

# Calcul de stabilité de la nef de la cathédrale Saint-Michel à Bruxelles

Autor(en): **Lefevre, Paul / Evenepoel, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **13 (1988)**

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-13184>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



### Calcul de la stabilité de la nef de la cathédrale Saint-Michel à Bruxelles

Stabilitätsberechnung des Schiffes der Kathedrale Sankt-Michael in Brüssel

Calculation of the Stability of the Nave of the Cathedral Saint-Michel of Brussels

#### Paul LEFEVRE

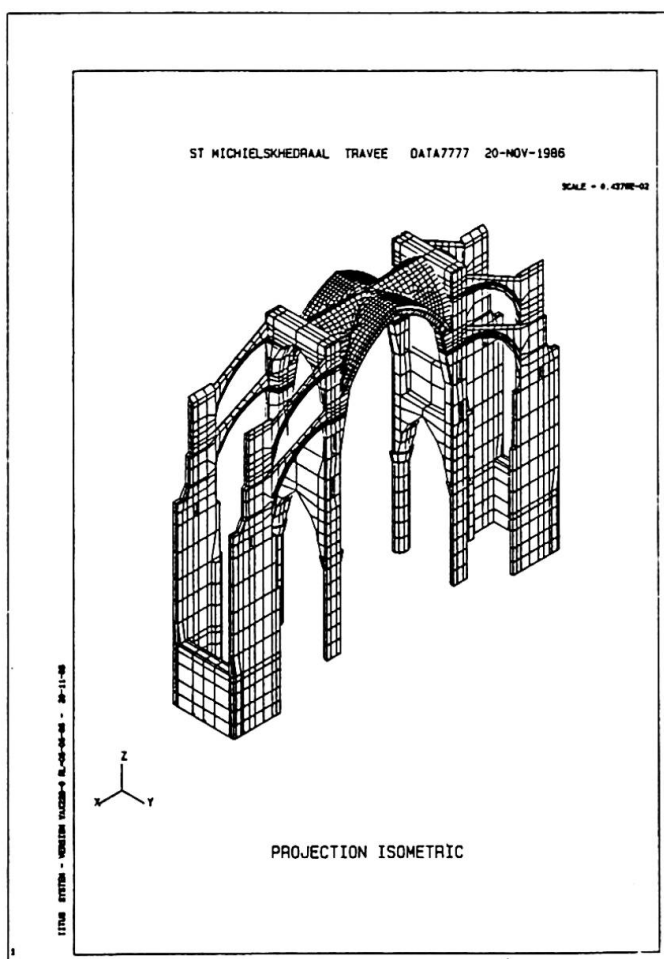
Directeur Général  
Régie des Bâtiments, MTP  
Bruxelles, Belgique

#### Hans EVENEPOEL

Ingenieur en chef-directeur,  
Service Stabilité, MTP  
Bruxelles, Belgique

La Cathédrale Saint-Michel est l'un des plus anciens monuments de l'agglomération bruxelloise. Son histoire remonte au 11<sup>ème</sup> siècle, alors que la construction de la cathédrale actuelle de style gothique a débuté en 1220 pour s'achever en 1475.

Au début des années 80, les phénomènes d'altérations observés étaient tels qu'un planning urgent des travaux de restauration s'avérait prioritaire au risque de compromettre définitivement la survie de la cathédrale.



En 1982, le Ministère des Travaux Publics approuve un plan de restauration globale qui permet, dès 1983, d'entamer les premiers travaux.

Une approche globale et innovante se justifiait particulièrement dans ce cas vu l'ampleur du problème, la complexité des interventions et les responsabilités inhérentes à la restauration d'ouvrages publics de cette importance.

Les arcs-boutants et les contreforts jouent un rôle fondamental dans la stabilité horizontale de la nef centrale de la cathédrale. Les arcs-boutants génèrent sous leur poids propre des poussées, qui sont nécessaires pour résister aux efforts horizontaux engendrés par les réactions des voûtes de la nef supérieure.

L'enfilade des arcs-boutant supérieurs sert à reporter sur les contreforts les charges dues au vent qui agissent sur la toiture de la nef centrale. En outre, les réactions des arcs-boutants sur les contreforts sont équilibrées par, entre autres, le poids-propre de ceux-ci.

Vu les importantes dégradations qui se sont produites aux contreforts et arcs-boutants, cette structure complexe a fait l'objet d'une étude très précise, qui fut faite en utilisant des moyens permettant de dépasser l'application classique des méthodes connues. Un modèle tridimensionnel a été construit sur ordinateur, permettant d'exécuter une analyse structurelle très détaillée.

Cette méthode de travail s'insère dans une approche nouvelle de la restauration de la cathédrale Saint-Michel, et repose sur des fondements scientifiques et techniques sans compromettre le caractère propre à ce monument. Tant pour le projet du modèle (pré-processing) que pour le calcul et l'analyse des résultats (post-processing) l'on a fait usage des possibilités offertes par la programmation avancée. L'analyse par ordinateur a été réalisée en utilisant la méthode des éléments finis.

On a utilisé à maintes reprises les possibilités du CAD liées à l'emploi de l'ensemble des modules du FEM afin de construire le modèle de calcul. La modélisation fut d'autre part, affinée par l'utilisation de modules à programmer en FORTRAN IV, compatibles avec l'ensemble des modules du FEM. Le modèle global fut érigé sur la base d'un élément à 3 dimensions (8 noeuds). Le modèle de base projeté d'une demi-travée de la nef contient environ 5000 noeuds et 2500 éléments de base. Les résultats pouvaient, comme le montrent les photos ci-jointes, être visualisés d'une manière très élégante grâce aux diverses possibilités offertes par les écrans graphiques très performants, en couleur, et, par la table traçante.

Simultanément, la vérification de la stabilité de la nef, en particulier sous les charges du vent et la recherche des zones fortement sollicitées, l'on pouvait également simuler les différentes phases d'exécution des travaux de restauration des arcs-boutants et contreforts. De cette manière, il fut possible d'évaluer quantitativement, la répercussion des différentes interventions prises sur chantier. Dans un même modèle, il fut possible de prendre en considération les différentes caractéristiques des divers matériaux et, notamment, la recherche de l'augmentation des contraintes résultantes de la composition hétérogène des piliers et des contreforts.

L'application d'une programmation avancée a permis d'optimiser la qualité des travaux de restauration. Enfin, nous voulons mentionner que pareils calculs sont uniques en leur genre en Belgique.