

Utilisation optimisée de la MEF et de la MED pour l'évaluation structurale post Incendie des Monuments Historiques

BOUKHAM, A.¹, PARENT, T.², MOREL, S.³, DUBOIS, F.⁴, MINDEGUIA, J.C.⁵



Résumé

Cette thèse s'inscrit dans le projet ANR DEMMEFI. Le territoire français compte de nombreux édifices anciens construits en pierre et classés comme Établissements Recevant du Public (ERP). Néanmoins, ce patrimoine bâti en maçonnerie est fragile vis à vis du risque incendie comme nous le rappelle le sinistre survenu le 15 avril à la cathédrale Notre-Dame de Paris. Suite à un incendie, la valeur patrimoniale de ces ERP fait que, en cas de doute structurel, la question de leur démolition est généralement écartée, contrairement à des constructions plus contemporaines. Qui plus est, lorsque ces édifices sont classés au titre des Monuments Historiques (MH), ils doivent faire l'objet d'une restauration et en dernier recours, d'une reconstruction à l'identique. Dans tous les cas, la question de la stabilité de la structure suite à un incendie demeure. Or, aujourd'hui, nous ne disposons pas de la connaissance et des outils permettant de se prononcer sur l'état structurel post-incendie d'un édifice maçonné.

L'objectif de cette thèse est de répondre à ce problème en mettant en œuvre une méthodologie d'évaluation structurale post-incendie des structures maçonnées 3D complexes allant du relevé de la géométrie jusqu'à la détermination d'un indicateur de stabilité mécanique de l'édifice. Cette méthodologie sera appliquée dans un premier temps à une travée courante de la nef de la cathédrale Notre-Dame puis généralisée aux édifices analogues en maçonnerie à forte valeur patrimoniale. La méthodologie développée s'appuiera sur l'utilisation combinée et optimisée des deux principales méthodes numériques de calculs les plus utilisées à ce jour : la méthode des éléments finis (MEF) et la méthode des éléments discrets (MED). Une méthode dite hybride MEF-MED sera proposée dans le but de combiner, en une seule approche de modélisation, les avantages des méthodes MEF et MED pour la modélisation mécanique des maçonneries. La problématique de stabilité mécanique vis à vis des sollicitations thermiques (pendant l'incendie et post-incendie) se basera sur une caractérisation thermo-mécanique des matériaux et assemblages mis en jeu et une estimation du chargement thermique (spatio-temporel) sur l'extrados des voûtes. La stratégie de modélisation sera basée sur une approche multi échelle partant de l'échelle du matériau pour remonter jusqu'à l'échelle de la structure. Enfin, la pertinence d'indicateurs de stabilité en termes de poussées limites, déplacements limites ou contraintes limites sera étudiée pour chaque type de sous structures de la cathédrale afin de proposer des méthodes pratiques de vérification concourant à l'évaluation structurale de ces structures hétérogènes complexes.

¹BOUKHAM, Ali, I2M, UMR 5295, Univ. de Bordeaux, ali.boukham@u-bordeaux.fr

²PARENT, Thomas, I2M, UMR 5295, Univ. de Bordeaux, thomas.parent@u-bordeaux.fr

³MOREL, Stéphane, I2M, UMR 5295, Univ. de Bordeaux, stephane.morel@u-bordeaux.fr

⁴DUBOIS, Frédéric, LMGC, UMR 5508, Univ. de Montpellier, frederic.dubois@umontpellier.fr

⁵MINDEGUIA, Jean-Christophe, I2M, UMR 5295, jean-christophe.mindeguia@u-bordeaux.fr