

Les passages à faunes en bois : écologiques, économiques et faciles à mettre en oeuvre

A la demande de la DRAF de Picardie, FCBA a mené une pré-étude pour dégager une solution technique en structure bois pour des passages supérieurs de faune sur de grands axes routiers.

Sollicité par la Direction régionale et interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRIAAP), FCBA a approfondi cette étude au niveau technique pour déboucher sur un cahier des charges déclinable au cas par cas.

La solution bois proposée met en évidence les qualités techniques de ce matériau pour ce type d'ouvrages, mais aussi sa capacité à répondre au défi du développement durable proposé par le Grenelle de l'environnement.

FCBA a produit une pré-étude, financée par la Direction régionale de l'agriculture et de la forêt (DRAF) de Picardie, consistant à optimiser, dans les grandes options, une solution technique en structure bois pour des passages supérieurs de faune sur de grands axes routiers. Les premiers éléments de cette étude de faisabilité ont fait émerger des coûts de revient a priori avantageux, permettant, notamment, de proposer des passages beaucoup plus larges, assurant une efficacité plus grande en matière de préservation de la faune par le rétablissement de corridors biologiques et, accessoirement, en matière d'agrément pour les circulations humaines de loisirs.

A la suite de cette étude, FCBA a été sollicité par la Direction régionale et interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRIAAF, ex DRIAF) pour l'approfondissement de l'étude au niveau technique. Cet examen supplémentaire est l'objet d'une demande de précisions de la part du SETRA (Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements) et répond aux besoins de formalisation d'un cahier des charges précis pouvant se décliner au cas par cas.

Une partie de la mission consiste, sur la base des concepts définis et évalués dans la pré-étude, à approfondir et comparer les connaissances et solutions sur des points singuliers de ce type d'ouvrage tels que l'étanchéité et la protection incendie. Le but final de ce travail est de développer dans ses détails un ouvrage type et d'établir les documents permettant d'en faciliter la réalisation.

Critères techniques et réglementaires

Deux variantes de portée ont été étudiées :

- Franchissement 2x3 voies 45 m
- Franchissement 2x2 voies 35 m

Au gré des discussions et échanges avec divers intervenants concernés par le projet (DRIAAF Île-de-France, CETE de l'est, DRAF Picardie, etc.), il a été démontré qu'une étude pour le franchissement de 2x3 voies pouvait être pertinente.

- **Critère protection aux chocs**

Selon le « Guide technique, Ponts en bois » du SETRA : « *Les structures en bois sont sensibles aux chocs et considérées comme légères* ».

Une revanche de protection de 0,50 m, au sens de la circulaire du 17 octobre 1986 du Ministère de l'Équipement est donc recommandée. S'y ajoute une revanche de construction et d'entretien de 0,10 m. Ainsi, au-dessus d'une autoroute ou d'une route fortement circulée, la hauteur libre totale est de 4,75 m + 0,60 m soit 5,35 m. Dans le cas de l'ouvrage étudié, la revanche de protection est respectée (**Figures 1 et 2**).

La présence de protections permet d'éviter les chocs avec les piles, par exemple par des butées sous la forme de trottoirs de 20 cm minimum, voire des éléments plus hauts entraînant le basculement de véhicules lourds. En effet la géométrie des pieds de l'ouvrage procure l'espace nécessaire à un éventuel basculement de poids lourds sans atteindre les arcs.

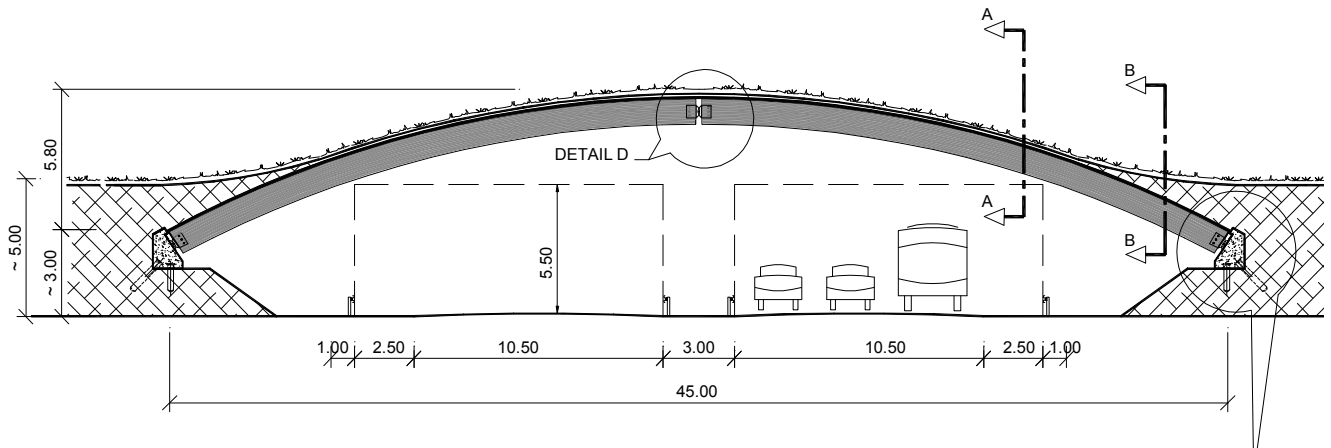


Figure 1 : Profil en long

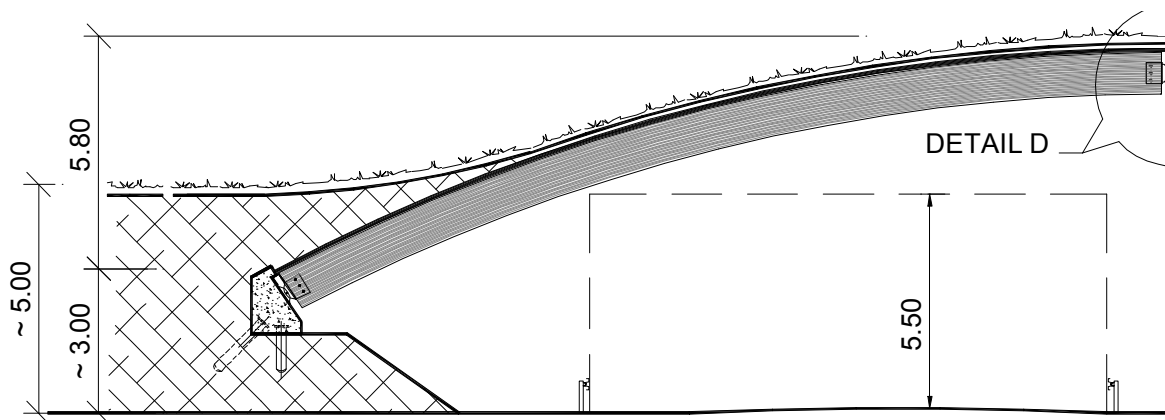


Figure 2 : Détail du profil en long

• **Critères mécaniques**

L'étude technique a été menée avec les hypothèses de charge suivantes :

- Poids propre de terre végétale (selon NF P 06-004) : 2 t/m³
- Neige (selon NF EN 1991-1-3) : 55 kg/m²
- Charge d'exploitation (selon NF EN 1991-2) : 360 kg/m²
- Poids propre des éléments porteurs BLC : 420 kg/m³

- Charges ponctuelles dues à un véhicule lourd, type camion-benne en charge : 20 t (2 x 5 t par arc)

Le cas particulier de l'hypothèse de chargement par véhicule lourd doit être stipulé lors de l'étude finale par le maître d'ouvrage, en fonction de la destination de l'ouvrage et de son utilisation.

- **Critère sécurité incendie**

La sécurité au feu dans les constructions est abordée en deux volets :

- la résistance au feu est évaluée par le temps pendant lequel la construction doit résister,
- la réaction au feu est évaluée par le dégagement de fumée et de chaleur, la production de gouttes perlantes, etc.

- **Résistance au feu**

La vérification par calcul de la résistance au feu tient compte des éléments suivants :

vitesse de combustion du bois

hypothèse de charges spécifiques : chargement plus faible pour le cas de charge feu (dimensionnement « à chaud »), qui est une situation dite accidentelle au sens des Eurocodes, que dans les situations normales dites durables (dimensionnement « à froid »).

La prise en compte de ces deux éléments démontre une réserve de résistance importante des éléments bois de l'ouvrage étudié.

- **Réaction au feu**

La réglementation au feu pour les ouvrages d'art ne semble pas spécifier d'exigences particulières dans le cas des ponts. Le cas particulier d'un

passage pour la faune pourrait être assimilé, selon sa largeur, à un tunnel. Des exigences spécifiques pourraient alors être émises. On peut, dans ce cas, avoir recours à l'utilisation de peintures ignifuges pour les éléments ou parties d'éléments critiques.

- **Critère durabilité**

Les attaques biologiques sur le bois peuvent être de deux natures :

- champignons lignivores,
- insectes xylophages.

Lors de la conception d'un ouvrage, on devra donc prévoir une protection, naturelle ou conférée par un traitement, à la fois pour le risque « champignons » et pour le risque « insectes ».

En ce qui concerne le risque « champignons », la règle générale est d'éviter, autant que possible, la présence d'eau de manière prolongée qui permettrait le développement de champignons. Ainsi, lors de la conception du système constructif et de ses détails, FCBA s'est attaché à les concevoir afin de permettre la ventilation et empêcher la rétention d'eau.

Critères fonctionnels

Les aspects fonctionnels d'un ouvrage supérieur pour le passage de la faune doivent respecter en particulier, les critères suivants :

- ***Passage de véhicules***

Il est important de noter la difficulté de coexistence du passage de la faune sauvage et d'un chemin destiné aux véhicules et/ou aux randonneurs. Il faut donc donner priorité au corridor biologique et ne pas tenir compte pour l'étude d'un aménagement spécifique pour les

véhicules. Cette option est toujours modifiable lors du projet d'un cas concret car les hypothèses de chargement demeurent.

– **Terre végétale**

Pour le type de végétation mis en place sur de tels ouvrages, il est communément admis qu'une épaisseur de terre de 30 cm est suffisante.

– **Végétation**

La végétation aura des racines suffisantes pour empêcher le glissement et les fissurations.

– **Masques latéraux**

Il n'est pas déterminé de fonctions particulières à cette partie d'ouvrage. Par exemple, une étanchéité visuelle n'est pas exigée. Une hauteur minimum n'est pas non plus définie.

– **Largeur de l'ouvrage**

Partant du principe que plus c'est large mieux c'est, une largeur de 40 m semble satisfaire les besoins pour le rétablissement de corridors biologiques.

– **Portée**

Afin de prendre en compte le besoin de l'éventuel franchissement d'une chaussée à 2 x 3 voies, cette variante est prise comme hypothèse de départ pour la présente étude.

– **Courbure**

La difficulté est le franchissement d'une chaussée à niveau du terrain. Dans cette configuration, un aménagement du terrain avoisinant les accès à l'ouvrage devra être prévu. A l'heure actuelle, il n'existe pas de retour d'expérience sur des passages biologiques dépassant la hauteur de terrain avoisinant de plus de 5,50 m.

– **Largeur et accès**

Au-delà de 30 m de large, l'évasement pour l'accès au passage à faune n'est pas nécessaire.

Les atouts d'une solution bois

Contrairement à certaines idées reçues, construire avec du bois n'est pas synonyme de déforestation ou d'utilisation et d'importation de bois exotiques. A ce titre, nous tenons à rappeler :

- que la solution proposée dans cette étude peut être réalisée uniquement avec des essences provenant du territoire national, voire régional. En effet, les entreprises régionales sont tout à fait aptes à proposer tout ou partie de la ressource ou des sciages pour répondre à la réalisation d'un tel ouvrage.
- que la forêt française est à ce jour en partie sous éco-certification PEFC, garantissant, entre autres, une gestion durable et un renouvellement de celle-ci. De plus, la forêt française est actuellement sous exploitée, et l'un des challenges du Grenelle de l'environnement est d'exploiter 12 Mm³ de bois supplémentaires d'ici 2012. Ce volume important doit permettre à la filière de répondre à ces attentes, et des projets tels que les passages biologiques pourront servir d'exemples.

La rapidité en phase exécution, que permet une solution bois, est une bonne réponse à la problématique posée par le franchissement de voie existante lors du rétablissement de corridors biologiques.

La rapidité de montage de la solution bois permet, en adéquation avec le coût, un ouvrage de grande largeur (supérieure à 30 m). En plus, du fait de la conception, nous proposons des solutions sans appui central. Dans ce cas, le lamellé-collé porteur (cintres) travaille en compression. Ce type de réalisation se retrouve pour la construction de grandes halles pouvant atteindre 100 m portée. La légèreté du matériau permet la préfabrication en atelier et le levage de grands éléments pré-assemblés.

Une solution bois prend en compte les aspects de développement durable grâce au bilan environnemental neutre de la transformation de l'arbre en matériau de construction : croissance de l'arbre sur pied (photosynthèse avec absorption du CO₂) et faible dépense d'énergie pour la transformation (faible émission de CO₂), en comparaison avec les autres matériaux de construction. Toujours dans le cadre du Grenelle de l'environnement, notons l'importance de recourir à des matériaux renouvelables, et le bois fait partie de ceux-là.

Le critère du stockage de carbone fait également partie des cibles de la loi du Grenelle Environnement. Il est ainsi prévu un étiquetage carbone pour les matériaux de construction et les bâtiments. Cet élément serait alors un outil de communication essentiel pour un ouvrage en bois. En plus, cet ouvrage pourrait être complété par une étude d'impact environnemental prenant en compte l'ensemble des critères précédents.

La solution bois proposée

L'utilisation du bois dans l'ouvrage a été étudiée afin qu'il soit présent dans les parties suivantes :

- structure porteuse,
- platelage, étanchéité,
- protection latérale.

• Structure porteuse en bois lamellé-collé

Le système porteur est constitué d'arcs en bois lamellé-collé à 3 articulations. Cette solution, bien que moins économique au dimensionnement qu'un arc à 2 articulations, a été choisie en raison des avantages au regard de la manutention, du transport et du montage.

La classe mécanique choisie pour le BLC (bois lamellé-collé) est celle utilisée couramment en France : GL28h dont les caractéristiques mécaniques sont données par la norme NF EN 1194.

Pour les sollicitations des actions horizontales perpendiculaires aux arcs (structure transversale), le système « arc plus tablier bois » constitue un diaphragme rigide dans le plan du tablier. Les arcs jouent le rôle de membrures de treillis en traction-compression. Le tablier bois fait office de triangulation.

- **Platelage, étanchéité**

- ***Le platelage***

FCBA a décidé que pour parvenir à une conception aboutie, notamment au niveau des détails constructifs, il était nécessaire d'effectuer un choix sur le matériau constituant le platelage.

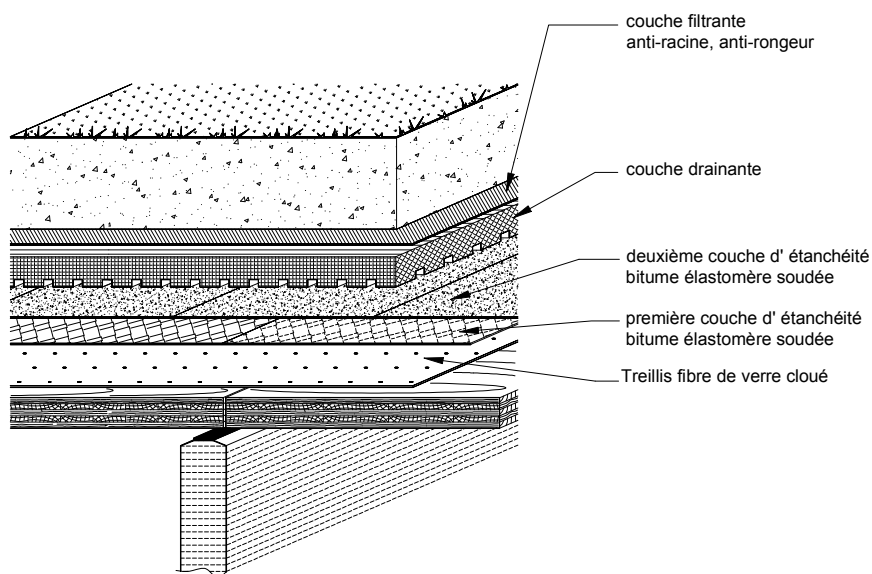
Le choix s'est porté sur un platelage en bois, essentiellement pour les raisons suivantes :

- matériau léger n'apportant qu'une faible surcharge de poids propre en rapport aux charges de neige ou d'exploitation,
- préfabrication possible sans grandes installations d'usinage (par exemple par des artisans régionaux),
- facilité de transport,
- facilité et rapidité de mise en œuvre,
- développement durable, afin de respecter une logique appliquée à l'ouvrage étudié : matériau présentant un bilan écologique neutre par le faible dégagement de CO₂ lors de sa transformation.

– **L'étanchéité**

La solution étudiée doit être mise en œuvre sur un support stable en dimension dans son propre plan, tel que la solution de platelage choisie :

- solution présentant des caractéristiques satisfaisantes en ce qui concerne l'accroche avec le platelage (treillis de fibre de verre cloué),
- solution apportant une garantie satisfaisante en termes de durée de vie par la bonne solidarisation que présente le complexe des couches de bitume élastomère et la sous-couche en treillis de verre cloué sur le platelage bois,
- solution complète comprenant aussi les couches drainante et filtrante, ainsi qu'un filtre anti-racine et anti-rongeur.



Détail de la solution retenue

Cette conception a reçu une évaluation favorable de la part du SETRA (Rapport CTOA CEOA D 2006-134).

- **Protections latérales**

- **Bardage et protection des structures porteuses**

Les deux arcs BLC latéraux seront protégés des intempéries par un bardage. Des écrans latéraux pour la protection visuelle de la faune sont prévus (**Figure 3**). Afin de conserver l'identité et le rôle des éléments protégés, le bardage sur l'arc est posé parallèlement à l'axe de celui-ci ; le bardage sur l'écran est posé verticalement.

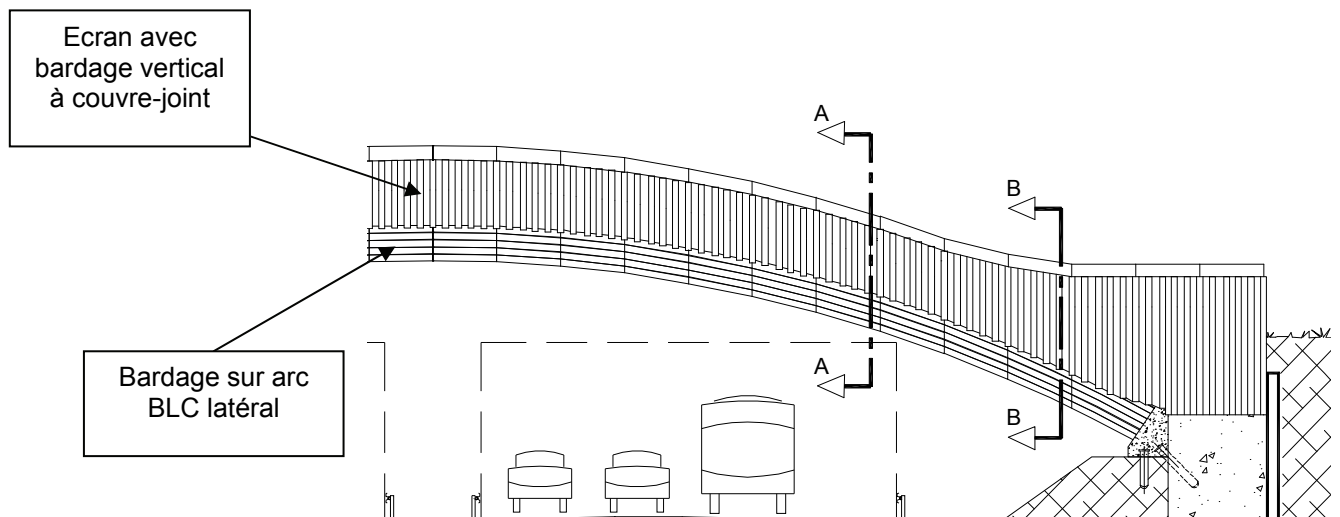


Figure 3 : Portion d'arc

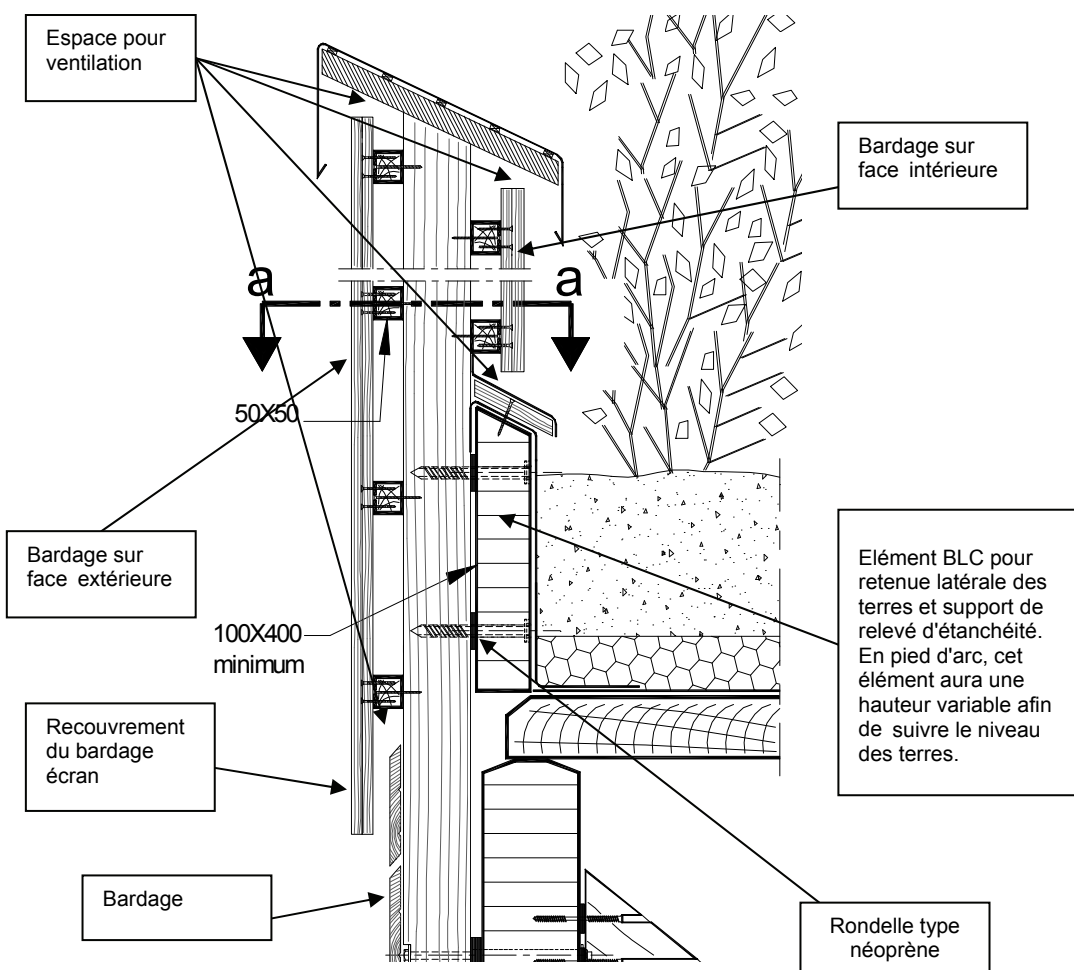
Dans l'optique d'une durée de vie attendue pour ce type d'ouvrage, la prescription a porté sur des éléments en bois de durabilité, naturelle ou conférée par traitement, correspondant à la classe d'emploi 4 (bois est en contact avec le sol ou de l'eau douce et donc exposé en permanence à l'humidification). Cette décision est prise en corrélation avec la prévision d'un entretien réduit.

Pour les mêmes raisons, le matériau du platelage est un bois traité par imprégnation pour obtenir une durabilité correspondant à la classe d'emploi 4.

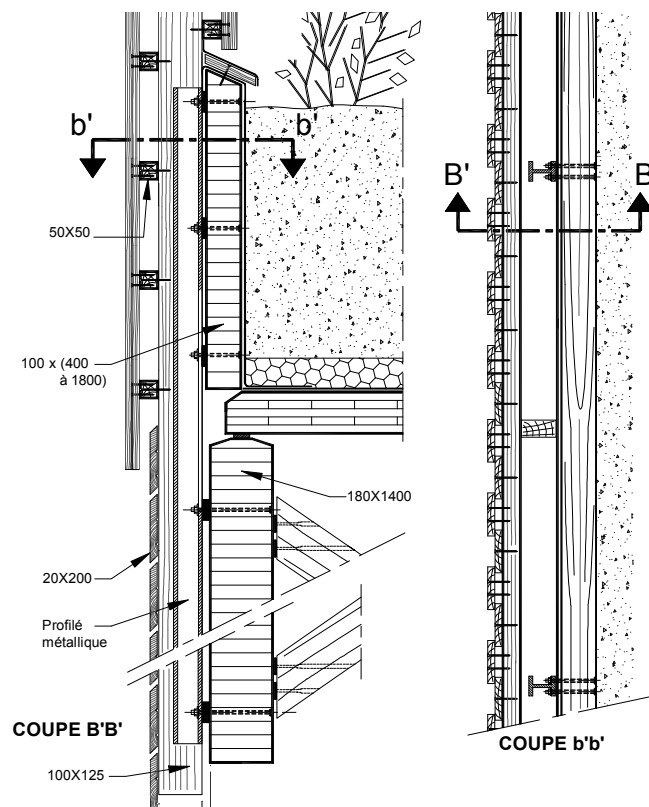
– ***Ecrans et retenue latérale des terres***

En vue d'une bonne protection directe aux intempéries des arcs BLC, l'écran recevra un bardage à couvre-joints sur ses deux faces.

De manière générale, tous les détails sont conçus pour assurer une bonne ventilation.



En pied d'arc, le niveau des terres étant supérieur, l'élément BLC de retenue des terres sera maintenu par des profilés métalliques supplémentaires fixés à l'arc.



Aptitude à la préfabrication

Une des caractéristiques du matériau bois, la légèreté, permet de pré-assembler en atelier des modules qui sont eux-mêmes transportables. Par rapport à un ouvrage tout béton, ces modules ainsi assemblés réduisent significativement le temps d'exécution de l'ouvrage. Cela concerne de manière notoire les phases d'exécution, problématiques vis-à-vis de la

circulation, de franchissement de la voie où le temps de montage de ces parties d'ouvrage peut être significativement réduit.

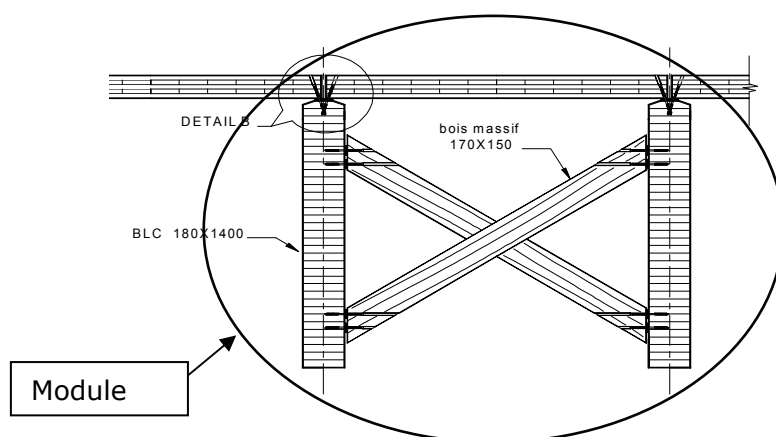
La solution bois pour ce type d'ouvrage permet une grande partie de préfabrication et vise ainsi à diminuer la phase chantier, notamment en ce qui concerne les répercussions sur le trafic.

Le système de préfabrication conçu présente les avantages suivants :

- montage à l'abri des intempéries,
- modules stables dans le plan perpendiculaire à l'axe des arcs :
une triangulation est créée avec les arcs, le platelage et les croisillons ;
cette stabilité est un avantage au moment stockage et du levage,
- éléments sont adaptés aux exigences du transport routier,
- assemblage à la fondation et au sommet de l'arc exécuté rapidement,
- après montage des modules pré-assemblés, la quantité de tablier restant à mettre en œuvre est réduite à la moitié de la surface totale de l'ouvrage.

Les modules préfabriqués sont constitués des éléments suivants :

- deux demi-arcs en bois lamellé-collé,
- platelage,
- quatre croisillons en bois massif (deux aux abords des extrémités d'arc et deux intermédiaires),
- ferrure d'assemblage acier en pied d'arc,
- ferrure d'assemblage acier au faîtage.



Détail du principe de pré-fabrication

Valorisation de l'étude

Cette étude a fait l'objet d'une présentation lors du colloque « Trames vertes et bleues » organisé par Naturparif, l'agence de la nature et de la biodiversité en Île-de-France. Lors de ce colloque, un guide a été diffusé à l'ensemble des participants ([télécharger le guide, format PDF, 7Mo](#)). La prochaine étape consistera à transférer sur le terrain les résultats de l'étude au travers d'une réalisation concrète, sachant que plusieurs projets émergent dont un en Île-de-France.

Patrick Molinié
patrick.molinie@fcba.fr

FCBA
Pôle Industries Bois Construction
Allée de Boutaut
BP 227
33028 Bordeaux cedex
Tél. : 05 56 43 63 91
Fax : 05 56 43 64 80