



L'opérateur du patrimoine  
et des projets immobiliers de  
la Culture

**MONTAUBAN - 82**

## **CATHEDRALE NOTRE - DAME DE L'ASSOMPTION**

**AVANT-PROJET SOMMAIRE – 2<sup>ème</sup> version**  
Conformement de la structure de la cathédrale et  
reprise des ouvrages endommagés



## **RAPPORT DE PRESENTATION**

*Janvier 2025*

**Agence Pierre-Yves CAILLAULT**  
Architecte en Chef des Monuments Historiques  
1, rue Bénard, 75014 Paris  
Tél. 01 53 90 20 40 / [acmh@agencecaillault.com](mailto:acmh@agencecaillault.com)

**BMI Patrimoine**  
Bureau d'études structure  
30, rue Charles de Gaulle, 94140 Alfortville  
Tél. 01 42 77 17 18 / [contact@brizot-masse.fr](mailto:contact@brizot-masse.fr)

**GEOLIA**  
Bureau d'études géotechniques  
119-131, avenue René Morin, 91420 Morangis  
Tél. 01 69 34 73 04 / [contact@geolia-conseil.com](mailto:contact@geolia-conseil.com)

**Cabinet COEFFICIENT**  
Economiste de la construction  
26, rue Bénard, 75014 Paris  
Tél. 01 42 66 56 21 / [coefficient@coefficient.fr](mailto:coefficient@coefficient.fr)

## **SOMMAIRE**

<b>PREAMBULE .....</b>	<b>2</b>
<b>PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
<b>SOURCES .....</b>	<b>5</b>
<b>RAPPEL HISTORIQUE SYNTHETIQUE .....</b>	<b>8</b>
<b>CHRONOLOGIE SYNTHETIQUE DE L'APPARITION DES DESORDRES SRUCTURELS, DES ETUDES ET DES INVESTIGATIONS .....</b>	<b>15</b>
<b>RAPPEL DE LA LOCALISATION ET L'EVOLUTION DES DESORDRES .....</b>	<b>18</b>
<b>PARTI DE RESTAURATION.....</b>	<b>20</b>
<b>DESCRIPTIF DES TRAVAUX.....</b>	<b>31</b>
<b>INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES EN PHASE CONCEPTION .....</b>	<b>49</b>
<b>RECAPITULATIF FINANCIER DE L'OPERATION.....</b>	<b>51</b>

## PREAMBULE

---

Cette étude d'Avant-Projet Sommaire 2<sup>ème</sup> version fait suite à notre Avant-Projet rendu au mois de décembre 2024.

Le premier Avant-Projet comportait une estimation de travaux qui dépassait le coût d'objectif de l'opération fixé par la maîtrise d'ouvrage, notamment pour les travaux de confortement des structures de la cathédrale.

L'ensemble des études concernant cette partie de l'opération a été repris, sans remettre en question les principes du projet, mais en affinant les calculs.

Les principales modifications apportées à cette 2<sup>ème</sup> version de l'Avant-Projet Sommaire sont :

- **L'optimisation de la nature des micropieux** (diamètre et profondeur) : nous sommes passés de micropieux de type III avec un diamètre de 30 à 20 cm et profondeurs allant de 12 à 16 m à des micropieux de type III avec un diamètre de 25 à 20 cm et de profondeurs allant de 10 à 15 m.
- **Le peaufinage de la dégressivité de la reprise en sous-œuvre** au sein même du massif ouest, qui s'est ensuite répercutée sur les 3 premières travées de la nef.  
Le nouveau ratio de reprise des charges existantes est de :
  - 100% sous les appuis de la file 1 (massif façade côté parvis) ;
  - 80% sous les appuis de la file 2 (massif façade côté nef) ;
  - 50% sous les appuis de la file 3 (nef) ;
  - 40% sous les appuis de la file 4 (nef) ;
  - 30% sous les appuis de la file 5 (nef).
- **La diminution de l'épaisseur et la profondeur des longrines ce qui a limité le volume des terrassements et des massifs en béton armé.** La déclivité des rues nord et sud de la cathédrale a été intégrée. A l'intérieur de la cathédrale, les radiers en béton armé ont été remontés, pour être forés à seulement 30 cm de profondeur du niveau fini du dallage.

D'autres optimisations concernent :

- **La dépose du parvis** pour la réalisation des micropieux pour le massif ouest : nous sommes passés à une **dépose partielle** de cet ouvrage dans la V2, limitée uniquement à l'emprise des fouilles blindées nécessaires ;
- Le **ceinturage des balustrades des tours** de la cathédrale, s'agissant d'une mesure de précaution, a été passé en option. En fonction de l'évolution du projet, nous réfléchirons en phase APD à son réintégration dans les travaux de base ou à sa suppression définitive.
- L'ensemble de la **restauration des objets mobiliers** du chapitre III a été également passé en option, ces travaux ne figurant pas à l'origine dans le diagnostic.

L'ensemble de ces modifications a permis d'approcher le coût d'objectif global de l'opération.

*Les modifications apportées sont signalées en mauve dans le rapport de présentation ainsi que dans l'estimatif des travaux.*

## PRESENTATION DE L'ETUDE

---

La construction de la cathédrale Notre-Dame de l'Assomption est le résultat de la volonté de Louis XIV de marquer le triomphe de la « vraie foi » sur la religion réformée des protestants. Après la révocation de l'édit de Nantes en 1685, le roi ordonne l'édification de la cathédrale à la demande de l'évêque Jean-Baptiste Michel de Colbert. Son successeur, l'évêque Henri de Nesmond pose la première pierre en 1692. Les plans sont confiés à François d'Orbay, architecte du roi, avant que le projet ne soit plus tard dirigé à partir de 1697 par Jules-Hardouin Mansart, puis par Robert de Cotte à partir de 1708.

Caractéristique des édifices construits pendant la Réforme catholique sur le modèle italien de l'église du Gesù, la cathédrale de Montauban présente une élévation tripartite d'une grande délicatesse, avec de clochers de part et d'autre d'un imposant fronton. Ce dernier est magnifié d'une sculpture allégorique représentant sur les rampants la Foi et la Religion.

Selon la tradition locale, l'édifice est construit en briques, mais donne toutes les apparences d'une construction en pierre de taille selon les canons de l'architecture « à la française » inspirée de l'antique, qui symbolise la marque du Roi de France.

Ainsi, la façade principale présente sur le parvis une architecture habillée de pierre, alors que le cœur de l'édifice est partiellement en brique.

Les façades latérales ainsi que la structure intérieure de la nef, des bas-côtés, du chœur et du déambulatoire sont construites en briques avec les modénatures en pierre : pilastres, entablements, grandes arcades, arcs doubleaux, entourages de fenêtres, etc. A l'intérieur, toutes les surfaces de brique sont recouvertes d'enduit afin de donner une apparence unitaire à la construction Royale.

La cathédrale est classée au titre des Monuments historiques en 1906.

Les façades et toitures ont fait l'objet d'importantes campagnes de restauration, entre 1965 et 2001, et les enduits et badigeons intérieurs de la nef du transept et du chœur ont été entièrement renouvelés au cours des dix dernières années.



*Vue générale de la cathédrale. Cliché ©Agence Caillaault, 2024*

En octobre 2020, d'importantes fissures ont été relevées dans la première travée de la nef.

Positionnées dans plusieurs organes des élévations – tables surmontant les grandes arcades, fenêtres hautes, voûtes des bas-côtés, façades latérales, etc. – elles marquent une séparation physique entre le massif de façade et le reste du monument.

Ces désordres, dus à un mouvement du massif occidental, ont été tout de suite mis en lien avec les travaux de réalisation du nouveau parking sous le parvis de la cathédrale.

La surveillance mise depuis en place montre l'évolution irréversible des fissures, phénomène qui n'est pas prévisible sur le moyen / long terme.



*La cathédrale et son parvis durant le chantier de construction du parking.  
Cliché ©La Dépêche*

**La présente étude d'avant-projet sommaire** s'inscrit dans la continuité de notre diagnostic de 2022, complété par notre analyse de l'évolution des fissures de février 2024<sup>1</sup> ainsi que par la mise à jour du programme de travaux de mars 2024<sup>2</sup>, intégrant les conclusions définitives du rapport d'expertise. Elle s'inscrit dans une mission complète de maîtrise d'œuvre qui a pour objet le confortement de l'édifice et la restauration des ouvrages endommagés par l'évènement traumatique de 2019.

Sont ici présentés la synthèse de l'état actuel des désordres structurels affectant la cathédrale, le projet de restauration, avec la description détaillée de travaux et un descriptif estimatif ainsi qu'une esquisse de calendrier des travaux.

S'y rajoutent les cahiers de charges pour les investigations complémentaires nécessaires en phase étude.

---

<sup>1</sup> « Synthèse et analyse critique des relevés de la société OSMOS », Agence Caillault et BMI, février 2024.

<sup>2</sup> « Mise à jour du programme technique des travaux », Agence Caillault, BMI et Géolia, mars 2024.

## SOURCES

---

### Sources liées au sinistre

- DRAC Occitanie, CRMH Toulouse, *Plan de Protection des objets Mobiliers en vue des travaux de reprise en sous-œuvre de la cathédrale Notre-Dame de l'Assomption*, juillet 2024
- BMI, *Complément de diagnostic structurel de la cathédrale*, 31 mai 2024
- Agence Caillault, BMI et Géolia, *Mise à jour du programme technique des travaux*, 18 mars 2024
- Agence Caillault et BMI, *Synthèse et analyse critique des relevés de la société OSMOS*, 16 février 2024
- Yves Baduel, *Rapport final d'expertise*, 12 avril 2023
- Géolia, *Rapport d'étude géotechniques G5 + G2AVP + G2PRO*, 28 septembre 2022
- Agence Caillault, BMI et Cabinet Taillandier, *Etude de diagnostic et évaluation à la suite des désordres structurels apparus dans les premières travées ouest de la cathédrale*, 29 septembre 2022
- BMI, *Diagnostic structurel de la partie occidentale de la cathédrale*, daté du 26 juillet 2022
- LBP Etudes et Conseil – *Rapport d'auscultation – Phases 1 à 5 (de début août 2021 à mi-mars 2022), surveillance des mouvements de la façade*, 11 avril 2022
- Yves Baduel, *Note de synthèse / pré-rapport*, 14 mars 2022
- HADES, *Rapport final d'opération archéologique*, mars 2022
- Fondasol, *Etude géotechnique G5 + G2 AVP – Expertise judiciaire de la cathédrale Notre-Dame*, 28/01/2022
- OSMOS, *Suivi de fissures pour la période du 21 décembre 2020 au 16 août 2022, PV de mesures n°1-21*
- Gabriel Caraire (Analyse Géophysique Conseil), *Rapport d'intervention – Prospection GPR cathédrale de Montauban*, décembre 2021
- Christian Rouaix (LBP), *Rapport d'auscultation – phase 1 – Mission de surveillance des mouvements de la façade Ouest de la cathédrale de Montauban*, août 2021
- Agence Pierre-Yves Caillault, *Analyse de l'évolution des désordres*, juin 2021
- Agence Pierre-Yves Caillault, *Relevé des désordres*, mai 2021
- INRAP, *Rapport d'opération – diagnostic archéologique – cathédrale Notre-Dame*, janvier 2021
- INRAP, *Rapport d'opération – diagnostic archéologique – Rue Notre-Dame, Place Roosevelt, rue Porte du Moustier*, janvier 2020
- NGE FONDATIONS, *Relevé automatique des inclinomètres entre le 29/08/2019 et le 17/11/2020*
- NGE FONDATIONS, *Compte-rendu d'intervention du suivi inclinométrique de la paroi moulée*, 16 novembre 2020
- NGE FONDATIONS, *Dispositif de suivi Cathédrale*, 18 novembre 2020
- NGE FONDATIONS, *Méthodologie d'auscultation des parois moulées*, 11 juillet 2019
- Demathieu & Bard, *Planning de travaux du parking Franklin Roosevelt d'avril 2019 à décembre 2020*
- Demathieu & Bard, *Dépose des boutons – côté cathédrale entre le mois d'août et octobre 2020*
- GEOTECH, *Note additive Rapport à la reconnaissance de fondation de la cathédrale*, 2 septembre 2019
- GEOTEC, *Etude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO) parking souterrain 5 niveaux*, 11 mars 2019
- TOPO & D. A. O., *Contrôle des mouvements de la poutre de couronnement et de la paroi moulée durant la phase de terrassement*, 10 décembre 2019
- TOPO & D. A. O., *Observation du mouvement des parois moulées durant les travaux de terrassement du 10/12/2019 au 13/11/2020*
- CRMH, *Note d'alerte actualisée sur les mouvements structurels constatés à la cathédrale de Montauban*, 26 novembre 2020
- Yves Baduel, *Rapport d'expertise – constat préventif avant travaux*, 6 décembre 2019
- Agence Carbonnet Architectes, *Notice complémentaire*, 18/01/2019 et 31/01/2019

- Solingeo, *Création d'un parking souterrain de 5 niveaux - Etude géotechnique de conception G2/AVP*, 23 juin 2017
- José Khorsi, *Rapport de constat d'état des lieux*, 3 août 2017.
- Agence Pierre-Yves Caillaud, *Etude préalable à la restauration des intérieurs des bras du transept et de la chapelle Saint-Joseph*, mai 2014
- Jean-Louis Rebière, *Rapport d'étude d'évaluation*, juin 2013

### Sources manuscrites et dactylographiées

- Archives nationales

O 1 1324 à 1906 (châteaux et bâtiments du roi) : 1903 à 1906. Châteaux, églises et bâtiments divers situés dans toute la France, XVII<sup>e</sup> - XVIII<sup>e</sup> siècle

- Archives départementales du Tarn-et-Garonne

-C67 : pièces diverses de 1721 à 1740

-C68 : réparations entre 1741 et 1764

-G242 : réparations entre 1765 et 1770

- Médiathèque de l'architecture et du patrimoine

-Rebière Jean-Louis, *DDOE de la restauration de la façade occidentale*, 2001, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote 2001/004/0023

-Martin Régis, *Projet de dossier d'étude préalable de restauration de la façade occidentale*, 1994, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote ETU-0582

-Voinchet Bernard, *étude préalable de la restauration et à la mise en valeur de l'édifice*, juillet 1988, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote ETU-0341.

-Voinchet Bernard, *Complément à l'étude préalable de la restauration intérieure*, octobre 1993, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote ETU-0333.

- Archives diocésaines

Divers devis portant sur l'entretien de la cathédrale

### Sources figurées

- Bibliothèque Nationale de France

-*Extrait du plan de la ville et siège de Montauban*, 1621, gravure, Bibliothèque nationale de France, département Estampes et photographie, RESERVE FOL-QB-201 (22)

-*Plan de la ville et des faubourgs de Montauban*, après 1661 (date de la destruction des remparts), dessin, 38\*57 cm, Bibliothèque nationale de France, département Estampes et photographie, EST VA-82

-Jules-Hardouin Mansart, *Elévation de la façade occidentale*, avant 1708, dessin au crayon noir, Bibliothèque nationale de France, département Estampes et photographie, RESERVE HA-18 (A, 8)-FT 4

-Robert de Cotte, *Plan de la cathédrale*, 1727, dessin au lavis, Bibliothèque nationale de France, département Estampes et photographie, RESERVE HA-18 (42)-FOL

- Archives départementales du Tarn-et-Garonne

-*Plan de situation des immeubles à démolir sur le terrain nu de la cathédrale*, vers 1687 (?), Archives départementales du Tarn-et-Garonne, cote C47

-*Plan de la cathédrale de Montauban dans son environnement urbain*, vers 1687 (?), Archives départementales du Tarn-et-Garonne, cote C47

-*Façade occidentale avant la démolition des campaniles en 1831*, gravure, Archives départementales du Tarn-et-Garonne

- Médiathèque de l'architecture et du patrimoine

-Brécy, *Coupe transversale et longitudinale partielle de l'édifice, élévation d'une travée de la nef*, 20 décembre 1841, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote 35 446



-Fragneau, *Élévation de la façade principale sur laquelle on a indiqué en rouge le nouveau couronnement des tours*, 5 décembre 1831, dessin à la plume, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote 35 445  
-Martin Régis, *Restauration intérieure de la nef*, avril 1996, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, cote 1998-003-0009

#### • National Museum Stockholm

-François d'Orbay, *Plan de la cathédrale*, après 1691 (?), Nationalmuseum Stockholm, inv. NMH THC 1728  
-François d'Orbay, *Façade occidentale de la cathédrale de Montauban*, vers 1691, dessin, National Museum, Stockholm, inv. THC 8123

#### Ouvrages

-Bergeon Paul, « Les anciens fossés de Montauban et leurs abords », In *Bulletin de la société archéologique du Tarn-et-Garonne*, 1 janvier 1987, tome CXII, p. 94.  
-Collectif, *Eglises de France*, T. III, éditions Robert Laffont, 1967.  
-Cothure Cathala, *Histoire politique, ecclésiastique et littéraire du Quercy*, T. III, Montauban, P.-T. Cazaméa, 1785, pp. 100-102.  
-Chalumeau (abbé), « La cathédrale de Montauban », In *Bulletin archéologique, historique et artistique de la société archéologique de Tarn-et-Garonne*, Tome LXXI, 1944, p. 22.  
-Daux Camille (abbé), *L'histoire du diocèse de Montauban*, T. II, Paris, Bray et Retaux libraires-éditeurs, 1882, pp. 47-49.  
-Fau Jean-Claude, « La cathédrale de Montauban, chef d'œuvre de l'art classique », In *Bulletin de la société archéologique de Tarn-et-Garonne*, 1994, p. 186.  
-Forestié Neveu Em., *Notes historiques ou éphémérides montalbanaises et du Tarn-et-Garonne*, Montauban, 1882, p. 204.  
-Hauteceur Louis, *Histoire de l'architecture classique en France - le règne de Louis XIV*, T. II, Paris, Auguste Picard, 1948, p. 762.  
-Huillet d'Istria Madeleine, « François d'Orbay et la cathédrale de Montauban », In *XVII<sup>e</sup> siècle*, N° 72, 1966, p. 4.  
-Huillet d'Istria Madeleine, « Les architectes de la cathédrale de Montauban », In *Bulletin archéologique, historique et artistique de la société archéologique du Tarn-et-Garonne*, T. LXXVII, Montauban, 1951, p. 37.  
-Le Bret Henri, *Récit de ce qu'a esté et de ce qu'est présentement Montauban*, Montauban, chez François Descaussat, p. 24.  
-Letellier Dominique, *La cathédrale de Montauban*, Toulouse, Association pour le développement de la documentation et de la communication culturelles en Midi-Pyrénées, 1989.  
-Moulenq François, *Documents historiques sur le Tarn-et-Garonne*, T. II, Montauban, 1880, p. 97.

#### Sitographie

Laurent Benayoun, « Montauban : le chantier du parking Roosevelt a-t-il fissuré la cathédrale ? », In *La dépêche*, publiée le 04/11/2020, [en ligne], URL <https://www.ladepeche.fr/2020/11/04/tarn-et-garonne-la-nef-de-la-cathedrale-de-montauban-fissuree-9182519.php>



## RAPPEL HISTORIQUE SYNTHETIQUE

---

La cathédrale Notre-Dame de l'Assomption de Montauban, une des rares cathédrales datant de l'époque classique, est emblématique de la reconquête catholique de la ville par le pouvoir royal.

Pendant les Guerres de Religion, Montauban fait partie des places de sûreté reconnues aux protestants par l'édit de Nantes.

Après la reprise de la ville de Montauban par Louis XIII, l'évêque et son chapitre investissent l'église Saint-Jacques jusqu'en 1685<sup>3</sup>, date à laquelle ils réclament la construction de la nouvelle cathédrale.

La première pierre de la cathédrale actuelle fut ainsi posée en 1692, à un point culminant de la cité, symbolisant ainsi la reconquête catholique de la ville.



*Plan de la ville et des faubourgs de Montauban, après 1661 (date de la destruction des remparts), dessin, 38x57cm, Bibliothèque nationale de France, département Estampes et photographie, EST VA-82*

Le chantier de son édification dure quarante-sept ans et se déroule d'est en ouest, du chevet jusqu'au portail occidental, suivant ces grandes phases de construction :

- 1692-1707 : construction du chœur, du transept et d'une partie de la nef ;
- 1707 : reconstruction des piliers du vaisseau central de la nef et du chœur en pierre par l'architecte Robert de Cotte après la chute des voûtes. Portail occidental achevé.
- 1717 : la réalisation des plans de charpente par l'architecte Robert de Cotte induit probablement la fin de la construction de la maçonnerie de gros-œuvre de la cathédrale.
- 1722 : Robert de Cotte change de parti en abandonnant le clocher de la croisée du transept pour édifier les deux tours de part et d'autre du portail occidental.
- 1732-1739 : il reste en 1732 à mettre en places les chéneaux et les descentes d'eau en plomb<sup>4</sup> et à achever les intérieurs de la cathédrale (autel, stalles, vitraux, orgue...). La visite d'inspection des travaux finis eut lieu le 16 septembre 1738.

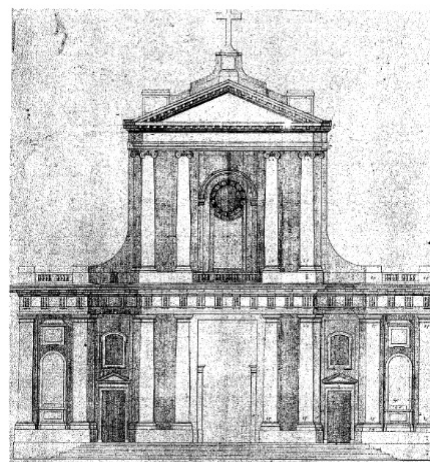
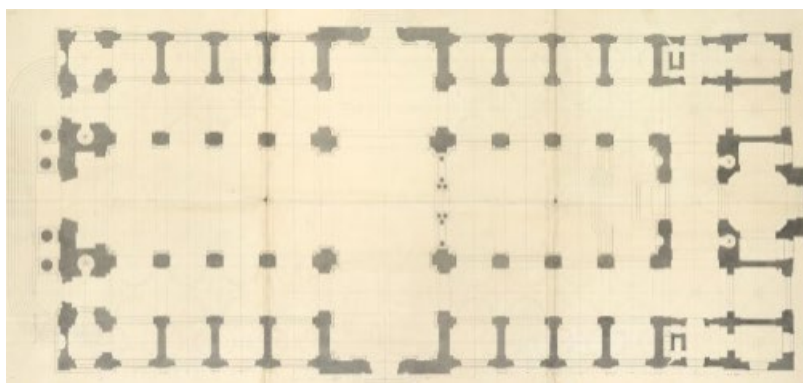
La cathédrale est inaugurée en 1739.

Trois architectes se sont succédé. Les plans avaient été dressés par François d'Orbay, mais dès 1697, le projet est dirigé par Jules Hardouin-Mansart auquel Robert de Cotte succèdera en 1708. Il est secondé du directeur de travaux Simon, jusqu'en 1722, puis par Larroque jusqu'à la réception de l'ouvrage. Ces changements d'architectes ont entraîné, comme nous l'avons vu, quelques modifications du projet initial. Un examen attentif de l'architecture révèle ce changement de plan en cours de construction.

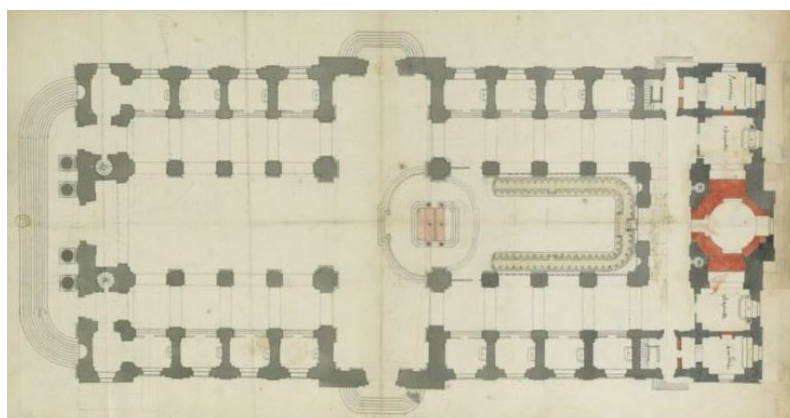
---

<sup>3</sup> Em. Forestié Neveu, *Notes historiques ou éphémérides montalbanaises et du Tarn-et-Garonne*, Montauban, 1882, p. 204.

<sup>4</sup> *Etat des sommes nécessaires pour achever la construction de l'église cathédrale de Montauban suivant les ordres de Monsieur de Cotte Premier architecte Directeur général des Bâtiments du Roy*, envoyé le 13 mars 1732 par Dormesson et signé par Larroque, Archives départementales du Tarn-et-Garonne, cote C67.



François d'Orbay, Plan de la cathédrale, après 1691 (?) et façade occidentale, vers 1691, National Museum Stockholm, inv. NMH THC 1728 et THC 8123



Robert de Cotte - Plan de la cathédrale, 1727, BNF, département Estampes et photographie, HA-18 (42)-FOL. Façade ouest avant la démolition des campaniles en 1831. AD 82

## 1707 – 1739 La construction du gros-œuvre de la cathédrale

Bien que les documents d'archives soient rares en ce qui concerne le début de la construction de la cathédrale de Montauban, ceux-ci sont plus nombreux après 1707. Ces documents consistent essentiellement en des rapports de vérificateurs et contrôleurs et sont importants pour comprendre la structure en pierre et brique de l'édifice.

### La reconstruction de la nef de 1707 à 1716

Pour des raisons économiques et de difficultés d'approvisionnement, l'usage de la brique a été préféré à celui de la pierre dans la réalisation des organes structuraux de la cathédrale si bien que l'effondrement des voûtes de la nef eut lieu en 1707. L'Intendant Legendre revient sur la nature de l'accident : « *Les piliers n'étaient que de brique, quand la voûte fût achevée [ils] ne se trouvèrent pas assez forts, pour la soutenir, ils s'écrasèrent et les deux tiers du bâtiment furent renversés.* ».<sup>5</sup>

Concernant la construction des organes structuraux, les piliers de la nef auraient été construits d'une part, sur des fondations dépourvues de libage et moellons<sup>6</sup>, d'autre part, le revêtement des piliers cruciformes était en pierre tandis que le noyau avait été rempli de briques liées à un mortier de chaux jugé trop maigre.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Lettre de l'intendant de Montauban, Legendre, au contrôleur général des finances (28 juillet 1711), Madeleine Huillet d'Istria, *op. cit.*, p. 60.

<sup>6</sup> Rapport de Simon à son arrivée à Montauban en 1708, Madeleine Huillet d'Istria, *op. cit.*, p. 59.

<sup>7</sup> Rapport concernant l'accident de 1707, Madeleine Huillet d'Istria, *op. cit.*, p. 56.

Ces défauts de construction ont été corrigés lors de l'intervention du directeur des travaux, Simon. Ce dernier décrit l'avancement des travaux de réédification. Simon décide alors de reconstruire les anciens piliers entièrement en pierre « *jusqu'à la hauteur des impostes* » après avoir considéré la bonne qualité des fondations.<sup>8</sup>

Les arcs doubleaux de la nef sont eux-aussi construits en pierre tandis que la brique est employée pour le remplissage des voûtes. A noter que le portail est réputé « bien exécuté » et ne « fait aucune fraction ».<sup>9</sup> Après l'achèvement des voûtes vers 1716, celles-ci prennent appui contre le massif occidental, déjà construit en 1707. Un coup de sabre, visible encore aujourd'hui, délimite les deux campagnes de construction.

Le 2 octobre 1739, l'ingénieur du roi Jean Romond vérifie la bonne exécution des travaux avant la réception. Les arcs diaphragmes en briques des collatéraux qui avaient été légèrement endommagés par l'accident de 1707 ont été « *réparés solidement* ».<sup>10</sup>



*Coup de sabre entre le massif occidental et la nef. Arcs diaphragmes des combles des collatéraux ©BMI 2022*

Pour ce qui est de l'élévation intérieure de la nef, Simon décrit la nature des matériaux employés de manière que l'on peut précisément les localiser en élévation.

L'utilisation de la pierre est réservée à l'architrave au-dessus des chapiteaux, aux métopes et triglyphes de la frise d'entablement et à la corniche.

La brique est dévolue, quant à elle, au remplissage des tables des grandes arcades et des murs gouttereaux des fenêtres hautes. L'appareil de briques maçonné est enduit dans le but de donner l'illusion de la pierre.



*Détail d'une métope badigeonnée, Cliché ©Agence Caillault, 2020*  
*Intérieur de la nef, 1956, négatif, E. Louis-Mas ©MAP, AP56P02491*

<sup>8</sup> *Rapport de Simon à son arrivée à Montauban en 1708*, Madeleine Huillet d'Istria, *op. cit.*, p. 57.

<sup>9</sup> *Idem.*, p. 58.

<sup>10</sup> *Visite du 11 septembre 1739 par Jean Romond, ingénieur du roi et expert pris d'office par Monseigneur Pajot*, Archives départementales Tarn-et-Garonne, cote C67 N° 50.





*Analyse des matériaux de construction de la cathédrale : en bleu la pierre, en rose la brique.  
Façade sud et coupe transversale. Dessins ©Agence Caillaault*

D'autre part, les fouilles réalisées dans le cadre de la présente mission, ont relevé des massifs de fondation en brique, ainsi que l'existence de longrines longitudinales en briques reliant les fondations entre elles.



*A gauche, les fondations en brique du massif ouest. A droite, vue d'une longrine en briques reliant les massifs de fondation des piles de la nef. Clichés @BMI et Géolia*

### **Campagnes de travaux du XIX<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècles**

Une succession de travaux, d'importance très variable, s'enchaînent tout au long de cette période. Les documents d'archives concernent essentiellement des travaux de restauration réalisés pour garantir l'étanchéité de l'édifice et de la reprise des enduits des murs extérieurs et intérieurs de la cathédrale de Toulouse. Toutefois, les documents d'archive viennent à manquer entre 1920 et 1980.

Après le changement des couvertures des clochers du massif occidental entre 1830 et 1832, l'architecte Brécy est chargé de remplacer la toiture en ardoises du comble de la nef, en très mauvais état, par une couverture en tôle galvanisée. Il met également en œuvre une chape générale de mortier hydraulique sur l'extrados des voûtes de la cathédrale.<sup>11</sup>

En 1844, un devis mentionne la présence de grandes fissures liées à des infiltrations d'eau : « les eaux qui tombaient sur les voûtes avant le placement de la couverture en tôle galvanisée ont détérioré une grande partie des crépis intérieurs et occasionné des fissures assez grandes ».

<sup>11</sup> Copie d'une lettre écrite à M. le Préfet du Tarn-et-Garonne, par M. le Ministre de la Justice et des cultes, en date du 27 mai 1842, archives diocésaines.

Les travaux de réfection consistent alors en la reprise des enduits, le rejointoiement des parties de maçonnerie mises à découvert ainsi que l'application d'un badigeon à la colle sur toute la surface intérieure des murs.<sup>12</sup> Ils sont localisés sur les voûtes des bas-côtés et des bras du transept ainsi que sur les murs de la nef jusqu'à la naissance des voûtes.

Le 9 août 1906, la cathédrale est classée au titre des Monuments Historiques.

En 1906, Sauvegeot, IGMH, indiquait que la cathédrale se trouvait dans un assez mauvais état général. Il évoquait les parties hautes, corniches supérieures et couronnements des contreforts menaçant ruine et constituant un danger pour la sécurité publique. Aussi, de 1907 à 1909, des travaux furent réalisés sur les façades latérales et arrière.

En 1936 une grande campagne de restauration des maçonneries et couvertures des bas-côtés et de la nef fut engagée.

L'entretien des enduits de l'édifice est marqué par plusieurs campagnes de travaux qui consistent notamment en la purge des anciens enduits, la réfection des joints et la reprise des enduits en mortier de chaux hydraulique. Ces travaux eurent lieu entre la fin du XIX<sup>e</sup> et le début du XX<sup>e</sup> siècle.

Bien que les documents d'archives fassent défaut pour préciser la date de suppression des enduits extérieurs, il semblerait qu'elle eut lieu lors de la campagne de restauration des maçonneries et enduits extérieurs en 1966<sup>13</sup> Les enduits semblent en effet conservés sur la photographie de Roger Henrard, datée 1949-1953.



*Vue aérienne de la cathédrale par Roger Henrard, vers 1949-1953, Cliché MAP, 82HN0047*



*Vue du parement des collatéraux de la nef, ©Agence Caillaault, 2014*

Une restauration des extérieurs - élévations de la nef et du chœur - est menée entre 1965 et 1975, accompagnée également de la réfection des couvertures des chapelles et du déambulatoire.

En 1979-80, Bernard Voinchet reprend la restauration des bas-côtés. Il applique un enduit sur certaines parties, laissant la brique apparente sur d'autres, maintenant ainsi l'état hybride de la cathédrale.

Les travaux de mise hors d'eau de l'édifice se poursuivent en 1989-90, avec la restauration des toitures en cuivre de la nef, du chœur et du transept.

Une nouvelle restauration des enduits est réalisée en 1993. Bernard Voinchet prend alors le parti d'enduire les murs gouttereaux des chapelles et de conserver en brique l'encadrement des baies et les tables saillantes. L'enduit des murs gouttereaux de la nef et du chœur n'a pas été restitué, excepté sur les façades des bras du transept.

Suivent plusieurs campagnes axées sur la restauration des intérieurs, tout d'abord des chapelles latérales (sud par Bernard Voinchet, ACMH, nord par Jean-Louis Rebière, ACMH), puis des enduits de la nef et de

<sup>12</sup> *Devis estimatif des travaux à faire en maçonnerie et peinture à l'intérieur de la cathédrale de Montauban en 1844*, Archives diocésaines.

<sup>13</sup> Selon l'étude de 2013 de Jean-Louis Rebière ACMH.

la croisée du transept. Achievés en 2008, ces derniers travaux ont visé à rétablir la bichromie des élévations, les lignes de l'architecture se détachant en ocre pâle sur les fonds unis traités en gris-bleu (nef par Régis Martin, ACMH, chœur et croisée par Jean-Louis Rebière, ACMH).

En 2013 dans son étude d'évaluation générale de la cathédrale, Jean-Louis Rebière ACMH ne relève aucune pathologie liée à la structure de l'édifice.



*Vues de la cathédrale en novembre 2020. Clichés ©UDAP Tarn-et-Garonne*

Les dernières campagnes de restauration, menées par Pierre-Yves Caillault, ACMH, ont eu comme objet :

- 2013-2015 : la restauration des intérieurs des bras du transept et de la chapelle Saint-Joseph ;
- 2015-2016 : la restauration des pots-à-feu ;
- 2018 : la restauration des intérieurs de la chapelle Saint-François d'Assise.

En conclusion, en 2020, avant l'apparition des fissures, la cathédrale est dans un bon état général, les dernières campagnes engagées concernant notamment des travaux de restauration et de mise en valeur des intérieurs.

### **Apparition et évolution des désordres structurels**

Lors d'une visite de contrôle du 30 octobre 2020, les agents de l'UDAP du Tarn-et-Garonne ont relevé l'apparition d'importantes fissures dans la première travée de la nef, qui ont été corrélées avec le chantier de réalisation du nouveau parking sous le parvis de la cathédrale.

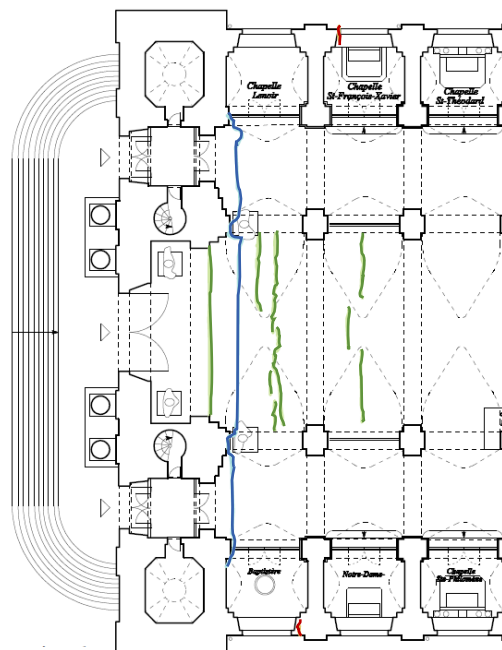
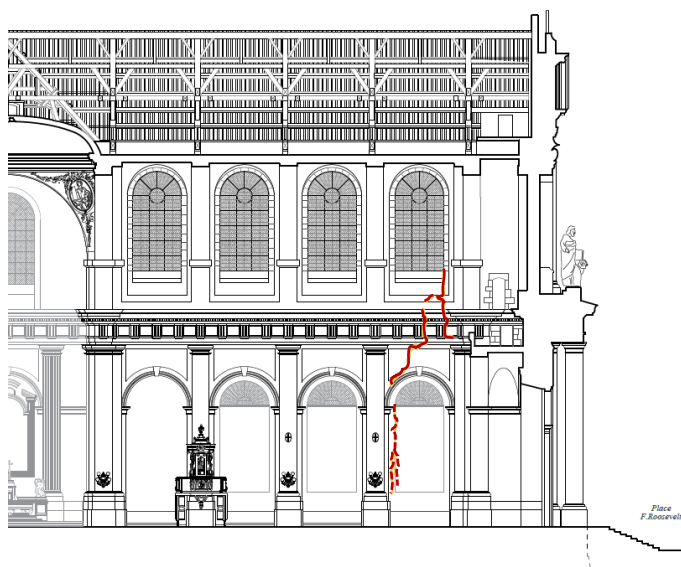
Positionnées dans plusieurs organes des élévations – tables surmontant les grandes arcades, fenêtres hautes, voûtes des bas-côtés, façades latérales – elles marquent une séparation physique entre le massif de façade et le reste du monument.

Notons qu'en 2020, avant l'apparition des fissures, la cathédrale se trouvait dans un bon état général de conservation, les dernières campagnes engagées ayant concerné notamment des travaux de restauration des intérieurs.

Dans le but de surveiller l'évolution de ces désordres, une instrumentation électronique adaptée a été mise en place dès décembre 2020 pour informer en temps réel sur leur évolution.

Depuis, de nouvelles fissures sont apparues. Elles montrent une extension des mouvements sur les autres travées de la nef et au cœur du massif de façade, ainsi que vers l'est.

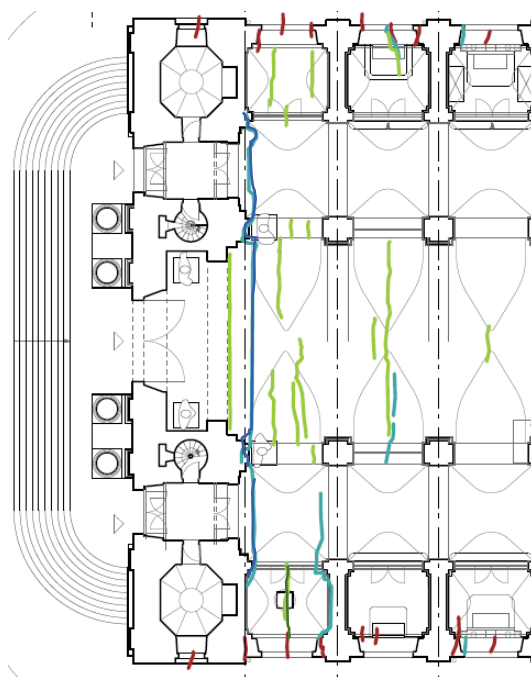
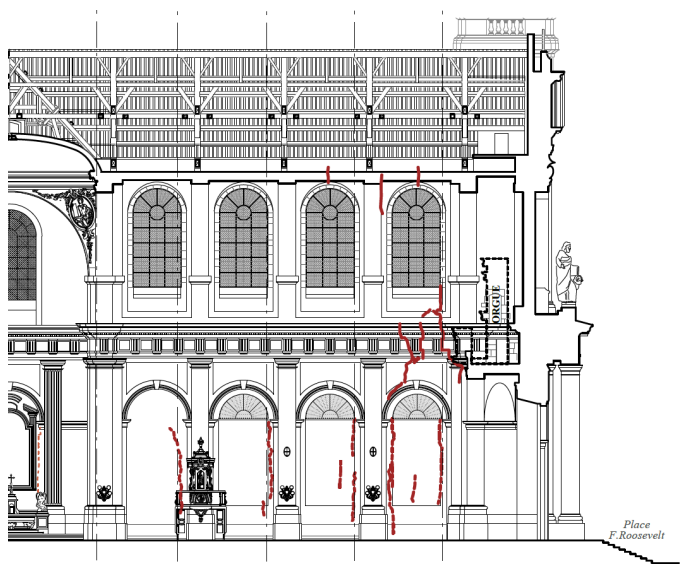




### Etat 2020 – apparition des premières fissures

*Coupe longitudinale vers le sud. Plan. Dessins ©Agence Caillault*

- Fissures sur parois verticale
- Fissures sur voûtes
- Fissures au sol



### Etat 2024 – évolution des fissures

*Coupe longitudinale vers le sud. Plan. Dessins ©Agence Caillault*



## **CHRONOLOGIE SYNTHETIQUE DE L'APPARITION DES DESORDRES STRUCTURELS, DES ETUDES ET DES INVESTIGATIONS**

---

### 6 décembre 2019 – Réalisation d'un référé préventif

Dans le cadre de la préparation des travaux du parking souterrain place Roosevelt, sous le parvis de la cathédrale, un référé préventif est réalisé : une seule fissure est répertoriée par l'expert en génie civil, sur le mur de la chapelle du Baptistère.

### 16 janvier 2019 – Dépôt du permis de construire pour le parking place Roosevelt

### Fin mai 2019 – Démarrage des démolitions

Les travaux débutent par la démolition du parking existant, comportant un seul niveau en sous-sol.

### Décembre 2019 – Début du creusement

Le début du creusement en profondeur, avec la réalisation de parois moulées, pour l'édification du nouveau parking comportant cinq niveaux de sous-sol.

### 30 octobre 2020 – Constat de l'apparition de premières fissures

Lors d'une visite de contrôle, les agents de l'UDAP du Tarn-et-Garonne relèvent l'apparition d'importantes fissures à l'extrémité occidentale de la nef de l'édifice.

Une hypothèse est émise : un important mouvement structurel désolidarise le massif occidental du reste de l'édifice.

### 2 et le 17 novembre 2020 – Pose de témoins en plâtre

Pose d'une dizaine de témoins en plâtre par l'entreprise Relano, missionnée par l'ABF, afin de vérifier si les désordres sont actifs.

3 de ces témoins, disposés au niveau des appuis des grandes baies de la 1<sup>ère</sup> travée et sur l'arcade du bas-côté sud, ont fissuré dès le 9 novembre : le mouvement structurel affectant l'édifice est actif.

Des nouveaux témoins posés le 17 novembre 2020 présentent déjà des fissurations le 23 novembre suivant.

### 23 novembre 2020 – Apparition de fissures complémentaires

L'UDAP constate l'apparition de nouvelles fissures sur les voûtes des travées 1 et 2 ainsi que sur le dallage de la première travée de la nef.

### 25 novembre 2020 – Arrêté de fermeture temporaire de la cathédrale pris par la Préfecture

### 16 novembre 2020 à 29 janvier 2021 – Réunions d'expertise judiciaire

Des réunions d'expertise sont organisées sur les lieux le 16 novembre, 16 décembre 2020 et 29 janvier 2021. Diverses investigations spécifiques et études sont définies avec un suivi sur une année minimum.

### 16 décembre 2020 – Mise en place de l'instrumentation électronique

Dans le but de suivre précisément l'évolution de ces désordres, une instrumentation électronique adaptée est mise en œuvre par l'entreprise OSMOS : 12 extensomètres et 12 sondes de température.

Depuis leur installation, les relevés périodiques nous informent en temps réel de l'évolution des fissures.

Une évolution des désordres est constatée.

Des nouvelles fissures sont apparues en janvier 2022, qui montrent une extension des mouvements sur les autres travées de la nef et au cœur du massif de façade. Après une période de stabilisations constaté au cours du 2022, l'évolution des désordres redémarre en 2023.

### 12 avril 2021 – Ordonnance de référé

La mission de l'expert a pour but de définir les causes des désordres et les solutions de reprises appropriées.

### Janvier 2021 – Sondages de l'INRAP

Réalisation d'un sondage sur une emprise au sol de 3m2 contre le mur sud de la cathédrale : les fondations de la cathédrale sont situées à une profondeur de 2,30m sous le sol extérieur et sont constituées de briques liées au mortier de chaux ; elles reposent sur de l'argile jaune bariolée, probablement le terrain naturel.

#### Juin à août 2021 – Sondages Fondasol

La société Fondasol réalise en complément 3 reconnaissances de fondation, l'un rue Notre-Dame et les 2 autres rue des Soubirous-Haut, qui permettent d'observer des fondations en briques rouges à une profondeur cette fois-ci de 3,20 mètres qui reposent sur des cailloutis et des briques dans une matrice argilo-gravelo-sableuse.

Les sondages rue des Soubirous-Haut ont révélé la présence de fissures dans les fondations en briques.

#### 26 juillet 2021 / avril 2022 – Pose des capteurs SENCIEVE (inclinomètres)

La société LBP Etudes & Conseil répartit les inclinomètres sur la façade occidentale et 1<sup>ère</sup> travée de la nef afin de suivre d'éventuels « basculements » du massif occidental. Les inclinomètres sont équipés d'une sonde de température qui permet de corréler les éventuels mouvements avec les variations de température. Les mesures, échelonnées en six périodes d'observation de début août 2021 à mi-avril 2022, indiquent que les différents éléments du massif occidental se déplacent de manière plutôt hétérogène vers l'ouest.

#### Décembre 2021 – Etude GPR (Ground Penetrating Radar) par Analyse Géophysique Conseil.

L'altération en profondeur du signal empêche d'appréhender correctement les structures du sous-sol. L'étude ne permet pas d'affirmer que les fondations sont à l'origine des fissurations. Toutefois, la structure révèle des vides et s'adapte à un pendage est-ouest qui pourrait engendrer des faiblesses.

#### 28 janvier 2022 – Diagnostic géotechnique par Fondasol

Les fondations existantes ne sont pas remises en cause. Il n'y a pas de défaut de portance des sols d'assise de la cathédrale. Les déplacements et les déformations de l'édifice qui engendrent des fissures ne sont pas causés par un défaut de capacité portante du sol.

La variation du niveau de la nappe phréatique a peu d'influence sur la déformation de la paroi moulée et sur le tassement de la cathédrale.

#### 14 mars 2022 – Pré-rapport d'expertise établi par M. Yves Baduel

#### 29 septembre 2022 – Etude de diagnostic et évaluation à la suite des désordres structurels apparus dans les premières travées ouest de la cathédrale, Agence Caillaud, BMI et Cabinet Taillandier

L'origine des désordres constatés dans la cathédrale est un mouvement du massif occidental.

Nous rejoignons les conclusions du pré-rapport d'expertise, les désordres sont actuellement évolutifs.

La reprise en sous-œuvre de l'édifice est nécessaire.

Nous préconisons :

- de stabiliser le massif occidental par des reprises en sous-œuvre sur micropieux tubés et vérinés afin de préserver l'intégrité des couches archéologiques et maîtriser les injections vu la présence de cavités ;
- reprendre en sous-œuvre les 3 premières travées de la nef de manière dégressive en adaptant les longueurs des micropieux et ainsi éviter les tassements différentiels ;
- de resolidariser le massif occidental au reste de la cathédrale par des tirants forés.

#### 17 octobre 2022 – Mises en œuvre de dispositifs de sécurité

Des dispositifs de sécurité ont été mis en place :

- filets pare-gravois pour recueillir les matériaux de la voûte des 2 premières travées ouest de la nef ;
- clôture interdisant l'accès à la première travée du vaisseau central ;
- alarme sonore sur extensomètres si un seuil important est dépassé (3 mm d'ouverture brutale des fissures).

#### 28 septembre 2022 – Rapport d'étude géotechniques G5 + G2AVP + G2PRO par Géolia

Des investigations géotechniques (différents types de sondages, fouilles de reconnaissance de fondations, essais de laboratoire) dans le but de servir au dimensionnement des ouvrages nécessaires au confortement de l'édifice.

Ces investigations confirment la nécessité de conforter les fondations de la partie ouest de la cathédrale, avec une reprise en sous-œuvre dégressive par des longrines de ceinturage et de reprise des massifs existants s'appuyant sur des micropieux vérinés de type III.

#### 12 avril 2023 – Rapport final d'expertise établi par M. Yves Baduel.

L'origine des désordres constatés dans la cathédrale depuis octobre 2020 est un mouvement du massif occidental. Les désordres sont évolutifs, et dus à la réalisation du parking souterrain.

La reprise en sous-œuvre de l'ensemble de l'édifice est nécessaire pour « *bloquer les déformations des fondations* ».

#### 16 février 2024 – Synthèse et analyse critique des relevés de la société OSMOS, Agence Caillault et BMI

L'analyse des relevés des extensomètres, mise en parallèle avec les constats visuels et le suivi par inclinomètres réalisé en 2021-2022, corrobore l'hypothèse d'un mouvement du massif occidental qui n'est pas stabilisé à ce jour.

L'évolution des désordres n'est pas non plus prévisible sur le moyen / long terme.

#### 18 mars 2024 – Mise à jour du programme technique des travaux, Agence Caillault, BMI et Géolia,

Nous confirmons le parti de restauration formulé dans notre diagnostic de septembre 2022 : une optimisation de la reprise en sous-œuvre préconisée par l'expert afin de stabiliser l'édifice. Stabilisation par RSO du massif occidental (situé au droit de la zone active de tassement de sol), ainsi que des trois premières travées, de manière dégressive afin d'éviter le phénomène de point dur prévisible à l'interface avec le reste de la cathédrale.

#### 31 mai 2024 – Complément de diagnostic structurel par BMI

La superstructure de la cathédrale est bien dimensionnée, et est stable en soi au niveau des premières travées occidentales, en considérant une stabilisation des sols porteurs et un état sanitaire satisfaisant des maçonneries. Il est mathématiquement impossible que la naissance et l'évolution des désordres soit d'origine super structurelle. Les désordres sont donc nécessairement d'origine géotechnique.

La disposition des désordres traduit un rééquilibrage des travées les unes par rapports aux autres dans la direction est/ouest.

## RAPPEL DE LA LOCALISATION ET L'EVOLUTION DES DESORDRES

Dans la cathédrale de Montauban, les désordres identifiés à partir d'octobre 2020 sont des fissures traversantes.

En premier lieu, des fissures traversant la première travée ouest de la table des arcades principales, les voûtes de la nef et du bas-côté sud ainsi que les fenêtres hautes et les façades nord et sud.

Ces fissures ont été instrumentées dès le début afin de connaître leur évolution de manière précise. Un suivi du massif occidental par des inclinomètres a été également mis place.

De nouvelles fissures, de plus faibles dimensions sont apparues au cours du temps, en parallèle avec l'agrandissement des fissures existantes. Ces nouveaux désordres sont localisés sur les travées suivantes en allant vers l'est.

Les études menées depuis 2022 ont permis de démontrer que ces désordres sont dus à une réorganisation structurale des travées de la nef liée au seul tassement du massif occidental, lui-même induit par la mise en œuvre du parking sous le parvis de la cathédrale.

Les 3 premières travées de la nef accusent donc des désordres importants car elles accompagnent le mouvement du massif occidental (cause principale).

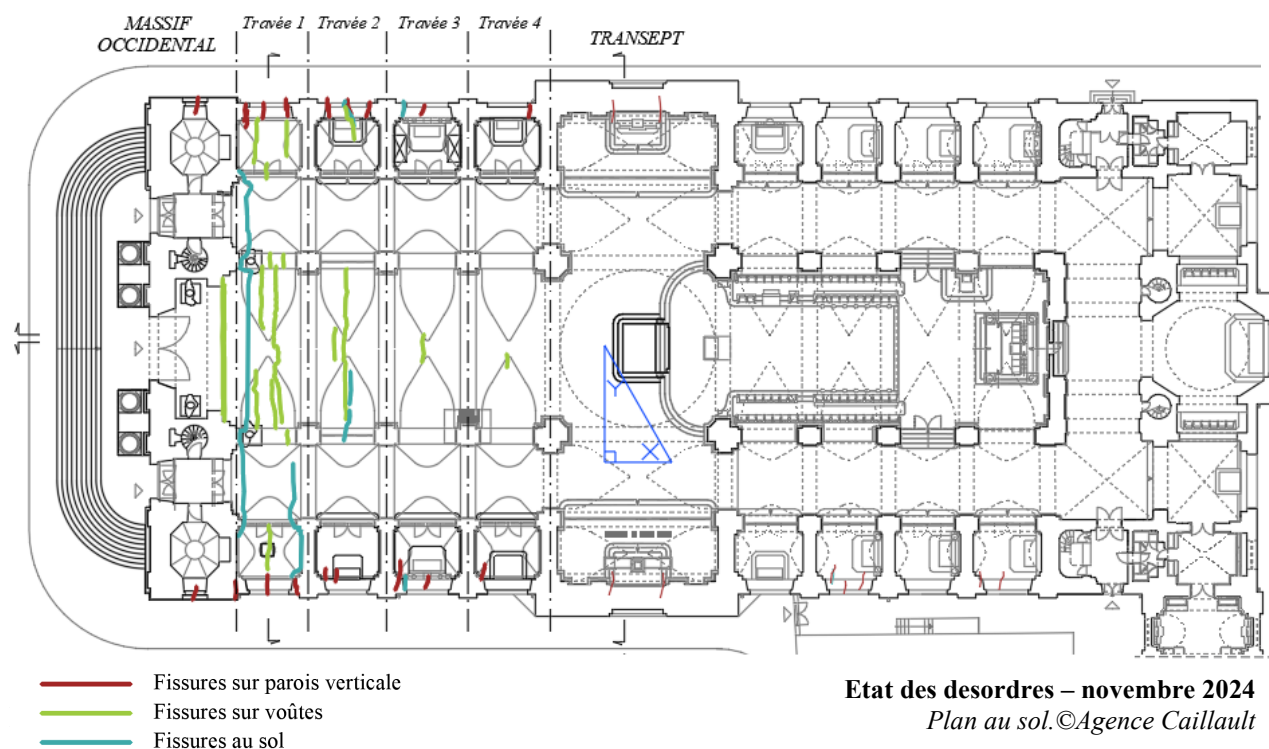
Le massif occidental étant bien plus lourd que le reste de l'édifice - alors que la descente de charge sur une pile de la nef est bien moins importante - son rôle structurel est d'épauler le reste de l'édifice et reprendre les poussées des voûtes.

Son déplacement engendre donc l'augmentation de la portée des voûtes et arcs, la modification des lignes de pression dans les voûtes adjacentes et donc leur fissuration aux points de fragilités.

La première travée se retrouvant modifiée, l'équilibre des poussées est modifié avec la deuxième travée qui va à son tour se réorganiser, d'où la progression des désordres dans l'édifice, vers l'est.

La plupart des désordres sont de ce fait concentrées sur les trois premières travées de la nef, avec des graduations :

- désordres fortement prononcés en première travée, notamment à l'interface avec le massif occidental (zone active) ;
- désordres globalement moins importants en deuxième travée ;
- désordres d'importance plus faible en troisième travée.

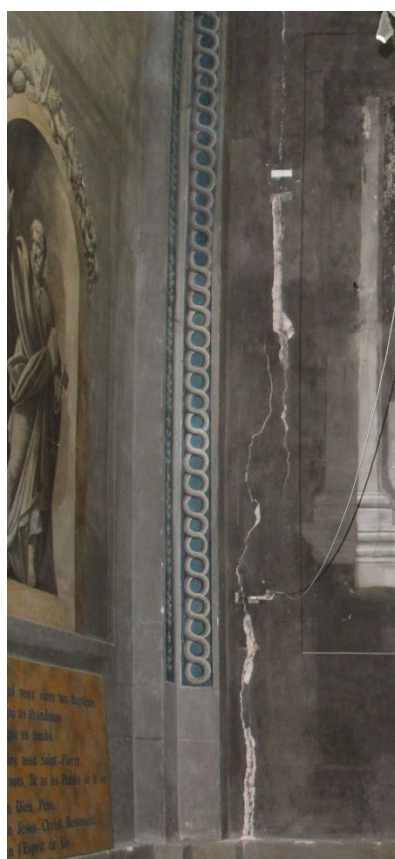
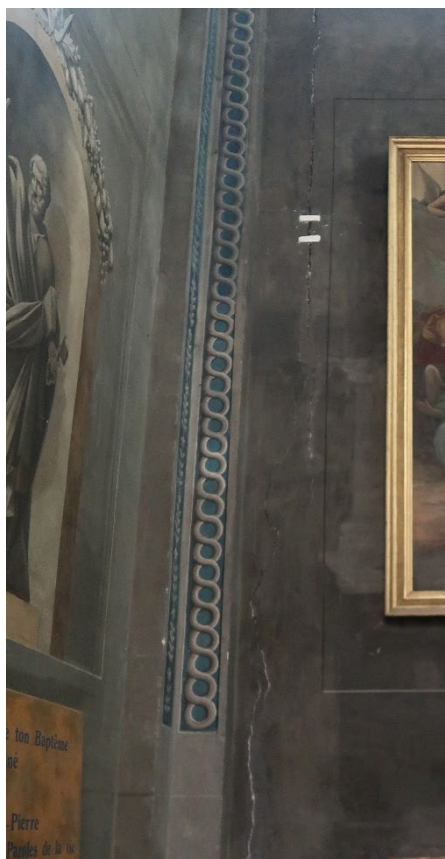


Les désordres les plus importants et les plus concentrés sont donc situés à proximité de la zone active du massif occidental (1<sup>ère</sup> travée), là où le sol s'est tassé suite aux travaux de création du parking.

L'importance et la concentration des désordres diminuent ensuite dans les travées de la nef vers le transept (travées 2 à 4).

En continuant encore vers l'est, dans le transept et le chœur, les désordres relevés sont marginaux (microfissures).

Soulignons que ces désordres continuent d'évoluer, avec des mouvements pseudo-cycliques liés aux saisons et aux températures, mais avec une tendance d'ouverture des fissures irréversible.



*Chapelle du Baptistère - état mars 2022*

*Chapelle du Baptistère - état actuel*

*Sur la voûte, une nouvelle fissure transversale a été relevée en novembre 2024*

*Sur le mur sud, l'on constate un agrandissement des fissures.*



## **PARTI DE RESTAURATION**

---

Le travail réalisé en phase de diagnostic a permis l'élaboration d'une solution de confortement circonscrite à la partie occidentale de la cathédrale uniquement, à savoir au massif occidental ainsi qu'aux trois travées attenantes, sans risque pour la stabilité globale de l'édifice.

Cette solution a pour objectif d'assurer une stabilisation définitive du massif occidental en l'asseyant sur des fondations à même d'assurer un transfert convenable des efforts au sol porteur.

Afin d'éviter le risque de création de « points durs », une transition douce du système de fondations entre **micropieux vérinés** et fondations superficielles d'origine a été prévue en reprenant de manière progressive les descentes de charges en pied de superstructure, au droit des trois premières travées occidentales.

Le vérinage des micropieux permettra de bloquer toute nouvelle déformation.

Le vérinage des micropieux permettra de limiter au maximum les tassements résiduels après intervention.

Il est également nécessaire de chaîner le massif occidental épaulant les voûtes et les arcs ainsi que la première travée de la nef afin de « recoudre » les maçonneries, par la mise en œuvre de tirants forés, afin d'assurer un bon contact entre les blocs. Notons qu'avant la mise en œuvre des tirants, il faut que les maçonneries soient consolidées.

Nous préconisons également la mise en œuvre de **tirants forés** ayant pour rôle la solidarisation du massif occidental et de la première travée de la nef afin d'assurer à la fois le maintien du contact entre les voûtes et les arcades de la nef avec le massif ouest qui les épaulent ainsi que le « couturage » des fissures d'interface entre le massif et la nef.

Les tirants forés assureront également un complément de chaînage horizontal au sein du massif occidental, divisé sur toute sa hauteur par le vide des cages d'escalier.

Les interventions de reprise en sous-œuvre devront impérativement avoir été réalisées préalablement à toute intervention de reprise de la superstructure.

Dans le cas contraire, il y a un très fort risque que les désordres existants réapparaissent après intervention ou que de nouveaux désordres apparaissent.

Nous recommandons que les interventions en superstructure se fassent environ 6 mois après la reprise en sous-œuvre et avec un retour d'expérience favorable de la surveillance par instrumentation - pas de mouvements significatifs enregistrés durant cette période.

Nous recommandons également que les restaurations de second-œuvre soient réalisées environ un an après la fin des interventions de reprise en sous-œuvre, avec la même démarche vis-à-vis des résultats de la surveillance par instrumentation.

### ***ETAIEMENTS PROVISOIRES***

L'opération de confortement sera précédée par la mise en œuvre des étalements dans l'ensemble des zones concernées par la reprise en sous-œuvre.

Les étalements resteront en place jusqu'à la fin des opérations de vérinage des micropieux.

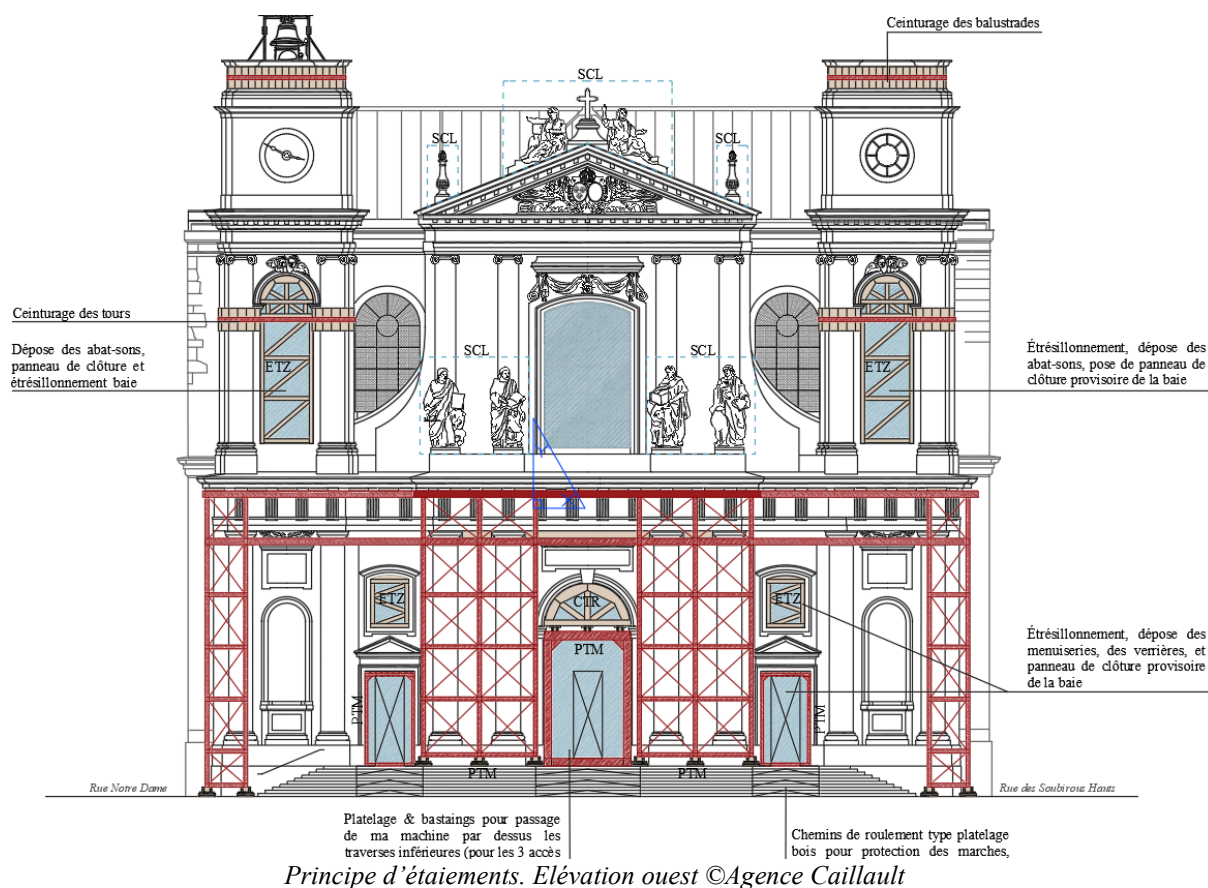
#### **• Le massif ouest :**

L'avant-corps de la façade ouest sera mis sous étais, de même que la corniche en pierre, très saillante.

Les tours nord et sud seront ceinturées au niveau des pilastres et des balustrades de couronnement.

L'ensemble des baies du massif ouest sera étré sillonné, afin que les maçonneries de celui-ci se comportent de manière unitaire lors des reprises en sous-œuvre.

Des sanglages sont prévus pour les 4 grandes statues des apôtres de l'avant-corps central de la façade ainsi que le groupe sculpté couronnant le fronton.



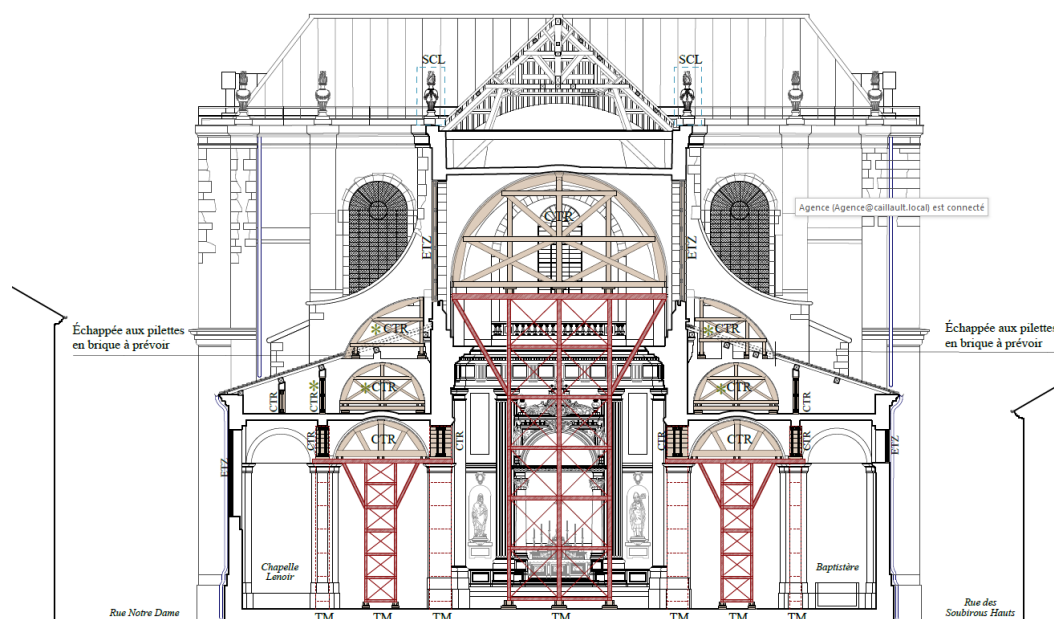
#### • La nef :

Les 3 premières travées la nef avec les bas-côtés et les chapelles, y compris dans les combles des bas-côtés, seront également étagées. Nous prévoyons la mise en œuvre de cintres en bois sur des tabourets formés de tours métalliques, permettant de libérer le plus d'espace au sol pour la reprise en sous-œuvre.

La configuration du cintre du premier arc doubleau sera adaptée en fonction de la présence de l'orgue.

Les baies de ces 3 travées seront étrésoignées.

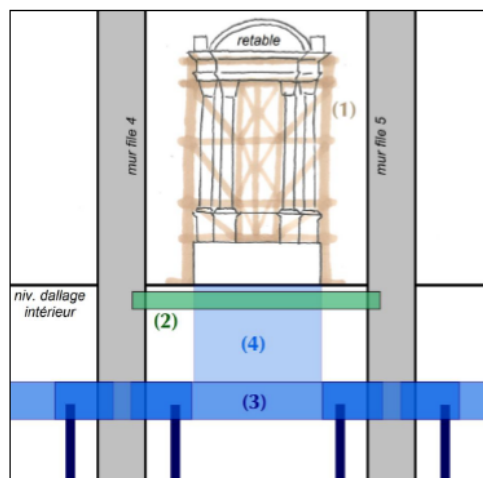
Des sanglages sont prévus pour l'ensemble des pots-à-feu de la nef.





### • Les chapelles – les retables :

Avec la dépose des autels, les retables des chapelles Saint-Théodard et Sainte-Philomène, conservés *in situ*, la stabilité de ces ouvrages sera assurée en totalité par des étalements provisoires, appuyés sur des chevêtres métalliques empochés dans les murs de refend des chapelles et dans les murs gouttereaux.



Légende :

- (1) Étalement provisoire et encoffrement des retables
- (2) Appui de l'étalement provisoire sur chevêtre métallique perdu, empoché dans les murs de refend des chapelles et le mur gouttereau
- (3) Longrines et barrettes en sous-œuvre pour l'étalement provisoire
- (4) Réhausse (béton armé ou brique) permettant l'assise des retables sur les longrines sous-jacentes.

Méthodologie d'intervention en sous-œuvre des retables. ©BMI

Des sondages préalables, en phase études, seront à réaliser sur les retables proprement dits et leur système de fondation.

### • Les fouilles :

Toutes les fouilles de terrassement nécessaires aux reprises en sous-œuvre seront blindées (puits ou tranchées). Ces fouilles seront réalisées par passes alternées pour éviter tout risque de déstabilisation des superstructures existantes lors de la reprise en sous-œuvre.

## DEPOSES ET PROTECTIONS

L'ensemble du mobilier liturgique encore présent dans la nef et les bas-côtés, y compris chapelles sera protégé et / ou déplacé : autels, tabernacles, retables, grilles de communion, statues, bénitiers, troncs d'offrandes, ex-votos, stations du chemin de croix, chaire à prêcher, etc.

Notons que la CRMH a déjà fait déplacer et mis à l'abri une partie du mobilier présent dans cette partie de l'édifice (tableaux, chandeliers, armoires, diverses statues, éléments lapidaires, etc.) en 2021.

L'orgue devra également être mis à l'abri par la pose d'un caisson en surpression.

Les décors peints des murs des chapelles nord et sud de la nef seront également protégés.

Des constats d'état, effectués par des restaurateurs spécialisés, seront réalisés en amont pour l'ensemble des objets mobiliers déposés, déplacés ou protégés.

Etant donné que la dépose de certaines œuvres a dévoilé la présence de décors peints sous-jacents, des sondages seront prévus dans ce sens.

Les deux grandes toiles présentes dans le transept, *Le Vœu de Louis XIII* d'Ingres (classée au titre d'objets) et *L'Apparition du Sacré-Cœur à Sainte Marguerite-Marie* d'Armand Cambon, même si en dehors de la zone de chantier, seront déposées par précaution, d'autant plus que des microfissures ont été relevées sur les murs nord et sud du transept. Les œuvres seront posées dans des caissons adaptés ; des constats d'état réguliers seront effectués par un restaurateur spécialisé tous les 6 mois.



*Exemples de mobilier à déposer / protéger : chapelle Notre-Dame de Lourdes, chapelle Saint-Martin et troisième travée sud de la nef*



*Exemples de mobilier à déplacer / déposer : statues d'évangélistes de la première travée de la nef (Chliché ©Philippe Gislard, ABF) et toiles du transept*

Une zone de stockage appropriée devra être prévue, en accord avec la maîtrise d'ouvrage et l'affectataire, au sein de l'édifice.

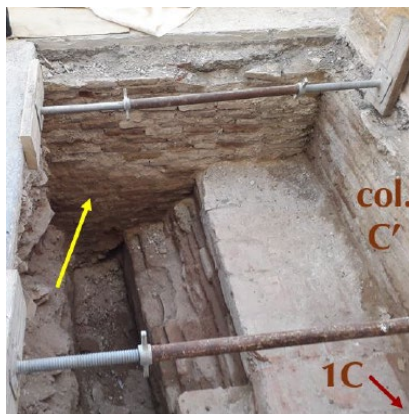
Dans le cadre de l'APS, nous proposons en option, une zone de stockage à l'intérieur de la cathédrale, dans la première travée du chœur, sur une structure d'échafaudages, avec une surface d'environ 250m<sup>2</sup> au sol.

Notons que, du fait de l'importante quantité d'objets à déposer, il faudra prévoir en plus un local de stockage adapté et sécurisé en dehors de la cathédrale.

S'y rajoutent des multiples déposes en conservation d'ouvrages divers : menuiseries des portails d'entrée, verrières, abat-sons des tours, marches des tourelles d'escalier, parties de couverture sur des bas-côtés, revêtements de sol de la nef, des collatéraux et des chapelles, boiseries et lustres, système de sonorisation et éclairage compris câbles divers, etc.

La reprise en sous-œuvre de la façade occidentale nécessitera **la dépose partielle du perron de la cathédrale. La zone déposée sera limitée à l'emprise des fouilles blindées uniquement.**

A noter la présence d'infrastructures en brique reconnues lors des fouilles, qui ne semblent pas directement appartenir au système de fondations de la façade et de son avant-corps, et seront à déposer avec le perron.



*La fouille RF5 au pied de l'avant-corps de la façade, avec repérage d'infrastructures en brique ne semblant pas appartenir au système de fondations de l'avant-corps (flèche jaune) ©Géolia.*

## MESURES DE CONFORTEMENT

### • Reprises en sous-œuvre :

Les ouvrages de confortation des fondations reprennent la totalité des charges descendues par la première file du massif occidental (côté parvis) qui est la zone la plus impactée par le sinistre de 2019, puis 80% des charges de la file 2 du massif ouest (côté nef). En arrière du massif, la confortation est étendue aux trois premières travées de la nef pour une reprise “dégressive” des charges, afin de ménager une zone de transition avec le reste de l'édifice et d'éviter les « points durs ».

Les reprises en sous-œuvre se feront avec des micropieux tubés et vérinés ce qui permettra la conservation de l'intégralité des couches archéologiques, tout en maîtrisant les injections étant donné la présence de cavités.

Les micropieux mis en œuvre seront de type III, d'un diamètre allant de 25 à 20cm et avec une longueur de fiche allant de 10 à 15 m de profondeur.

La mise en charge de la totalité des micropieux par **vérinage** assurera le transfert des efforts des fondations existantes vers les ouvrages de reprise et limiter au maximum les tassements résiduels après intervention.

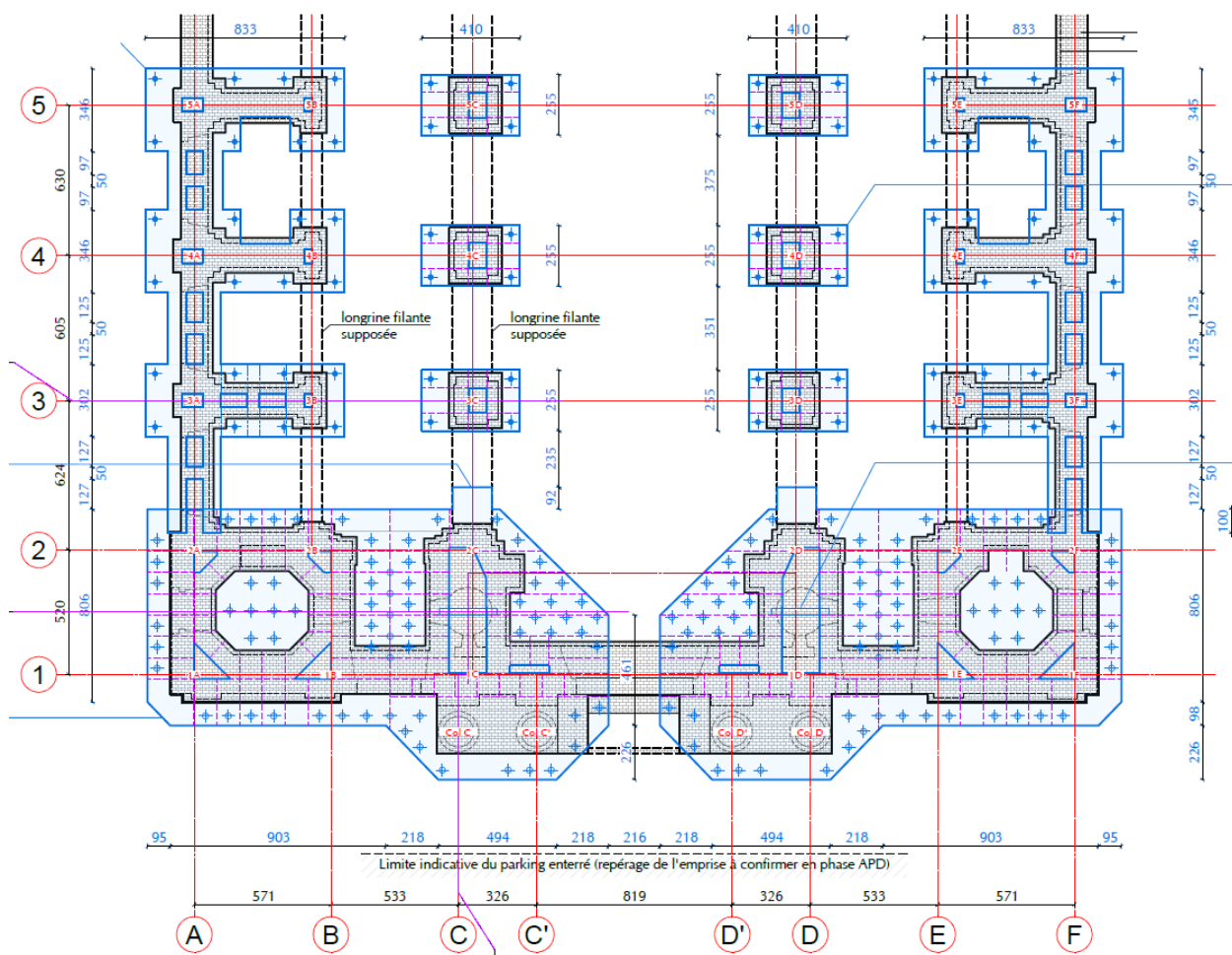
La reprise est étendue aux trois premières travées de la nef de **manière dégressive** pour éviter autant que possible l'apparition de « points durs » en assurant une continuité de comportement entre les parties reprises et non reprises. Le ratio de reprise des charges existantes sera de :

- 100% sous la file 1 du massif de façade (côté parvis) ;
- 80% sous la file 2 du massif de façade (côté nef) ;
- 50% sous les appuis de la file 3 ;
- 40% sous les appuis de la file 4 ;
- 43% sous les appuis de la file 5.

Les micropieux, localisés sur les plans BMI, seront réalisés, comme mentionné, après dépose en conservation des dallages existants. L'absence de réseaux sous trottoirs devra être vérifiée. Si nécessaire, la position des micropieux pourra être adaptée.

Un réseau d'**ouvrages de connexion en béton armé, longrines et radiers**, permettra de transférer les charges de la superstructure aux nouvelles fondations. Ces ouvrages seront engravés dans les maçonneries. Pour leur réalisation, la démolition soignée des maçonneries mises à jour au fur et à mesure du creusement des tranchées par passes alternées est nécessaire, afin de garantir la stabilité provisoire de l'édifice. Les maçonneries seront coulinées avant la réalisation des divers ouvrages en béton.





#### LEGENDE

Passes à réaliser (repérage indicatif et non exhaustif)

#### Micropieux

Se référer au tableau de la planche suivante pour les spécifications détaillées des micropieux.

- + Micropieu de type III, Ø250 mm 140 unités
- + Micropieu de type III, Ø200 mm 72 unités

- Compris chemisage systématique des micropieux dans les couches archéologiques ( 8m sur file 5; 4m ailleurs )
- Compris essais préalables et essais de contrôle

*Reprise en sous-œuvre par micropieux et longrines.  
Vue en plan. Dessin ©BMI*

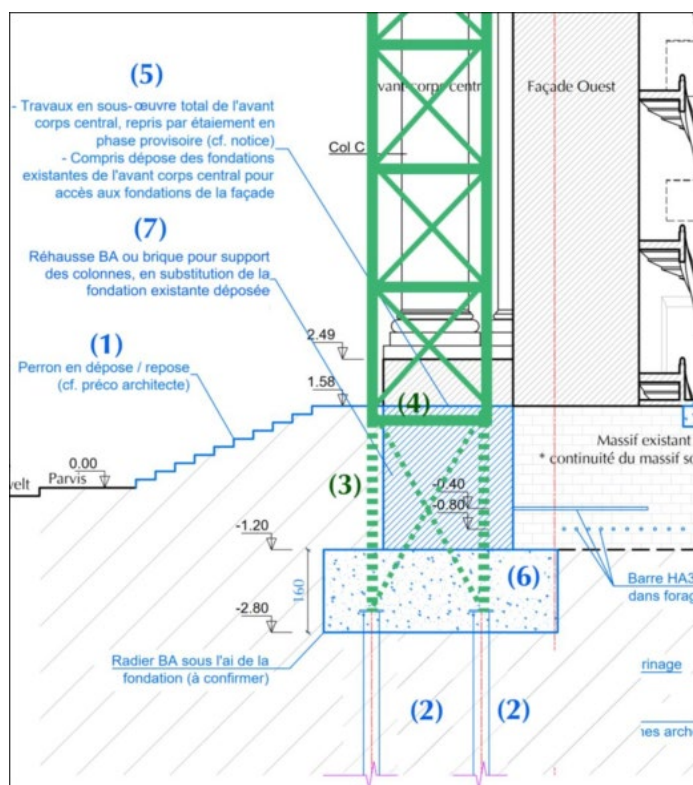
#### Cas spécifique de l'avant-corps central :

La présence de l'avant-corps central appelle une adaptation des interventions.

Étant donné les charges élevées redescendues par la façade, il est nécessaire de réaliser des empochements sous cette dernière (ie. Sous les repères 1C et 1D). L'accès à ces ouvrages est toutefois interdit par la présence des fondations de l'avant-corps (repères col. C, C', D et D' ; voir également l'illustration ci-contre).

Par conséquent, il est nécessaire de déposer provisoirement les fondations de l'avant-corps pour reprendre en sous-œuvre la façade.

Pendant cette phase provisoire, la reprise de l'avant-corps est assurée en totalité par son étaielement provisoire.



Avant-corps central : méthodologie d'intervention en sous-œuvre. ©BMI

#### • Mise en œuvre de tirants passifs pour reconstitution de chaînage :

La réalisation d'armatures forcées dans les maçonneries du massif ouest et de la première travée de la nef, formant tirants passifs, est prévue.

Le rôle de ces tirants sera de :

- solidariser le massif occidental et la première travée de la nef afin d'assurer le maintien en contact des voûtes et arcades de la nef avec le massif qui les épaula, ainsi que le « couturage » des fissures d'interface entre le massif et la nef ;
- d'assurer un complément de chaînage horizontal au sein du massif occidental, divisé sur toute sa hauteur par le vide des cages d'escalier.

Ces tirants forés seront en acier inoxydable A2 de diamètre 25mm scellés chimiquement de 2m30 dans les maçonneries.

Au total, 6 tirants seront mis en œuvre (voir pièces graphiques BMI pour la localisation précise) :

- 2 tirants dans murs gouttereaux de la nef, au-dessus des grandes baies ;
- 2 tirants au-dessus des arcs formerets principaux de la nef ;
- 2 tirants au niveau des murs de façade des chapelles nord et sud.

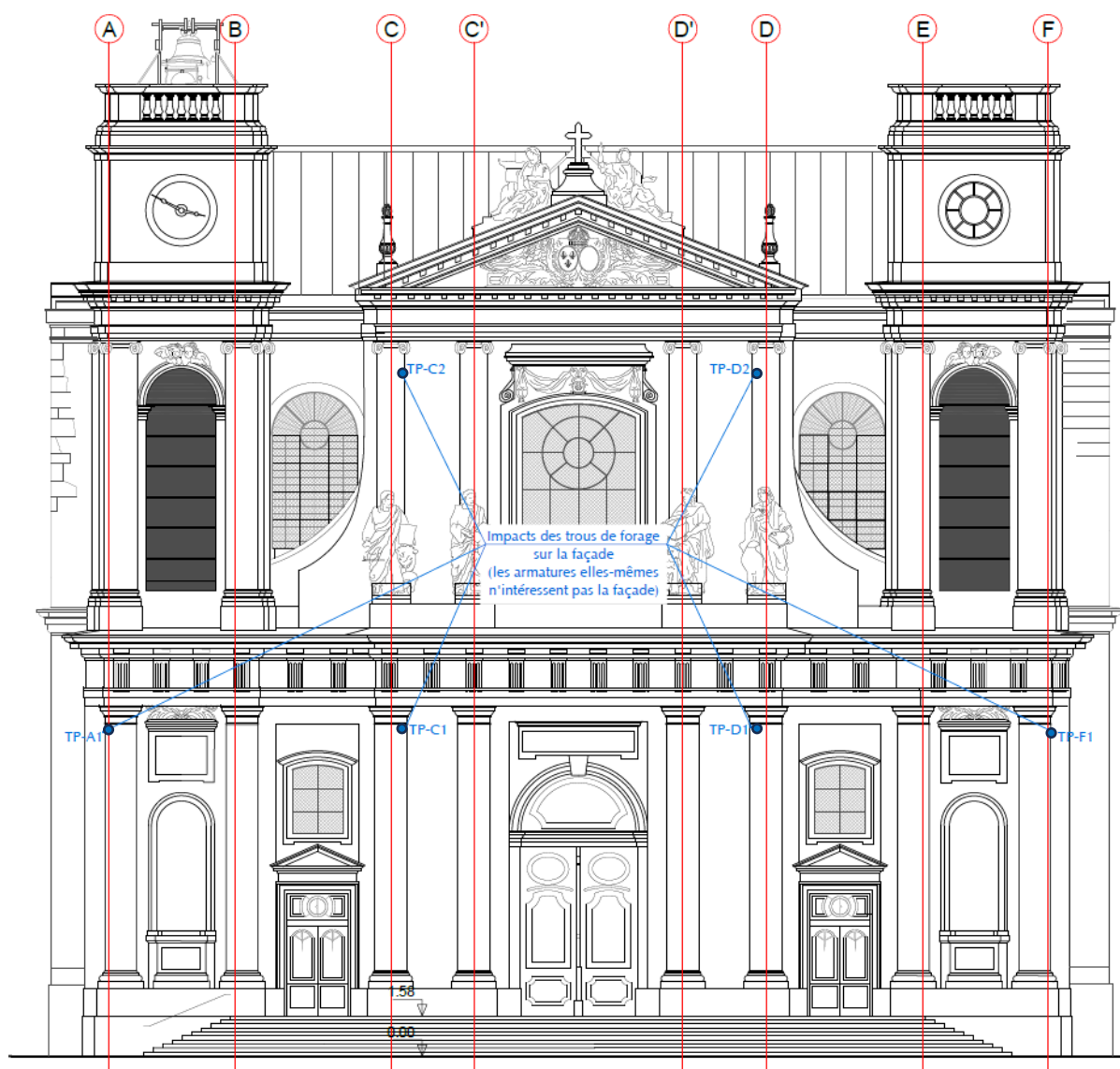
Le forage des tirants sera réalisé depuis la façade extérieure ou dans les ébrasements de baies, sous réserve de faisabilité technique.

Pour ce faire, certaines pierres devront être déposées en conservation et reposées à la fin de l'opération de forage (tambours de colonnes, marches d'escaliers en vis, etc.). Des étaielements provisoires sont prévus dans ces cas.

Le type de foreuse à utiliser sera adapté aux conditions du chantier : intervention en hauteur ; dans l'encombrement des étaielements provisoires, des baies, etc.

La bonne exécution du forage devra être contrôlée à l'aide d'un radar ou d'un pachomètre.

La présence présumée d'armatures en fer dans la plate-bande pouvant interagir avec les forages a pu être écartée.



*Principe d'armatures forcées en superstructure. Façade ouest. Dessin ©BMI*

Rappelons que préalablement à la mise en place des tirants, les maçonneries concernées par cette intervention feront l'objet d'une restauration.

### **RESTAURATIONS DES OUVRAGES ENDOMMAGES**

Une fois la stabilité structurelle de la cathédrale assurée, il sera possible de procéder à la restauration de tous les ouvrages affectés par les désordres structurels.

Premièrement, la restauration des murs, arcs, voûtes, affectés par les fissures :

- relancis pour la reprise des maçonneries en briques foraines fissurées ;
- reprise des maçonneries en pierre de taille : remaillage des fissures, déposes / reposes de pierres en conservation, remplacement des pierres dégradées, brochage des éléments instables ;
- confortement des maçonneries de toutes natures par injections de coulis de chaux ;
- rejointoiements et refichages.

La plupart des maçonneries en brique étant recouvertes d'un enduit, voire en plus d'un décor peint dans les chapelles, le piochement des enduits sans décor avant la reprise des fissures, précédant leur réfection, est nécessaire.



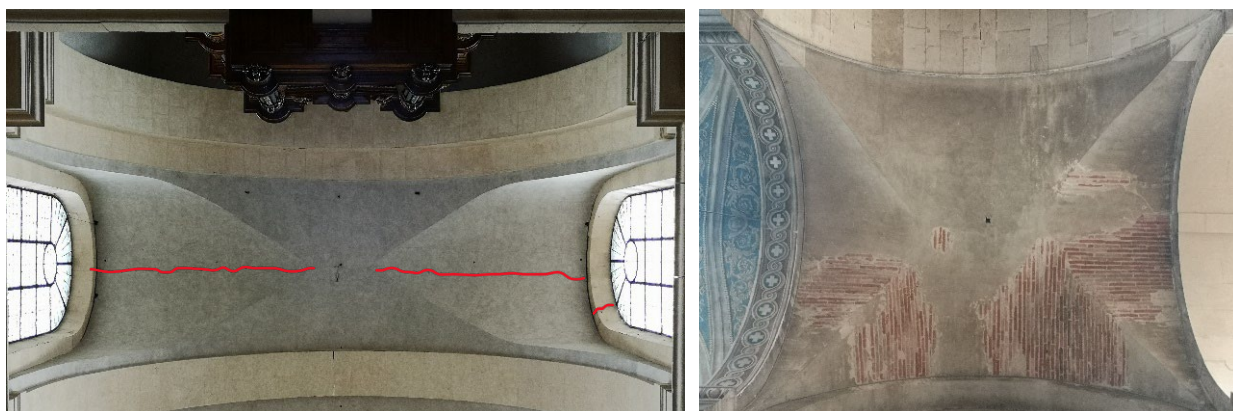
Les enduits décorés seront dépoussiérés soigneusement, consolidés, partiellement déposés, reposés après confortement des maçonneries.

Les travaux de restauration du décor endommagé suivront (chapitre III).

Comme principe général, pour le respect des règles de l'art, la réfection de l'enduit d'un élément d'architecture entier est envisagée : l'élévation d'une travée, un quartier de voûte, un entablement, etc.



*Dans les exemples présentés ci-contre : réfection de l'enduit de l'ensemble de la travée du bas-côté, et de l'entablement au-dessus de l'arc de la nef.*



*A gauche, voûte de la première travée de la nef.  
A droite, voûte du collatéral sud devant la chapelle du Baptistère*

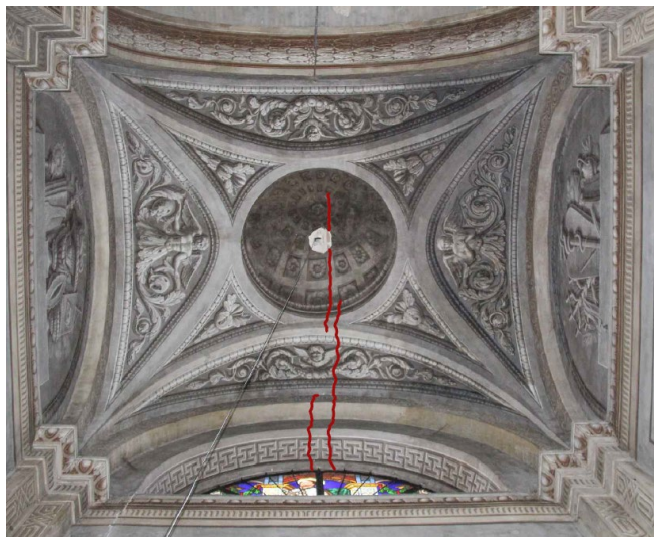
Depuis le sol, nous n'observons pas de fissures sur les voûtes en brique des collatéraux de la nef. Cependant, les nombreuses chutes d'enduit de joints constatés à ces endroits, nous font deviner leur présence.

Les maçonneries en briques de ces voûtes devront donc également être reprises : relancis en recherche, injections de coulis, rejointoiement, réfection des enduits.

Dans le cas de la présence de décors peints, le piochement, réalisé avec un soin particulier, sera limité au stricte nécessaire pour la reprise des fissures.

Ensuite, la restauration du décor sera étudiée au cas par cas, l'étendue de l'intervention suivant la logique de chaque composition et sera programmée en accord avec les prescriptions de la CRMH. Un protocole de restauration spécifique à chaque chapelle, à chaque décor sera établi par la suite.

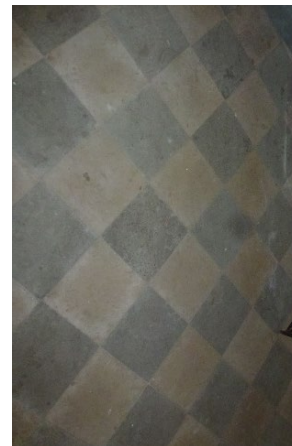




*Exemples de décor peint endommagé par des fissures.  
Mur de fond et voûte de la chapelle Saint François-Xavier*

Les éléments en pierre de taille comportant des fissures seront restaurés de manière classique, tel que précisé ci-avant.

Plusieurs types de revêtement de sol intérieur sont présents dans cette partie de l'édifice : dalles en pierre pour les travées de la nef, des collatéraux et des chapelles Lenoir et du Baptistère, en carreaux de ciment pour la chapelle Notre-Dame de Lourdes, et en carreaux de pierre noire et blanche pour le reste des chapelles.



*Divers types de revêtement de sol. De gauche à droite : nef et collatéraux,  
chapelle Notre-Dame de Lourdes et chapelle Saint François-Xavier*

Les dalles et les carreaux fissurés seront déposés et remplacés à l'identique. Les joints fissurés seront repris. Des déposes/ reposes en recherche seront nécessaires pour l'ensemble des fouilles liées aux reprises en sous-œuvre. Dans ces zones, le sol sera refait dans le respect des dispositions actuelles : déposes en conservation, reposes compris compléments de dalles et carreaux, rejointoiement, etc. La réfection de la forme support sera également prévue. L'ensemble du sol sera nettoyé pour harmonisation.

### Les pierres tombales dans la chapelle Saint Théodard

La chapelle Saint-Théodard abrite 2 pierres tombales.

Les travaux de reprise en sous-œuvre en tiendront compte.

Des sondages préalables seront réalisés afin de reconnaître des dimensions des caveaux et de leurs modes constructifs.

La mise en œuvre des micropieux et des longrines sera adaptée à la présence de ces ouvrages :

- si une intervention en sous-œuvre des caveaux est possible (nature et altimétrie du fond de caveau à confirmer), de longrines filantes seront réalisées sous les caveaux, compris toutes sujétions d'étalement des caveaux en phase provisoire (périmétrie et fond de caveau) ;
- dans le cas contraire, un contournement des caveaux par les longrines, compris toutes sujétions d'intervention par empochements et passes alternées depuis l'autre côté du mur.

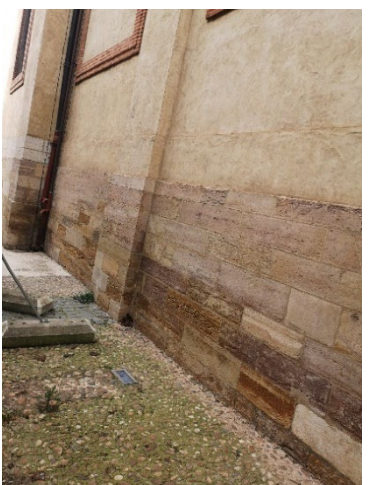
Un pontage des pierres tombales par platelage de circulation renforcé par poutrelles métalliques sera fait pour permettre la circulation de la foreuse dans les chapelles.

Une attention particulière sera portée au blindage des fouilles adjacentes aux caveaux pour éviter toute accident pendant les travaux. Un frettage complémentaire des parois du caveau (type sangles et couchis) sera également à prévoir.



*Pierres tombales présentes dans la chapelle Saint-Théodard*

Les abords de la cathédrale seront également traités une fois les travaux terminés : reprise et remise en état des trottoirs et autres aménagements.



*Divers types de revêtements de sol présents aux abords de la cathédrale : pavés en pierre, enrobé, calade*



## DESCRIPTIF DES TRAVAUX

---

L'opération de confortement de la structure de la cathédrale et de reprise des ouvrages endommagés se déroulera en 3 temps :

- Chapitre I : Mesures de confortement ;
- Chapitre II : Reprise des ouvrages endommagés. Mesures d'urgence ;
- Chapitre III : Restauration des ouvrages endommagés.

Les travaux pourront être allotés de manière suivante :

- Lot Maçonnerie - Pierre de Taille. Fondations spéciales. Sculpture
- Lot Charpente - Couverture
- Lot Ferronnerie - Peinture
- Lot Menuiserie - Ebénisterie
- Lot Décors peints
- Lot Restauration objets déposés
- Lot Eclairage - Electricité.

### • CHAPITRE I – Mesures de confortement

#### **INSTALLATION DE CHANTIER – 12 mois environ**

- Amenée, pose, entretien, dépose, transport retour.
- Périmètre de sécurité. Panneau de chantier. Aire de stockage.
- Cantonnement de chantier.
- Branchements (électricité, eau, etc.).
- Repliement, nettoyage, manutention, évacuation des gravois en fin de chantier, remise en état des lieux.

#### **DEPOSES ET PROTECTIONS DE MOBILIER**

##### • MOBILIER DES CHAPELLES :

##### **Autels, compris tabernacles :**

- Réalisation d'un constat d'état et d'un protocole de dépose. Compris sondages complémentaires si nécessaire.
- Toutes les consolidations nécessaires avant dépose (fixation de moulures, dorures, etc.)
- Dépose du devant d'autel en maçonnerie de toutes natures :
  - o dégarnissage soigné des joints ;
  - o démontage avec précaution partie par partie, compris étalements si nécessaire ;
  - o coupe, descellements et dépose des ferrures ;
  - o toutes les conditionnements et manutentions nécessaires ;
  - o transport et stockage pendant la durée des travaux dans un local approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire.
- Protection des retables conservés en place par polystyrène pour pose d'étaisements, puis encoffrement en contreplaqué. Compris étalements et RSO provisoire des étalements (*cf. chapitres « Etaisements » et « Mesures de confortement » ci-après*).

##### *Localisation :*

- *Autels avec retable : Chapelles Saint-Théodard et Sainte-Philomène ;*
- *Autels simples : Chapelles Saint-François-Xavier, Saint-Martin et Notre-Dame-de-Lourdes.*

##### **Grilles de communion :**

- Réalisation d'un constat d'état avant dépose.
- Descellement avec soin, manutention, transport avec les protections adaptées, stockage dans un endroit approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire.

*Localisation :*

- Ensemble des chapelles de la nef (8u).

**Boiseries :**

Dépose des boiseries (lambris) au pourtour des chapelles et des emmarchements en bois des autels pour les travaux de reprise en sous-œuvre :

- Réalisation d'un constat d'état avant dépose.
- Dépoussiérage, nettoyage superficiel, traitement contre les insectes xylophages, descellement avec soin, manutention, transport avec les protections adaptées, stockage dans un endroit approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire.

*Localisation :*

- Chapelles St-François-Xavier, Saint-Théodard, Saint-Martin, Notre-Dame de Lourdes, Sainte-Philomène et de la Croix.

**Lustres :**

- Réalisation d'un constat d'état avant dépose.
- Consignation du réseau électrique.
- Dépose des lustres, compris moyens d'accès.
- Mise en caissons de protection adaptés, manutentions, stockage dans un endroit approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire.

*Localisation :*

- Chapelles Lenoir, St-François-Xavier, Saint-Théodard, Saint-Martin, Baptistère, Chapelle ND de Lourdes, Ste-Philomène et chapelle de la Croix (5u).

**Toile :**

- Constat de l'état existant de l'œuvre à déplacer réalisé par un restaurateur spécialisé.
- Dépose de la toile avec soin compris tout démontage nécessaire (pattes de fixation, baguettes, clous, etc.) et moyens d'accès.
- Mise en caisson de protection adapté à l'œuvre d'art, compris couches de protection.
- Après la mise en caisson de protection, la prise en charge, le déplacement, le stockage et le retour sur place ne sont pas comprises dans la présente opération.

*Localisation :*

- Chapelle Saint-Martin, tableau représentant Saint Martin, classé au titre objet :
  - o Toile (support, en plusieurs lés) : peinture à l'huile ; bois : peint, doré à la feuille
  - o Cadre bois doré. Tableau peint à l'huile sur toile, de forme rectangulaire.
  - o Dimensions normalisées : H = 227 ; l = 118
  - o État de conservation : œuvre restaurée en 2003.

**Fonts baptismaux en marbre (inscription au titre d'objet) :**

- Réalisation d'un constat d'état et d'un protocole de dépose. Compris sondages complémentaires pour la dépose si nécessaire.
- Dépose :
  - o dégarnissage soigné des joints ;
  - o démontage avec précaution, compris coupe, descellements et dépose des ferrures si nécessaire ;
  - o tous les conditionnements et manutentions nécessaires ;
  - o transport et stockage pendant la durée des travaux dans un local approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire.

*Localisation : Chapelle du Baptistère.*

**Tête de statue :**

- Réalisation d'un constat d'état avant déplacement ;
- Tous les conditionnements et manutentions nécessaires ;
- Transport et stockage pendant la durée des travaux dans un local approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire.

*Localisation : Chapelle Lenoir.*

**Mobilier divers :**

- Réalisation d'un constat d'état avant dépose.
- Dépoussiérage, nettoyage superficiel, dépose avec soin du mobilier liturgique, protections adaptées, manutentions et rangement provisoire à un endroit en accord avec le maître d'ouvrage.

*Localisation :*

- *Chapelle St-François-Xavier - socle de statue ;*
- *Chapelle Saint-Théodard – plaques en marbre sur élévations (6u) ;*
- *Chapelle du Baptistère – plaques sur les élévations (2u) ;*
- *Chapelle Notre-Dame de Lourdes – socle de statue et tronc ;*
- *Chapelle de la Croix – lutrin en bois (classé au titre objet).*

**• MOBILIER DE LA NEF :****Statues :**

- Déplacement des 4 grandes statues présentes dans la première travée de la nef, *dito dépose fonts baptismaux*, compris moyens de levage.

**Chaire à prêcher :**

- Constat d'état et protocole de dépose à réaliser au préalable ;
- Dépoussiérage, nettoyage superficiel, traitement contre les insectes xylophages, descellement avec soin, manutention, transport avec les protections adaptées, stockage dans un endroit approprié, à définir avec la CRMH et l'affectataire ;
- Protection des éléments ne pouvant être déposés (encoffrement polystyrène et contreplaqué).

**Chemin de croix :** dépose *dito dépose chaire* (8u) et Christ en croix sur le 3<sup>e</sup> pilier nord de la nef.

**Bras de lumière et projecteurs :**

- Consignation du réseau électrique ;
- Dépose avec soin, descellements, emballage approprié, stockage.

*Localisation :*

- *Bras de lumière : nef 6u à 5 bras, bas-côtés de la nef : 6u à 1 bras.*
- *Projecteurs sur les corniches hautes : 10u.*

**Orgue :**

Protection de l'orgue par un caisson en surpression :

- Constat d'huissier en présence d'un facteur d'orgue avant et après travaux ;
- Fourniture et pose de bâche thermoformée sur ossature tubulaire, pour confiner la zone des travaux de l'orgue, compris SAS hermétique ;
- Pose d'un système de ventilation permettant de mettre en surpression la bâche thermoformée ;
- La surveillance périodique de l'installation en concertation avec un facteur d'orgue durant toute la durée de l'ensemble des phases de travaux.

**Bénitiers :**

- Petits bénitiers 1<sup>ère</sup> travée de la nef, vers bas-côtés (2u) : protection *in situ* par polystyrène et polyane.
- Bénitiers sur pied 1<sup>ère</sup> travée de la nef (2u) : dépose *dito dépose fonts baptismaux*.

### Divers :

- Divers ouvrages en pierre entreposés à la base de la tour nord : éléments de balustrades, divers blocs de pierres sculptées, à déplacer dans un lieu de stockage selon les indications de la CRMH.

### • MOBILIER DU TRANSEPT :

#### Dépose de mobilier :

##### Toiles :

- Constat de l'état existant des œuvres à déplacer réalisé par un restaurateur spécialisé.
- Dépose de la toile avec soin compris tout démontage nécessaire (pattes de fixation, baguettes, clous, etc.) et moyens d'accès.
- Mise en caisson de protection adapté à l'œuvre d'art, compris couches de protection.
- Après la mise en caisson de protection, la prise en charge, le déplacement, le stockage et le retour sur place ne sont pas comprises dans la présente opération.

##### *Localisation :*

- *Transept Nord – « Le Vœu de Louis XIII » (dimensions : 4,70 x 3,10 m environ) ;*
- *Transept Sud – « L'Apparition du Sacré-Cœur » (dimensions : 5,80 x 3,00 m environ).*

### **DEPOSES ET PROTECTIONS D'OUVRAGES DIVERS**

#### Protections et déplacements :

- Clôture de protection à la limite avec la croisée : protection anti-poussière en panneaux de particules et film polyane posé sur une structure d'échafaudage vertical en tubes métalliques.
- Protection du sol pendant les manutentions liées à la pose / dépose des échafaudages et des étalements et des travaux de reprise en sous-œuvre - chemin de roulement type platelage en bois.
- Protection des baies des chapelles par polyane et contreplaqué.

#### Ouvrages en pierre :

- Tambours des colonnes en façade pour le forage des tirants : descellements des joints, découpes, etc., compris adaptation des tours d'étalement de l'avant-corps. Repose en fin de l'intervention.
- **Perron cathédrale : dépose partielle du perron, limitée à l'emprise des fouilles nécessaires à la reprise en sous-œuvre du massif ouest** (marches en pierre avec soin et maçonneries de toutes natures en démolition). Stockage pour repose à la fin des travaux de confortement.
- Tourelles nord et sud : dépose des marches des tourelles pour forage de tirants (1 volée), compris étalements 1 volée au-dessous et 1 volée en dessous. Repose en fin de travaux.
- Tours nord et sud du massif ouest : dépose avec soins de maçonneries en brique pour ouverture des passages entre les chapelles Lenoir et du Baptistère vers l'intérieur des tours, pour passage de foreuse :
  - l'agrandissement en hauteur des passages voûtés (entre repères 2A-2B et 2E-2F ; cf. plans
  - dépose de maçonneries en brique existantes ;
  - décaissement du sol dans les salles octogonales et les chapelles pour garantir un gabarit de passage suffisant sans impacter les voûtes (gabarit 2m50 min) ;
  - si nécessaire, dépose partielle de maçonnerie de fondation dans l'emprise du passage pour atteindre la hauteur suffisante ;
  - compris toutes sujétions d'étalement provisoire des voûtes des passages si nécessaire ;
  - vigilance particulière vis-à-vis des anomalies repérées dans la salle sud.

#### Revêtements de sol intérieur :

- Dépose en conservation des revêtements de sol de la nef, des collatéraux et des chapelles (dalles en pierre et carreaux ciment). Réfection en fin de travaux, compris fourniture en complément de dalles et carreaux identiques à l'existant. Compris forme de support.

- Dépose de l'emmarchement en pierre de la Chapelle de la Croix.

**Revêtements de sol extérieur :** dépose de revêtements de sol extérieur aux abords de la cathédrale : calade, pavés en pierre et enrobé. Dépose en conservation des bornes en pierre et métalliques.

#### **Réseaux d'évacuation des eaux :**

- Gestion du réseau d'écoulement des ep en pied de la cathédrale :
  - o dépose en conservation des dauphins en fonte des descentes ep ;
  - o captation et déviation des ep des descentes plus loin dans le réseau de la Ville ;
  - o dépose du réseau enterré – avaloirs, caniveau, etc.
  - o remise en place de l'ensemble à la fin des travaux de confortement.

**Réseaux divers :** électrique, fibre, etc. Les plans de l'ensemble des réseaux existants seront à communiquer par la maîtrise d'ouvrage.

#### **Couverture autour et sous les arcs boutants des bas-côtés :**

- Découverture pour pose d'étaisements.
- Dépose de tuiles en conservation : tri, nettoyage, stockage, enlèvement de tuiles cassées.
- Bâchage.
- Dépose de voligeage sans conservation.
- Repose de couverture après travaux, compris fourniture et pose de voligeage neuf en sapin, fourniture de tuiles identiques à l'existant en complément et pose.

#### **Menuiseries :**

- Dépose en conservation des menuiseries du massif ouest pour pose d'étrésillons, compris mise en œuvre d'une clôture d'étanchéité et sécurité. Repose en fin de travaux. – *le grand portail et les 2 latéraux, compris sas d'entrée.*
- Dépose avec soin des abat-sons des tours nord et sud pour étrésillonnage des baies et repose en fin de travaux de confortement.

#### **Système de sonorisation :**

- Enceintes sonores, câbles divers à l'intérieur de la nef.
- Neutralisation des armoires électriques si besoin.

#### Nota :

**Les déposes / repotes concernent uniquement le mobilier actuellement *in situ*, le mobilier déjà déposé n'est pas pris en compte.**

Zones de stockage à prévoir à l'intérieur de la cathédrale (aménagement proposé en option dans la présente étude).

Local de stockage adapté et sécurisé à prévoir en plus en dehors de la cathédrale (non chiffré dans la présente étude).

Le déplacement du petit mobilier – objets liturgiques, chaises, bancs, etc. non inclus dans la présente estimation.

**Rappel :** constats d'état à réaliser pour l'ensemble des objets mobiliers déposés, déplacés ou protégés.



## **ETALEMENTS NECESSAIRES A LA REPRISE EN SOUS-ŒUVRE**

### **Échafaudages :**

- Échafaudage intérieur et extérieur vertical en matériel tubulaire pour la mise en œuvre des étalements.
- Apport et installation ; entretien ; dépose et retour.

### **Etalements :**

Ouvrages concernés – massif ouest et 3 premières travées de la nef, compris collatéraux et chapelles :

- Arcs doubleaux à l'intérieur, compris l'arc entre le massif ouest et la première travée de la nef – à adapter à la présence de l'orgue) ;
- Arcs diaphragmes dans les combles ;
- Arcs boutants ;
- Escaliers des tourelles nord et sud (localement, pour forage de tirants métalliques et pour RSO escaliers en vis) ;
- Etrésillonnement de l'ensemble des baies du massif ouest et de la nef (ensemble des baies hautes de la nef et la 1<sup>ère</sup> baie des chapelles Nord) ;
- Etalement du fronton de la façade ouest (avant-corps) compris adaptations nécessaires lors de la RSO (*cf. mesures de confortement du massif ouest ci-après*) ainsi que lors de la dépose des tambours des colonnes pour le forage des tirants ;
- Etalement de la grande corniche du massif ouest ;
- **Frettage des piles angulaires et des balustrades des tours nord et sud (Option – PSE) ;**
- Sanglage des 4 grandes statues en façade ouest et des pots à feu de la nef ;
- Blindage de fouilles pour les reprises en sous-œuvre.

Cintres en bois sur tabourets métalliques, poutres, semelles de répartition, comprenant :

- les études, la note de calculs et les plans nécessaires
- la location pendant la durée prévisionnelle des travaux
- les transports et toutes les manutentions nécessitées par le projet ;
- les travaux nécessaires pour la préparation de l'appui (planchers, sol extérieur, toitures, etc.), avec tous les ouvrages appropriés à la stabilité de l'ensemble ;
- le façonnage, les assemblages éventuels des bois et la pose de tous les éléments ;
- la fourniture et pose des accessoires (cales, coins, détentes, clous, chevillettes, boulons, et ferrures diverses) y compris percement, coupement, etc. ;
- les matériaux assurant la protection (papier anglais, film, complexe non tissé, isolant divers, etc.) ;
- les visites de contrôle des ouvrages pour assurer le maintien de leur efficacité et le remplacement de tous les éléments défectueux dès que la défectuosité est constatée ;
- la dépose en fin d'opération avec toutes les sujétions dues au mode d'assemblage ;
- les coltinages, le montage et/ou la descente et le repliement de tous les éléments.

### **Protections :**

- Filets pare-gravois fixés à la maçonnerie, indépendants des étalements, à mettre en place pour l'ensemble des voûtes de la nef et des bas-côtés.

## **MESURES DE CONFORTEMENT**

### **• MASSIF OUEST :**

#### **Micropieux de type III, descendus de 13 à 15m sous la cote 103.20 GF<sup>14</sup> :**

- 140 micropieux de diamètre 250 mm ;

Comprenant :

- Essais préalables et essais de contrôle ;
- Préparation, amenée et repli du matériel (dont mise en station de la foreuse) ;

---

<sup>14</sup> Cf. notice G2 APS GEOLIA.

- Forage pour ancrage de 3,00 m minimum dans les molasses compactes (soit une longueur minimale des micropieux de 12m sous le niveau 103.20 NGF) ;
- Tubage systématique afin de préserver l'intégrité des couches archéologiques et de maîtriser les injections (présence de cavités) ;
- Injection sous pression (type III)
- Enregistrement continu papier et informatique des paramètres de forage et injections ;
- Manutention et évacuation des déblais de forage ;
- Recepage des micropieux ;
- Platine de répartition en tête de micropieux.

Forage depuis :

- l'intérieur de la cathédrale au niv. +1,58 m ;
- les salles octogonales des tours nord et sud, avec l'agrandissement en hauteur des passages voûtés les aux chapelles attenantes ;
- le sol extérieur de la rue au niv. +0,00 m (altimétrie variable à confirmer) :
  - o compris dépose préalable du perron (cf. déposes) ;
  - o compris toutes sujétions d'impact sur la circulation piétonne et automobile.

Vérinage :

- Mise en charge des micropieux par vérinage pour assurer le transfert des efforts des fondations existantes vers les ouvrages de reprise et limiter au maximum les tassements résiduels après intervention.

*Localisation :*

- *ensemble des appuis des files 1&2 (repères 1A ; 2A ; 1B ; 2B ; etc.) ;*
- *compris colonnes de l'avant-corps central (col.C ; col.C' ; col.D ; col.D').*

#### **Préparation des massifs de fondation existants :**

- Remaçonneries locales et ponctuels sur les massifs, en substitution des maçonneries disloquées, en recherche ;
- Coulinage et forage des armatures après remaçonnerie :
  - o recherche systématique des vides dans la maçonnerie et coulinage ;
  - o renforcement par 126 barres HA 32 réparties sous l'ensemble du massif (cf. *plan de repérage BMI*) :
    - scellées dans les massifs en brique
    - le cas échéant, disposition en deux lits croisés ; altimétries respectives niv. -0,40 cm et -0,80 m ;
    - diamètre de forage indicatif : 52 mm.

#### **Radier en béton armé :**

Radier béton armé réalisé sous l'arase inférieure de la fondation existante, reconnue dans la fouille RF4 aux environs du **niv - 1,00 m** :

- **ép. 120 cm ;**
- **as. radier : niv. -1,00 m.**

Compris réhausse brique ou béton armé sous l'avant-corps central et les statues aux repères 2C-2D.

Réalisation par passes alternées après dépose du perron. En particulier :

- o l'affouillement horizontal du sol sous l'épaisseur de la fondation existante limité à 1m environ ;
- o intervention des deux côtés des murs pour réalisation d'un radier filant ;
- o à l'interface mi-épaisseur, mise en œuvre de coupleurs en attente pour continuité des armatures.

Réalisation par passes alternées pour éviter tout risque de déstabilisation des superstructures existantes, comprenant :

- Préparation, amenée et repli du matériel (dont engins d'excavation) ;

- Fouilles blindées :
  - o largeur des passes : 1m maximum ;
  - o profondeur de fouille à adapter pour garantir une hauteur de travail d'environ 1m lors de la réalisation d'empochements/refouillements profonds ;
  - o largeur de fouille à adapter pour garantir une largeur de travail suffisante (à titre indicatif, de l'ordre d'1m50 (manipulation des armatures, etc.) ;
- Terrassements manuels à l'approche des ouvrages de maçonneries, canalisations, réseaux divers, etc. ;
- Refouillement de la maçonnerie des fondations ou du sol d'assise sous l'arase inférieure ; compris toute sujétion d'étalement provisoire (type tabourets métalliques) ;
- Dévoisement des réseaux existants si nécessaire ;
- Manutention et évacuation des déblais ; compris foisonnement des terres ;
- Remblai pour comblement de fouille ; compris compactage par couches successives.

#### **Dépose provisoire des fondations de l'avant-corps pour reprise en sous-œuvre la façade :**

- **dépose partielle du perron (cf. description ci-avant) ;**
- forage des micropieux sur le pourtour des ouvrages ;
- appui de l'étalement provisoire de l'avant-corps sur les micropieux ;
- adaptation de l'étalement pour RSO des colonnes (carottages et passage de fers en sous-œuvre des piédestaux) ;
- démolition des fondations de l'avant-corps, en recherche des fondations de la façade proprement dite (repères 1C et 1D sur plan structure) ;
- réalisation du radier sous la façade et à l'aplomb des colonnes ; connexion aux micropieux ;
- à l'aplomb des colonnes, réhausse du radier jusqu'au niveau d'arase inférieure des piédestaux, en brique ou béton armé ;
- déchargement des étalements provisoires pour transfert de charge sur la réhausse susmentionnée ;
- mise en charge définitive des micropieux par vérinage.

#### **Autres ouvrages en béton armé :**

Longrine BA en sous-œuvre des noyaux des escaliers pour transfert des charges du noyau vers les murs périmétriques (situés à l'aplomb des empochements du radier :

- section 30\*40 ht cm ;
- as. niv. 1,58 m.

Compris :

- saignée dans le massif de fondation si ce dernier file sous l'escalier ;
- empochements dans les murs périmétrique ;
- sommiers d'appui dans les empochements ;
- dépose locale des marches avec étalement provisoire de volée pour réalisation de la longrine en sous-œuvre.

Réalisation par passes alternées *dito ci-avant*.

#### **• PILES DU VAISSEAU CENTRAL :**

##### **Micropieux :**

- 4 micropieux identiques pour chacune des 6 piles du vaisseau :
  - o type III ;
  - o **diamètre 200 mm ;**
  - o **profondeur suivant carnet de plans structure BMI (planches 4 et 5) et notice G2 APS-version 2 Géolia.**
- Forage depuis le sol intérieur de la cathédrale, compris toutes sujétions pour circulation de la foreuse entre les étalements provisoires.
- Dispositions générales pour micropieux *dito massif ouest*.

- Vérinage *dito massif ouest*.

*Localisation :*

*6 piles concernées :*

- *File C : piles 3C à 5C ;*
- *File D (symétrique) : piles 3D à 5D.*

#### **Préparation du massif de fondation existant :**

Pour chaque pile :

- Recherche systématique des vides dans la maçonnerie et coulinage,
- Renforcement par 4 barres HA 32 :
  - o scellées dans les assises en pierre de taille (*cf. détail D01 sur planches graphiques BMI* ; à confirmer selon résultats des investigations complémentaires) ;
  - o disposition en deux lits perpendiculaires, soit 1 lit par assise ;
  - o diamètre de forage indicatif : 52 mm ;
- Compris démolition préalable des longrines existantes longitudinales en brique (présumées) le long des files C et D, pour libérer la périmétrie des massifs.

#### **Longrines et radier béton armé :**

Radier béton armé empoché dans le massif de fondation en brique, réalisé en sous-œuvre des deux assises en pierre de taille (*cf. détail D01 sur planches graphiques BMI*) :

- ép. 70 cm ;
- as. env. 30cm sous le niveau fini du dallage intérieur.

Réalisation par passes alternées *dito massif ouest*.

#### **• REPRISE DES MURS-PILES DES CHAPELLES (MURS DE REFEND) :**

##### **Micropieux :**

Réalisation de 8 micropieux identiques pour chaque mur-pile :

- type III ;
- diamètre 200 mm ;
- *profondeur suivant carnet de plans structure BMI (planches 4 et 5) et notice G2 APS-version 2 Géolia.*

Forage des micropieux depuis :

- le sol intérieur des chapelles au niv. +1,58 m ; 6 micropieux ; compris toutes sujétions pour circulation de la foreuse entre les obstacles (étais, caveaux, retables ; voir ci-dessous),
- le sol extérieur de la rue au niv. +0,00 cm (altimétrie variable à confirmer) ; compris toutes sujétions d'impact sur la circulation piétonne et automobile.

Dispositions générales pour micropieux *dito massif ouest*.

Vérinage *dito massif ouest*.

*Localisation :*

*6 murs de refend concernés :*

- *Files A & B : piles 3A à 5B ;*
- *Files E & F (symétriques) : piles 3E à 5F.*

#### **Préparation du massif de fondation existant :**

- Recherche systématique des vides dans la maçonnerie et coulinage ;
- Renforcement par 2x2 barres HA 32 :
  - o scellées dans les massifs en brique (*cf. détail D01 sur planches graphiques BMI*) ; à confirmer selon résultats des investigations complémentaires) ;
  - o diamètre de forage indicatif : 52 mm

- niveau +0,80 m (à confirmer en phase ultérieure selon résultats des investigations complémentaires) ;
- Compris démolition préalable des longrines existantes longitudinales en brique (présumées) le long des files B et E, pour libérer la périmétrie des massifs.

#### **Dispositions particulières pour les retables :**

- Appui de l'étalement provisoire sur chevêtre métallique perdu, empoché dans les murs séparatifs des chapelles et le mur gouttereau ; principe et altimétrie à adapter selon résultats des sondages préalables. En phase provisoire, la reprise du retable est assurée en totalité par son étalement provisoire sur chevêtre ;
- Réalisation des longrines et barrettes en sous-œuvre de l'étalement provisoire ;
- Réalisation d'une réhausse (béton armé ou brique) permettant l'assise des retables sur les longrines sous-jacentes.

#### **Dispositions particulières pour les caveaux dans la chapelle Saint-Théodard :**

- Contournement des caveaux par les ouvrages de fondations (micropieux et longrines), à adapter suivant résultats des sondages préalables :
  - si une intervention en sous-œuvre des caveaux est possible (nature et altimétrie du fond de caveau à confirmer), réalisation de longrines filantes sous les caveaux, dito file 3, compris toutes sujétions d'étalement des caveaux en phase provisoire (périmétrie et fond de caveau) ;
  - dans le cas contraire, contournement des caveaux par les longrines, compris toutes sujétions d'intervention par empochements et passes alternées depuis l'autre côté du mur ;
- Pontage des pierres tombales par platelage de circulation renforcé par poutrelles métalliques, pour permettre la circulation de la foreuse dans les chapelles.

#### **Longrines et radier béton armé :**

Réseau de longrines et barrettes en béton armé empochées dans les massifs de fondation en briques :

- ép. 70 cm ;
- as. variable suivant détail D01 du carnet de plans structure (planche 09) afin de limiter les profondeurs de fouille :
  - en files A/F : env. 30cm sous niveau fini rue ;
  - en files B/E : env. env. 30cm sous le niveau fini du dallage intérieur.

### **TRAVAUX EN SUPERSTRUCTURE**

#### **• REPRISE DES FISSURES ET REGENERATION DES MAÇONNERIES :**

##### **Reprise des fissures et régénération des maçonneries intéressées par les tirants :**

La régénération des maçonneries affectées par les désordres pour restituer leur cohésion, compris :

- Remaillage des fissures importantes et restitution de l'harpage ;
- Relancis des pierres fendues selon nécessité ;
- Refichage et rejointoiement des joints ouverts ; un soin particulier sera accordé aux ouvrages en pierre de taille ainsi qu'aux joints des ouvrages clavés (arcs, plates-bandes, etc.) afin de garantir leur remise en compression ;
- Coulinage des vides détectés dans les maçonneries pour restitution de leur cohérence ; à exécuter gravitairement depuis le bas vers le haut, par bandes horizontales de 1m00 de haut ;
- Remaçonage des vides selon nécessité, etc.

#### **• TIRANTS PASSIFS :**

##### **Armatures forcées dans la maçonnerie formant tirants passifs :**

Mise en œuvre de 6 tirants :

- armature acier inoxydable A2 ;



- diamètre armature : 25 mm ;
- diamètre forage : 31 mm minimum ;
- longueur de scellement : 2m30 dans les maçonneries ;
- compris coupleurs.

Compris tous les essais et les investigations nécessaires pour déterminer les caractéristiques des scellements.

*Localisation :*

- *6 tirants forés depuis la façade occidentale, cf. plans BMI.*

### **MESURES DE SURVEILLANCE**

#### **Conservation de l'instrumentation existante :**

- Conservation des inclinomètres afin d'obtenir de mesures absolues pour le comportement du massif ouest (angle d'inclinaison) en complément des mesures relatives obtenues par les fissuromètres.

#### **Instrumentation complémentaire :**

- Mise sous surveillance du transept et des chapelles sud du chœur.

**INSTALLATION DE CHANTIER – 12 mois environ**

- Amenée, pose, entretien, dépose, transport retour.
- Périmètre de sécurité. Panneau de chantier. Aire de stockage.
- Cantonnement de chantier.
- Branchements (électricité, eau, etc.).
- Repliement, nettoyage, manutention, évacuation des gravois en fin de chantier, remise en état des lieux.

**PROTECTIONS**

**Orgue :**

- Maintien de la surveillance l'installation en concertation avec un facteur d'orgue durant toute la durée des travaux. Compris tous les réajustements nécessaires.

**ECHAFAUDAGES**

- Échafaudage intérieur vertical en matériel tubulaire.
- Echafaudage horizontal renforcé pour travaux sur les voûtes.
- Apport et installation ; entretien mensuel ; dépose et retour.
- Clôture de protection à la limite avec la croisée : protection anti-poussière en panneaux de particules et film polyane posé sur une structure d'échafaudage vertical en tubes métalliques.

**RESTAURATION DES MACONNERIES INTERIEURES ET EXTERIEURES**

**Maçonneries en brique :**

Murs gouttereaux et de refends, voûtes (compris extrados) de la nef, des bas-côtés et des chapelles, arcs diaphragmes dans les combles des bas-côtés :

- Nettoyage des maçonneries en brique par brossage pour les maçonneries intérieures ou les maçonneries extérieures après piochement d'enduit.
- Traitement algicide pour les maçonneries extérieures non enduites.
- Refouillement briques altérées, toute profondeur.
- Relancis de brique en recherche. Provision pour complément de briques foraines.
- Dégradation des joints en recherche.
- Rejointoiement par grande partie.

**Maçonneries en pierre :**

En recherche pour le massif ouest et les soubassements, ébrasements des baies hautes et corniches de la nef :

- Nettoyage de pierre sur parement uni ou en voussure.
- Remaillage des fissures.
- Remplacement des pierres fissurées : dépose de pierres sans conservation, fourniture / taille / pose de pierre identique à l'existant.
- Dépose/repose de pierre vieille en conservation.
- Rejointoiement en recherche.
- Bouchons en pierre neuve.
- Ragrafages en mortier de chaux. Goujons et agrafes.

**RESTAURATION DES ENDUITS**

**Réfection d'enduit sur maçonneries en brique** (murs gouttereaux et de refends, voûtes uniquement de la nef et des bas-côtés) :

- Piochement d'enduit existant.

- Réfection des enduits : application d'un enduit en mortier de chaux vertical sur mur et sur voûte, et d'un badigeon à la chaux grasse réalisé avec l'assistance du restaurateur pour la préparation des échantillons de teinte. Compris badigeon.

**Réfection du badigeon sur parements et chainages en pierre** (murs gouttereaux et de refends, voûtes uniquement de la nef et des bas-côtés, arcs et pilastres) :

- Badigeon au mortier de chaux.
- Assistance et accompagnement de l'intervention de réfection de badigeons par un restaurateur de peintures.

## ***CONSOLIDATION DES DECORS PEINTS***

**Consolidation du décor peint des voûtes et des élévations des chapelles après le traitement des fissures :**

- Dépoussiérage superficiel à l'aspirateur et brosse douce afin de décoller les poussières grasses.
- Protection des surfaces fragilisées : facing de papier japonais et pose de solins.
- Purges des zones lacunaires.
- Mémoire technique et photographique en fin de travaux, avec la présentation de la nature des travaux de restauration, des produits employés, des tests et de l'avancement des travaux illustrés.

## ***REPRISE DES SOLS***

**Remise en place des revêtements de sol à l'intérieur (dalles en pierre et carreaux ciment, y compris des emmarchements d'autel) :**

- Repose de dalles en pierre et des carreaux, compris compléments si nécessaires, forme, rejointoiement.
- Remplacement en recherche des dalles et des carreaux fissurés restés *in situ*, compris compléments identiques à l'existant.
- Nettoyage, rejointoiement en recherche des revêtements conservés *in situ*. Patine d'harmonisation.

## ***Perron de la cathédrale :***

- **Réfection du perron de la cathédrale après dépose partielle :**
  - o massif en briques et moellons pierre ;
  - o repose des marches en pierre, compris fourniture en complément de marches à l'identique ;
  - o rejointoiement ;
  - o patine d'harmonisation.

**Remise en état des abords :**

- Remise en état du réseau d'évacuation des ep en pied de la cathédrale : regard, avaloirs, etc.
- Remise en état des trottoirs, aménagements divers et autres en périphérie de la cathédrale : trottoirs en calade, pavés en pierre, enrobé, y compris bornes en pierre et métalliques.
- Remise en place de réseaux divers (GDF, EDF, fibre, etc.) – à la charge de la Ville.

## ***REMISE EN PLACE DE MOBILIER LITURGIQUE IMMEUBLE PAR DESTINATION***

**Autels des chapelles, compris tabernacles :**

- Repose, constat d'état et protection par polystyrène et contreplaqué pendant la durée des travaux de la phase 3.

*Localisation :*

- *Autels avec retable : Chapelles Saint-Théodard et Sainte-Philomène ;*
- *Autels simples : Chapelles Saint-François-Xavier, Saint-Martin et Notre-Dame-de-Lourdes ;*

### **Grilles de communion des chapelles :**

- Repose, constat d'état et protection par polystyrène et polyane pendant la durée des travaux de la phase 3.

#### *Localisation :*

- *Ensemble des chapelles de la nef (8u).*

### **Boiseries des chapelles :**

Lambris et placards au pourtour des chapelles :

- Transport depuis le site de stockage jusqu'à l'atelier pour restauration, puis transport et remise en place ;
- Traitement contre les insectes xylophages ;
- Remplacement des parties disparues en bois de même essence, et toutes autres réparations nécessaires ;
- Réparation des parties détériorées, rebouchage et ponçage soigné ;
- Intégration des lacunes par éléments de la même essence assemblés ;
- Nettoyage superficiel, remise en cire et lustrage de l'ensemble ;
- Protections par polystyrène et polyane pendant la durée des travaux de restauration de la phase 3.

#### *Localisation :*

- *Chapelles St-François-Xavier, Saint-Théodard, Saint-Martin, Notre-Dame de Lourdes, Sainte-Philomène et de la Croix.*

### **Emmarchements en bois des autels des chapelles :**

- La récupération des ouvrages et le transport depuis le site de stockage jusqu'à la cathédrale ;
- La réalisation d'un constat d'état ;
- La repose, compris toutes les fixations nécessaires ;
- Le nettoyage superficiel à la paille de fer fine ;
- Remplacement de toutes les parties en mauvais par des éléments en bois neuf de même essence. Sections et profils identiques à l'existant, y compris les assemblages entre les bois neufs et anciens. Les assemblages identiques aux assemblages originels y compris toutes les sujétions, greffes rapportées en chêne avec raccordement du fil des bois partout où nécessaire.
- Application de cire incolore.
- Protections par polystyrène et contreplaqué pendant les travaux de restauration du chapitre 3.

#### *Localisation :*

- *Chapelles St-François-Xavier, Saint-Théodard, Saint-Martin, Notre-Dame de Lourdes, Sainte-Philomène.*

### **Chaire à prêcher :**

- Transport depuis le site de stockage jusqu'à l'atelier pour restauration, puis transport à la cathédrale et remise en place ;
- La réalisation d'un constat d'état ;
- La restauration des parties en bois :
  - o Décapage complet pour mise à vif des bois ;
  - o Réparation des parties détériorées, rebouchage et ponçage soigné ;
  - o Intégration des lacunes par éléments de la même essence assemblés ;
  - o Reprise des parties sculptées détériorées par éléments de la même essence. La présentation de modèles soumises à l'approbation du maître d'œuvre pour les parties sculptées.
  - o Application d'un traitement vrillette sur l'ensemble des stalles.
  - o Glacis à l'huile, finition cirée de l'ensemble.
- La restauration des dorures :
  - o Le nettoyage superficiel des ors à l'aide de solvant de type hydrocarbure aromatique ou saturé au bâtonnet et coton.



- La reprise des apprêts des surfaces lacunaires au blanc de Meudon et colle de peau en préparation à la dorure.
- La pose des ors et leurs assiettes en fonction de l'original. Harmonisation des raccords de dorure à l'original.
- Protections antipoussière pendant la durée des travaux de restauration de la phase 3.

#### **Fonts baptismaux et bénitiers :**

- Récupération depuis le lieu de stockage et transport *in situ*, compris toutes les protections nécessaires ;
- Remise en place, compris toutes les fixations ;
- Nettoyage léger.

*Localisation : fonts baptismaux Chapelle du Baptistère et 2 bénitiers sur pied 1<sup>ère</sup> travée de la nef.*

### **REMISE EN PLACE D'OUVRAGES DIVERS**

#### **Ouvrages en pierre :**

- Tourelles nord et sud : repose des marches des tourelles déposées pour le forage de tirants, compris compléments de pierre si nécessaire, nettoyage et rejointoiement.
- Tours nord et sud du massif ouest : réfection à l'identique des maçonneries en brique entre les chapelles et l'intérieur des tours.
- Les 4 statues de la nef. Compris nettoyage.

#### **Couverture autour et sous les arcs boutants des bas-côtés :**

- Repose de couverture après travaux, compris fourniture et pose de voligeage neuf en sapin, fourniture de tuiles identiques à l'existant en complément et pose.

#### **Menuiseries :**

- Repose des menuiseries du massif ouest. Compris remises en jeu et remises en peinture. – *le grand portail et les 2 latéraux, compris sas d'entrée, les 2 portes des tours nord et sud.*
- Repose des abat-sons des tours nord et sud, compris réparations en recherche.

#### **Système de sonorisation :**

- Enceintes sonores, câbles divers à l'intérieur de la nef.

#### **Eclairage :**

- Remise en place des bras de lumière à 5 bras uniquement dans la nef. Compris petites réparations si nécessaire, remplacement de globes à l'identique en recherche, remplacement des ampoules. Recâblage.
- Remise en place des projecteurs déposés.

### **MISE SOUS SURVEILLANCE**

#### **Mise sous surveillance de la cathédrale :**

- Maintien du dispositif mis en place dans le Chapitre 1.

**INSTALLATION DE CHANTIER – 12 mois environ**

- Amenée, pose, entretien, dépose, transport retour.
- Périmètre de sécurité. Panneau de chantier. Aire de stockage.
- Cantonnement de chantier.
- Branchements (électricité, eau, etc.).
- Repliement, nettoyage, manutention, évacuation des gravois en fin de chantier, remise en état des lieux.

**ECHAFAUDAGES**

**Mise en œuvre, entretien, dépose :**

Pour interventions dans les chapelles de la nef, les bras du transept, et les chapelles sud du chœur (St-Louis et St-Paul) :

- Échafaudage intérieur vertical en matériel tubulaire.
- Echafaudage horizontal renforcé pour travaux sur les voûtes (uniquement pour les chapelles de la nef).
- Apport et installation ; entretien mensuel ; dépose et retour.
- Clôture de protection à la limite avec la croisée : protection anti-poussière en panneaux de particules et film polyane posé sur une structure d'échafaudage vertical en tubes métalliques.

**PROTECTIONS**

**Mobilier :**

- Toiles : protection des 4 toiles dans le transept nord ;
- Autels, par polystyrène et encoffrement en contreplaqué :
  - o les 2 autels du transept nord et sud ;
  - o les 2 autels des chapelles sud du chœur (St-Louis et St-Paul) ;
- Confessionnaux, par polystyrène et encoffrement en contreplaqué : chapelles sud du chœur St-Louis et St-Paul (2u) ;
- Statues : les 2 statues de part et d'autre de l'autel du transept nord ;
- Emmarchements en pierre sous l'emprise des échafaudages mis en place pour la reprise des fissures présentes à côté des 2 grandes toiles.
- Maintien des protections mises en place au Chapitre 2 pour le mobilier des chapelles (autels compris emmarchements, grilles de communion, boiseries).

**Orgue :**

- Maintien de la surveillance l'installation en concertation avec un facteur d'orgue durant toute la durée des travaux. Compris tous les réajustements nécessaires.
- Dépose à la fin des travaux.

**REPRISE DES MACONNERIES INTERIEURES EN BRIQUE**

**Maçonneries en brique :**

En recherche, pour le traitement des fissures dans le bras nord et sud du transept et les 2 chapelles sud chœur :

- Nettoyage des maçonneries en brique par brossage après piochement d'enduit.
- Refouillement briques altérées, toute profondeur.
- Relancis de brique en recherche. Provision pour complément de briques foraines.
- Dégradation des joints en recherche.
- Rejointoiement par grande partie.

## **RESTAURATION DES ENDUITS**

### **Réfection d'enduit sur maçonneries en brique :**

- Piochement d'enduit existant.
- Réfection des enduits : application d'un enduit en mortier de chaux vertical sur mur et sur voûte, et d'un badigeon à la chaux grasse réalisé avec l'assistance du restaurateur pour la préparation des échantillons de teinte. Compris badigeon.

#### *Localisation :*

- chapelle Lenoir ;
- bras du transept nord et sud – pour la reprise des microfissures ;
- chapelles sud du chœur St-Louis et St-Paul – pour la reprise des microfissures.

### **Réfection du badigeon sur parements et chainages en pierre**

- Badigeon au mortier de chaux.
- Assistance et accompagnement de l'intervention de réfection de badigeons par un restaurateur de peintures.

#### *Localisation : chapelles de la nef.*

## **RESTAURATION DES DECORS PEINTS**

### **Restauration du décor peint des voûte et des élévations des chapelles de la nef suite aux mesures de conservation :**

- Nettoyage de la couche picturale.
- Rebouchage des grandes lacunes.
- Consolidation des décollements des mortiers et des soulèvements de la couche picturale.
- Refixage des surfaces pulvérulentes de la couche picturale.
- Réintégration du décor des grandes lacunes : façon illusionniste.
- Restauration picturale du décor original.
- Mémoire technique et photographique en fin de travaux, avec la présentation de la nature des travaux de restauration, des produits employés, des tests et de l'avancement des travaux illustrés.

## **RESTAURATION DE MOBILIER (OPTION - PSE)**

### **Autels, compris retables et tabernacles :**

- Etablissement du protocole d'intervention ;
- Marbre :
  - o Nettoyage : dépoussiérage à sec, brossage de l'ensemble à l'aide d'eau additionnée de tensio-actifs, rinçage.
  - o Comblement des fissures, des épaufures, et des veines dégarnies à l'aide de stuc acrylique et poudre de marbre adaptée aux couleurs. Finition de surface en harmonie avec l'existant et lustrage.
  - o Restauration et réfection des dorures compris raccords et harmonisation.
- Bois doré retables et tabernacles :
  - o Nettoyage superficiel des ors ;
  - o Reprise des apprêts des surfaces lacunaires ;
  - o Pose des ors et leurs assiettes en fonction de l'original. Harmonisation des raccords de dorure à l'original.
- Stuc doré :
  - o Nettoyage, réparation des petits accidents, restitution en recherche des éléments manquants, restauration et réfection des dorures compris raccords et harmonisation.

#### *Localisation :*

- Autel et tabernacle en marbre simple : chapelle Saint-François-Xavier ;

- *Autel et tabernacle en marbre doré : chapelle Notre-Dame ;*
- *Autels en marbre doré, tabernacle et retable en marbre et bois doré : chapelles St-Théodard et Ste-Philomène ;*
- *Autel en stuc dore et tabernacle en bois doré : chapelle Saint-Martin.*

#### **Grilles de communion :**

- Constat de l'état repérage des parties manquantes et des parties altérées ;
- Décapage à vif des fers, inspection point par point, vérification des assemblages et réfection de ceux défectueux, remplacement des rivets abîmés, réparation des fers en mauvais état par greffes ;
- Restitution du décor doré manquant en recherche ;
- Remise en jeu des parties mobiles ;
- Nettoyage des lisses en bois et finition cirée de l'ensemble.
- Mise en peinture des ferronneries ;
- Restauration des dorures en recherche.

#### *Localisation :*

- *Grilles dorées avec des lisses en bois : chapelle du Baptistère, Lenoir, Ste-Philomène ;*
- *Grilles simples avec des lisses en bois : chapelle de la Croix, St-François-Xavier, St-Théodard,, St-Martin.*
- *Grilles simples : chapelle Notre-Dame.*

#### **Toiles :**

- Remise en place des toiles déposées et repositionnement avec toutes les reprises nécessaires pour une fixation dans l'emplacement d'origine, sous la stricte surveillance d'un restaurateur agréé ;
- Le retour sur place à la charge des services de la CRMH.

#### *Localisation :*

- *Chapelle St-Martin – « St-Martin » ;*
- *Transept Nord – « Le Vœu de Louis XIII » ;*
- *Transept Sud – « L'Apparition du Sacré-Cœur ».*

#### **Lustres et bras de lumière :**

- Transport pour ramener *in situ* ;
- Remise en place des lustres et des bras de lumière à 1 bras uniquement. Compris petites réparations si nécessaire, remplacement des éléments cassés à l'identique en recherche, remplacement des ampoules. Ré électrification si nécessaire. Recâblage.

#### *Localisation :*

- *Lustres : chapelles Lenoir, St-François-Xavier, Saint-Théodard, Saint-Martin, Baptistère, Chapelle ND de Lourdes, Ste-Philomène et chapelle de la Croix (5u).*
- *Bras de lumière : sur les murs de séparation entre les chapelles (6u).*

#### **Mobilier divers :**

- Chemin de Croix, lutrin en bois, Christ en croix, socles de statues, plaques en marbre de la chapelle St-Théodard, etc. : ramener *in situ*, nettoyage, petites réparations, fixations.

### **MISE SOUS SURVEILLANCE**

#### **Mise sous surveillance de la cathédrale :**

- Maintien du dispositif mis en place dans le Chapitre 1.



## **INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES EN PHASE CONCEPTION**

---

Pour mener à bien la suite des études de conception, des investigations complémentaires sont à effectuer sur l'édifice, notamment au niveau des fondations et des ouvrages en superstructure.

Le présent chapitre en donne la description sommaire. Pour plus de détails, se reporter aux cahiers de charges BMI et Géolia joints au présent APS.

**Les résultats des investigations complémentaires seront à prendre en compte dès la phase APD compte-tenu de leurs conséquences sur l'estimation financière.**

### **A. INVESTIGATIONS SUR LES FONDATIONS**

- **Reconnaissance des fondations :**
  - o Chapelle Saint-Théodard, associant :
    - pied de retable pour caractérisation du mode de fondation (profondeur en particulier) et affinage de la méthodologie d'intervention ;
    - périmétrie (partielle) d'un caveau pour confirmation des dimensions (plan et altimétries) et des modes constructifs des parois si existantes (pourtour et fond) ; à combiner avec passage géoradar préalable ;
    - pied de mur de typologie 4A, non reconnue.
  - o Massif ouest pour validation/adaptation du principe de radier décrit au projet (présence de masses enterrées détectée par les prospections géophysiques de 2021 (cf. rapport ANALYSE-GC joint à l'APS), susceptibles d'impacter significativement la solution technique retenue au projet.
- **Carottages dans la maçonnerie des fondations reconnues :**
  - o Pour reconnaissance des principes constructifs dans l'épaisseur des massifs (homogénéité ; nature de la maçonnerie du cœur ; présence de vides, etc.) ;
  - o Pour caractérisation de la résistance en compression de la maçonnerie : prélèvement d'échantillons de brique/pierre/mortier pour réalisation d'essais mécaniques en laboratoire.
- **Caractérisation de l'agressivité du sol et des eaux souterraines vis-à-vis des bétons :** prélèvement d'échantillons et essais en laboratoire (cf. notice G2 APS GEOLIA).

### **B. INVESTIGATIONS EN SUPERSTRUCTURE**

- **Carottages dans la maçonnerie porteuse** pour reconnaissance des matériaux constitutifs et de leurs épaisseurs respectives (parement, fourrure, cœur de piles, etc.) ; à répartir sur :
  - o massif de façade ;
  - o pile du vaisseau central (type repère 5C) ;
  - o murs-piles des chapelles (type repères 5A-5B) ;
  - o murs gouttereaux de la nef pour reconnaissance d'épaisseur pour passage de tirants forés.
- **Sondages ponctuels type dépose d'enduit sur les retables** (piédestaux, colonnes, frontons, etc.), pour identification et caractérisation des modes constructifs (matériaux, harpage éventuel dans les murs-gouttereaux, etc.).

### **C. MESURES DE SURVEILLANCE**

- **Conservation de l'instrumentation existante :**

L'instrumentation mise en place à la suite du sinistre sera à conserver pendant la durée des études et du chantier.

La conservation des inclinomètres est à prévoir car ceux-ci permettent l'obtention de mesures absolues pour le comportement du massif (angle d'inclinaison) en complément des mesures relatives obtenues par les fissuromètres (déplacement relatif entre les lèvres des fissures instrumentées).

Lors du chantier, ces informations seront utiles pendant toutes les étapes de la reprise en sous-œuvre, en particulier lors de la réalisation des empochements, et plus encore pour le vérinage.

- **Instrumentation complémentaire :**

Une instrumentation complémentaire sera à prévoir pour inclure le reste de l'édifice (chœur et transept, et tout particulièrement les chapelles sud du chœur).

Le cahier des charges nécessaire pour la mise en place de cette instrumentation sera diffusé en phase APD.

#### **D. AUTRES INVESTIGATIONS**

- **Relevé géomètre pour confirmation des altimétries** intérieures et extérieures de la cathédrale, compris emmarchement ;
- **Reconnaissance de réseaux divers** présents en pied de la cathédrale (évacuation EP, Réseaux EDF, GRDF, fibre, etc.).

*Clichés et dessins ©Agence Caillault, sauf mention contraire.*

## RECAPITULATIF FINANCIER DE L'OPERATION

Pour l'estimatif détaillé des travaux se reporter au cahier « Evaluation du coût des travaux » - Cabinet Coefficient, joint au présent APS.

\*En mauve, les montants modifiés par rapport à la première version de l'APS,

### •CHAPITRE I - Mesures de confortement

<b>INSTALLATIONS DE CHANTIER</b>	<b>123 950,00 €</b>
----------------------------------	---------------------

<b>DEPOSES ET PROTECTIONS DE MOBILIER</b>	<b>149 520,00 €</b>
---	---------------------

<b>Travaux de protection d'œuvres / ouvrages in-situ</b>	<b>27 530,00 €</b>
<b>Déposes en conservation et mises en dépôt</b>	<b>121 990,00 €</b>
Ouvrages en ferronnerie	8 925,00 €
Menuiseries	13 049,00 €
Autels et retables	24 690,00 €
Fonts baptismaux, statues et piédestaux	47 429,00 €
Mobiliers et ouvrages non scellés	6 287,00 €
Luminaires	12 050,00 €
Tableaux	9 560,00 €

<b>ECHAFAUDAGES</b>	<b>541 120,00 €</b>
---------------------	---------------------

<b>DEPOSES ET PROTECTIONS OUVRAGES DIVERS</b>	<b>276 924,00 €</b>
---	---------------------

<b>Maçonnerie</b>	<b>102 905,00 €</b>
<b>Couverture</b>	<b>9 270,00 €</b>
<b>Menuiserie</b>	<b>52 860,00 €</b>
<b>Serrurerie</b>	<b>5 200,00 €</b>
<b>Electricité</b>	<b>5 900,00 €</b>
<b>Protections</b>	<b>100 789,00 €</b>

<b>ETAIEMENTS NECESSAIRES A LA REPRISE EN SOUS-ŒUVRE</b>	<b>1 002 690,00 €</b>
--	-----------------------

<b>Etudes</b>	<b>8 815,00 €</b>
<b>Etaiements</b>	<b>993 875,00 €</b>
Avant-corps du massif ouest	110 682,00 €
Retables conservés en place	46 130,00 €
Tours métalliques d'étalement intérieurs	208 797,00 €
Portiques métalliques	59 941,00 €
Cintres en bois	443 711,00 €
Etrésillonnement de baies	93 465,00 €
Ceinturage des tours du massif ouest	-
Etalements divers	31 149,00 €

<b>MESURES DE CONFORTEMENT</b>	<b>2 971 652,00 €</b>
--------------------------------	-----------------------

<b>Etudes</b>	<b>15 000,00 €</b>
<b>Massif ouest - tours et corps central</b>	<b>2 158 404,00 €</b>
Micropieux	978 110,00 €
Démolition - terrassement	440 158,00 €
Consolidation des massifs de fondations existants	83 800,00 €
Radier BA	498 856,00 €
Tirants forés, cis déposes MPdT nécessaires	157 480,00 €
<b>Les 3 premières travées de la nef et des bas-côtés</b>	<b>798 248,00 €</b>
Micropieux	320 320,00 €
Démolition - terrassement	243 592,00 €
Consolidation des massifs de fondations existants	36 870,00 €
Longrines et radier BA	197 466,00 €

REPRISES EN PIERRE DE TAILLE APRES RSO ET DEPOSES DES ETAIEMENTS	35 900,00 €
--	-------------

MESURES DE SURVEILLANCE	28 000,00 €
-------------------------	-------------

TOTAL HT Chapitre I - Mesures de confortement	5 129 756,00 €
TVA 20,00 %	1 025 951,20 €
TOTAL TTC	6 155 707,20 €

OPTION (PSE)	
Ceinturage des tours du massif occidental	33 680,00 €
Création d'une zone de stockage dans la cathédrale	171 196,00 €
Protection d'œuvres / ouvrages in-situ (bras nord et sud du transept)	1 590,00 €



**•CHAPITRE II - Reprise des ouvrages endommagés. Mesures d'urgence**

**INSTALLATIONS DE CHANTIER** 59 600,00 €

**REPRISES DE SOL** 362 487,00 €

<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>362 487,00 €</b>
<i>Perron de la cathédrale</i>	<i>90 952,00 €</i>
<i>Sols intérieurs et emmarchements</i>	<i>178 165,00 €</i>
<i>Remise en état des abords</i>	<i>93 370,00 €</i>

**REMISE EN PLACE D'OUVRAGES DIVERS** 222 600,00 €

<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>26 000,00 €</b>
<b>Menuiserie</b>	<b>180 800,00 €</b>
<b>Serrurerie</b>	<b>2 800,00 €</b>
<b>Electricité</b>	<b>13 000,00 €</b>

**RESTAURATION FACADE NORD** 189 491,00 €

<b>Echafaudages et protections</b>	<b>56 696,00 €</b>
<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>111 500,00 €</b>
<i>Etudes</i>	<i>1 500,00 €</i>
<i>Brique et enduit</i>	<i>90 165,00 €</i>
<i>Pierre de Taille</i>	<i>16 175,00 €</i>
<i>Divers</i>	<i>3 660,00 €</i>
<b>Couverture</b>	<b>18 495,00 €</b>
<b>Serrurerie</b>	<b>2 800,00 €</b>

**RESTAURATION FACADE SUD** 210 621,00 €

<b>Echafaudages et protections</b>	<b>55 546,00 €</b>
<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>134 180,00 €</b>
<i>Etudes</i>	<i>800,00 €</i>
<i>Brique et enduit</i>	<i>113 185,00 €</i>
<i>Pierre de Taille</i>	<i>16 175,00 €</i>
<i>Divers</i>	<i>4 020,00 €</i>
<b>Couverture</b>	<b>18 495,00 €</b>
<b>Serrurerie</b>	<b>2 400,00 €</b>

**MASSIF OCCIDENTAL** 7 545,00 €

<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>6 745,00 €</b>
<b>Serrurerie</b>	<b>800,00 €</b>

**TRAVAUX INTERIEURS : NEF** 423 537,00 €

<b>Cloison étanche</b>	<b>35 154,00 €</b>
<b>Surveillance et dépose protection orgue</b>	<b>10 260,00 €</b>
<b>Echafaudages et protections</b>	<b>123 431,00 €</b>
<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>254 692,00 €</b>
<i>Etudes</i>	<i>1 500,00 €</i>
<i>Brique et enduit</i>	<i>122 177,00 €</i>
<i>Pierre de Taille</i>	<i>125 765,00 €</i>
<i>Divers</i>	<i>5 250,00 €</i>

**TRAVAUX INTERIEURS : DEAMBULATOIRE ET NARTHEX NORD** 96 740,00 €

<b>Echafaudages et protections</b>	<b>31 396,00 €</b>
<b>Maçonnerie - Pierre de Taille</b>	<b>65 344,00 €</b>
<i>Etudes</i>	<i>400,00 €</i>
<i>Brique et enduit</i>	<i>42 614,00 €</i>
<i>Pierre de Taille</i>	<i>20 785,00 €</i>
<i>Divers</i>	<i>1 545,00 €</i>

<b>TRAVAUX INTERIEURS : DEAMBULATOIRE ET NARTHEX SUD</b>		<b>101 170,00 €</b>
Echafaudages et protections	31 396,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	69 774,00 €	
Etudes	400,00 €	
Brique et enduit	44 954,00 €	
Pierre de Taille	22 800,00 €	
Divers	1 620,00 €	
<b>CHAPELLE SAINT-FRANCOIS-XAVIER</b>		<b>35 790,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 100,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	10 824,00 €	
Consolidation des décors peints	19 866,00 €	
<b>CHAPELLE SAINT-THEODARD</b>		<b>28 836,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 100,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 870,00 €	
Consolidation des décors peints	19 866,00 €	
<b>CHAPELLE SAINT-MARTIN</b>		<b>33 243,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 100,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	8 277,00 €	
Consolidation des décors peints	19 866,00 €	
<b>CHAPELLE DU BAPTISTERE</b>		<b>29 525,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 084,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	4 575,00 €	
Consolidation des décors peints	19 866,00 €	
<b>CHAPELLE NOTRE-DAME</b>		<b>30 837,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 084,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	6 715,00 €	
Consolidation des décors peints	19 038,00 €	
<b>CHAPELLE SAINTE-PHILOMENE</b>		<b>34 532,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 084,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	10 410,00 €	
Consolidation des décors peints	19 038,00 €	
<b>CHAPELLE DE LA CROIX</b>		<b>29 752,00 €</b>
Echafaudages et protections	5 084,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	5 630,00 €	
Consolidation des décors peints	19 038,00 €	
<b>REMISE EN PLACE MOBILIER LITHURGIQUE immeuble par destination</b>		<b>162 515,00 €</b>
Autels des chapelles, compris tabernacles	45 515,00 €	
Ouvrages de ferronnerie	14 970,00 €	
Menuiseries	43 390,00 €	
Fonts baptismaux et bénitiers	6 990,00 €	
Remise en place d'ouvrages divers	51 650,00 €	
<b>TOTAL HT Chapitre II - Reprise des ouvrages endommagés. Mesures d'urgence</b>		<b>2 058 821,00 €</b>
TVA 20,00 %		411 764,20 €
<b>TOTAL TTC</b>		<b>2 470 585,20 €</b>

**•CHAPITRE III - Restauration des ouvrages endommagés**

<b>CHAPELLE LENOIR</b>		<b>31 020,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	23 580,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE SAINT-FRANCOIS-XAVIER</b>		<b>33 463,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 810,00 €	
Décors peints	22 213,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE SAINT-THEODARD</b>		<b>32 908,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 255,00 €	
Décors peints	22 213,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE SAINT-MARTIN</b>		<b>33 035,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 382,00 €	
Décors peints	22 213,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE DU BAPTISTERE</b>		<b>32 999,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 346,00 €	
Décors peints	22 213,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE NOTRE-DAME</b>		<b>29 058,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 890,00 €	
Décors peints	17 728,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE SAINTE-PHILOMENE</b>		<b>33 175,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	4 458,00 €	
Décors peints	21 277,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE DE LA CROIX</b>		<b>32 287,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	3 570,00 €	
Décors peints	21 277,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>NEF / BAS-COTES</b>		<b>-</b>
Mobiliers	PSE	
<b>BRAS NORD DU TRANSEPT</b>		<b>13 729,00 €</b>
Echafaudages et protections	6 225,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	7 504,00 €	
Mobiliers	PSE	

<b>BRAS SUD DU TRANSEPT</b>		<b>11 932,00 €</b>
Echafaudages et protections	6 750,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	5 182,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE SAINT-LOUIS</b>		<b>15 320,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	6 068,00 €	
Décors peints	1 812,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>CHAPELLE SAINT-PAUL</b>		<b>15 320,00 €</b>
Echafaudages et protections	7 440,00 €	
Maçonnerie - Pierre de Taille	6 068,00 €	
Décors peints	1 812,00 €	
Mobiliers	PSE	
<b>TOTAL HT Chapitre III - Restauration des ouvrages endommagés</b>		<b>314 246,00 €</b>
TVA 20,00 %		62 849,20 €
<b>TOTAL TTC</b>		<b>377 095,20 €</b>

<b>OPTION (PSE)</b>	
Restauration de mobilier	84 980,00 €

**RECAPITULATIF FINANCIER DE L'OPERATION**  
**APS - 2ème version**

• <i>CHAPITRE I - Mesures de confortement</i>	<i>5 129 756,00 €</i>
• <i>CHAPITRE II - Reprise des ouvrages endommagés. Mesures d'urgence</i>	<i>2 058 821,00 €</i>
• <i>CHAPITRE III - Restauration des ouvrages endommagés</i>	<i>314 246,00 €</i>

<b>TOTAL Général H.T.</b>	<b>7 502 823,00 €</b>
TVA 20,00 %	1 500 564,60 €
<b>TOTAL Général T.T.C.</b>	<b>9 003 387,60 €</b>



Collaborateurs pour cette étude :

Agence Pierre-Yves CAILLAULT, ACMH :

Anca CABA, architecte du patrimoine  
Pierre-Yoann GICQUIAUD, assistant architecte  
Hlima MERCURIALI, architecte  
Alexia LE CALVEZ, architecte  
Clément GOUSSU, historien

BMI Patrimoine :

Julien Bourgeois, ingénieur structures  
Amaury LEFEVERE, ingénieur civil - architecte  
Pierre RENAULT, ingénieur

Géolia :

Thierry MAZET, ingénieur ECN

Cabinet Coefficient :

Alexandre DINGUIDAR, économiste de la construction  
Jacques BRUNEAU, économiste de la construction