



Stabilisation d'un clocher Tors Pontigné • 49 - France

Le projet et les solutions retenues



La flèche de l'église Saint-Denis de PONTIGNE appartient à la noble famille des clochers tors d'Europe. Ce dernier datant du XVIème siècle, chef d'œuvre structurel, a été restauré grâce au savoir-faire d'entreprises angevines spécialisées en patrimoine ancien, dans le respect des normes en vigueur par l'apport d'une ossature en Kerto®.

Au vu des déformations et des déplacements importants de la flèche, les performances du Kerto ont rendu possible, en complément des dispositions structurelles d'origine, une conception puis la mise en œuvre d'une structure de renforcement interne, contemporaine, complètement lisible et éventuellement réversible, suivant les règles de

l'art, comme l'exige l'esprit de restauration en patrimoine ancien.

Réalisée et assemblée pièce par pièce dans l'encombrement de l'existant, cette structure est composée de ceintures moisant les différentes enrayures, reliées par des écharpes de contreventement dans le sens inverse de rotation de la flèche.

Ce dispositif, assurant une plus grande stabilité à l'édifice sans apporter de charges supplémentaires conséquentes, a permis de procéder à la restauration par emplacement des pièces de chêne dégradées tout en conservant les dispositions d'origine et le maximum de vieux bois.

Produits utilisés

■ **Renforcement des enrayures :** Kerto-S, 75 mm x 150 mm

■ **Echarpes de contreventement :**

- Niveau 0 : Kerto-S, 75 mm x 200 mm

- Niveaux supérieurs : Kerto-S, 75 mm x 150 mm

■ **Volume total de Kerto-S mis en œuvre =** ~2,1 m³.



Conception

■ **L'étude structurelle :**

Assisté du logiciel de dimensionnement ROBOBAT, les ingénieurs ont dimensionné les systèmes nécessaires à la restauration de l'ouvrage dont la structure de renfort interne en Kerto.

■ **Le fût carré :**

Le fût carré, structure poteau-poutre en chêne, est fixé à une ceinture métallique elle-même scellée aux quatre angles de la croisée de transept sur des corbeaux en béton armé.

■ **La composition de la flèche originelle :**

La structure de la flèche est composée de :

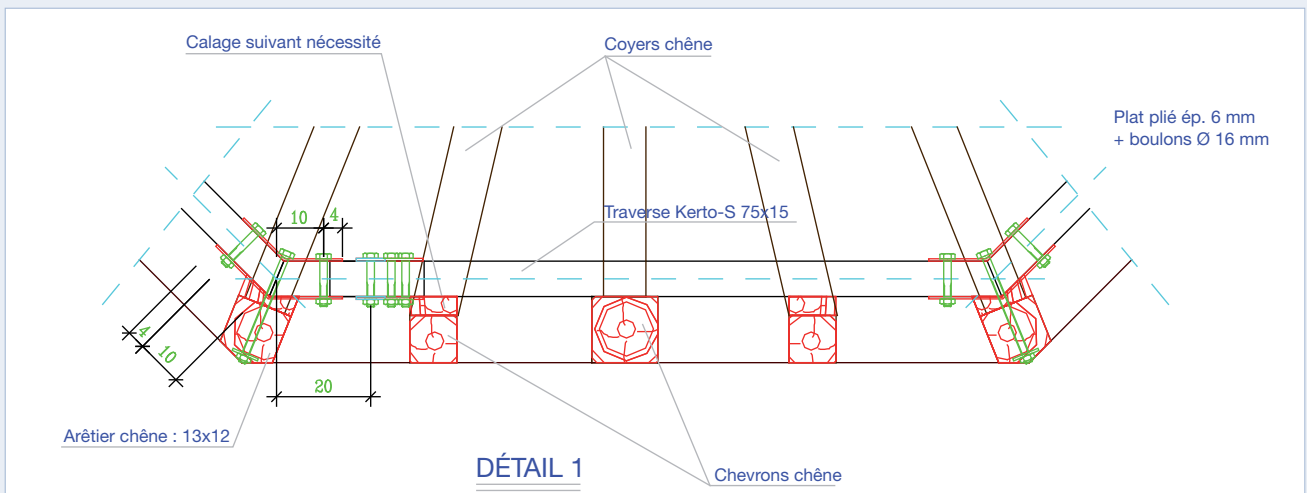
- 1 poinçon central en chêne (220 mm x 220 mm),
- 5 niveaux d'enrayure autour du poinçon,
- 8 arêtiers en chêne (130 mm x 120 mm) relient les enrayures.

Constitué de 8 facettes sur la hauteur, le clocher effectue une rotation d'1/8ème de tour de gauche à droite autour du poinçon.

■ **La structure de renfort interne, en Kerto :**

Ce système de renfort exploite les caractéristiques mécaniques élevées du Kerto afin de stabiliser la rotation de la flèche sans surcharger la structure existante.





■ Les enrayures :

Les enrayures des niveaux n°0 et n°4 sont renforcées par des ceintures octogonales simples, en Kerto-S. Aux niveaux intermédiaires, n°1, n°2, et n°3, des doubles ceintures en Kerto-S, moisent les enrayures existantes.

■ Les écharpes de contreventement :

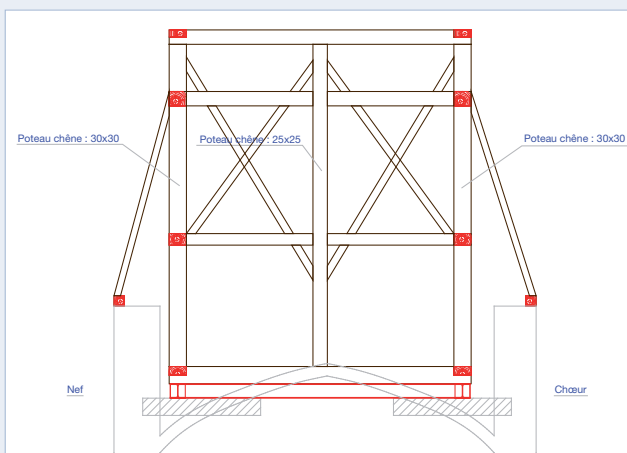
Les barres de contreventement en Kerto-S assurent la stabilité de la flèche jusqu'au fût carré en chêne.

Leur mise en œuvre dans le sens inverse de la rotation de la structure originelle permet d'équilibrer les efforts dans l'ensemble de l'ouvrage.



■ Les assemblages :

Les assemblages entre les pièces de renfort en Kerto sont conçus pour permettre un remplacement simple, si nécessaire, des différents éléments. Les ceintures sont solidarisiées à la structure existante par assemblage sur les arêtiers.



Mise en œuvre

■ La restauration du fût et de la flèche :

L'ensemble des bois a été gratté, nettoyé et dépoussiéré pour éliminer les parties dégradées. Les bois détériorés sont restaurés par entures ou remplacés, suivant nécessité. Le fût est liaisonné par des brides, à la ceinture métallique en profils HEA 260, elle-même fixée à la maçonnerie, par scellement chimique, à l'aide de chevilles métalliques.

■ La mise en œuvre des renforts Kerto :

Compte-tenu de la complexité et des déformations de la structure, la préfabrication n'était pas envisageable. L'ensemble des éléments composant la structure interne en Kerto a donc été taillé sur site, "à la perche", cette technique permettant d'ajuster précisément les ceintures et contreventements aux différentes pièces de la flèche existante.



■ Le renforcement des enrayures :

Les différents pièces des ceintures de la structure de renforcement sont assemblées entre elles et aux arêtiers, par des flasques métalliques pliées et boulonnées.



■ La pose des écharpes :

Les écharpes de contreventement sont assemblées par des embrèvements et des flasques boulonnés à chaque extrémité dans les ceintures Kerto, afin d'établir une liaison parfaite et de reprendre tous les efforts.



■ L'application du revêtement extérieur :

La couverture en ardoise est issue d'ardoisières angevines. Elle est mise en œuvre de façon traditionnelle sur volige, fixée avec des clous en cuivre.



■ La manutention :

L'ensemble des matériaux a été acheminé dans la flèche à l'aide d'une sapine et d'un treuil de levage. Un échafaudage périphérique est resté en place pendant toute la durée du chantier afin de réaliser un accès sécurisé sur l'ensemble de la zone de travaux.

Fiche chantier

Référence & lieu du projet : Restauration d'un monument historique - La flèche d'un clocher tors Eglise Saint-Denis, PONTIGNE (49)

Type de travaux : Rénovation - Non-résidentiel

Temps d'étude et maîtrise : 3 ingénieurs et techniciens - 250 heures

Temps de mise en œuvre : 3 charpentiers expérimentés - Rénovation globale : 8 mois - Structure de renfort interne en Kerto : 230 heures

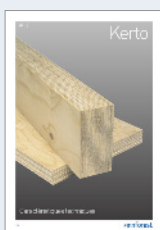
Montant global : 1 676 939 € HT

Entrepreneur Bois : ATELIERS PERRAULT FRERES - SAINT LAURENT DE LA PLAINE

Maîtrise d'ouvrage : COMMUNE DE PONTIGNE

Architecte : MESTER DE PARAJD ACMH - PARIS

Bureau d'étude & Maîtrise d'œuvre : ECSB - CHALONNES SUR LOIRE



Retrouvez les informations techniques dans le guide Kerto et la vidéo Kerto.

Informations également disponibles sur

→ www.finnbox.fr

Logiciel de dimensionnement :

→ www.finnforest.fr/finnwood