

Chêne massif et assemblages par goujons collés

Christophe Gomas
Prenn Diagnostic
Morlaix, France



1. Une surélévation en chêne

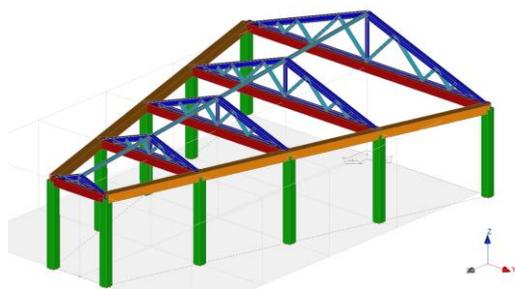
1.1. Une structure massive sans contreventement apparent

Le groupe de cuisine italienne Big Mamma termine actuellement l'aménagement de son 4^{ème} restaurant Parisien



Le dernier niveau est une surélévation, et le choix de l'agence C2AI ARCHITECTES s'est porté sur un espace entouré de bois et de verre, complètement libre. Poteaux et de poutres sont en chêne massif de sections importantes (30 x 30cm), la structure devant libérer totalement l'espace intérieur. Une verrière s'appuie librement dessus.

L'emplacement est urbain et dense, sans espace de chantier, la préfabrication est donc indispensable, et les délais de réalisation sont très courts ; il s'est passé 4 mois entre la commande de l'étude et la réalisation.



Le bureau d'étude KONSTRUKTIF choisit des assemblages mixtes acier et broches collées, qui permettent un encastrement des poutres, évitant tout élément de contreventement. La société BEPOX connaît bien ces assemblages, pour en être applicateur depuis 25 ans. Pour la qualité du bois et son hygrométrie, elle disposait d'un stock adapté.

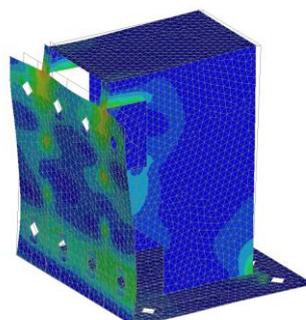
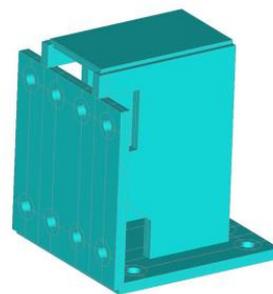


Des éléments en bois massifs de grande longueur

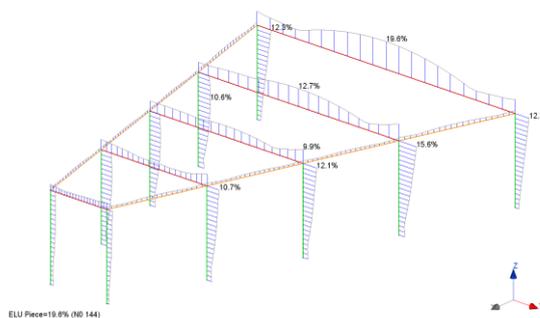
Le B.E.T. KONSTRUKTIF modélise des boîtiers en acier combinant un assemblage transversal rapide boulonné et des encastresments par broches collées

Efforts : Sous G : $M_y = 250 \text{ daN} \cdot \text{m}$
 soit effort traction par broche = 350 daN
 Sous W : $M_y = 690 \text{ daN/m}$
 soit effort traction par broche = 960 daN

La structure est simplifiée à l'extrême, basée sur un matériau performant, le chêne, avec des assemblages encastres.



Deplacements=0.3mm Von Mises=221MPa





Broches en tige filetée acier qualité 8.8



Chêne massif avec assemblages cachés



Assemblages collés avant levage.

2. Goujons collés

La méthode des goujons collés est un assemblage structural. Que ce soit pour renforcer ou pour liaisonner, elle permet de transférer une contrainte dans l'âme d'un élément.

Réparation et renforcement



Sté BEPOX - Assemblages en rénovation

Structures neuves



Sté SIMONIN - portiques encastrés de 15 m de portée

La performance finale de l'assemblage dépend de celle des matériaux en présence, de leur géométrie, et de leur mise en œuvre.

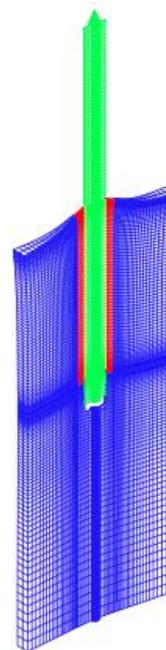
La majorité des réalisations sont en époxy car c'est la seule formulation qui présente l'avantage d'un collage par simple contact sans serrage, et dans les conditions de chantier avec une faible précision d'usinage.

« Donc les avantages du système sont :

- Grande rigidité et résistance
- Taux de travail élevé des sections de bois sollicitées
- Mise en œuvre possible parallèlement au fil du bois (aboutage)
- Dissimulation des transmetteurs d'efforts au sein des éléments bois
- Préfabrication en atelier »

2.1. Comportement mécanique

Un assemblage par goujons collés dépend des trois constituants et de leurs interfaces : le bois, l'adhésif ou le goujon. Si la sollicitation est parallèle à la tige, le joint est cisailé dans sa longueur et sollicité latéralement en traction. Les modélisations, et essais, examinant la distribution des contraintes, ont montré une répartition hétérogène le long du joint, ainsi que deux concentrations de contraintes, en tête et fond d'ancrage.



2.2. Etat actuel de la réglementation

Il n'existe actuellement aucun texte réglementaire s'imposant car approuvé par les Assurances, ni DTU. Plusieurs formules de dimensionnement sont, à ce jour, disponibles.

La définition d'une formulation harmonisée est donc une priorité pour la prochaine révision des codes de calcul. Voici les textes actuels :

- *Eurocodes prEN 1995-2*. Dérivé des travaux de Gustafsson et du projet GIROD, ce texte a été publié en annexe de l'Eurocode, faute d'unanimité.
- *Cahier de l'Irabois n°11 (1999)*. Ce texte est l'un des plus utilisés actuellement, car comprenant formulation, description et géométries d'application.
- *Norme allemande DIN*. Dans cette formule, la résistance à l'arrachement d'un goujon est jugée indépendante de la densité. La valeur de résistance du joint est fonction de la longueur d'ancrage.
- *Formulation de l'Avis Technique RESIX (ets SIMONIN)*. Ce texte définit les assemblages réalisés par cette entreprise, dans son atelier exclusivement.
- *Formulation de l'Association RBR*. « RÉPARATION ET RENFORCEMENT DES OUVRAGES BOIS PAR DES TECHNIQUES DE RÉSINES - Recommandations pour la conception, le calcul et la réalisation »

Les formules de l'Eurocodes 5 y sont adaptées en intégrant les variations des contraintes de cisaillement des classes de bois de l'Eurocode 5.

Ce texte complet, allant du domaine d'application au diagnostic de l'existant, des justifications et dimensionnements, la mise en œuvre et l'Assurance Qualité. Publié en 2015, il est en cours de soumission aux Bureaux de Contrôles et BET spécialisés, avant d'être présenté aux organismes certificateurs et aux Assurances.

2.3. Perspectives et interrogations

Depuis 1999, il y a eu différentes études universitaires associées à des essais en vraie grandeur. Elles ont :

- validé les coefficients partiels adaptés pour un calcul en EUROCODE,
- mieux fait connaître le fonctionnement interne du goujon collé, et l'influence des différents composants avec leur proportionnalité,
- validé le fonctionnement des assemblages multi-tiges, sans que le fonctionnement précis à long terme soit vraiment connu
- souligné la perte de résistance des colles actuellement disponibles, dès que le joint atteint 40°,
- souligné l'ignorance actuelle des éventuels effets cumulatifs d'endommagements dans les cycles hausse de température/séchage/réhumidification.

Aussi pour que cette méthode puisse se développer, au service de la performance des structures bois, le travail scientifique et les fournisseurs devront répondre aux interrogations suivantes :

- le comportement à long terme
- l'hétérogénéité des contraintes le long du joint de colle
- l'influence des conditions limites
- l'influence de l'orthotropie du matériau bois (angle des cernes et distance de l'aubier par rapport au goujon.
- comportement des assemblages multi-tiges
- perte de résistance au-dessus de la température de 40°

2.4. Conclusion

Le goujon collé ouvre des solutions architecturales et permet d'exploiter au maximum le volume du bois pour des assemblages à très grande résistance. Son utilisation en rénovation est devenue courante, mais l'utilisation en neuf est freinée par le manque de textes réglementaire. La révision de l'EUROCODE en 2020 comportera peut être enfin un chapitre dédié. En attendant, les prescripteurs et contrôleur peuvent s'appuyer sur les derniers travaux collectifs tels que la proposition de l'Association RBR, en surveillant le choix des adhésifs et une conception réduisant l'impact des variations de température.

3. Références

- Thèse de J. SURLEAU : Durée de vie des assemblages par goujons collés sous sollicitations mécaniques et hydrothermiques
- Thèse de Julie LARTIGAU : Caractérisation de l'adhérence des renforcements locaux sur des structures bois
- Thèse de Mathieu VERDET - ÉTUDE DU COMPORTEMENT À LONG TERME DE SYSTÈMES D'ASSEMBLAGES PAR GOUJONS COLLÉS EN CONDITIONS CLIMATIQUES VARIABLES
- *Association RBR*
« RÉPARATION ET RENFORCEMENT DES OUVRAGES BOIS PAR DES TECHNIQUES DE RÉSINES - Recommandations pour la conception, le calcul et la réalisation »
(Disponible sur simple demande sur le site de la FIBC)