



**HAL**  
open science

## Le Bois dans le génie civil.

Serge Leneve

► **To cite this version:**

Serge Leneve. Le Bois dans le génie civil.. Revue forestière française, 2004, 56 (sp), pp.113-125. <10.4267/2042/5129>. <hal-03449404>

**HAL Id: hal-03449404**

**<https://hal.science/hal-03449404v1>**

Submitted on 25 Nov 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.



HAL Authorization

## LE BOIS DANS LE GÉNIE CIVIL

**SERGE LENÉVÉ**

Le bois, de tous temps, a été présent dans les multiples ouvrages de génie civil, mais on assiste depuis quelques années à un développement marqué dans tous les domaines.

Ce développement s'explique notamment :

- par la présence d'une ingénierie de plus en plus structurée, que ce soit sous la forme de bureaux d'études indépendants ou intégrés en entreprises de constructions bois ;
- par la maîtrise de technologies permettant d'exploiter toute la souplesse du matériau tout en assurant une bonne durabilité ;
- par l'intégration permanente d'innovations ;
- par une explosion de l'automatisation de l'usinage dans le domaine de la charpente bois ;
- par une prise de conscience collective de ce qu'apporte le matériau bois sur le plan environnemental (matériau renouvelable, qualité de l'intégration dans le site, etc.).

Explicitons ces éléments de développement ci-après.

Concernant les avancées technologiques liées aux moyens de production, les entreprises de constructions bois ont investi en France ces dernières années dans des ensembles de logiciels et d'outils d'usinages automatiques. S'il n'en existait qu'une dizaine il y a vingt ans, plus de cent vingt fonctionnent à ce jour.

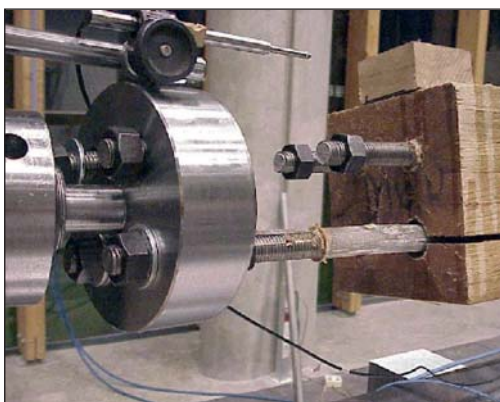
Ceci favorise le positionnement économique des entreprises face à la concurrence et permet une grande souplesse de conception.

Ainsi, il est désormais possible d'envisager des formes complexes, des usinages multiples, permettant notamment la maîtrise de l'écoulement des eaux au niveau des points singuliers de la construction (ex : écoulement de l'eau au niveau des assemblages), ce qui contribue à augmenter la durée de vie des ouvrages.



Ensemble d'usinage informatisé

Photo CTBA



Essais de traction sur goujons collés

Photo CTBA



Coupe d'une poutre type "Carbo glulam"

Photo CTBA

Au plan de l'innovation, on relèvera quelques travaux actuels prometteurs :

- La technologie des assemblages par goujons collés

Cette technologie fait l'objet actuellement d'études poussées au sein du Centre technique du Bois et de l'Ameublement (CTBA). Des entreprises sont en phase d'appropriation de cette technologie qui a déjà été utilisée sur des ouvrages d'art notamment en France ou en Suisse. Ce mode d'assemblage permet de tendre vers un fonctionnement mécanique de type encastrement, ce qui permet, entre autres, une optimisation des sections utilisées et a l'avantage de générer des liaisons très esthétiques. Le principe est fondé sur l'intégration de tiges métalliques scellées dans le bois à l'aide de résines adaptées. Le CTBA a développé un Dossier technique d'évaluation pour chaque entreprise et s'oriente en complément vers la conception d'une certification de produit.

- La mixité des matériaux à partir de composants de construction à base de bois

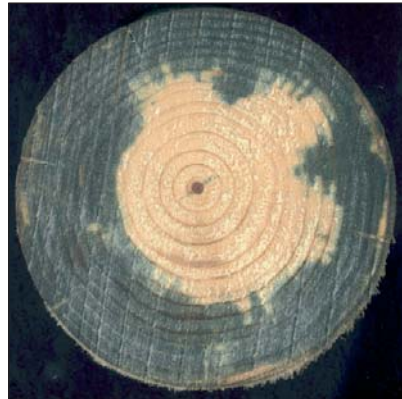
Dans cette voie, on peut citer le concept "Carbo glulam" qui introduit la mixité entre bois lamellé-collé et profils en carbone pultrudé (produit tiré dans une filière et non poussé comme dans l'extrusion). Les poutres lamellées-collées sont ainsi dotées de renforts haut et bas dans les zones de travail en compression et traction. Cette innovation permet d'atténuer les effets visuels massifs des ouvrages de grandes portées et améliore l'homogénéité globale du composant sur le plan du comportement mécanique. Cette technologie a nécessité des études approfondies pour aboutir à une maîtrise du collage entre deux matériaux aux comportements différents sous sollicitations diverses (température, humidité...). Plusieurs projets de construction sont actuellement au stade de l'étude de faisabilité avec un transfert envisagé de cette technologie.

- La mixité des composants pour constituer un ouvrage

Le métal est de plus en plus utilisé en complémentarité avec le bois pour des ouvrages de génie civil. Il est destiné aux assemblages et éléments de contreventement, haubanages ou tirants divers. Le béton est également employé en mixité avec le bois lamellé-collé notamment pour la conception de tabliers de pont. Dans ce cas, les porteurs primaires sous la forme de poutres en bois lamellé-collé reçoivent une dalle support de chaussée. Cette dalle peut être envisagée en repos simple ou connectée avec les porteurs bois. Dans le second cas, plusieurs sociétés françaises sont titulaires d'un Avis technique leur permettant également un développement de ces composants dans le bâtiment en planchers de constructions publiques par exemple.



Procédé de trempé bi-oléothermique  
Photo CIRAD



Bi-oléothermie : pénétration  
Photo CIRAD

- Le traitement bi-oléothermique

Il s'agit d'un nouveau procédé permettant l'amélioration de la durabilité des bois. Le principe repose sur une chauffe dans un bain chaud créant une surpression et un séchage du bois puis un transfert rapide vers un bain froid (trempé) en créant une dépression et favorisant ainsi la pénétration d'huile de type huile de lin ou autres. Le bois est encapsulé dans sa couronne périmétrique jusqu'à une certaine profondeur (variable suivant les essences, le programme de traitement, la présence d'aubier ou non...), ce qui lui confère des caractéristiques d'hydrophobicité. Il devient plus stable, moins appétant pour les insectes et champignons par destruction de certaines molécules de type amidon et est beaucoup moins sujet à la fissuration externe, ce qui évite l'apparition dans le temps de zones localisées de piégeage de l'eau. Cela doit être par conséquent un élément d'amélioration de la durée de vie des ouvrages.

Un élément-clé de la réussite du matériau bois dans les ouvrages de génie civil est en effet la maîtrise de la durabilité.

Force est de constater que, se fondant sur un savoir-faire ancestral et sur un retour d'expérience important, la filière-bois progresse de jour en jour sur ce plan, que ce soit par une plus grande connaissance de la durabilité naturelle des essences (locales ou exotiques), par le développement de technologies permettant de conférer une durabilité (traitement par trempages, pulvérisation, autoclaves...), ou encore par le choix de principes constructifs judicieux du point de vue sanitaire (écoulement de l'eau).

Le professionnalisme dans ce domaine réside dans la maîtrise de l'adéquation entre la conception prévue (essence, traitement et système constructif) et la durée de vie attendue de l'ouvrage.

Cette réflexion amène bon nombre de concepteurs à raisonner en identifiant sur un même ouvrage des parties à fonctions structurales essentielles qui doivent être protégées des intempéries (protections globalisées ou localisées), et des pièces secondaires qui peuvent faire l'objet de remplacements ultérieurs éventuels.

Si le bois est utilisé depuis de nombreuses années dans des ouvrages de type poteaux (France Télécom, EDF), pour les traverses de chemin de fer ou pour certains types d'ouvrages d'art, il apparaît désormais dans d'autres domaines tels que : les écrans routiers, les glissières de sécurité, les aménagements extérieurs divers.

Nous vous proposons de découvrir ci-après quelques exemples d'ouvrages significatifs révélateurs de cette tendance.

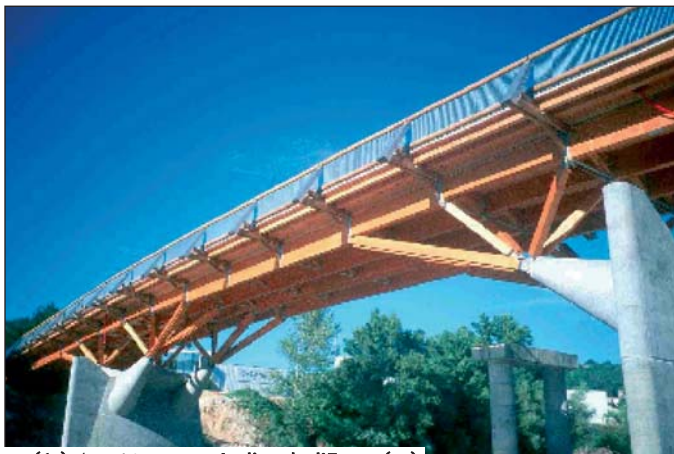
## LES OUVRAGES D'ART

Les ouvrages d'art à base de bois peuvent être conçus suivant plusieurs systèmes constructifs qui peuvent être conjugués entre eux pour certains, dont les principaux sont les suivants :

- éléments porteurs linéaires sous tablier ;
- éléments porteurs linéaires en élévation avec ou sans couverture ;
- structures triangulées latérales en élévation avec ou sans couverture ;
- systèmes en arc lamellé-collé implantés sous, à cheval ou au-dessus du tablier ;
- triangulations ou béquilles de réductions de portée implantées sous tablier ;
- principes de supports de réductions de portée positionnés en élévation au-dessus du tablier.

### Les ponts routiers

- *Le pont de Crest*



Maîtrise d'œuvre : **Scetauroute (69)** / Architectes : **Atelier de l'Entre (42)**

Maître d'ouvrage : **Ville de Crest**

BET bois : **Arborescence (73)** / Entreprise Bois : **Fargeot (71)**

Réalisation : **2001** / Lieu : **Crest (26)**

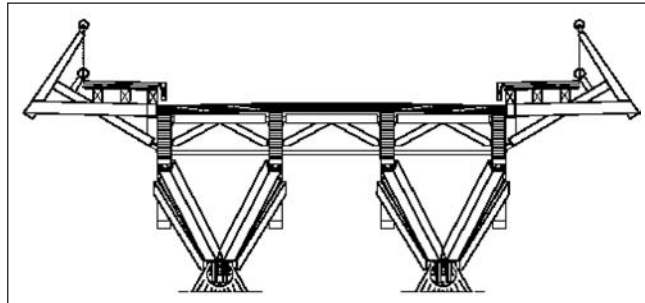
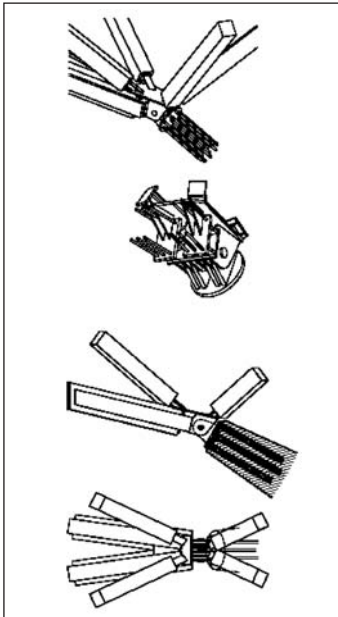
Photo : **Mairie de Crest / CNDB, Arborescence**

Le pont de Crest constitue à ce jour le plus long pont en bois de France. Réalisé en 2001, il est ouvert au trafic routier. Il comporte une travée centrale de 33 mètres et deux travées latérales de 29 mètres. Sa largeur est de 8 mètres et permet l'implantation de deux voies de circulation et de deux trottoirs latéraux.

La structure en Douglas lamellé-collé repose sur quatre appuis générés par deux piles en béton fondés dans le lit de la rivière.

Une arborescence de contrefiches en bois lamellé-collé transmet les efforts des porteurs principaux sous tablier vers les assises.

La structure primaire est constituée de quatre poutres longitudinales en bois lamellé-collé de Douglas purgé d'aubier qui supportent des plaques composites à base de bois massifs contre-collés en cinq plis. L'ensemble reçoit le complexe d'étanchéité et le revêtement de la chaussée.



Le pont de Crest : coupe transversale de la structure (ci-dessus)  
Quelques schémas d'assemblages structuraux (à gauche)

Dessins BET Arborescence

Les éléments de la superstructure sont réalisés en Chêne pour le platelage des zones piétonnes et en Douglas traité pour les garde-corps.

Un grand nombre d'assemblages sur les éléments structurels ont été effectués par la technique des goujons collés (technologie évoquée p. 114).

• Pont de franchissement de l'A 89



Architecte : **Alain Spielmann (75)** / Maître d'ouvrage : **ASF**  
BET Bois : **Arborescence (73)** / Entreprise bois : **Fargeot (71)**  
Réalisation : **2002** / Lieu : **A 89**  
Photo : **CNDB**

Le passage supérieur de l'aire de Haute-Corrèze a été ouvert en 2003. Il enjambe l'autoroute A 89. Il s'agit d'un pont routier à deux travées. La structure porteuse primaire est constituée de poutres en bois lamellé-collé de Douglas reposant sur des jeux de béquilles situés sur l'appui intermédiaire et sur les culées d'assises d'extrémités.

Le concepteur a prescrit ici le bois dans une fonction porteuse principale sous la protection d'un tablier avec débords protecteurs.

Le tablier en béton repose sur la poutraison en bois, des carters de protections et garde-corps en métal sont implantés latéralement.

- *Pont des Fayettees*

Ce pont est situé dans l'Isère. La protection de l'ouvrage par chapeautage global a été retenue. Celui-ci prend assise sur les deux structures triangulées latérales réalisées en élévation au-dessus du tablier (portée 38 mètres). Les éléments structuraux principaux sont en bois lamellé-collé de Pin sylvestre. Le tablier est mixte puisqu'en béton de compression goujonné sur une dalle nervurée en bois. Ce pont réalisé en 2000 comprend 2 voies de circulation et 2 trottoirs.



Entreprise : SDCC / Bureau d'Étude

Photo Arborecence CNDB

## Les passerelles

- *La passerelle Pinot de Blagnac*

Cet ouvrage est une illustration de ce qui peut être conçu en mixité multi-matériaux puisque bois, métal et béton cohabitent en complémentarité parfaite.

Dans ce cas, le bois est mis en œuvre sous la forme de deux arcs de 28 mètres de portée en bois lamellé-collé connectés à des profils métalliques porteurs d'une dalle en béton, par l'intermédiaire de ferrures de pieds en extrémités d'arc et de tirants métalliques en parties courantes.



Maître d'ouvrage : **Ville de Blagnac**  
Maître d'œuvre : **Alain Spielmann**  
BET Bois : **D. Calvi** / Mise en service : **1999**  
Photo : **Ville de Blagnac**

• *La passerelle d'Ajoux*

Cette passerelle située en Ardèche est un exemple de valorisation de la ressource locale.

Le choix du Châtaignier n'est pas neutre. Non seulement c'est une essence de bois disponible dans la région mais étant naturellement durable, elle peut être prescrite pour ce type d'ouvrage.



Architecte : **M. Reygner (07)** / Maîtrise d'ouvrage : **Communes d'Ajoux et d'Issamoulenc**  
Bureau d'études : **Anglade Structures Bois (66)**  
Entreprise charpente : **Traversier (07)** / Entreprise de levage : **Aharonian (07)**  
Réalisation : **2001** / Lieu : **Ajoux (07)**  
Photo : **CNDB/JMP**

Elle a pour fonction d'assurer la continuité d'un sentier pédestre. Elle a environ vingt mètres de portée. Le site de construction étant peu accessible, il était exclu d'envisager des éléments préfabriqués de grandes dimensions, aussi l'ensemble a été conçu sur la base d'éléments courts reconstituant la triangulation de l'arche.

Un double platelage en diagonale assure le contreventement de la passerelle. Les appuis écartés stabilisent l'ouvrage.

• *La passerelle de Sully-sur-Loire*

Une passerelle en Chêne en légère déclivité assure sur 48 mètres le franchissement des douves médiévales.

Là encore, la durabilité naturelle d'une essence nationale est exploitée.

Les assises sont réalisées en pieux battus en Chêne.



Architecte : **Jacques Moulin ACMH (75)** / Maîtrise d'ouvrage : **Ville de Sully-sur-Loire**  
Bureau d'études : **ECSB, M. Genès (49)** / Entreprise Bois : **Ateliers Perrault Frères (49)**  
Réalisation : **1994** / Lieu : **Sully-sur-Loire (45)**  
Photo : **A. Brumaire**

- *Passerelle piétonne sur le lac de Zürich*

Dans le même esprit que la passerelle de Sully-sur-Loire, cet ouvrage valorise les performances intrinsèques du Chêne.

Il relie les deux rives du lac de Zürich dans sa partie la plus étroite en créant un cheminement à fleur d'eau d'une longueur de 840 mètres.

Les fondations sont en troncs de Chêne purgé d'aubier. Des profils métalliques servent d'assises au platelage fait de madriers en Chêne liaisonnés à l'aide de tiges filetées avec maîtrise d'un espace de ventilation et d'écoulement de l'eau entre chaque élément.



Architecte : **Reto Zindel (Suisse)**  
Maître d'ouvrage : **Ville de Rapperswil et Commune de Freienbach**  
BET : **Huber & Partner, Walter Bieler** / Entreprise bois : **W. Rüegg AG**  
Réalisation : **2001** / Lieu : **Lac de Zürich**  
Photo : **Schenk & Campell et Huber & Partner (CNDB)**

- *Une passerelle à Montbéliard*

Cette passerelle de 43 mètres entre appuis et de 57 mètres de franchissement global comprend environ 60 m<sup>3</sup> de bois lamellé-collé.

Elle a été réalisée par l'entreprise Simonin pour le compte de la Ville de Montbéliard. Maître d'œuvre : Sovarel.

Le tablier est ici suspendu dans la grande travée sur les deux arcs cintrés latéraux bloqués en pieds.



Passerelle à Montbéliard

Photo CNDB

- *Passerelles couvertes*

Cette passerelle a été conçue par M. Perrot maître d'œuvre et construite en France par l'entreprise Simonin.

Sa portée est de 38 mètres pour une largeur de passage de 2,20 mètres. L'option de protection par chapeautage général a été prise.



Photo CNDB

Une autre passerelle couverte plus intégrée architecturalement dans un site urbain a été réalisée en Suisse par l'entreprise Simonin. Le maître d'ouvrage est la coopérative Migros, le maître d'œuvre est le cabinet Solderer. L'ensemble représente environ 100 mètres de franchissement.

## LES PASSAGES DE FAUNE

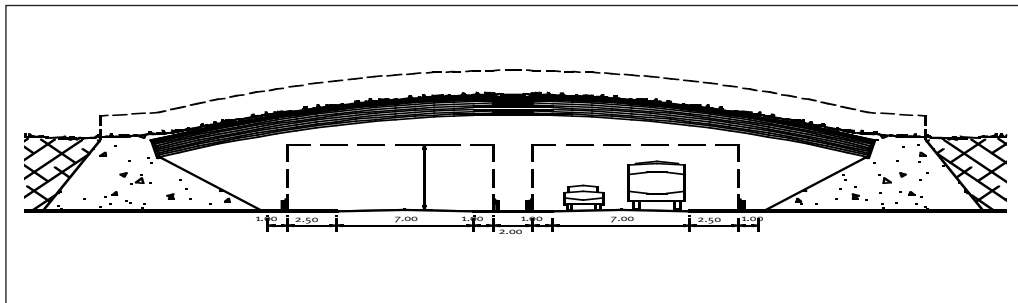
Il existe quelques références en la matière mais nous nous attacherons plutôt à souligner les éléments suivants.

Jusqu'alors, l'essentiel des conceptions d'ouvrages d'art à base de bois ont fait l'objet de démarche unitaire spécifique à chaque site. Or, il semble important à ce jour de progresser vers une démarche "produit" pour certains types de construction. Il convient pour cela de mettre au point techniquement un ouvrage standard correspondant à des configurations de franchissements courants. Le but étant de faciliter le lancement d'opérations sur la base d'éléments techniques reproductibles et maîtrisés par les différentes Directions départementales de l'Équipement (DDE) de France.

Ainsi, le CTBA, à l'actif de la Direction régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF) Picardie à l'origine, a lancé une étude de conception technique type sur la thématique des passages de faune. La cible est la réhabilitation de couloirs verts sur des axes routiers ou autoroutiers existants. La solution technique proposée permet de réduire considérablement les perturbations du trafic pendant la durée des travaux qui est courte.

Une première étude de faisabilité a mis en évidence les intérêts techniques et économiques des solutions bois envisagées. Une seconde étude a abouti à l'élaboration d'un cahier des charges standard.

Une recherche de sites appropriés sera effectuée pour expérimenter la conception.



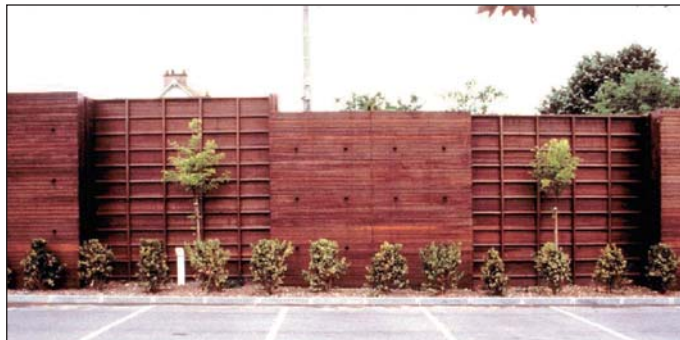
Passage de faune  
Coupe longitudinale 2 (autoroute enterrée)

Cette démarche est lancée dans une période où le Service d'Études techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) et le Centre d'Études techniques de l'Équipement (CETE) de l'Est travaillent sur l'élaboration d'un guide de conception des ouvrages d'art en bois. Ce guide devrait être destiné à l'ensemble des Directions départementales de l'Équipement (DDE) de France et à la maîtrise d'œuvre en général. Il doit être un outil d'appropriation des techniques constructives à base de bois auprès des décideurs techniques.

Ceci rejoint la nécessité d'apporter des solutions prédigérées et des outils de compréhension et de maîtrise.

## LES ÉCRANS

Les écrans protecteurs implantés sur les différentes voies de circulation (routes, autoroutes, voies ferrées) sont en plein essor. Ceci s'inscrit dans une action politique globale d'amélioration du confort acoustique et visuel.



Écran acoustique le long  
d'une voie routière  
Photo CNDB

Les principaux industriels fabricants d'écrans en bois se sont regroupés récemment en fondant l'association AREBOIS (Acoustique Réalisations Écrans Bois). Cette association est une composante de la Fédération de l'Industrie Bois Construction et est sur le point d'achever l'élaboration d'un "guide de conception et de réalisation d'écrans acoustiques en bois".

Ce guide a pour but d'assister les maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage dans l'élaboration de pièces techniques pour la passation de marchés de travaux. Il définit notamment les bases techniques permettant l'atteinte d'un niveau qualitatif qui pérenniserait l'image des écrans bois. Tous les fabricants adhérents d'AREBOIS s'engagent à respecter le contenu de ce guide.



Exemple d'écrans acoustiques à base de bois

Photos CNDB

Les produits concernés sont de trois types :

- les écrans réfléchissants à simple paroi ou à double paroi ;
- les écrans absorbants à simple ou double face ;
- les parements absorbants verticaux ou horizontaux.

Actuellement, annuellement plus de 50 000 m<sup>2</sup> d'écrans acoustiques sont construits en bois en France. Le bois présente l'avantage d'offrir une grande souplesse architecturale tout en demeurant très compétitif. Les choix possibles de matériaux, que ce soient d'essences à forte durabilité naturelle (essences exotiques notamment) ou à partir d'essences pouvant être traitées efficacement (Pin sylvestre, Pin maritime...), permettent d'assurer la longévité des ouvrages.

## LES GLISSIÈRES DE SÉCURITÉ

Les glissières de sécurité en bordure de chaussées routières connaissent un développement important depuis plus d'une dizaine d'années. Ce développement a été possible par la validation des produits par le SETRA qui décerne des agréments techniques par marques commerciales.

Les bois de constitution peuvent faire l'objet d'une certification CTB-B+ qui atteste notamment de l'efficacité des traitements de préservation, ce qui apporte des garanties sur la longévité de l'ouvrage.

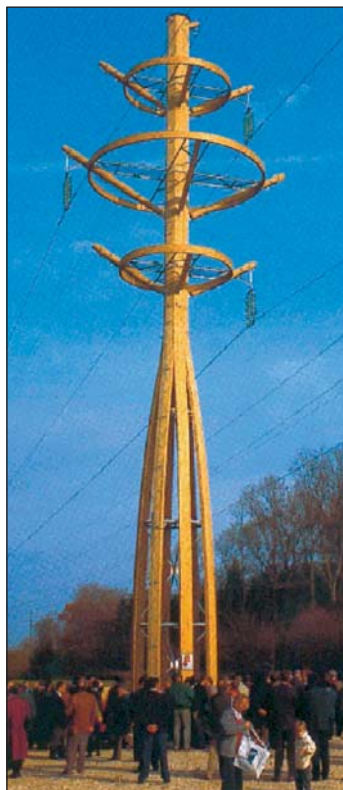


Glissière de sécurité routière

Photo CNDB

## PYLÔNES ET POTEAUX

Lors de la décennie 1990, deux études significatives ont abouti à la construction de pylônes prototypes à structure bois pour lignes de moyenne tension :



Photos CNDB

- La première, projet Corolle, est à l'actif de la Société Transel avec la collaboration du CTBA et une réalisation par l'entreprise Weisrock. Un mât en bois lamellé-collé de Pin (dont les lamelles sont traitées en conformité avec la classe d'emploi 4) descend en s'ouvrant en pétale vers le sol. Des anneaux supérieurs étagés supportent les câbles. Ces poteaux sont visibles dans le Jura.

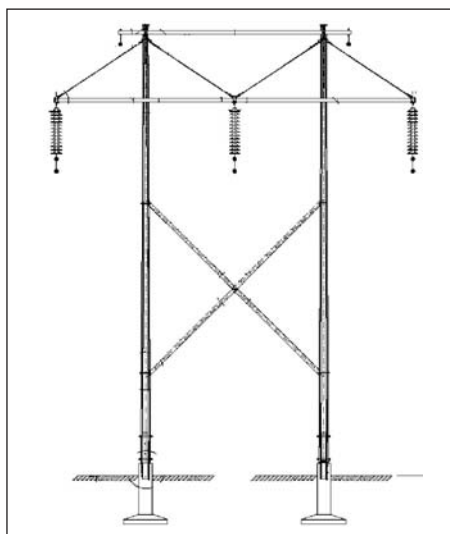


- La seconde, "projet Grand Duc", est à l'actif de la filiale RTE d'EDF qui, en partenariat avec l'ENSTIB d'Épinal et la Société Aubrilam, a conçu un pylône à architecture de portique en bois lamellé-collé, avec ferrure d'encastrement en pied sans haubanage.

Ces deux créations n'ont à ce jour pas été exploitées massivement sur le réseau, mais ont été mises au point pour apporter des solutions environnementales ciblées sur des sites spécifiques en alternative aux solutions usuellement pratiquées.

Par contre, on mentionnera l'existence d'une opération importante en Auvergne, qui est actuellement en cours de lancement. Il s'agit de portiques bois supportant un réseau haute tension. Les portiques sont conçus à base de bois ronds, à hautes performances mécaniques. Les hauteurs maximales sont de l'ordre de 25 mètres. Le bois est traité conformément aux exigences de la classe d'emploi 4. Tous les assemblages, y compris les ferrures d'ancrages au sol, ont été travaillés en conception pour en assurer la durabilité dans le temps.

Portique en bois – Ligne Volvic - Ancizes



Source : Entreprise Transel et BET Héclat

### AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS DIVERS

Le bois est présent dans des ouvrages très divers en extérieur (voir l'article "le bois à l'extérieur", p. 95) de type :

**Soutien de terre pour voie terrestre** (ci-dessous à gauche, en haut)

**Estacades** (ci-dessous à gauche, en bas)

**Candélabres** (ci-dessous à droite)

Photo BET bois Arborescence



Photo CNDB

Photo CNDB



Photo Atelier Rueille

## Platelages et cheminements

Photo CNDB



Photo Architecte Collet



Photo CNDB

## CONCLUSIONS

Nous espérons simplement que ces quelques exemples vous ont convaincus des immenses possibilités du matériau bois et du caractère novateur des travaux réalisés depuis quelques années, qui ne font que confirmer la modernité de ce matériau.

Serge LENÉVÉ  
Responsable CIAT  
CENTRE TECHNIQUE DU BOIS  
ET DE L'AMEUBLEMENT (CTBA)  
Allée de Boutaut  
F-33028 BORDEAUX CEDEX  
(serge.leneve@ctba.fr)

## LE BOIS DANS LE GÉNIE CIVIL (Résumé)

Si le bois, de tout temps, a été présent dans de multiples ouvrages de génie civil, son usage est en développement depuis quelques années grâce notamment à certaines évolutions qui sont explicitées. Des exemples concrets sont présentés concernant ponts routiers et passerelles, avec, pour chaque ouvrage, une courte description de ses caractéristiques majeures.

## TIMBER IN CIVIL ENGINEERING APPLICATIONS (Abstract)

Timber has always been used in a variety of civil engineering works but has been expanding in recent years as a result of a number of developments that are described. Some practical applications in vehicle bridges and footbridges are presented together with a short description of the major feature of each engineering structure.