

Le guide AFGC pour la conception des ouvrages d'art en bois

Sources d'inspiration pour les concepteurs

Les ouvrages d'art en bois : conception, dimensionnement, entretien

Colloque AFGC – 18 mars 2014

Nicolas Didier

nicolas.didier@ponts.org



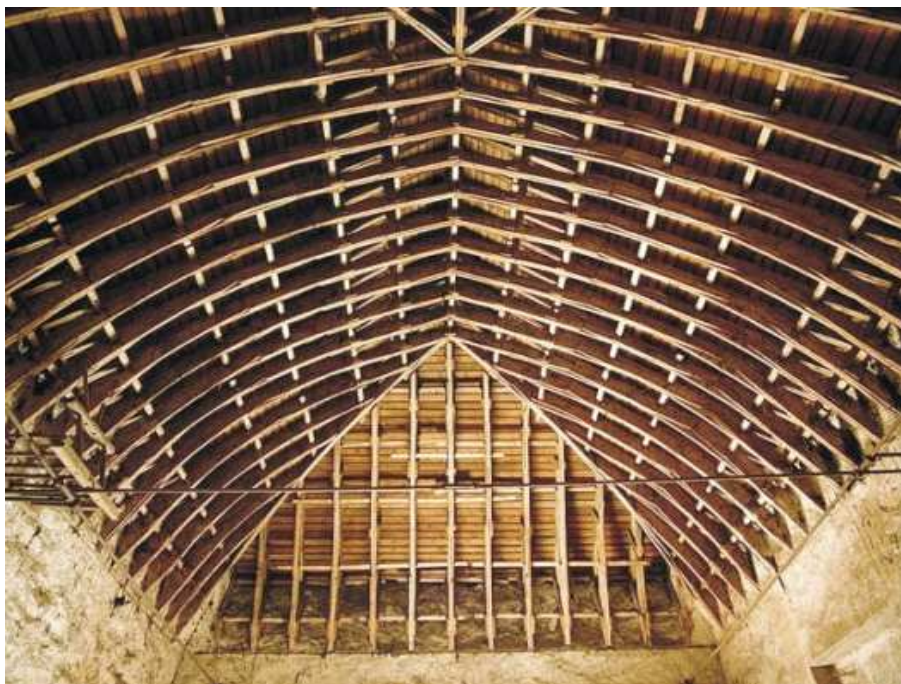
Introduction

1. Présentation du guide AFGC

2. Eventail des typologies structurelles

Conclusion

Le bois, matériau polyvalent et universel







Passerelle de Chengyang
Chine, 1918



Passerelle de Kintai
Japon, 1674, 1953



Passerelle de Säckingen/Stein
Allemagne/Suisse, 1803

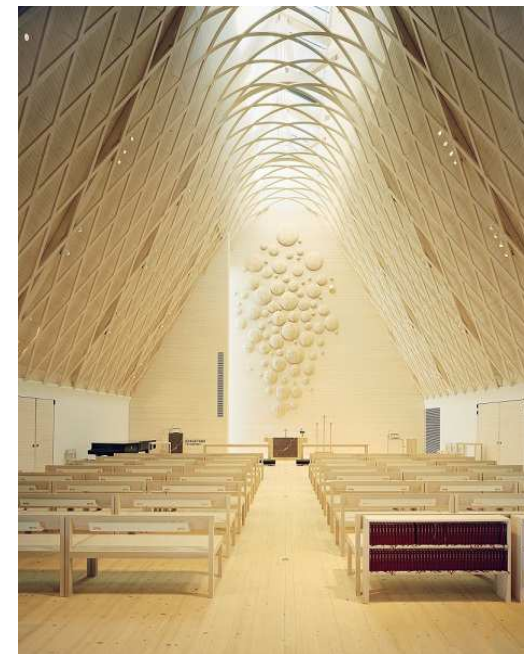


Passerelle de Lucerne
Suisse, 1333, 1995

Le renouveau du bois dans le bâtiment



Centre Pompidou Metz



Eglise de Kuokkala



Bodegas Protos



Metropol Parasol

Le bois au service de réalisations exceptionnelles



Refuge du Goûter



Théâtre éphémère de la Comédie Française

➔ Accompagner le renouveau de la construction bois dans le domaine des ouvrages d'art

Introduction

1. Présentation du guide

→ Objectif

→ Contenu

2. Eventail des typologies structurelles

Conclusion

Objectif du guide

- Documents actuels :
 - o Textes normatifs : Eurocode 5, DTU, etc.
 - o Guides de durabilité (Setra) et maintenance des ouvrages en bois (Ifsttar)
 - o Guide de conception : Ø
- Objectifs :
 - o donner des connaissances théoriques sur le matériau et les règles de dimensionnement
 - o donner des connaissances pratiques sur les assemblages et les dispositions constructives
 - o détailler des ouvrages d'art de qualité, montrer les tendances actuelles et l'éventail des potentialités
- Public visé :
 - o ingénieurs BET inexpérimentés dans le bois
 - o maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage « éclairés »
 - o étudiants

Contenu du guide

1. Introduction

→ le bois dans la construction, historique des ouvrages en bois

2. Le matériau bois

→ composition, caractéristiques mécaniques, matériaux dérivés

3. Dimensionnement d'éléments en bois

→ dimensionnement à l'EC 5 d'éléments tendus, comprimés, etc.

4. Assemblages

→ assemblages transmettant la compression, la traction, etc.

5. Conception et typologies structurelles

→ conception générale, présentation détaillée de types structurels

6. Durabilité

→ pathologies, dispositions constructives, traitements, maintenance

7. Recherche et développements

→ potentialités du bois, recommandations, champs de recherche

8. Monographie sommaire

→ Amérique du Nord, Asie de l'Est, Europe

5.4.4 Passerelle de Val Cenis

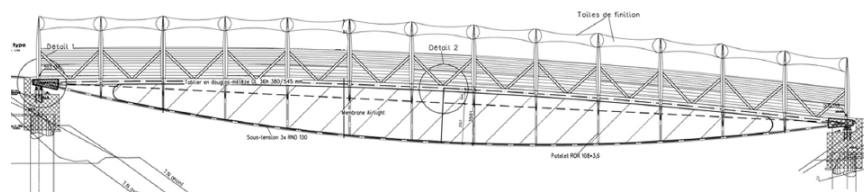


Maître d'ouvrage : SIVOM de Val Cenis
Maître d'œuvre : Barbeyer, Büchi
Année de réalisation : 2005

Trafic : skieurs, piétons, véhicules 11 t
Portée principale : 52m (Largeur : 8 m)
Essences du bois : mélèze

5.4.4.1 Introduction

Dominés par le Col du Mont Cenis, Lanslebourg et Lanslevillard forment la station de Val Cenis. Pour accéder à une nouvelle télécabine et améliorer la desserte du domaine skiable depuis le village, il fallait construire un ouvrage franchissant l'Arc, la rivière qui serpente dans la vallée. Outre la portée de 52 m, les charges à considérer étaient exceptionnelles, car il fallait ajouter le poids de la neige (nécessaire pour garantir le passage des skieurs) et des engins de pistes. S'agissant d'une poutre sous tendue, le projet ne serait remarquable que par sa portée, si la reprise des efforts différentiels n'était assurée par un système tout à fait nouveau, mis en place pour la première fois dans le cadre d'une structure bois. Cette méthode combine des éléments en compression et une sous tension maintenue partiellement par une membrane en silicone renforcée par des fibres de verre, résistante aux UV, et maintenue en forme par de l'air à faible pression. Les éléments travaillent ainsi au maximum de leur capacité et les problèmes d'instabilité sont évités, permettant d'obtenir des systèmes légers, peu volumineux et d'une capacité portante maximale.



Coupe longitudinale

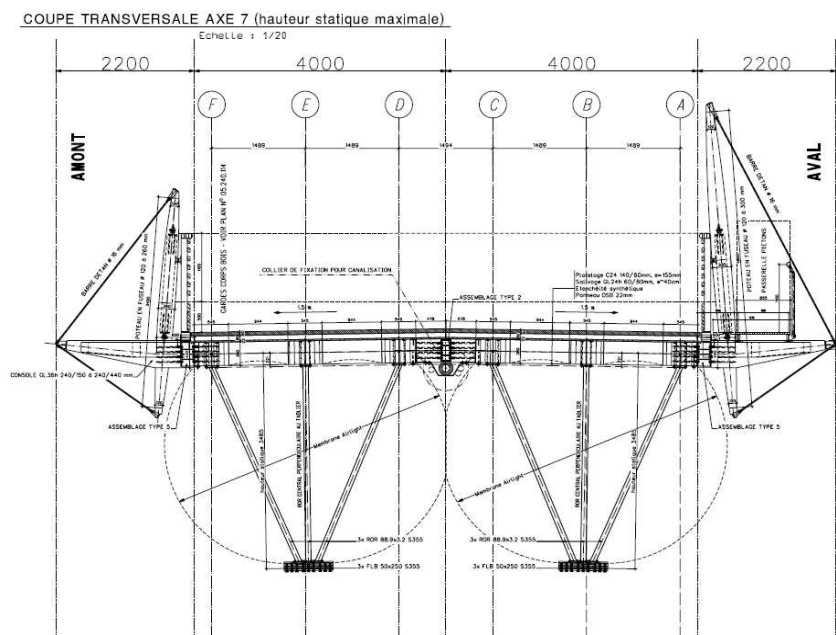


Vue générale du tablier. Les mâts haubanés portent la partie piétonne

5.4.4.2 Principe structural

La construction d'un pont pour le franchissement de skieurs nécessite un cahier des charges très particulier. En effet, il faut reprendre des charges de neige importantes (de l'ordre de 1,5 tonnes par m²), ainsi que les surcharges liées aux skieurs et aux engins de déneigement. Au total, les charges réparties à reprendre sont plus importantes que celles d'un pont dimensionné pour le franchissement de camions de 40 tonnes.

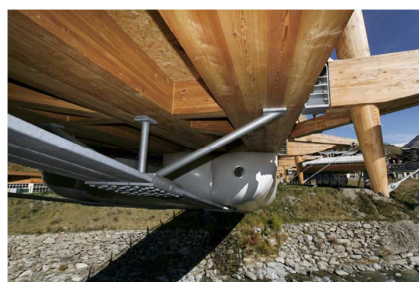
Pour alléger la structure et gagner en élégance structurale, les concepteurs ont intégré le système « Tensairity Airlight » qui consiste à supporter partiellement la sous tension avec une membrane en fibre de verre et silicone gonflée sous une pression d'environ 0,2 MPa. La sous tension métallique est constituée de plats en acier de nuance S355, maintenus par une série de potelets en tube acier de diamètre 88,9 mm et de 3,2 mm d'épaisseur, visibles sur la coupe transversale. La membrane permet principalement de rigidifier le tablier transversalement et de réduire la « longueur de flambage » dans les éléments comprimés (treillis BLC à plat). Une combinaison accidentelle a été prise en compte dans le dimensionnement. En cas de fuite d'air de la membrane, la sous-tension avec les potelets métalliques a été dimensionnée pour résister seule à cette combinaison. En outre un compresseur de secours est liée à un système d'alarme, lui-même relié au réseau de téléphonie mobile.



Coupe transversale à la hauteur maximale du tablier



Membrane de sous tension



Vue de la sous face du tablier

5.4.4.3 Description de la structure

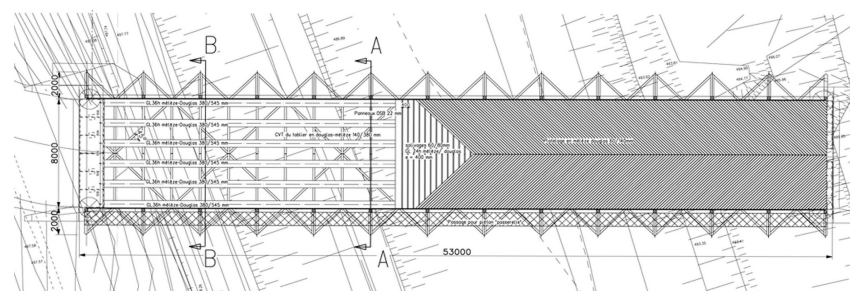
La partie principale est constituée d'une poutre treillis en BLC à plat à l'extrémité de laquelle est fixée la sous tension et la membrane gonflée. Le solivage supporte le platelage disposé en diagonal. Les mâts haubanés permettent de supporter sur un des côté de la passerelle la partie piétonne ainsi que les garde-corps.



Détail des têtes des mâts



Vue du platelage



Vue en plan du tablier

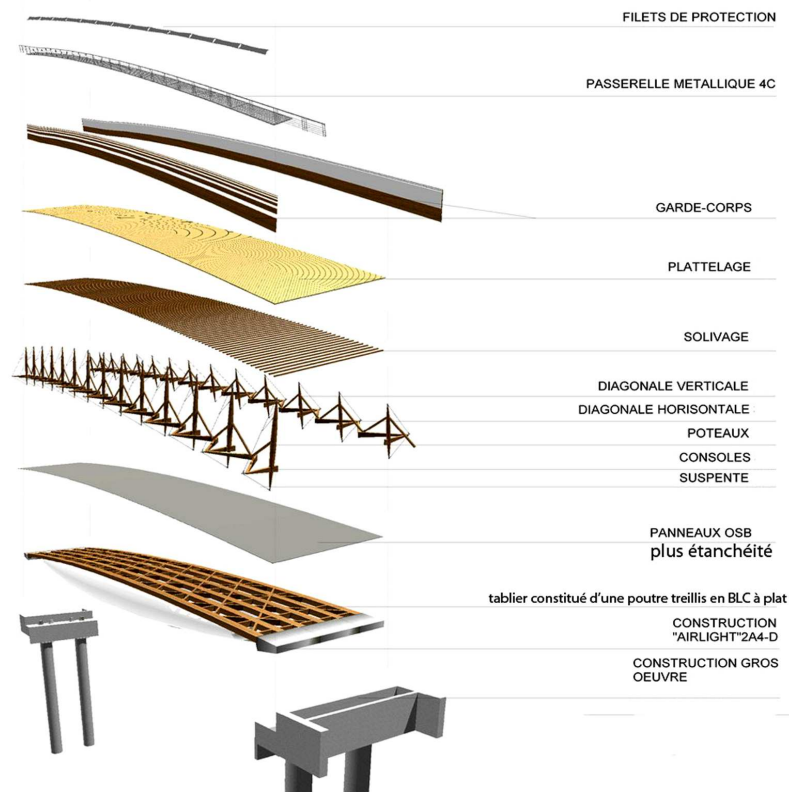
5.4.4.4 Equipements et dispositions constructives

Le choix a été fait d'une essence locale, le mélèze, aussi bien d'un point de vue économique que technique (le mélèze étant naturellement durable). Celui-ci constitue le tablier du pont, le platelage de surface, les barrières, les garde-corps et les mâts qui haubantent la partie piétonnière de l'ouvrage.

Concernant l'étanchéité, une première série de « solives principales » est fixée sur le panneau OSB du tablier, l'étanchéité recouvrant cet ensemble. Une seconde série de « solives principales » est fixée sur la première en « pinçant » l'étanchéité, l'eau s'écoulant transversalement au tablier. Les fixations traversant l'étanchéité ont été limités au maximum. Il existe enfin des « solives secondaires » intermédiaires qui ne sont pas fixées au tablier.

Les liaisons d'assemblage sont effectuées au moyen du système Ferwood (équivalent au système Résix®, voir chapitre 4.5), consistant à lier les pièces de bois entre elles avec des tiges encolées et scellées avec une résine époxy. Ce moyen d'assemblage permet

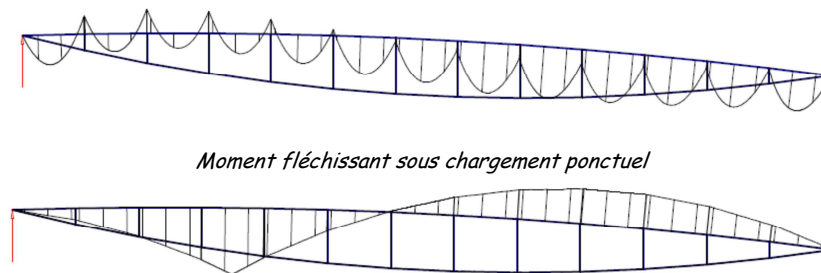
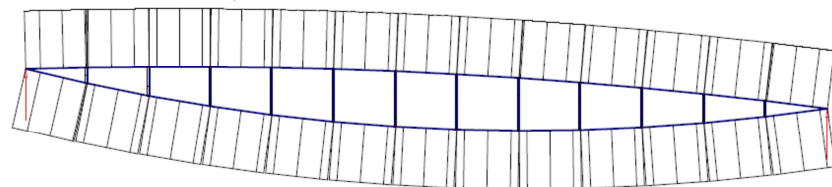
notamment d'obtenir des connexions étanches à l'eau. Les mâts sont interrompus au niveau des consoles mais encastrés à celles-ci grâce à cette technique.



Modélisation éclatée

5.4.4.5 Comportement mécanique

Effort normal et moment fléchissant dans les poutres longitudinales sous chargement réparti uniforme sur la moitié de la travée



Moment fléchissant sous chargement ponctuel

5.4.4.6 Exécution

« La méthodologie de montage retenue consiste à pré-assembler 2 demi-ponts de 4m de large et de 52m de long sur la rive droite de la rivière l'Arc, puis de les lever l'un après l'autre au moyen de 2 grues de 200 tonnes et d'une grue de 500 tonnes et de leur faire franchir la rivière en une seule opération de pose » (source : dossier de presses Charpente Concept).



Vues des opérations de levage

Coût global de l'ouvrage à titre indicatif : 800 000 € à titre indicatif (hors terrassements, valeur en 2005)

5.4.4.7 Sources

- <http://www.charpente-concept.com/presentation-valcenis.htm>
- documents internes Charpente Concept

Reproduction avec l'aimable autorisation de Charpente Concept.

Introduction

1. Présentation du guide AFGC

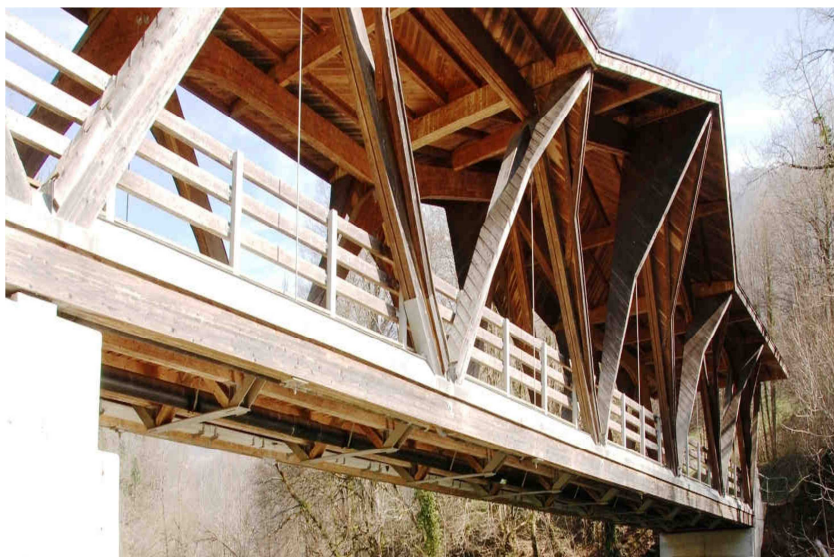
2. Eventail des typologies structurelles

Conclusion

Ponts à poutres simples



Ponts à poutres treillis



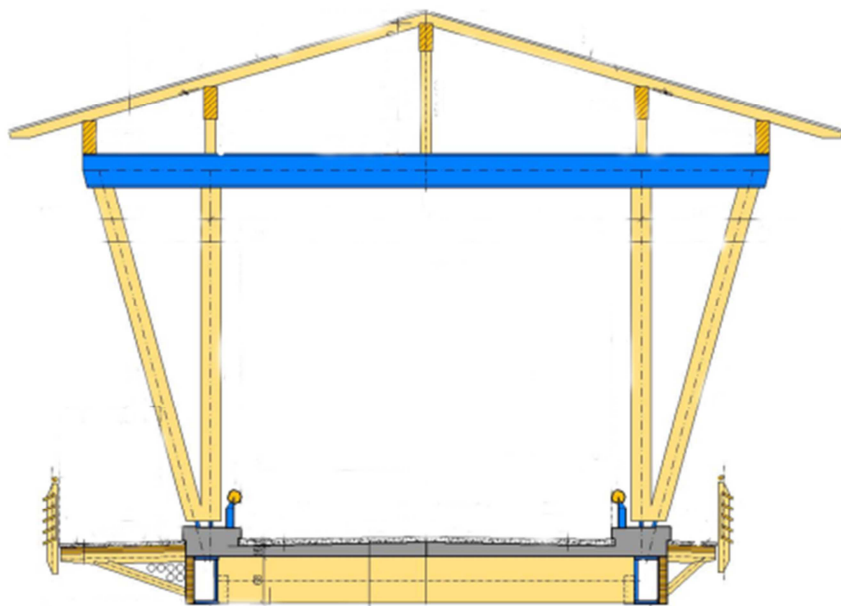
Le pont des Fayette



Maître d'ouvrage : CG AlpesIsère
Maître d'œuvre : Artefact, Arborescence
Année de réalisation : 1999



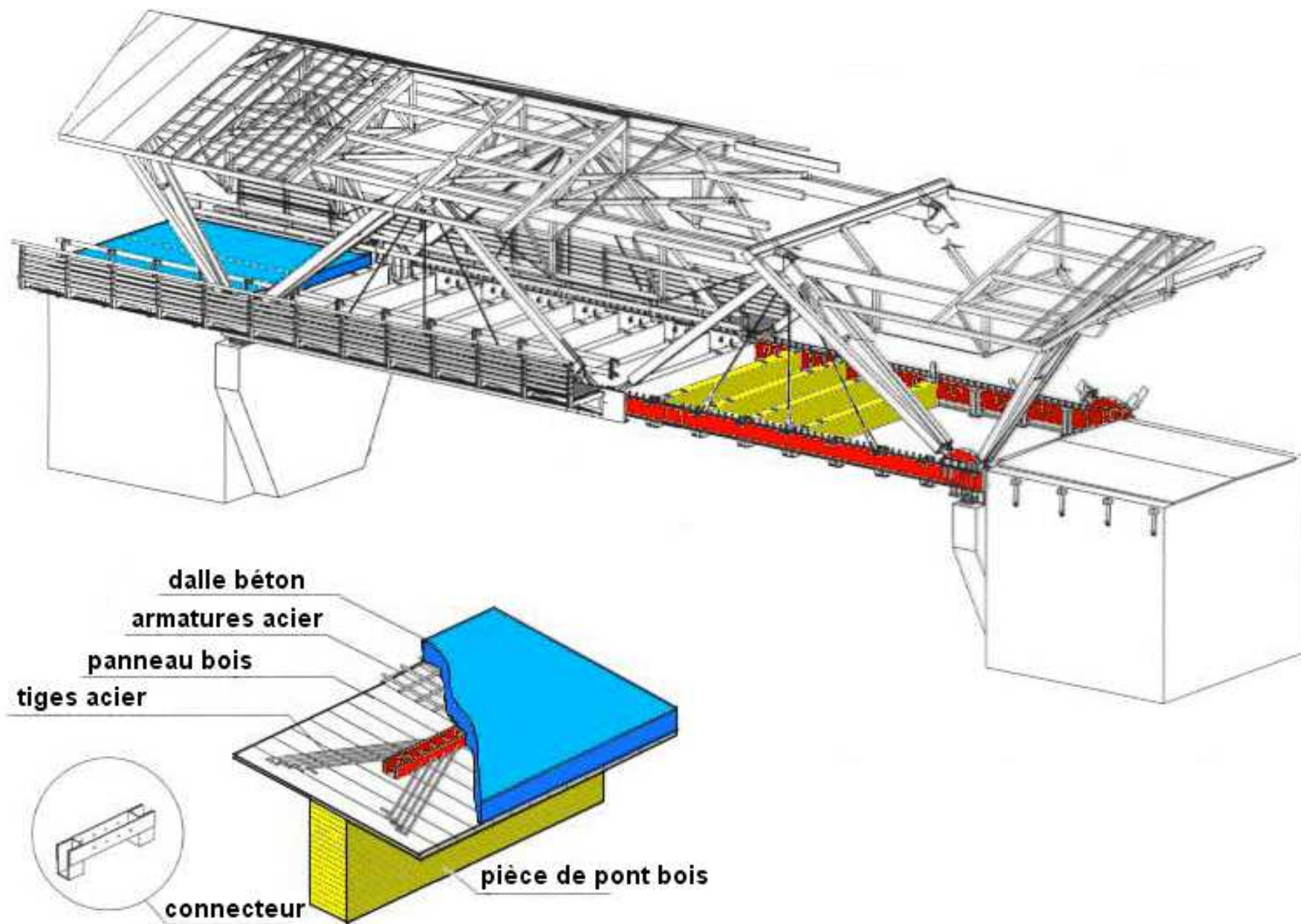
Trafic : tous véhicules, sans limitation
Portée principale : 38 m (Largeur : 12,6 m)
Essence du bois : mélèze, épicéa, pin sylvestre



Guide AFGC pour la conception des ouvrages d'art en bois



AFGC – 18 mars 2014



Ponts à poutres sous-tendues



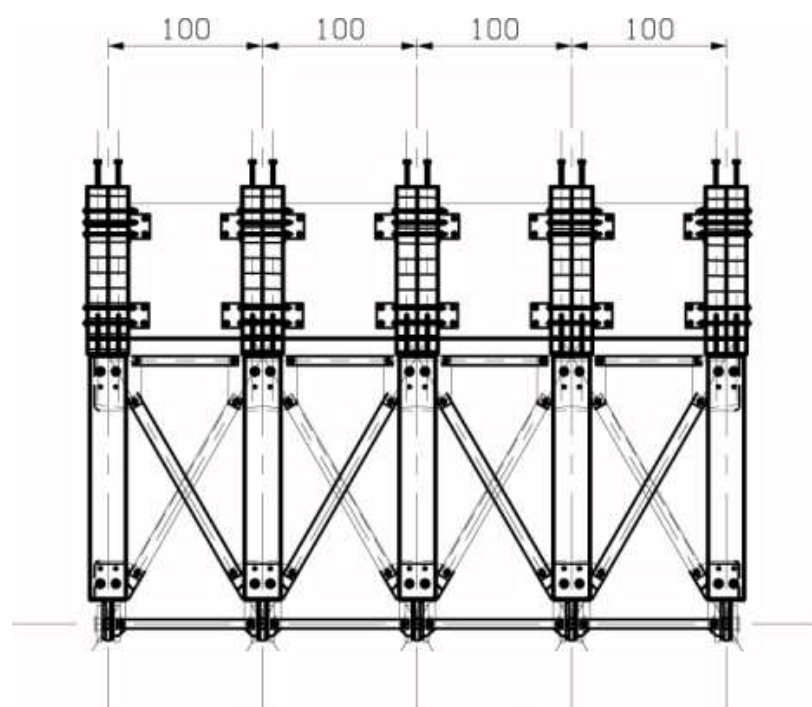
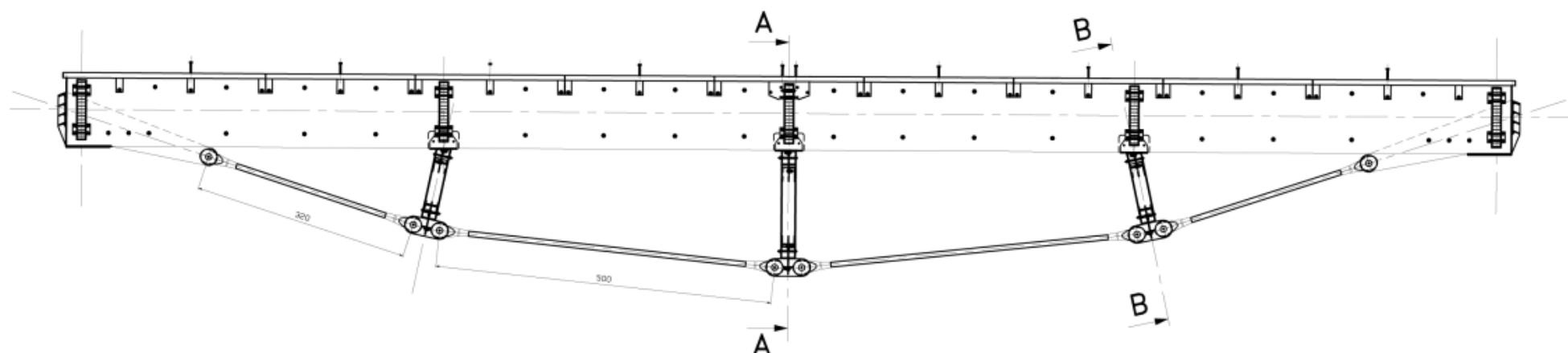
Le pont d'Ilonse



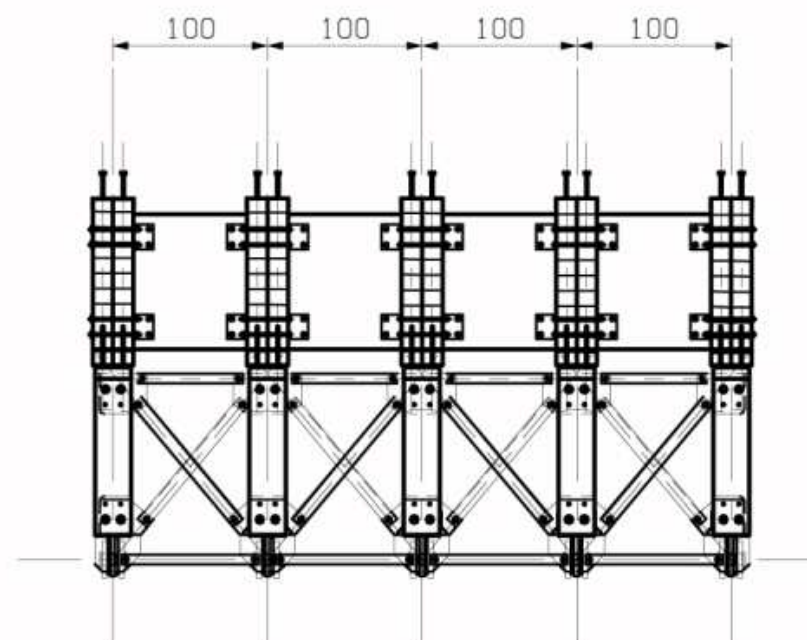
Maître d'ouvrage : CG Alpes Maritimes
Maître d'œuvre : CG Alpes Maritimes
Année de réalisation : 2010



Trafic : limité à 30t (classe 3 du fasc. 61)
Portée principale : 21 m (Largeur : 4.00 m)
Essence du bois : Douglas purgé d'aubier



Coupe A-A



Coupe B-B



Guide AFGC pour la conception des ouvrages d'art en bois



AFGC – 18 mars 2014

Ponts à fermes et bow-string



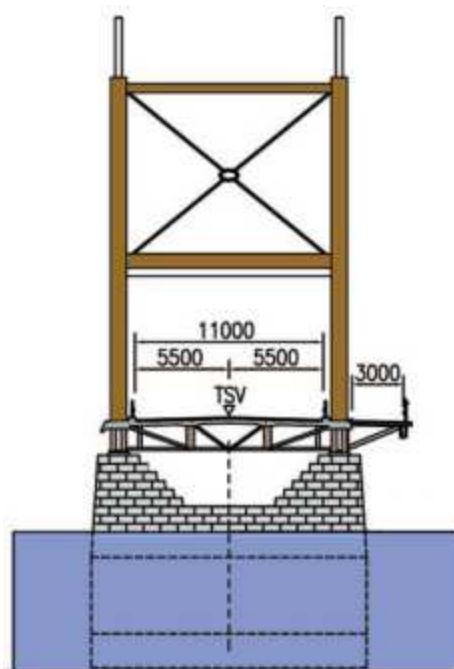
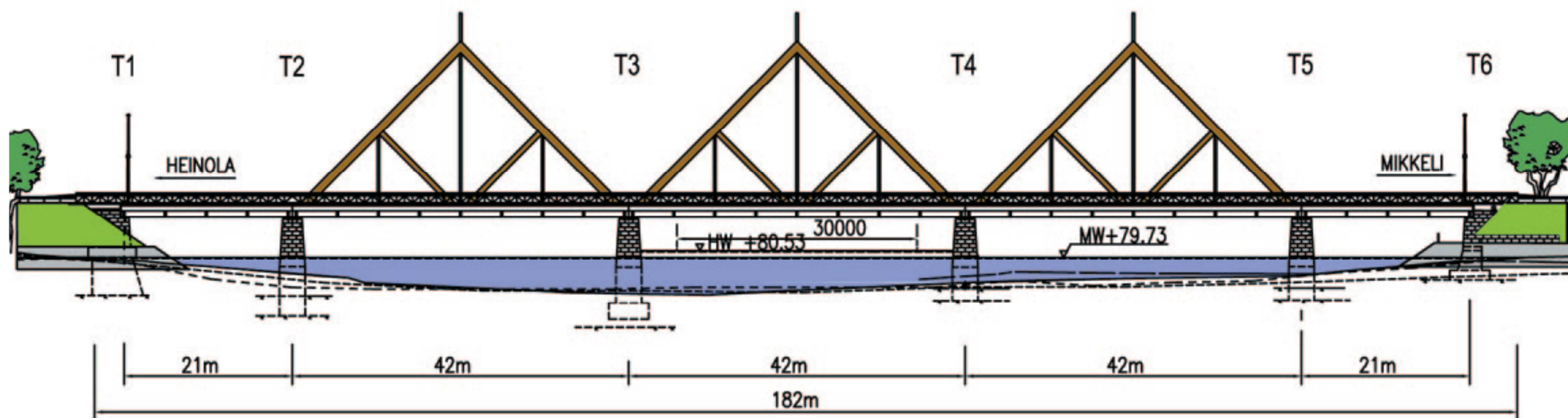
Le pont de Vihantasalmi

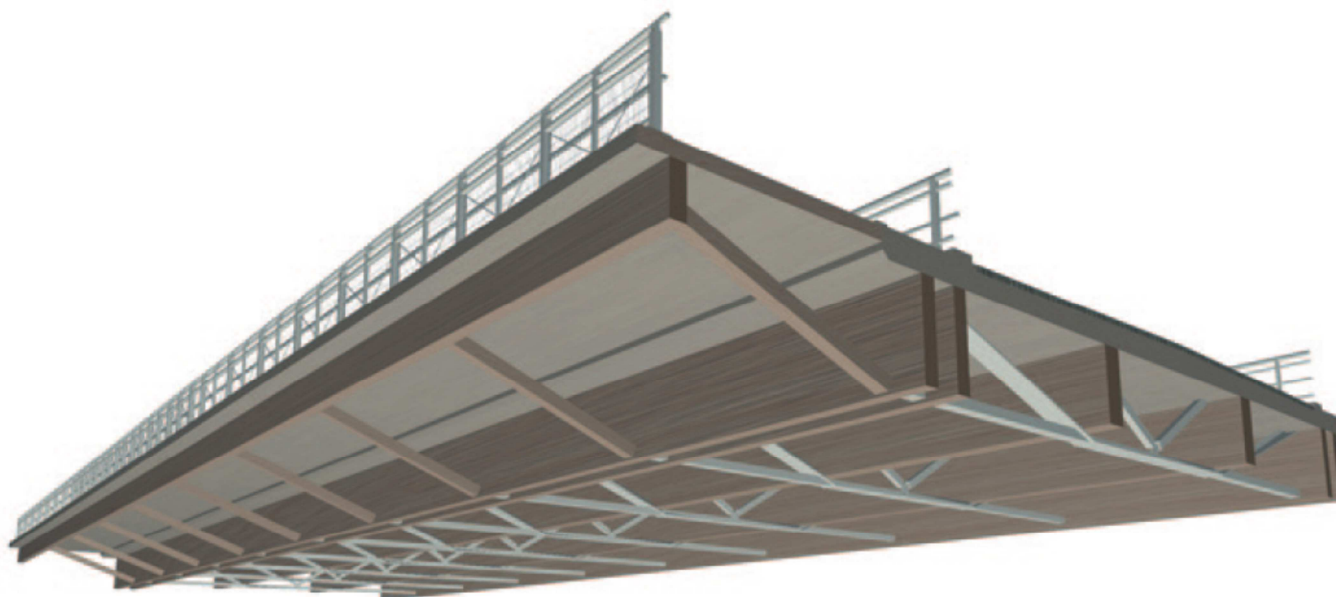


Maître d'ouvrage : Com. de Mäntyharju
Maîtres d'œuvre : Väisänen, Kallio
Année de réalisation : 1999



Trafic : pas de limitation
Portée principale : 21m – 3 x 42m – 21m
Essence du bois : pin





Ponts à béquilles



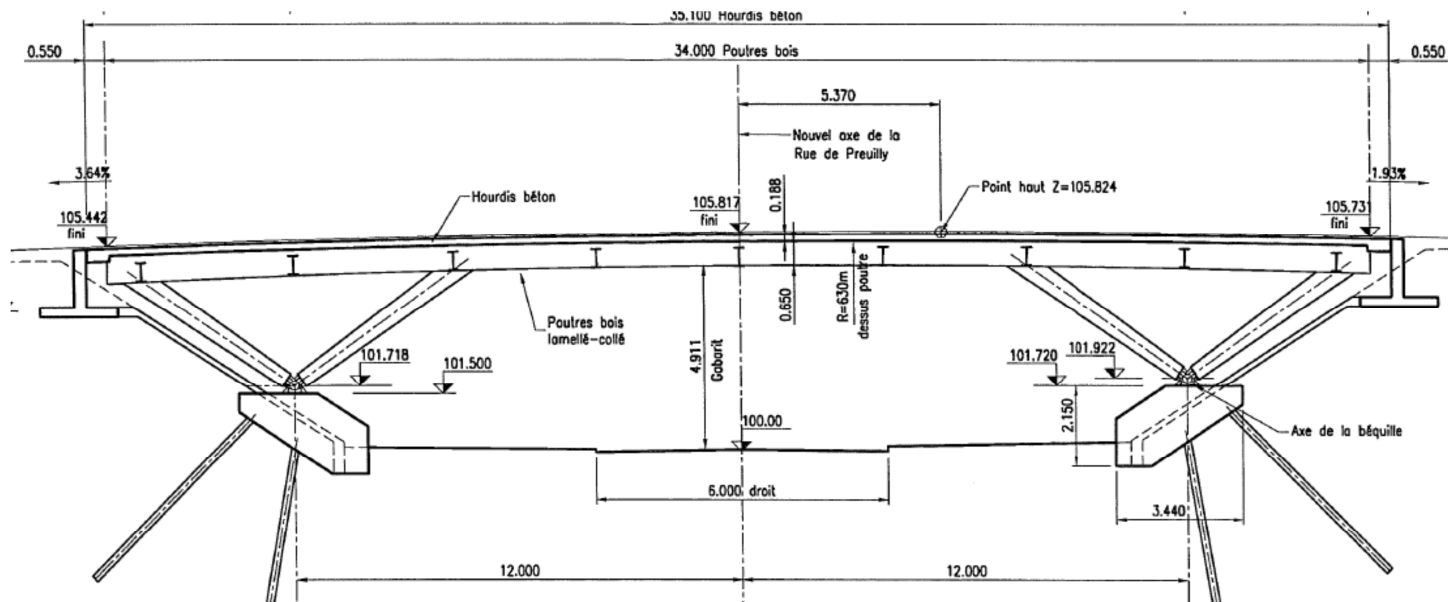
La passerelle de Preuilly

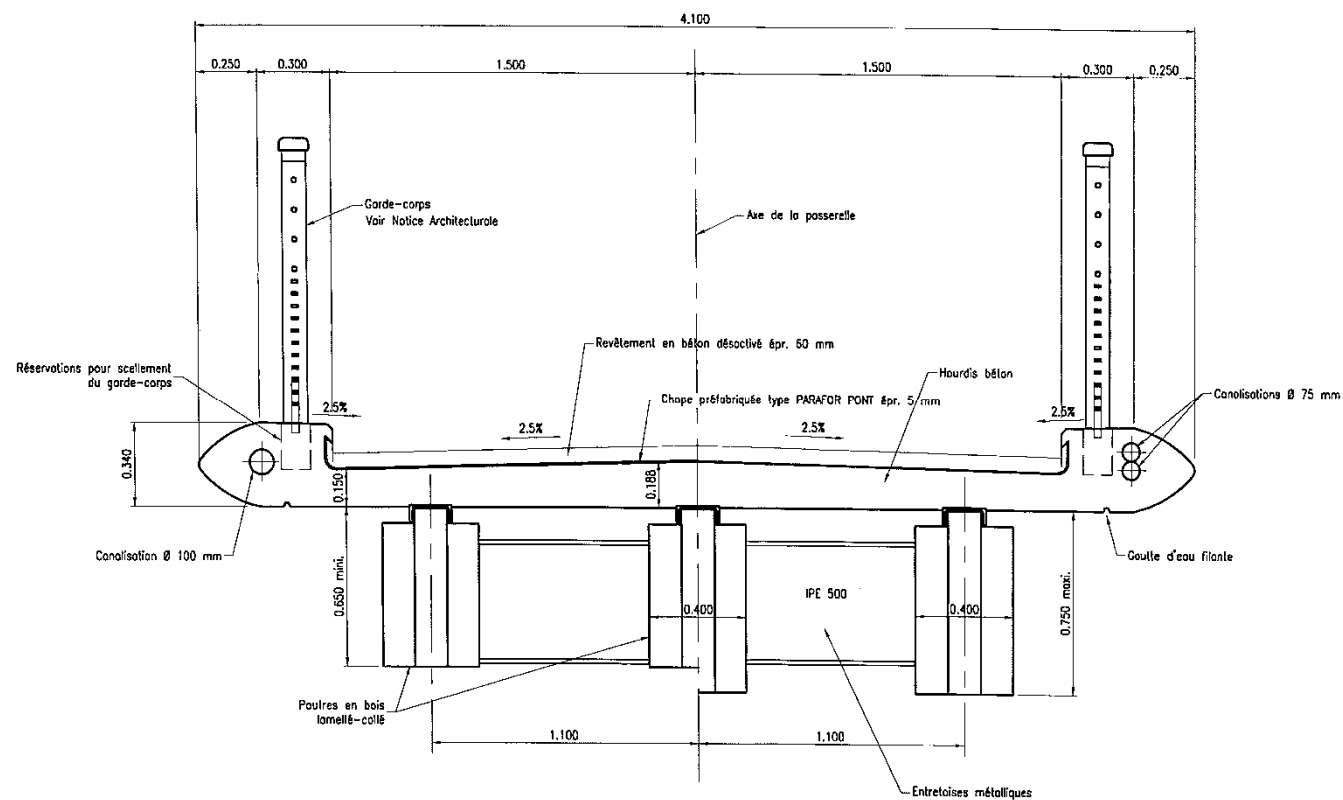


Maître d'ouvrage : Ville d'Auxerre, France
Maître d'œuvre : JMI (BET), Spielmann (archi.)
Année de réalisation : 2002



Portée principale : 24m
Essence du bois : pin traité en autoclave





Ponts en arc



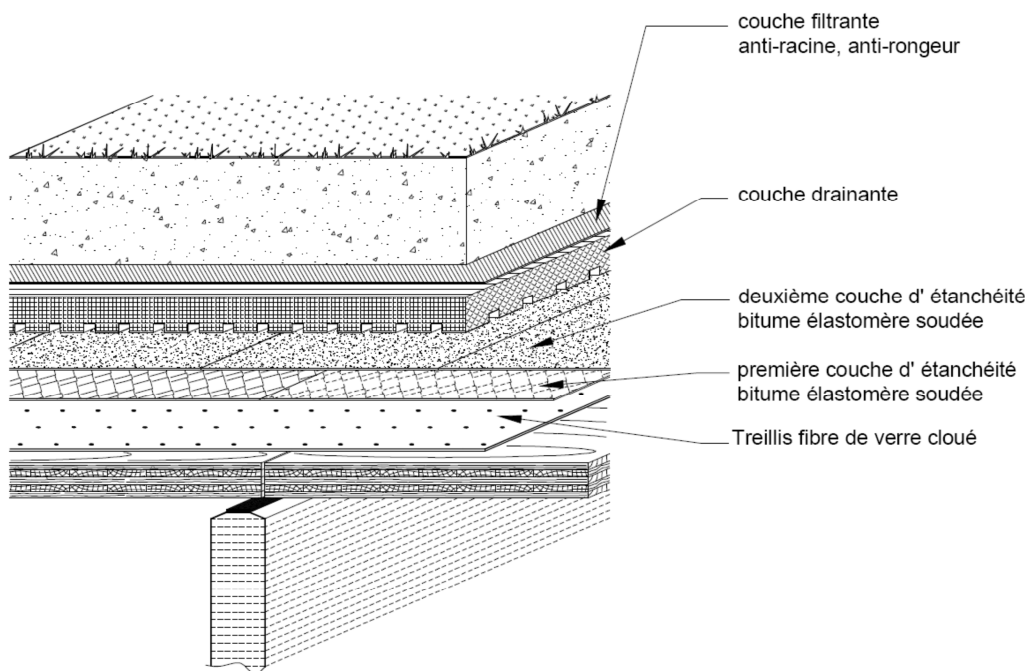
Passages supérieurs à grande faune



Maître d'ouvrage : Land du Mecklenburg
Maître d'œuvre : DEGES
Année de réalisation : 2004



Trafic : animaux, piétons, cycles
Portée principale : 27m
Essence du bois : lamellé-collé



Platelage et complexe d'étanchéité



Bardage de l'arc de rive et écran latéral

Ponts haubanés et suspendus



La passerelle de Traversiner



Maître d'ouvrage : Association culture Viamala, Suisse
Maître d'œuvre : Conzett, Bronzini, Gartmann AG
Année de réalisation : 2005



Portée principale : 56m ; dénivelé : 22m
Essence du bois : pin sylvestre et mélèze

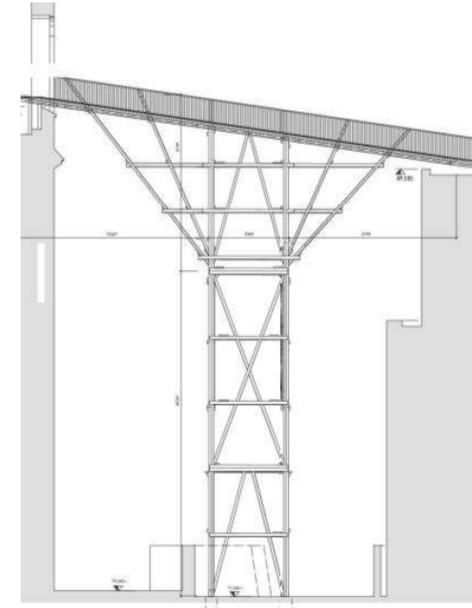


Perspectives

- Les particularités du bois influent sur la conception
 - o à grande échelle : sur la typologie structurelle, la couverture éventuelle de l'ouvrage
 - o à petite échelle : sur les assemblages, les détails constructifs
- Les récents ouvrages d'art en bois témoignent d'une nouvelle « écriture bois » : structure très géométrisée au caractère « nerveux », assemblages et dispositions constructives spécifiques :



- Le matériau bois permet la réalisation d'ouvrages atypiques, dans des sites très contraints : il offre une grande technicité.



**Passerelle
« Ivresse des altitudes »
Linz, Autriche**

