

# Zoom

## Sur Sézanne

TOUS PROCÉDÉS DE RÉPARATION ET DE RENFORCEMENT DE STRUCTURES EXISTANTES



Pierre

## Avant-propos

L'église Saint-Denis à Sézanne (Marne) présentait un état général dangereusement instable lié à diverses pages de son histoire. Construit au XVI<sup>e</sup> siècle, cet édifice dépourvu de contreforts au nord mais doté de contreforts massifs au sud à la suite d'une succession de démolitions et de travaux de restauration, montrait des phénomènes de déversements inquiétants dus à un mauvais positionnement des arcs-boutants.

La confortation de cet édifice par la mise en œuvre du procédé breveté RENOFORS PIERRE a permis d'innover dans son application.

Le diagnostic ..... p 1

La recherche de la descente de charges ..... p 2

Le renforcement de la structure ..... p 2

L'intervention ..... p 3

Le mot du maître d'ouvrage .... p 4

La fiche d'identification ..... p 4



## À Sézanne, l'église Saint-Denis retrouve son équilibre

### LE DIAGNOSTIC

Après un examen détaillé de l'état des lieux dans le but de comprendre les désordres affectant l'édifice, il a été procédé à la définition des renforcements

“ **l'édifice souffrait d'un défaut de stabilité provoqué par une mauvaise répartition des contrebutements** ”

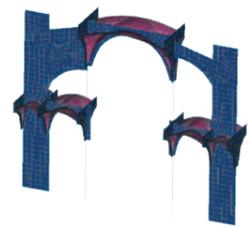
à mettre en œuvre dans le cadre du projet de consolidation générale défini par le maître d'œuvre. Les données ainsi recueillies ont été introduites dans une modélisation informatique afin de déterminer les points faibles de la structure et procéder à un

calcul mathématique de la solution de renforcement envisagée. Les résultats ainsi obtenus ont permis de conforter la structure par application du procédé RENOFORS PIERRE.

**RENOFORS**

— La chirurgie du bâtiment —

# LA RECHERCHE DE LA DESCENTE DE CHARGES ET LE DIAGNOSTIC DE LA STRUCTURE



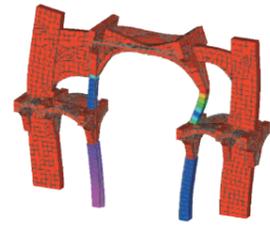
1 - Géométrie du modèle dissymétrique



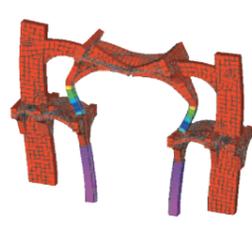
2 - Géométrie du modèle symétrique



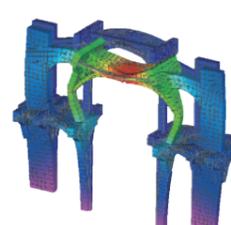
3 - Élévation de la structure - définition des appuis



4 - Contraintes de traction maximales dans les barres - modèle dissymétrique



5 - Contraintes de traction maximales dans les barres - modèle symétrique



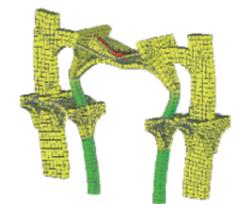
6 - Déformée superposée - modèle symétrique



7 - Définition de la géométrie des éléments



8 - Vue 3D du dessus de la structure - visualisation des tirants



9 - Contraintes de traction maximales dans les barres

## LE RENFORCEMENT DE LA STRUCTURE

**Une importante étude de calculs en simulation a été réalisée par modélisation mathématique.**

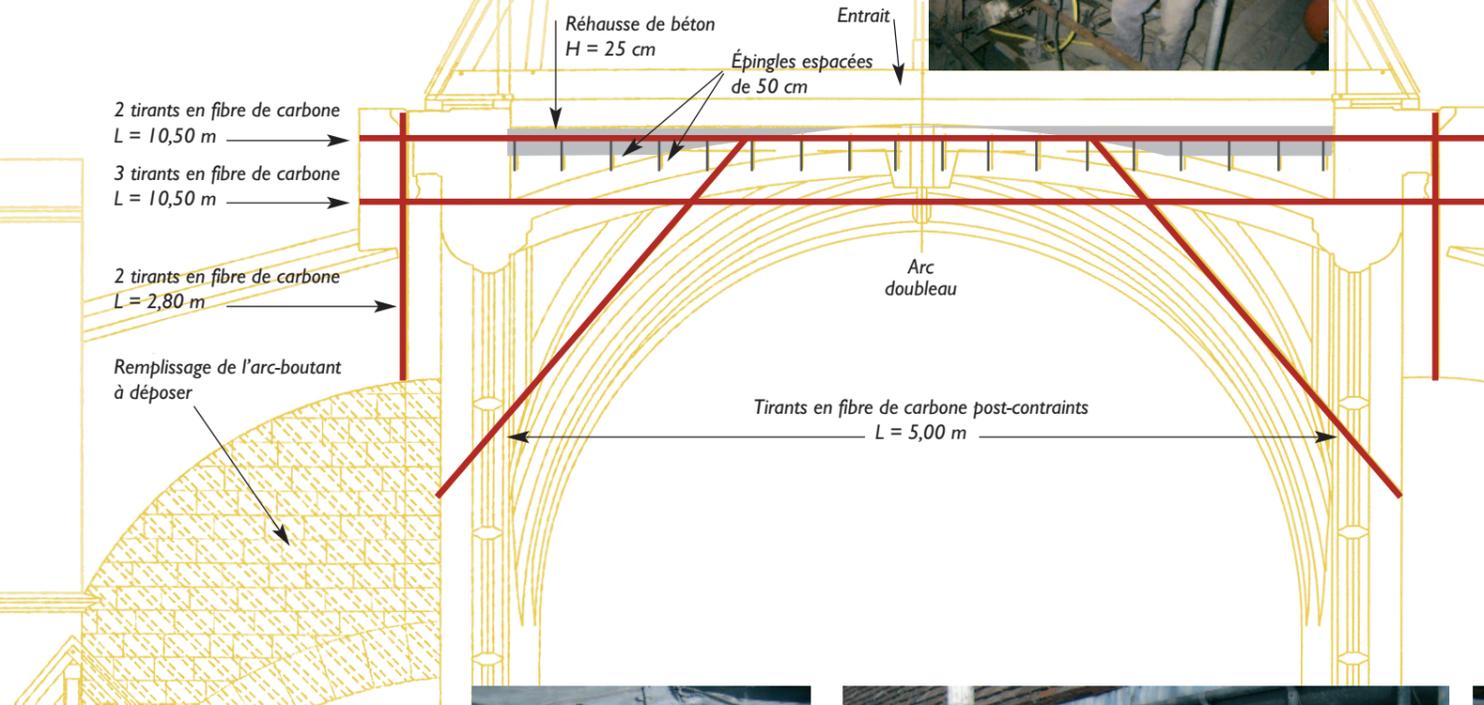
Elle comprend 2 ensembles de bas-côtés (nord et sud) avec un contrefort et 2 systèmes de voûtes et une partie centrale constituée de la voûte de la nef et de 2 arcs-boutants (1 & 2).

La structure dissymétrique de l'édifice actuellement en place a été analysée comparativement à une structure symétrique conforme au projet architectural de restauration.

L'analyse détaillée a permis de connaître avec précision la descente de charges (3), les contraintes dans les maçonneries (4 & 5) et la déformation de la structure (6) où l'on constate l'ouverture de celle-ci et le déversement des murs vers l'extérieur.

**Selon la même logique, il est alors procédé :**

- au contrôle des caractéristiques des matériaux de renforcement proposés par RENOFORS dans l'application de son procédé, contraintes en traction, en compression, en cisaillement etc.,
- à la modélisation des renforcements envisagés (7, 8 & 9). Celle-ci a été réalisée sur une travée de nef y compris les bas-côtés nord et sud,
- à l'analyse des résultats de la modélisation pour définir le dimensionnement des renforts nécessaires afin d'annuler le déversement des maçonneries et l'ouverture de la voûte de la nef.



# L'INTERVENTION PAR ARC DOUBLEAU

**Renforcement du mur diaphragme pour qu'il puisse travailler en poutre** et ainsi reprendre les efforts verticaux imposés par la mise en tension des tirants obliques. Pour ce faire exécution d'une réhausse en béton armé de fibres synthétiques au dessus de la voûte centrale.

**Mise en place de tirants en fibre de carbone après forage au diamant,** 4 tirants verticaux de 2,80 m, 5 tirants horizontaux de 10,50 m et 2 tirants obliques de 5,00 m tendus à plus de 6 tonnes, scellés sur toute leur longueur à la résine époxydique.



## Fiche d'identification

### Maître d'ouvrage :

DRAC Champagne - Ardenne

### Maître d'œuvre :

Pierre-Antoine GATIER – ACMH  
Yvon-Emmanuel PETIT – VMH  
Léopold ABECASSIS – VMH

### Bureau d'études structures :

UBC Ingénierie

### Bureau de contrôle :

SOCOTEC

### Entreprise principale :

Léon NOEL (Reims)

### Coût de l'intervention de RENOFORS :

355 140 €

### Délai d'exécution :

2 tranches de 3 mois – 2005

## LE MOT DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Cet édifice souffrait entre autre d'un défaut de stabilité provoqué par une mauvaise répartition des contrebutements côté nord. Après l'étude préalable, le choix d'un procédé de renforcement des arcs doubleaux par tirants en fibre de carbone a été dicté par plusieurs facteurs :

- rapidité de mise en œuvre diminuant de façon très notable la durée du chantier,
- réversibilité du procédé,
- aucune intervention apparente dans les combles, contrairement à d'autres solutions de pinces envisagées au départ de l'étude,
- possibilité offerte, une fois les tirants mis en œuvre, de faire disparaître les renforcements de maçonnerie réalisés sur les arcs-boutants pour tenter de contrebuter les voûtes, ce qui n'a pas manqué d'être fait.

Le chantier a atteint ses objectifs, à la grande satisfaction du maître d'ouvrage, de la commune propriétaire et du clergé affectataire qui ont pu ainsi retrouver l'usage de l'édifice à la fin des deux tranches de travaux, beaucoup plus rapidement qu'ils ne le pensaient au départ.

Frédéric Murienne

Conservateur Régional des Monuments Historiques



— La chirurgie du bâtiment —

183, boulevard Jean-Mermoz - 94550 Chevilly-Larue

Tél. : + 33 (0)1 49 73 20 07 - Fax. : + 33 (0)1 49 73 21 57

E-mail : [renofors@renofors.fr](mailto:renofors@renofors.fr)

Web : [www.renofors.com](http://www.renofors.com)