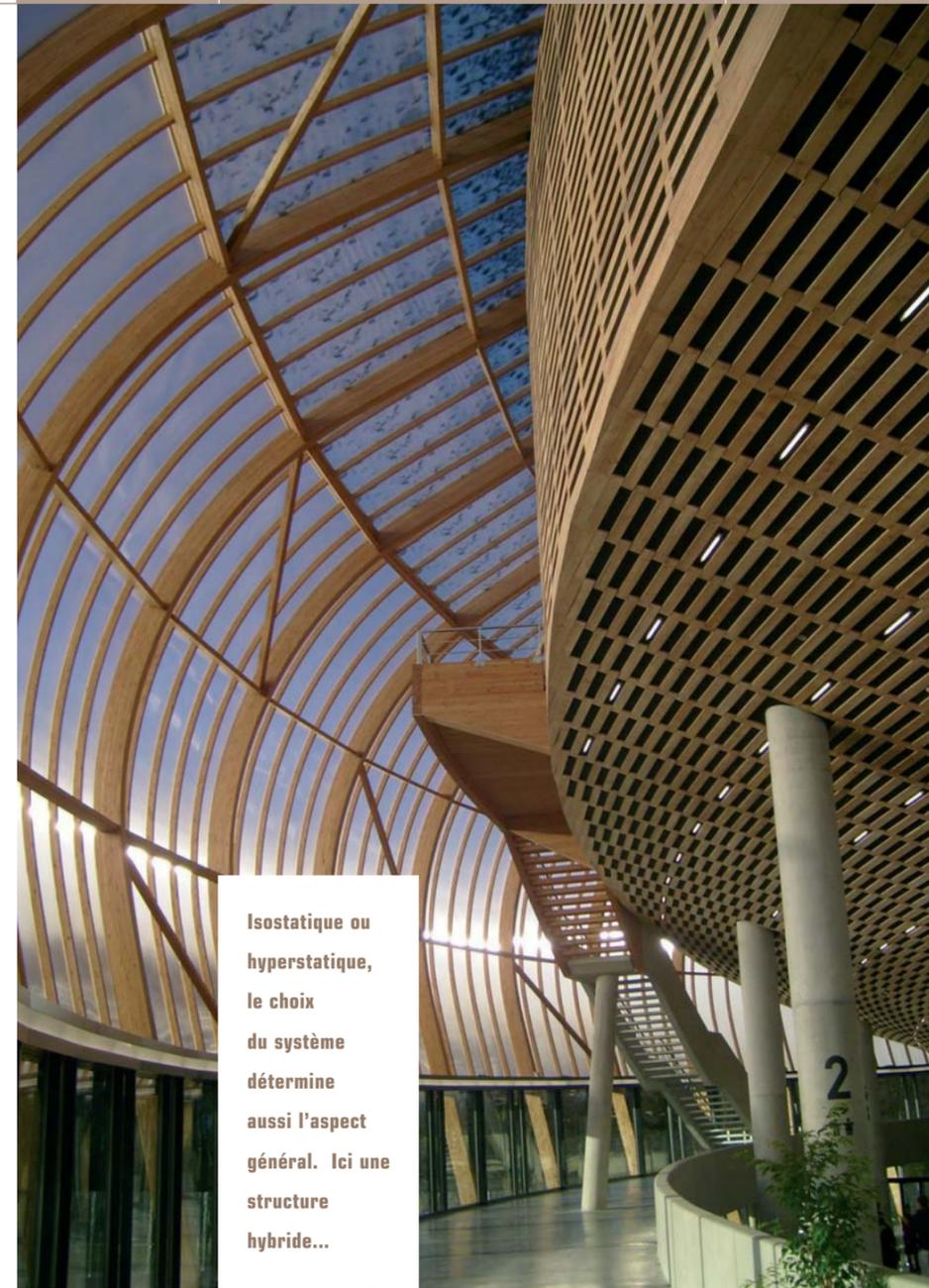
Architecte : cabinet Esteve Boucheton (44)



Architecte : Sarger, Legenne (80)



Architecte : Buczkowska (94)



Isostatique ou hyperstatique, le choix du système détermine aussi l'aspect général. Ici une structure hybride...



La ville de Limoges s'est récemment dotée d'une nouvelle salle de spectacle. Mieux ? Un Zénith de 6000 places. Translucide, léger, lumineux, cet ouvrage fait non seulement la part belle au lamellé mais surtout il le montre. L'enveloppe extérieure repose sur une structure rayonnante de 43 arcs en douglas lamellé, des pannes horizontales fixées aux arcs et des diagonales de contreventement. Recouverte de plaques translucides, cette « résille de bois » est complètement visible, de l'intérieur comme de l'extérieur.

Architectes : Tschumi (Agence BTuA, 75) et Atelier 4 (87)

Lieu : Limoges (87)



Les spécificités de la construction en bois lamellé

Structures à points porteurs, les ouvrages en bois lamellé associent 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.

Les assemblages sont, la plupart du temps, réalisés sous forme d'articulations ou d'encastremets et nécessiteront de la « matière » pour rendre l'ensemble cohérent : broches, goujons, crampons... viennent ainsi solidariser les poutres tout en laissant une certaine souplesse.

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.

La longueur des poutres sera, le plus généralement, comprise entre 35 et 40 mètres. 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. Cette disposition autorise, pour les toitures visibles du sol par exemple, 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.

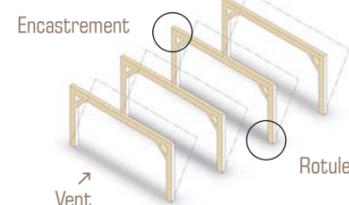
Poutre sans contre-flèche



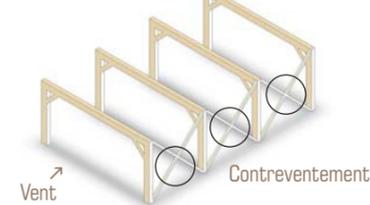
Poutre avec contre-flèche



Sans système de contreventement



Avec système de contreventement



Depuis le bâtiment public jusqu'à la maison particulière, le bois lamellé se plie à tout type d'ouvrages.



Cette maison de la région parisienne était déjà construite depuis quelques années lorsque, en 2005, ses propriétaires décident d'y ajouter une extension. Objectif de ces travaux : transformer une piscine extérieure existante en piscine intérieure. Le choix s'est porté sur une extension en bois lamellé, garantissant un chantier sec et sans délais de séchage. Le charpentier s'est tourné vers un lamellé en sapin blanc du Nord et de classe de résistance GL 28, adapté à ce contexte constructif. Le choix du lamellé en structure a, par ailleurs, permis d'ouvrir très largement cette extension sur l'extérieur avec d'amples baies vitrées.

Architecte : Pèle (91)

Lieu : Barbizon (77)

Assemblages : une multitude de combinaisons

Des traditionnels assemblages « bois sur bois », éventuellement chevillés, aux assemblages métal-collés avec résine, les possibilités de liaisons sont extrêmement nombreuses. En fonction de la structure et de son comportement mécanique, on pourra :

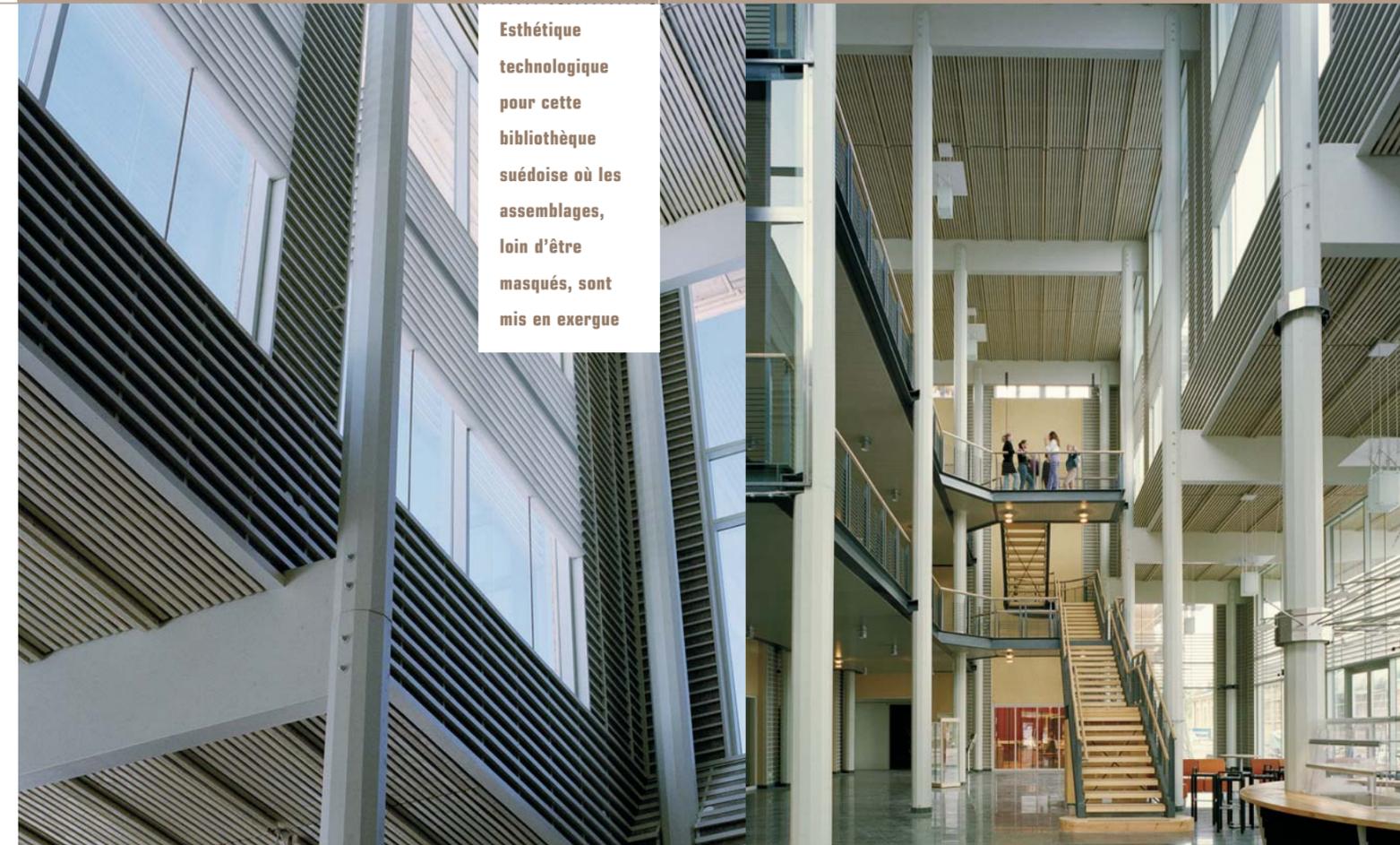
- créer des appuis simples ou glissants ;
- réaliser des articulations permettant un mouvement angulaire ;
- encastrier les éléments en empêchant toute rotation entre eux.

Certains organes, indispensables, assureront, par ailleurs, la transmission des efforts. Il s'agira par exemple de clous, de boulons et broches, d'anneaux et de crampons, de goujons et de tiges, de plats métalliques...

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 visibles afin d'exprimer la technicité de l'ouvrage ; et 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, il n'en reste pas moins que des assemblages visibles peuvent conférer un aspect « technologique » qu'il ne faut pas négliger. Très en vogue ces derniers temps, les détails intégrant la technique à la décoration ont largement envahi les intérieurs des particuliers, comme les lieux commerciaux « tendance ». Dans cette perspective, le tout apparent, qui plus est avec des liaisons métalliques, propose une esthétique certaine, plus industrielle.



Esthétique technologique pour cette bibliothèque suédoise où les assemblages, loin d'être masqués, sont mis en exergue

© Photo : Gösta Wendelius, Umeå, Mercurians



Architectes : Lennart, Köpsén, Sweco FFNS (Suède)

Lieu : Östersund (Suède)

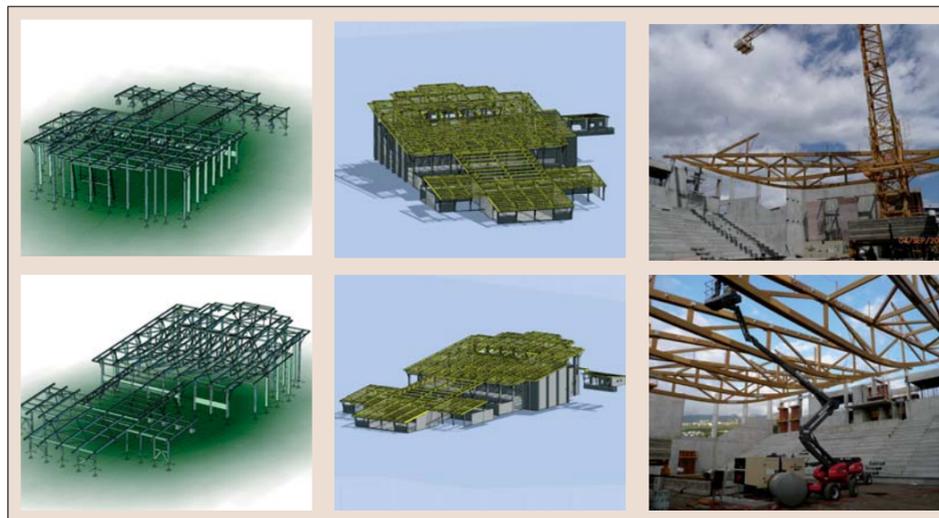
Résolument tourné vers l'avenir, ce bâtiment marie allègrement bois lamellé, acier et béton pour un résultat fort impressionnant. Mais en structure, c'est bel et bien le bois lamellé qui a été choisi pour ses performances mécaniques mais aussi parce qu'il offre une résistance au feu très intéressante dans le cadre d'un lieu public. A l'intérieur de la bibliothèque, beaucoup d'espace, dégagé grâce aux longueurs de portée du lamellé ; et une structure mise en évidence. Lasure blanche et assemblages visibles donnent aux lieux toute leur personnalité.

Dessiner et dimensionner les ouvrages en bois lamellé

L'ingénierie est aujourd'hui largement présente dans le secteur de la construction en bois lamellé. Intégrée à l'entreprise de construction ou réalisée de manière indépendante, 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...) comme le montrent les illustrations ci-dessous à droite.

Mais 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. Les schémas ci-dessous (au milieu) illustrent cette étape.



Le bâtiment ci-dessus, dont on peut suivre les différentes étapes de réalisation (dimensionnement, dessin, montage) est une salle multisports. Achevée en 2007, elle a été érigée sur une zone cyclonique. Un contexte auquel le bois lamellé sait parfaitement répondre. Ici, la charpente (qui comprend des portées de 40 mètres) contrevente le béton. Particularité de cette structure : une ferme en Bow String inversé qui apporte la touche d'originalité visuelle.

Architecte : Bertin-Lebègle (97)

Lieu : La Possession, Ile de La Réunion (97)