

## **Annexe 1 : Annexe scientifique et technique**

### **Modèles géométriques 3D des travées courantes des chevets des 5 cathédrales gothiques (Paris, Sens, Chartres, Bourges et Amiens)**

La prestation consiste à travailler sur l'élaboration de modèles géométriques volumiques des travées courantes et des bas-côtés des chevets de 5 cathédrales gothiques (Paris, Sens, Chartres, Bourges et Amiens) qui serviront de supports à des simulations mécaniques convoquant la méthode des éléments discrets. Les éléments historiques et architecturaux recueillis dans le cadre du projet ANR ALTIOR constitueront les données d'entrée et de validation des modèles proposés.

La première étape consiste à extraire les informations géométriques pertinentes contenues dans les nuages de points des 5 cathédrales (nuages de points déjà disponibles ou réalisées au cours du projet ANR ALTIOR). L'identification de la logique génératrice de la structure des cathédrales (rayons des arcs des voûtes à croisée d'ogives sexpartites et quadripartites, portées, flèches, ...) permettra une reconstruction intelligible et une discrétisation contrôlée d'un maillage de peau s'affranchissant des artefacts des relevés numériques (bruits, trous, ...), des déformations inhérentes aux historiques de chargement des structures (faux aplombs des murs et de tout élément architectural initialement vertical, courbure des arcs, éclats de pierre, ouverture de joints, ...) et des détails ornementaux (sculptures, moulures, ...) inutiles pour l'étude du comportement mécanique des structures.

De la logique génératrice de la géométrie à l'échelle globale découle une logique constructive à l'échelle de l'appareillage des blocs de maçonnerie. Les maillages volumiques issus des maillages de peau servent alors de supports à une subdivision paramétrable contrôlée aux moyens d'algorithmes de discrétisation de formes à pôles volumiques. En raison de la dépendance du comportement mécanique des maçonneries vis-à-vis de l'arrangement morphologique des blocs (stéréotomie), il est proposé une construction bloc à bloc de l'ensemble des travées modélisées. La paramétrisation des maillages permettra d'adapter le niveau de discrétisation de l'appareillage de chaque élément architectural d'une travée considérée.

#### Cas particulier du maillage de la cathédrale Notre-Dame de Paris

Le maillage de la travée du chevet de la cathédrale Notre-Dame de Paris devra prévoir la possibilité d'étudier, via les simulations mécaniques, le phasage constructif de la travée. Il devra donc être conçu de sorte à permettre l'assemblage pas à pas des différents éléments architecturaux constituant la travée.

En outre, le maillage de la cathédrale parisienne devra également permettre d'évaluer la stabilité mécanique de trois scénarii de contrebutement initial des voûtes hautes de Notre-Dame, i.e. avant 1300 (scénarii issus de la littérature), afin d'évaluer ceux qui peuvent possiblement avoir existé avant celui en place aujourd'hui sur la cathédrale Notre-Dame de Paris. Cette phase devra permettre la simulation des modifications structurelles à apporter à l'ouvrage pour passer du contrebutement initial à la configuration actuelle (post 1300).

Les différents modèles géométriques volumiques et discrétisés des travées seront livrés au format .step ou .brep.