Accompagnement dans le cadre d'un concours d'architecture pour l'intégration du hêtre en construction

Organisé en partenariat avec la marque Terres de Hêtres, la C2VRM (Communauté de Communes de la Vôge Vers les Rives de la Moselle) a lancé son premier concours d'architecture innovante sous le thème de la « Construction bois de hêtre dans tous ses états ». Le concours a porté sur la construction d'un ensemble de 6 maisons d'habitations emblématiques valorisant le bois de hêtre, et d'un bâtiment accueil, qui a constitué une opération pilote valorisant la ressource locale. C'est dans ce contexte que le CRITT Bois et FCBA ont été sollicités au titre d'assistant à maitrise d'ouvrage, afin d'accompagner les acteurs de ce projet en matière de prescription des parties d'ouvrages en bois.

Contexte

La mission confiée au CRITT Bois et à FCBA comprenait différentes phases, correspondant au phasage du projet, de la programmation jusqu'à la phase de communication, en passant par la conception (accompagnement de l'équipe de maitrise d'œuvre sélectionnée, à la rédaction des pièces écrites et des différents cahiers des charges jusqu'à la phase DCE) et la phase travaux (assistance à la prise en compte des différentes exigences relatives à la partie bois dans le dossier EXE des entreprises, réunions de chantier, contrôle de fabrication).

Dans le cadre de l'accompagnement à maitrise d'ouvrage et lors de la phase travaux, FCBA a notamment apporté sa contribution pour l'accompagnement à la fabrication de la voûte en lamellé-collé de hêtre du bâtiment accueil.

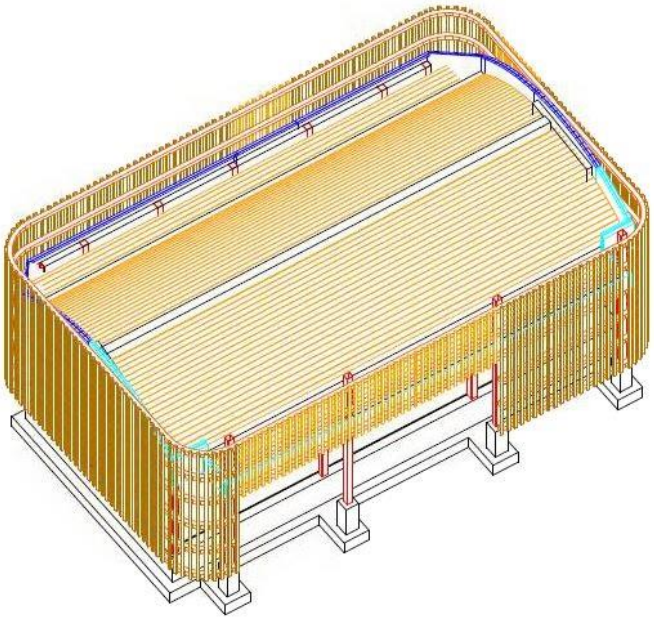

Photo 1 : Axonométrie bâtiment d'accueil

Copyright FCBA INFO, janvier 2016
> voir tous les articles FCBAINFO

Il était initialement prévu de réaliser la toiture courbe de ce bâtiment au moyen d'une voûte en panneaux contreplaqué à base de hêtre taillés dans la masse. Or, l'approvisionnement de ce produit s'est avéré compliqué et il a donc été décidé de réaliser cette toiture avec des chevrons cintrés en lamellé-collé de hêtre. La fabrication de ce type d'éléments a soulevé deux problématiques.

Premièrement, le projet étant précurseur dans l'utilisation du hêtre en structure, une méthodologie spécifique a du être mise en œuvre pour réaliser le classement selon la résistance par méthode visuelle des pièces de bois qui ont été utilisées pour la fabrication des chevrons cintrés en lamellé-collé. En effet, il n'existe pas à ce jour de référentiel nécessaire pour associer performances mécaniques des sciages en hêtre et les critères visuels nécessaires au classement des pièces au sens de la NF EN 14081-1 – Bois de structure à section rectangulaire classé pour sa résistance.

Deuxièmement, à ce jour, le lamellé-collé de feuillus n'est pas cadré normativement. En effet, la NF EN 14080 :2013 – Structures en bois – Bois lamellé-collé et bois massif reconstitué – Exigences ne s'applique que pour les résineux. Sa fabrication nécessite notamment certaines adaptations du processus de fabrication par rapport à celle des résineux.

En ce qui concerne le classement selon la résistance des planches en hêtre, des correspondances entre les performances mécaniques et les critères visuels tels que nœuds, largeur de cernes et fentes notamment ont déjà été établis pour un certain nombre de résineux et un feuillu. Ces éléments sont contenus dans la NF B52-001 – Classement visuel pour l'emploi en structures des bois sciés français résineux et feuillus. Le hêtre n'est pas référencé à ce jour dans cette norme. Au moment de la rédaction du présent document, un amendement visant à intégrer le hêtre et le châtaignier dans cette norme est en enquête publique.

Au moment du projet, l'étude nationale de caractérisation mécanique visant à alimenter les différents référentiels normatifs nécessaires au marquage CE des sciages en hêtre destinés à la construction était en cours.

Objectifs

L'objectif de la mission confiée à FCBA sur cet aspect était, sur la base des premiers résultats disponibles de l'étude nationale en cours, de valider la correspondance entre les deux classes d'aspect F-F1 et F-F2 (classes d'aspect du hêtre) et les classes mécaniques définies par la NF EN 338.

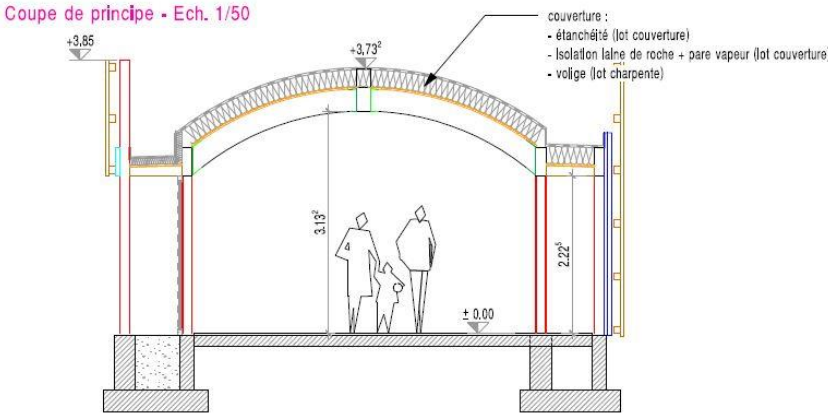

Photo 2 : Coupe bâtiment accueil

A noter que comme le précise la NF B52-001, si un classement a été effectué sur des bois d'humidité supérieure à l'humidité requise pour une application donnée, il y a lieu de confirmer le classement à l'issue du séchage avant mise en œuvre.

Si les singularités constatées lors de ce nouveau classement (fentes notamment) demeurent dans les limites mentionnées dans le document pour la classe affectée initialement, le classement est confirmé. Si les singularités constatées sortent des limites mentionnées pour la classe affectée initialement alors :

- Soit le reclassement conduit à une classe mécanique inférieure ;
- Soit le classement est à justifier par une autre voie ;
- Soit la pièce de bois est reconnue comme inapte à un usage structural.

Ainsi tout bois classé humide, à une humidité moyenne strictement supérieure à 20% au sens de la NF EN 14081-1, doit donc être reclassé après séchage pour les emplois courants. Ceci est en particulier vrai pour le hêtre qui présente notamment un risque de déformation relativement élevé lors du séchage et à plus forte raison si celui-ci est effectué trop rapidement. Nous avons donc préconisé que le classement soit effectué uniquement après séchage, les déformations faisant partie des critères de tri.

Photo 3 : Planches en hêtre

Copyright FCBA INFO, janvier 2016

Donc, dans le cadre de ce projet particulier, FCBA à validé la correspondance entre la classe d'aspect F-F1 et la classe mécanique D24 et entre la classe d'aspect F-F2 et la classe mécanique D18. A noter que cette démarche, bien que non optimisante permet de s'affranchir de réaliser des essais mécaniques destructifs en plus de ceux déjà prévus dans le cadre de l'étude nationale en cours, et des contraintes de coûts et de délais associées.

Concernant la fabrication des chevrons cintrés en lamellé-collé du bâtiment accueil, il a été demandé à FCBA de formuler des préconisations sur la fabrication et le contrôle dans le cadre de ce projet particulier.

Photo 4 : Vue extérieure du bâtiment accueil

Comme le précise la NF EN 14080:2013, il peut être possible de fabriquer du bois lamellé-collé réalisé à partir des essences de bois feuillus en se basant sur les exigences de cette même norme. Les exigences de la NF EN 14080 :2013 doivent donc être respectées et certaines adaptations sont nécessaires pour la fabrication de lamellé-collé de hêtre dans le cadre du présent projet.

Tout d'abord, les planches entrant dans la fabrication des pièces en lamellé-collé doivent être classées selon leur résistance. Cette problématique est l'objet du point précédent. Nous avons proposé, dans le cadre du présent projet, de considérer que la classe de résistance du bois lamellé-collé est la même que celle des lamelles (selon la NF EN 338) qui le constituent, sous réserve que les exigences sur la résistance des joints de collage (flexion des aboutages, cisaillement et délamination) soient satisfaites.

Il a été préconisé que les planches en hêtre entrant dans la composition du lamellé-collé soient fournies séchées à 12%+/-2%, brutes de sciage. Pour répondre aux contraintes techniques du hêtre (nervosité, déformations au séchage), les lamelles seront fournies en faibles et moyennes longueurs (de 1 à 2m).

De plus, les pièces à fabriquer étant cintrées, avec un rayon à l'intrados de 3695mm environ d'après les éléments dont nous disposions, l'épaisseur finie des lamelles ne devait en aucun cas excéder 17mm. L'épaisseur finie devra être supérieure à 6mm.

Photo 6 : Chevrons cintrés du bâtiment accueil

Les adhésifs doivent produire des liaisons durables dans les produits lamellé-collé pendant la durée de vie de la structure pour la classe de service requise conformément à l'EN 1995-1-1.

Pour les produits lamellé-collé destinés à être utilisés dans la classe de service 1 (humidité entre 7% et 13%), des adhésifs pouvant être affectés au type I ou II conformément à la norme NF EN 301 doivent être utilisés. La colle utilisée devait avoir fait l'objet d'une évaluation de type initial sur du hêtre selon les normes NF EN 302-2 et NF EN 14080.

Par analogie avec les exigences données par cette norme pour les lamelles en C24, la résistance caractéristique à la flexion à plat déclarée des aboutages dans les lamelles classées D24 devait être supérieure à 30 N/mm². Ces essais de flexion des aboutages à entures multiples dans les lamelles devant être réalisés sur au moins 15 éprouvettes.

De même, il a été préconisé que la résistance des joints de collage soit vérifiée par essais de délamination **et** essais de cisaillement. Ces essais adaptés à l'utilisation du hêtre devant être effectués conformément à l'annexe C et à l'annexe D de la NF EN 14080. Les exigences à respecter pour ces deux essais sont données aux paragraphes 5.5.5.2.2 et 5.5.5.2.3 de cette norme.

Copyright FCBA INFO, janvier 2016

Ces essais devant être réalisés sur la base de l'échantillonnage suivant :

- Essais de délamination : au moins 10 éprouvettes de section entière ;
- Essais de cisaillement : au moins deux éprouvettes de section entière.

Nous rappelons que d'après le FD P 20-651, les performances du hêtre en termes de durabilité naturelle, hors aubier, vis-à-vis des différents agents de dégradation biologiques sont les suivantes :

Durabilité fongique et classe d'emploi				
1	2	3a	3b	4
L3	L2	N	N	N

Le hêtre n'est pas naturellement résistant vis-à-vis des insectes à larves xylophages ni des termites.

Avec :

- L3 : Longévité supérieure à 100 ans ;
- L2 : Longévité comprise environ entre 50 ans et 100 ans dans l'utilisation initialement prévue ;
- L1 : Longévité comprise environ entre 10 ans et 50 ans dans l'utilisation initialement prévue ;
- N : Longévité incertaine et dans tous les cas inférieure à 10 ans, ces solutions ne sont pas à prescrire.

A noter que l'aubier du hêtre est peu ou pas distinct du duramen à l'état sec.

En application des articles R.112-2 et R.112-4 du code de la construction et de l'habitation et de l'arrêté du 27 juin 2006 modifié, les éléments en bois et les matériaux à base de bois qui participent à la solidité des structures et mis en œuvre lors de la construction de bâtiments neufs ou de travaux d'aménagement doivent être protégés :

- Contre les insectes à larves xylophages sur l'ensemble du territoire ;
- En complément, contre les termites dans les zones délimitées par un arrêté préfectoral pris conformément à l'article L.133-5 du code de la construction et de l'habitation.

Il est à noter qu'en l'état actuel de nos connaissances, à ce jour, aucune infestation de termites n'a été répertoriée sur la commune de Xertigny (88220).
Ainsi, l'application en usine d'un traitement conférant une durabilité compatible avec la classe d'emploi 2 ainsi que vis-à-vis du risque insectes à larves xylophages sur les pièces en lamellé-collé a été préconisé.

Seuls les produits de traitement conformes à EN 15228 : 2009, 4.5, qui n'ont pas d'influence sur les propriétés de la résistance, la rigidité et la masse volumique pouvant être utilisés.

Le fabricant a mis en place un plan d'assurance qualité détaillé inspiré du référentiel Acerbois-Glulam spécifique à la fabrication de lamellé-collé à base de hêtre pour ce chantier. Il l'a fourni au mandataire de la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour contrôle de conception avant le démarrage de la production. Tout au long de la production, le prestataire a fourni au mandataire de la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage les résultats des contrôles effectués pour analyse et validation des différentes étapes selon le phasage ci-dessous.

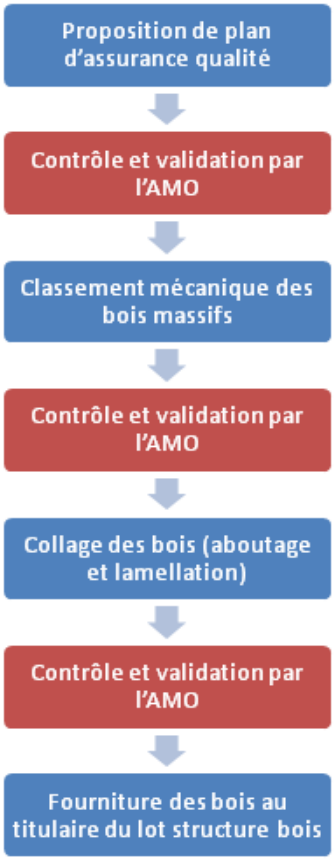

Schéma 1 : Plan d'assurance qualité mis en place par le Fabricant

Sur les paramètres de fabrication tels que la pression de serrage, la méthode d'encollage, le grammage, le ration résine/durcisseur, le temps d'assemblage et de serrage, des préconisations ont également été formulées par FCBA.

Enfin, afin de rassurer complètement le bureau de contrôle, des essais de flexion sur des poutres en grandeur d'emploi ainsi que des essais de délamination ont été réalisés par le CRITT Bois.

Copyright FCBA INFO, janvier 2016

Pour en savoir plus

www.mairie-xertigny.fr

Contact :

Julien BRASSY
Ingénieur Construction Bois
Tél. 05 56 43 63 38
julien.brassy@fcba.fr

FCBA – Pôle Industries Bois Construction
Section CIAT
Allée de Boutaut – BP227 – 33028 Bordeaux Cedex

Etude réalisée avec le soutien de

Copyright FCBA INFO, janvier 2016
> voir tous les articles FCBAINFO