

Qualification du collage structural du châtaignier

Dans la dynamique de valorisation des bois feuillus pour des usages en construction, et grâce à l'appui de l'interprofession Interbois-Périgord, la possibilité de valorisation du châtaignier sous forme de lamellé collé a été étudiée. Depuis l'aptitude au collage structural de cette essence jusqu'à la caractérisation de poutres en dimension d'emploi, l'ensemble des étapes d'implantation dans un process de production industriel ont été éprouvées (les exigences en termes de classement mécanique des bois étant traitées en parallèle dans un autre volet de l'étude complète du châtaignier). Les résultats obtenus, à partir de sciages conventionnels et de sections usuelles pour cette essence, confirment le potentiel du châtaignier pour un usage en lamellé collé, même si de nombreux paramètres restent à optimiser. Enfin, cette étude s'est intéressée à la détermination de méthodes de caractérisation pertinentes pour lames de platelage extérieur aboutées, au sujet desquelles l'offre en feuillus croît sur le marché, sans toutefois répondre à aucune exigence normative. Les travaux menés ici démontrent que la définition de cycles de vieillissements adaptés reste une opération délicate mais les résultats obtenus permettent déjà de cibler les protocoles d'évaluation futurs.

With the aim of promoting hardwood species for timber construction purposes, and with the financial support of Interbois-Périgord, a study was carried out on valorisation of chestnut as glulam beams. From the study of the structural bonding capability of this specie until final mechanical characterization of full size glulam beams, each step for the implementation of chestnut in an industrial process was proofed (mechanical strength grading of the input wood material being examined within a parallel task of the overall chestnut project). Results obtained from usual cross sections and qualities of chestnut lamellae do show the real potential of chestnut for structural glulam use, even some production parameters have to be optimized for hardwoods. Last, this project also looked at the design of test methods for the assessment of emerging products made of hardwood, such as finger jointed decking lamellae for exterior use which are not covered by any standards in Europe. Adapted ageing cycles are very difficult to define but the results allow to define some critical test methods which could be applied in a very close future.



Contexte

Après l'élaboration d'un constat global, un groupe de travail associant diverses Interprofessions (Futurobois, Interbois-Périgord et BoisLim) acte la nécessité d'œuvrer collectivement à une meilleure reconnaissance des qualités et des potentialités du châtaignier. Progressivement, il se dessine un programme de développement construit autour de plusieurs volets identifiés et reconnus comme pertinents par les professionnels.

En parallèle, une autre demande émerge. Elle concerne les bois de châtaignier utilisés en structure sur le marché italien (petite poutre juste équarrée ou uso fuime). Cette demande émane des propriétaires forestiers du Nord de la France beaucoup plus concernés par ce type de bois que dans le Sud-Ouest, où cette essence est certes beaucoup plus présente en surface et en volume que dans le Nord mais sous forme de taillis donc de bois de diamètres moins importants.

C'est dans un esprit collégial et interprofessionnel que le groupe de travail a alors convenu de prendre en compte cette demande et de l'intégrer dans le programme global en cours d'écriture.

Un programme en 6 volets a ainsi été finalisé en étroite partenariat avec le FCBA et a été présenté aux fédérations nationales (Fédération Nationale du Bois, Fédération Nationale des Forestiers Privés) au cours de l'année 2011. Il a recueilli un avis favorable et a donc fait l'objet d'une demande de financement auprès de France Bois Forêt.

Afin de travailler plus efficacement, ce programme, a été divisé en différents volets répartis entre plusieurs porteurs de projets (Interprofessions, APECF/FNB) afin de mobiliser des co-financements régionaux mais aussi de permettre un avancement simultané des différents axes de travail.

Interbois-Périgord, interprofession départementale de la filière forêt-bois de la Dordogne, premier département en France concerné par la présence et la transformation de cette essence, a décidé de s'engager et de porter le premier volet de ce programme qui concerne l'étude du collage structural du châtaignier.

Enfin, ce travail s'inscrit pleinement dans la volonté de la Fédération Nationale du Bois d'œuvrer sur la valorisation des bois feuillus et c'est en complète cohésion que cette action a été menée avec cette fédération et l'APECF.

Objectifs

L'objectif de ce volet était d'étudier la possibilité de valorisation du châtaignier sous forme de lamellé collé. Les réponses apportées par le FCBA devant

permettre aux entreprises de transformation et à leurs partenaires de proposer cette essence pour des usages en structure.

Le travail s'est déroulé en plusieurs phases :

1. Cadrage du projet avec les principaux partenaires,
2. Consultation des fabricants de colles, validation de l'aptitude au collage structural du châtaignier par voie d'essais en laboratoire selon les référentiels normatifs en vigueur pour la lamellation et l'aboutage, choix de la colle pour les phases suivantes,
3. Recherche d'un lamelliste et phase de production industrielle de poutres prototypes,
4. Caractérisation mécanique et classement des poutres produites,
5. Synthèse des résultats

Les partenaires professionnels et financiers ont été associés tout au long du projet, que ce soit lors des réunions du Comité de Pilotage ou lors des phases d'essais dans le Laboratoire de Mécanique du FCBA à Bordeaux.

En parallèle de ce travail, une consultation des partenaires professionnels transformateurs a été engagée par Interbois-Périgord pour l'approvisionnement des bois à partir desquels les premiers essais en laboratoire ont été effectués. Cette consultation tenait compte des caractéristiques silvo-techniques du bois de châtaignier.

Résultats

Phase 1 : Validation de l'aptitude au collage structural du châtaignier

L'aptitude au collage structural du châtaignier a été étudiée pour les différentes familles d'adhésifs structuraux actuellement disponibles sur le marché : Mélamine Urée Formol (MUF), Résorcinol Phénol Formol (RPF), Polyuréthanes (PUR), Isocyanates polymérisés en émulsion (EPI). Différentes caractérisations ont été menées en Laboratoire en se focalisant sur l'aptitude de l'adhésif à accepter les variations dimensionnelles des bois lors des phases de retrait-gonflement caractéristiques d'un usage extérieur d'une part, et souvent critiques pour les essences feuillues d'autre part, simulées par voie d'essais de délamination selon la norme NF EN 302-2.

A ce sujet, il est important de souligner ici que les méthodes d'essais existantes ont été établies pour les bois résineux dont les propriétés physiques sont très différentes des bois feuillus. L'expérience montre que pour certaines essences, ces méthodes sont inadaptées et devront être modifiées pour tenir compte des spécificités des bois feuillus. Ceci est particulièrement vrai pour l'essai de délamination

selon la norme NF EN 302-2. Dans ce but, un groupe de normalisation animé par le FCBA a été créé au sein du CEN TC193/SC1.

Les conclusions montrent que les adhésifs RPF (fourni par le partenaire DYNEA AS) et MUF (fourni par le partenaire AKZO NOBEL) satisfont aux exigences de la norme NF EN 301 en ce qui concerne la résistance à la délamination des joints de collage déterminée selon la norme NF EN 302-2 et par conséquent, peuvent être utilisés pour le collage structural du châtaignier. Il est important de souligner ici que ces conclusions ne sont valables que pour les adhésifs soumis à essais et ne préjugent pas des performances de produits similaires.

Dans une optique de valorisation la plus large possible des connaissances acquises, il a été décidé en accord avec les deux formulateurs de procéder à la production des poutres prototypes avec l'adhésif MUF seulement, plus modulable en termes de conditions de mise en œuvre et représentant aujourd'hui près des trois quarts du marché du lamellé collé en France.

Phase 2 : production industrielle de poutres prototypes avec la technologie de collage retenue

La seconde phase de cette étude consistait en la production de poutres prototypes chez un fabricant de lamellé collé dans les conditions de production habituelles en résineux.

Les paramètres de production devaient intégrer des épaisseurs de lames réduites issues des sciages disponibles pour cette essence (avivés de 27 mm d'épaisseur), de qualité variant entre C-F1 et C-F2 selon la norme NF B53-801, et de largeur 135 mm composant la catégorie d'avivés la plus accessible au niveau des scieries de châtaignier.

On souligne ici que le classement mécanique des avivés de châtaignier n'étant pas encore disponible au moment de la fabrication, les bois ont été classés visuellement selon les classes d'aspect C-F1 et C-F2 selon la norme NF B53-801. La correspondance entre ces classes d'aspect et la classe mécanique D24 a été établie depuis par le FCBA dans le cadre du volet classement du châtaignier.

La production s'est décomposée en 2 parties bien distinctes :

- une production de poutres, étalée sur 2 journées, décomposée en une phase d'aboutage puis de lamellation permettant de définir certains paramètres de production qui devront néanmoins être optimisés pour des productions en plus grandes séries. Ont ainsi été produites 20 poutres de section finale 125 x 125 mm² et 20 poutres de section finale 125 x 300 mm², toutes en longueur 6 m.
- une production de lames aboutées spécifiques pour essais de flexion 4 points sur aboutages, à l'état initial et après vieillissement, afin de pouvoir établir les bases d'un protocole d'évaluation des lames de platelages aboutées

Cette phase de production a été réalisée avec succès grâce à la totale collaboration et l'implication des équipes de production de l'entreprise Goubie SA (Prignonrieux, 24), et de AKZO NOBEL.

Ce que nous pouvons retenir de cette phase de production industrielle :

- les conditions de production des poutres lamellées collées ont été globalement conformes aux exigences de la norme NF EN 14080, hormis certaines mesures d'humidités de lames,
- bonne intégration générale du châtaignier dans la chaîne de production à des cadences représentatives de celles appliquées à l'épicéa, en limitant les phases de purge des défauts aux extrémités des lames, conservant ainsi les caractéristiques intrinsèques des lamelles. Du fait de la densité supérieure du châtaignier par rapport à l'épicéa, la pression d'aboutage des lamelles a été augmentée d'environ 50%. Par ailleurs, il aurait été préférable de réduire la vitesse de remontée de la tête d'usinage afin d'éviter l'altération trop importante du profil d'aboutage en 15 x 3,8 x 0,42 mm et d'en optimiser les performances finales,
- la qualité du rabotage, qui demeure un facteur clé vis à vis de la qualité du collage, n'a pas suscité de problème majeur lors de la transition vers le châtaignier, essence feuillue plus dense que l'épicéa utilisé habituellement sur la ligne (réduction de la vitesse de rabotage),
- la pression appliquée pour la lamellation a été augmentée au niveau maximal autorisé par le système de serrage sans néanmoins permettre d'atteindre le niveau souhaité. Deux temps de pressage ont été appliqués (5 heures et 3 jours).

Phase 3 : caractérisation mécanique et classement des poutres prototypes

Enfin, la dernière phase consistait à caractériser de façon très complète l'ensemble des poutres produites, en termes de qualité du collage et de résistance mécanique globale des poutres. Elle amène aux conclusions suivantes :

- La qualité du collage des poutres, éprouvée par voie d'essais de flexion des lamelles aboutées, et de délamination et de cisaillement des plans de collage entre lamelles, satisfait aux exigences générales de fabrication de la norme NF EN 14080.
- Du fait des très bonnes performances du bois massif, la qualité d'aboutage des lamelles reste un élément clé de la performance mécanique globale des poutres éprouvées par voie d'essais de flexion 4 points, puisque la rupture intervient le plus souvent au niveau de la dernière lamelle quand des aboutages sont situés dans le tiers central fortement sollicité en traction. Le profil d'aboutage standard utilisé (15 x 3,6 mm) démontre néanmoins un niveau de performances très satisfaisant. Une optimisation de ce profil devrait permettre d'accroître et de fiabiliser le niveau de performances obtenu, en limitant les risques de fentes longitudinales lors de la mise sous pression.
- Les essais de résistance en flexion 4 points de poutres permettent de confirmer le potentiel de cette essence, les résultats satisfaisant aux exigences de la norme NF EN 14080 pour du lamellé collé de qualité GL24. Ces résultats pourraient être améliorés en travaillant sur la qualité d'aboutage et les critères de purge des lamelles. Des classes mécaniques supérieures seraient difficiles à atteindre pour des raisons de limitation du module d'élasticité. Aussi, il faudrait peut-être à terme raisonner sur des bois de qualité intermédiaires et au-delà de raisons esthétiques sur les lames extérieures, la qualité C-F1 ne semble pas justifiée pour ce type d'application au regard coûts / performances supplémentaires potentiellement générées.

La dernière tâche de cette étude visait à déterminer des méthodes d'évaluations pertinentes pour les lames de platelage extérieur aboutées en général et plus particulièrement en bois feuillus. Des lames aboutées ont été soumises à différents cycles de vieillissement puis soumises à des essais de flexion afin de quantifier les pertes de performances réelles et admissibles. Les protocoles restent encore à optimiser car certains cycles jugés trop agressifs ne permettent pas d'identifier de manière suffisamment fine les pertes de performances liées à la qualité de l'aboutage uniquement, mais serviront de base pour

la définition d'un référentiel d'évaluation général des lames de platelage extérieur aboutées en cours de préparation par le FCBA.

Conclusion

Le châtaignier, essence feuillue à croissance rapide largement présente sur le territoire national et qui présente un rapport prix/performance intéressant, pourrait assez facilement être valorisé en construction sous forme de lamellé-collé.

Il ressort de cette étude un certain nombre de points clés qui devront être pris en compte avant tout développement industriel :

- L'adéquation entre performances mécaniques des avivés et performances mécanique des poutres semble meilleure pour des bois de qualité intermédiaire.
- L'adaptation du profil et de la vitesse d'usinage des entures pourrait permettre d'améliorer les performances atteintes,
- L'outil de production et en particulier les postes d'usinage et de pressage devraient être adaptés aux spécificités de cette essence plus dense que les résineux courants.

Pour en savoir plus...

Cette étude va pouvoir être intégralement valorisée dans le programme européen EU-Hardwoods qui démarre en 2014 pour lequel FCBA est partenaire

Contact :

Guillaume LEGRAND

Responsable Technique Essais Collage et Panneaux

Tél. 05 56 43 64 48

guillaume.legrand@fcba.fr

FCBA – Pôle des Laboratoires

Laboratoire Mécanique

Allée de Boutaut – BP 227 – 33028 Bordeaux cedex



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Etude financée par



MINISTÈRE
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE

