

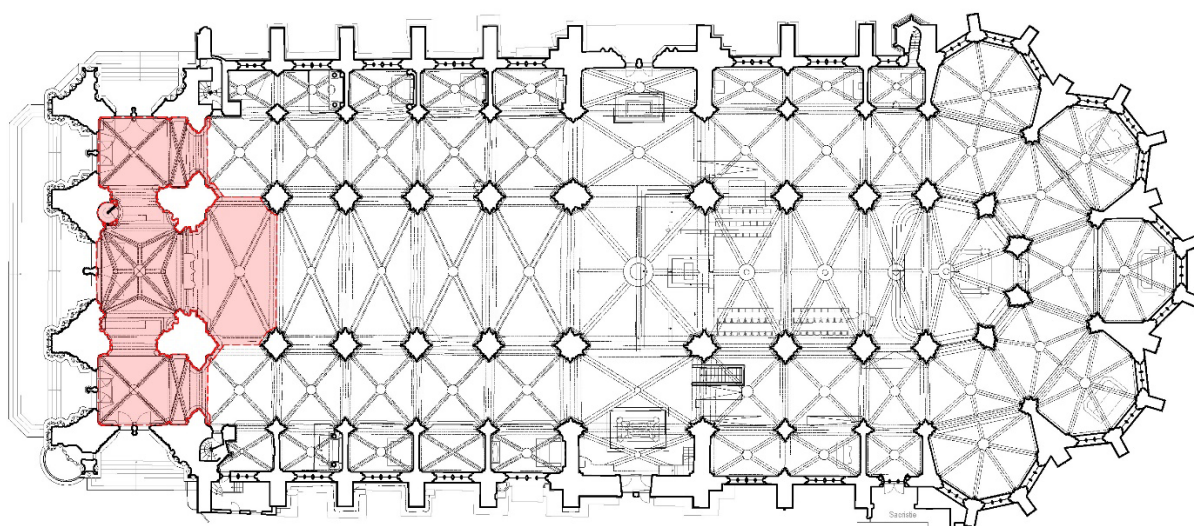
NANTES
CATHÉDRALE SAINT-PIERRE-ET-SAINT-PAUL

RESTAURATION DU MASSIF OCCIDENTAL

PROJET

Novembre 2024

RAPPORT DE PRESENTATION



Maître d'ouvrage : **DRAC DES PAYS DE LA LOIRE**

1 rue Stanislas Baudry - BP 63518 - 44035 NANTES Cedex - Tél.0102.40.14.23.00

Maître d'œuvre : **Pascal PRUNET - Architecte en chef des Monuments Historiques :**

66 rue des Binelles - 92310 SÈVRES - Tél. 01.46.26.75.62

1. OBJET DE L'ÉTUDE	3
2. PRÉSENTATION DE L'ÉDIFICE	5
2.1 Rappel historique sommaire et travaux de construction	5
2.2 Description	11
2.2.1 Général	11
2.2.2 Massif occidental	13
2.2.1 Les portails du narthex	14
2.2.2 Les vitraux	15
2.2.3 Matériaux et mise en œuvre	16
3.1 Analyse sanitaire	17
3.2 Analyse des études structurelles	24
3.3 Conclusion de l'état sanitaire	27
4. PRINCIPE D'INTERVENTION	31
4.1 Contexte de l'intervention	31
4.2 Restauration et reconstruction des maçonneries dégradées	31
4.3 Restauration des vitraux	34
4.2 Phasage	35
5. PROGRAMME DE TRAVAUX	36
Lot 01 - Échafaudages	37
Lot 02 - Maçonnerie et pierre de taille	39
Lot 03 - Vitraux	50
Lot 04 - Ferronnerie – menuiseries	51
Lot 05 - Restauration sculpture - sculpture	52
Lot 06 - Restauration peinture	53
Lot 07 - Couverture – zinguerie	53
6. SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES	54
7. ANNEXES (<i>dossier séparé</i>)	55

1. OBJET DE L'ÉTUDE

L'objet de cette étude est la restauration du Massif occidental de la Cathédrale Saint-Pierre de Nantes, très dégradé par l'incendie du 18 juillet 2020, et plus particulièrement par le 3^{ème} foyer, celui qui a détruit les grandes orgues, datées du 17^{ème} siècle, et la verrière de la baie haute de la façade ouest. Cette verrière conservait derniers vestiges des vitraux les plus anciens de la cathédrale, datés du 16^{ème} siècle. Les hautes températures de l'incendie, ont soufflé les vitraux, mais aussi les baies intérieures et extérieures du triforium, la structure des meneaux et du réseau de la baie haute, les tambours des piliers et les claveaux des arcs qui portent les deux voutes barlongues, ainsi que les deux clés de pierre ornées, les parements muraux des façades nord et sud des tours sur le vaisseau, y compris les galeries latérales du triforium, et le niveau de la tribune d'orgue ; enfin, au-delà du massif occidental, la première travée de la nef, dont les vitraux des baies hautes nord et sud et la clé de pierre ornée.

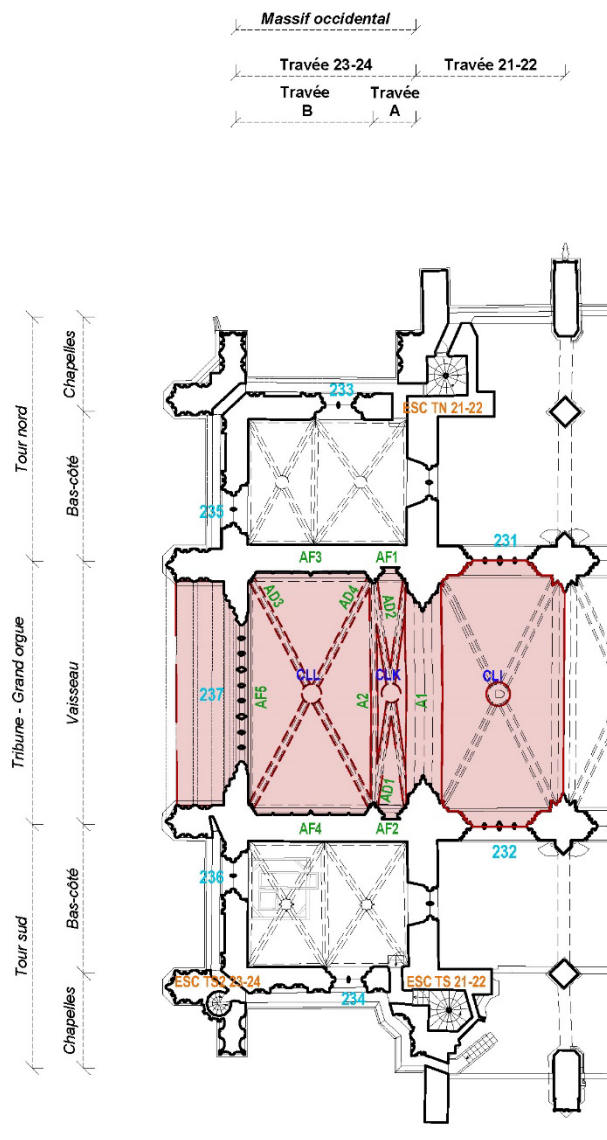
Il s'agit aussi de la 3^{ème} phase de travaux, après les deux précédentes, la première étant une intervention de dépollution des parois de la cathédrale (réduction des taux de plomb émissif déposés lors de l'incendie), et la seconde dédiée aux travaux de restauration de la 2^{ème} travée du chœur et du bras sud du transept, dégradés par les deux autres foyers d'incendie.

Cette phase des études, dite PRO-DCE, doit permettre de lancer la consultation des entreprises, après avoir développé et élaboré les résultats des étapes précédentes du DIAG et de l'AVP, et de définir les différentes phases de travaux du massif occidental. Elle intègre de nouvelles interventions, localisées dans la première travée de la nef (restauration des baies hautes et clef de voûte de pierre).

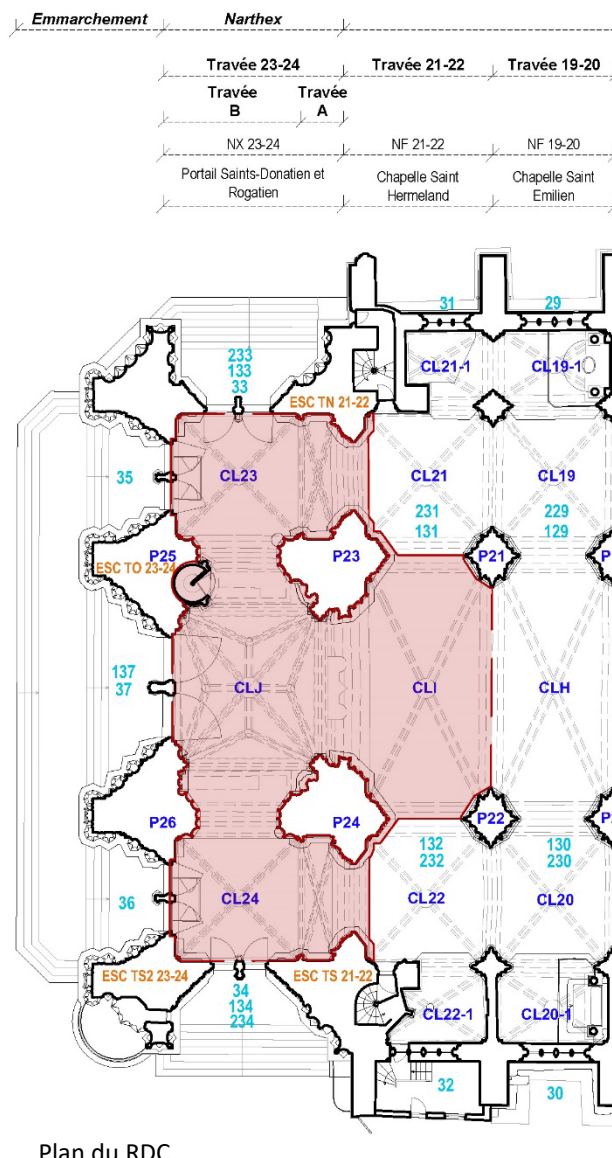
Ces travaux s'articuleront avec deux opérations en cours, la restauration de la 2^{ème} travée du chœur et du bras sud, et la restructuration des réseaux de la cathédrale, qui devront permettre la réouverture de l'édifice au public en septembre 2025.

Pour mémoire, ne font pas partie de la présente étude :

- *Le projet de création d'un nouveau vitrail pour la grande baie occidentale*
- *La création du nouveau grand orgue*
- *Les tours nord et sud (la partie de façade restaurée est limitée par les tours)*
- *Le beffroi de la tour sud et les équipements campanaires*



Plan Niveau fenêtres hautes



Plan du RDC

Nomenclature¹ :

CL = Clef

NF = Nef

NX = Narthex

P = Pilier

A = Arc doubleau

AF = Arc formeret

AD = Arc diagonal

00 = Vitraux - niveau RDC

100 = Vitraux - niveau triforium

200 = Vitraux - niveau fenêtres hautes

ESC = Escalier

Zone d'intervention

¹ Extrait pièces graphiques (EXI.03 – Nomenclature)

2. PRÉSENTATION DE L'ÉDIFICE

2.1 Rappel historique sommaire et travaux de construction

En gris : Eléments historiques hors périmètre de la zone d'étude du Massif Occidental

PERIODE	EVENEMENTS HISTORIQUES ET DATES CLEFS
LES PREMIERES CONSTRUCTIONS	
III^{ème} siècle	Édification de la chapelle par l'évêque Saint-Clair, dédiée à Saint-Pierre et Saint-Paul, près de l'enceinte gallo-romaine.
IV^{ème} siècle	Implantation de la première église romane nommée « Saint-Jean-du-Baptistère »
VI^{ème} siècle	Construction de la première cathédrale, dédiée à Saint-Pierre et Saint-Paul par EVHEMERUS II, puis par Saint-Félix. Elle est détruite au cours de l'une des invasions normandes
X^{ème} siècle	Reconstruction de la cathédrale à l'initiative du Duc de GUEREC, et construction de la crypte romane
XII^{ème} siècle	<p>Modification du chœur qui demande de surélever le niveau de son sol, dans le but de conserver la crypte de GUEREC (crypte pas entièrement souterraine).</p> <p>1208 : Construction de la tour de la croisée par l'évêque Geoffroy PANTIN. Quatre piliers massifs supportent une coupole appareillée sur pendentifs. L'accès aux parties hautes de la tour est prévu par deux escaliers situés dans les angles nord-ouest et sud-est de la tour.</p>
LA CONSTRUCTION DE LA CATHEDRALE GOHIQUE	
XV^{ème} siècle	<p>Démarrage du chantier de reconstruction de la cathédrale.</p> <p>Les deux architectes de ce projet sont Guillaume de DOMMARTIN, puis Mathurin RODIER.</p> <p>14 avril 1434 : Pose de la première pierre par le duc de Bretagne Jean V et l'évêque Jean DE MALESTROIT.</p> <p>C'est à Guillaume de DOMMARTIN que l'on doit le plan de cette quatrième cathédrale et l'exécution partielle de la façade occidentale et ses 5 porches (3 de face, 2 latéraux), ainsi que la chaire extérieure.</p> <p>1481 : Achèvement du portail central qui orne la façade. Ce portail est considéré par Prosper Mérimée comme l'un des « derniers ouvrages du XV^{ème} siècle ». ²</p> <p>1482 : Les vantaux du portail sont décorés par deux plaques de bronze à l'effigie de Saint-Pierre et Saint-Paul, par Pierre FONTIN.</p> <p>1498 : Pose du grand vitrail occidental commandé par la Reine Anne de Bretagne.</p> <p>La réalisation des chapelles sud appartient à la seconde moitié du XV^{ème} siècle.</p> <p>Aucun des deux architectes ne voit l'achèvement de la façade occidentale et de ses deux tours. Le déroulement du chantier est affecté par la conjoncture économique et politique (siège de Nantes et défaite en 1488, mariage Anne de Bretagne et Charles VIII)</p> <p>Durant la dernière décennie, il est édifié la « Psalette », un hôtel destiné à Guillaume Gueguen, archidiacre de la Mée.</p>
XVI^{ème} siècle	<p>Construction des bas-côtés sud et nord de la cathédrale au début du siècle.</p> <p>1506 : Achèvement de la façade occidentale par Jehan MESTRE</p> <p>Réalisation de l'enfeu de l'Evêque de Nantes, Guillaume GUEGUEN par Michel COLOMBE</p> <p>1510 : Achèvement de la chapelle Saint-Clair, originellement dédiée à Saint-Lazare et à la Sainte-Epine.</p> <p>1516 : Achèvement des chapelles nord de la nef</p> <p>1577 : La nef reçoit sa couverture et est ouverte au culte. Elle n'est cependant pas encore voutée.</p>

² MERIMEE, Prosper, *Note d'un voyage dans l'est de la France*, Paris, Fournier, 1836, p.286

	1598 : Visite de la cathédrale par Henri IV, lors de son passage à Nantes pour la signature de l'Édit de Tolérance.
ŒUVRE DU XVII^{ème} SIECLE	
Début du XVII^{ème} siècle	Construction de la nef et du bras sud du transept 1616 : Construction d'un arc triomphal par Christophe PRANDEAU, en remplacement de l'ancien jubé. Cette construction à 4 étages située entre la nef gothique et la partie haute du clocher roman est restée en place jusqu'en 1885.
1623	Réalisation de la tribune d'orgue et le grand orgue (détruit par l'incendie du 18 juillet 2020)
1627	La nef gothique est achevée avec la construction de ses voutes. Leurs clefs ont disparu à la révolution. Les architectes de ces travaux sont René LE MEUNIER, Guillaume BELLARD.
Milieu du XVII^{ème} siècle	Construction du bras sud du transept. 1642 : Achèvement du voutement du bras sud du transept. Cet ensemble est réalisé dans une grande unité architecturale, mis à part quelques détails qui montrent une légère évolution entre les bas-côtés sud et nord, ou se démarquent du caractère gothique flamboyant initial (clefs pendantes sculptées des quatre dernières travées de la nef en bois polychrome et dessin des arcs-boutants de la nef marqués par des formes plus classiques). 1653 : Elévation des deux travées du bas-côté sud du chœur par l'architecte Hélié BROSSET. Tugal CARIS lui succède, achève son œuvre et réunit ensuite les deux galeries de triforium par une balustrade de style classique. La cathédrale gothique inachevée est limitée à son massif occidental, sa nef, l'amorce de son transept et son bras sud. Toutes ces constructions de style gothique flamboyant buttent sur la tour de croisée et le chevet roman. L'espace du bras sud du transept est réduit à une chapelle et le bras nord conserve ses dispositions romanes. La crypte romane est aussi conservée, malgré son niveau très surélevé par rapport au chœur gothique.
1733	Remaniement du chœur : - Création d'un nouveau maître-autel par, en marbres polychromes (auteur inconnu), dont les anges ont été remplacés le sculpteur Sébastien LEYSNER - Les stalles des chanoines sont installées au fond de l'abside - Les restes du déambulatoire autour du chœur est démoli jusqu'au niveau du sol
1789	Pendant la Révolution , la cathédrale échappe à une destruction totale, bien qu'elle soit pillée, dépouillée, aux bords de la ruine. De nombreuses statues des portails ont été mutilées , les autels sont démolis, les sépultures mutilées, les cloches et portes fondues pour récupérer le bronze et les vitraux arrachés pour le plomb. La cathédrale sert d'observatoire militaire, d'arsenal et d'écuries . Elle est également utilisée comme lieu d'expérimentation scientifique, pour aérostats et lancers de parachute d'animaux à partir des tribunes.
1794	L'édifice est consacré à la célébration de fêtes publiques, qui sont accompagnées du grand orgue.
L'ACHEVEMENT DE LA CATHEDRALE AU XIX^{ème} SIECLE	
1800	L'explosion de la tour des Espagnols au château des Ducs, très proche, endommagea la cathédrale et souffla tous les vitraux, excepté le grand vitrail occidental (disparition incendie 2020)
1802	La cathédrale est rendue au culte. Des premières réparations urgentes sont réalisées. Etat sanitaire des autels dressés par les architectes Oget, Praud et Peccot (architecte-voyer)
1803	Relevé de cinq autels des chapelles latérales sur huit.
1813	Les fonds baptismaux sont restaurés et décorés (ordonnance classique)
1817	Le tombeau des ducs de Bretagne est installé dans le transept qui sert d'avant-sacristie.
1833-1849	Campagne de restauration des intérieurs et des chapelles. Restauration de la chapelle Saint-Clair par l'architecte LIBERGE.

1834	<p>Le projet d'achèvement de la cathédrale est décidé sous l'impulsion du ministre des Cultes. Il constitua une des premières grandes opérations néo-gothiques avant celles de Notre-Dame de Paris ou de Saint-Ouen de Rouen.</p> <p>L'architecte nantais Saint-Félix SEHEULT, prend le parti d'intervenir selon le principe de l'unité de style, dans la continuité du projet gothique de Guillaume de DOMMARTIN. Il respecte dans les volumes généraux l'idée directrice des plans du XV^{ème} siècle et s'efface devant le style du monument. Il prévoit un programme ambitieux en trois tranches :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la construction du bras nord du transept dans lequel devait s'installer la chapelle des hommes. Ces travaux, initiés en 1840, entraînent la destruction d'un angle du palais épiscopal - la réalisation de deux chapelles droites accolées au transept et greffées au chœur - la réalisation des 5 chapelles rayonnantes du chœur, dans le style gothique flamboyant de la nef. - les bas-côtés et chapelles seront couverts par des toitures en pavillon séparées par des chéneaux <p>Soumis à l'examen du Conseil des bâtiments civils, ce projet n'est pas mené à son terme. Il soulève cependant la question de la conservation des vestiges romans du XII^e.</p>
1837	Le jubé de style classique du XVII ^{ème} et des vestiges romans sont détruits.
1838	Projet de SEHEULT pour la restauration du pignon sud du transept accordé par la Commission des Bâtiments Civils (projet réduit) : grande baie sud, balustrade, gâble, couronnement des contreforts, et de l'arc boutant contigu de la nef, fermeture de la croisée par un simple mur ; et conservation des vestiges romans.
1843	Le bras nord du transept est achevé, seule tranche de son projet réalisée par SEHEULT
Mi-XIX^{ème} siècle	La cathédrale bénéficie d'un véritable programme iconographique. Il se traduit essentiellement par la réalisation des verrières du chevet, des deux grandes baies du transept (nord et sud), et de la nef.
23 octobre 1845	<p>Démarrage du chantier de l'achèvement.</p> <p>Relevé du chœur roman avant destruction.</p>
25 mai 1846	Avis favorable de la Commission des Bâtiments Civils sur le projet de SEHEULT pour l'achèvement de la cathédrale : chœur à 2 travées droites, 5 chapelles rayonnantes à 3 pans
1848	<p>1848 : La révolution stoppe les travaux engagés. Le mur d'enceinte est de la ville est démoli.</p> <p>La révolution stoppe les travaux engagés. Le mur d'enceinte est de la ville est démoli.</p> <p>La Commission des Arts et Edifices religieux remplace celle des Bâtiments Civils</p> <p>Les Architectes diocésains sont nommés par le Ministre des Cultes et plus par le Préfet</p> <p>Avril 1848 : Mission de Jean-Baptiste LASSUS pour examiner les comptes de la cathédrale (architecte des cathédrales de Chartres et de Beauvais et du projet de Saint-Nicolas de Nantes) ; contestation des comptes du chantier</p>
1849	<p>SEHEULT est révoqué ; l'entreprise n'est pas payée.</p> <p>Théodore-Jacques NAU nommé architecte diocésain. Reprise du projet du chœur avec une 3^{ème} travée étroite de transition avec le rond-point. Projet de sacristie au sud.</p> <p>Théodore-Jacques NAU propose de sauver les supports de l'ancienne croisée – bien que l'une des piles nécessitât une hypothétique reprise en sous-œuvre – ainsi que de remonter dans le bras sud le jubé monumental</p>
1860	Mise en communication du transept sud avec la nef.
1862	La cathédrale Saint-Pierre-et-Saint-Paul est classée Monument historique.
1865	Eugène Boismens succède à Théodore NAU.
1869	Commande de 10 lustres en bronze doré néogothiques à l' orfèvre François EVELLIN , destinés à la nef. Ils seront classés au titre des monuments historiques le 3 novembre 1994.
1876	Destruction du chœur roman et du jubé monumental baroque
1879-1899	<p>Projet de 8 lustres et 6 bras de lumière pour le chœur confié à la maison Poussièlgue-Rusand. Plan d'installation électrique proposé par l'architecte Léon VINCENT.</p> <p>Leur inauguration est réalisée en 1902.</p>

1880	Projet de construction des sacristies et de réaménagement du jubé dans le bras sud par Eugène BOISMENS. Il préconise de conserver et d'habiller les piles romanes.
1882	Le comité s'oppose au projet d'Eugène Boismens.
1884	Fouilles archéologiques et mise à jour et relevés de la crypte romane par T. BENOISTON et J. MONTFORT. La voute de la crypte romane est remplacée par un plancher moderne constitué de voutains plats en briques, portés par une poutraison en fer installée sur les murs conservés. Une deuxième crypte, plus profonde est construite pour servir de soubassement au nouveau chevet (emprise du déambulatoire et des chapelles latérales et rayonnantes). L'élévation extérieure de la crypte romane n'est plus visible, masquée par des remblais. Démission d'Eugène Boismens Le 31 décembre Louis SAUVAGEOT le remplace comme architecte diocésain
1886	Destruction de la tour de la croisée romane.
1886-1891	Louis-Charles SAUVAGEOT : Destruction de la tour de la croisée romane et achèvement du chœur et de la cathédrale.
1891	Fin des travaux, et installation du nouveau mobilier liturgique du chœur. Inauguration de la Cathédrale par Jules-François Le COQ, évêque du diocèse de Nantes.
1897	Caveau des évêques réalisé derrière la crypte
1908	Modification des couvertures des bas-côtés nord et sud de la nef : démolition des toitures provisoires et construction d'un dallage en ciment armé sur les anciennes terrasses dallées en granit (6cm d'épaisseur). Ce projet est mené par Léon Pierre VINCENT.
1939-1945	Les bombardements mutilent une partie du déambulatoire et des chapelles situées au sud du chœur. La sacristie est détruite.

CAMPAGNE DE TRAVAUX DE RESTAURATION		
Date	Enoncé de la restauration	Architecte – Maître d'œuvre
1952	Restauration des dommages causés par la guerre et la tempête : clôture des baies, remplacement des vitraux, restauration des travées du chœur, pinacles, arcs-boutants et voutes.	<i>Raymond CORNON ACMH</i>
1959	Restauration des maçonneries du transept sud, du portail latéral de la façade sud	
1961	Construction de la nouvelle sacristie La Chapelle Saint-Clair de la Sacristie abrite le tombeau de François II et de Marguerite de Foix	
1963-1980	Restauration des travées 1S, 2S, 3S, chapelles et déambulatoire (Maçonnerie, charpente, couverture, sculpture)	<i>Pierre PRUNET, ACMH</i>
1972	L'incendie de 1972 détruit la totalité des charpentes, des couvertures de la nef, du transept et du chœur, ainsi que des balustrades et pinacles des galeries de circulation en toiture. Les vitraux sont fortement endommagés, mais les voutes du vaisseau sont dans leur ensemble conservées. Travaux consécutifs à l'incendie et travaux imputables à la vétusté et aux dommages de guerre, restauration de la nef, des voutes, des piliers du transept et du chœur ³	
1975	Fourniture et mise en place d'abat-son sur la tour sud	
1976	Restauration des pinacles au-dessus de l'escalier endommagé par la foudre.	

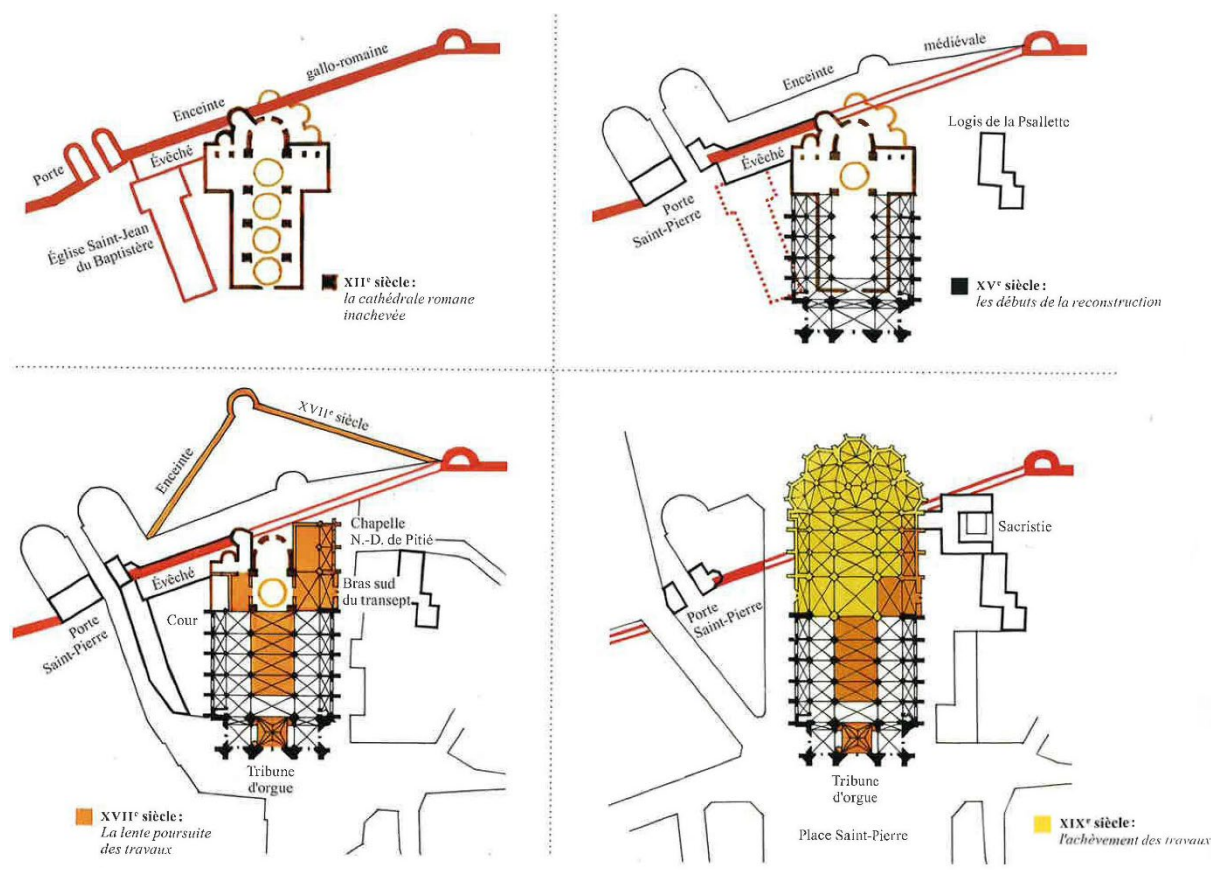
³ PRUNET, Pierre, in *Les Monuments historiques de la France*, « Restauration de la Cathédrale de Nantes », n°4, Caisse nationale des monuments historiques et des sites, Paris p.14

D'après cet article les entreprises en charge des travaux post incendie de 1972 sont :

Gros œuvre, béton armé et charpente : Le Guillou et Grossin / Couverture : Heriau / Sculpteurs : Chiquets et Mainguy / Serrurerie : Ody / Eclairage et chauffage : Mainguy / Menuiseries et bancs : Houssard / Cloches : Bodet

1981-1990	Aménagement de la crypte et du déambulatoire, pour présentation du Trésor (maçonnerie, menuiserie, installation vitrines, électricité)	
1982	Restauration des chapelles nord et sud, dont chapelles 3N, 4N, 5N (maçonnerie, charpente, couverture, menuiserie, vitraux, serrurerie)	<i>Pierre PRUNET, ACMH Entreprise HERIAU</i>
1984	Terminaison des travaux d'aménagement du Trésor de la crypte Relevage de l'orgue de chœur et restauration du buffet, des lustres du chœur Réfection des couvertures des chapelles O, 1N, 2N	
1985	Restauration des lambris de la chapelle 2S du chœur, des balustrades des chapelles 1S et 2S, des arcs-boutants sud de la nef	
1988	Restauration de la tour sud	
1990	Installation de la fibre optique au niveau des balustrades extérieures en toiture	<i>Yann KARSALE (?)</i>
1991-1992	Restauration des pinacles et de la balustrade de la façade sud de la nef, de l'emmarchement de la tour sud. Travaux pour réouverture au public de la crypte néo-gothique du XIX ^{ème} : remise en état de la grille extérieure entourant le chœur et aménagement des sous-sols des chapelles rayonnantes	<i>Pierre PRUNET, ACMH</i>
1992-1994	Remise en état de l'orgue de chœur	<i>Jean-Pierre DECAVELE, technicien conseil</i>
1993-1997	Aménagement du chevet	<i>Hervé CHOUINARD, ACMH</i>
1993-2003	Restauration des arcs-boutants nord de la nef	
1997-2000	Travaux de gros entretien de l'orgue de la tribune	<i>Éric BOTTIER, technicien conseil</i>
1998-2003	Restauration de la tour sud (face sud, ouest et nord)	<i>Hervé CHOUINARD, ACMH</i>
2000-2004	Restauration de la façade occidentale de l'édifice (portail St-Paul)	
2001-2005	Restauration de la façade occidentale de l'édifice (partie centrale)	
2005-2008	Restauration de la tour nord, reconstitution des décors de la façade ouest, telle que celle-ci se présentait à l'origine au XV^{ème}	<i>Pascal PRUNET, ACMH</i>
2009-2010	Restauration des façades est et nord de la tour sud	
2011	Restauration de la tour d'escalier sud	
2011 -2014	Restauration du transept nord et des deux premières travées est	
2012-2013	Réaménagement du chœur : autel, ambon, cathèdre, stalles et console nord. Ce projet intègre une nouvelle sonorisation, ainsi qu'un projet d'éclairage pour le chœur et la croisée. La couronne de lumière est alors déposée.	
2014-2016	Restauration des terrasses des bas-côtés sud et nord de la nef	<i>Pascal PRUNET, ACMH</i>
2017-2021	Restauration des baies des chapelles du chevet	
2022	Etude pour restauration des zones impactées par les trois foyers d'incendie de 2020 : le massif occidental, le bras sud et le chœur.	
2023	Décontamination de la cathédrale : - Nettoyage des sols intérieurs - Dépoussiérage et aspiration des parois verticales, des voûtes , du mobilier, des éclairages, des 26 tableaux des chapelles et du transept	
2023 – en cours	Restauration de la seconde travée du chœur et du bras sud	

Les étapes de la construction de la cathédrale du XII^{ème} siècle au XIX^{ème} siècle



Dessin atelier Hervé CHOUINARD⁴

RÉSUMÉ HISTORIQUES DES VITRAUX – MASSIF OCCIDENTAL ET 1 ^{ère} TRAVÉE DE LA NEF	
XV ^{ème}	Peu d'informations et de traces des vitraux du XV ^{ème} . L'ouvrage le plus largement documenté est la verrière occidentale, attribuée à l'artiste nantais Pierre DE LA CHASSE .
1498	<u>Massif occidental</u> : La fontaine de la Vie (Vitrail 137) : Ce vitrail de 11m de hauteur est composé de neuf lancettes et de verres très colorés. Il s'agit d'une commande d'Anne de Bretagne en mémoire de sa mère la duchesse Marguerite de Foix.
1634	Réparation de l'ensemble des vitraux de la nef (Vitraux 231 et 232) après la tempête et la destruction de la chapelle Saint-Guillaume, réalisée par Michel CHEVALIER et Sébastien SAUZOU .
1800	Explosion de la poudrière du château qui provoque d'irréremédiables dommages au grand vitrail occidental (Vitrail 137). Campagne de réfection des vitraux liée au chantier d'achèvement de la cathédrale.
1812	Ouragan qui fragilise à nouveau la grande verrière occidentale. Les éléments conservés sont restaurés et réutilisés dans une nouvelle composition : Figuration de la fontaine de vie et du Christ en croix (lancette centrale), la duchesse Anne de Bretagne couronnée de lys d'or avec sa sainte patronne (lancette de gauche, en bas), Moïse et les tables de la Loi (lancette de gauche, en haut), Marguerite de Foix avec sa sainte patronne (lancette de droite, en bas) et le prophète Elie (lancette de droite, en haut). (Vitrail 137)
1846	Projet de modernisation des vitraux de la nef : Mgr de HERCE fait appelle à la Manufacture de Choisy-le-Roi afin d'obtenir « une verrière digne des plus belles

⁴ COLLECTIF, Nantes, la Grâce d'une Cathédrale, 2013, p.176

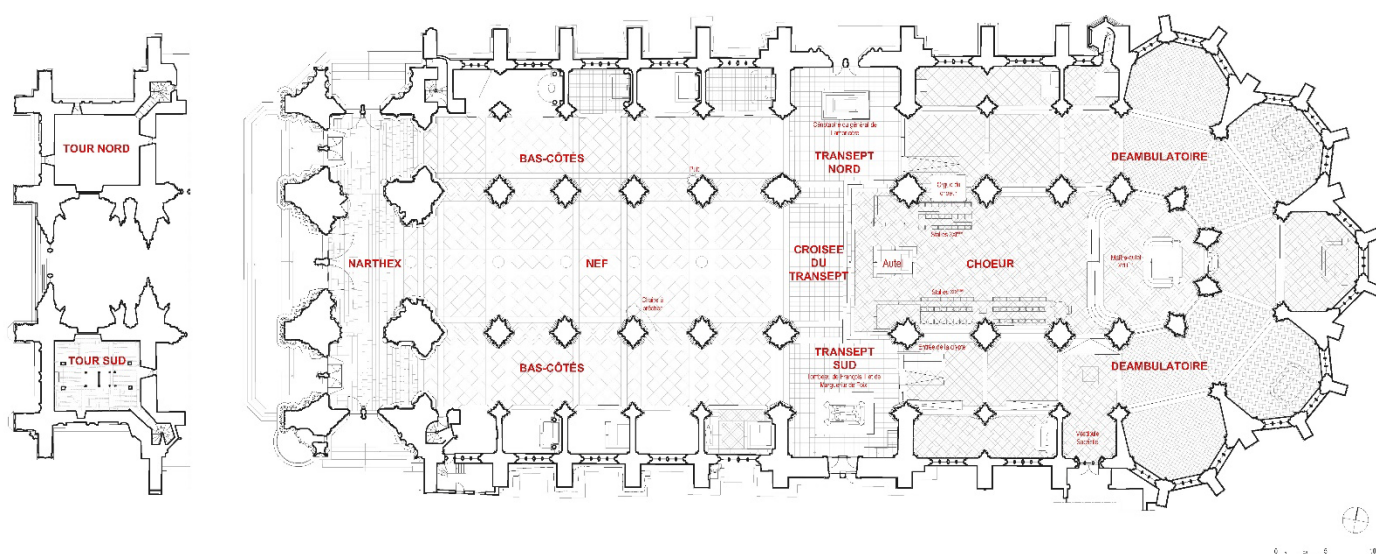
	conceptions du Moyen-Age dont notre église a été entièrement dépouillée à la révolution. » ⁵
1943-1944	Il ne reste rien ou presque des vitraux à la suite de la seconde guerre mondiale. Le Mariage de la Vierge, L'atelier de Nazareth et La Mort de Saint-Joseph, dont les archives attestent d'un projet de restauration après les attaques de 1943, sont détruits l'année suivante, lors des bombardements du 15 juin 1944. Seuls subsistent les lambeaux réunis dans la chapelle de l'entrée septentrionale du déambulatoire, les panneaux du tympan de la grande verrière nord et des débris abandonnés dans la crypte.
1946	Les maîtres verriers UZEREAU et RAZIN posent des vitreries géométriques dans la nef (5 travées dont celles des vitraux 231 et 232), les vitraux latéraux du bras sud (travée nord et sud) et le chœur (3 premières travées), afin de permettre la réouverture de la cathédrale au culte.

2.2 Description

2.2.1 Général

La cathédrale est un vaste édifice de 104m de long par 42m de large, dont la façade occidentale est encadrée de deux tours, atteignant les 60m de haut. Elle est construite principalement en pierre calcaire sur un soubassement en granit. La sacristie se situe au sud de l'édifice, conjointe aux chapelles du chœur.

L'intérieur de la cathédrale est constitué d'une nef de six travées, de 46m de long, 39m de large et 35m de hauteur. Elle intègre la **travée du massif occidental** et le sas de la tribune d'orgue, de 10m de long, divisés en deux travées (travée A et travée B). La nef est encadrée de deux bas-côtés de 5m de large et 18m de hauteur et de chapelles latérales. Le transept fait 11m de large et de 42m de long. Le chœur est composé de trois travées, complété d'une abside, d'un chœur à cinq pans et d'un déambulatoire bordé de six chapelles droites et de cinq chapelles rayonnantes. Deux cryptes se développent sous le chœur : une crypte datant de l'époque romane (située sous le chœur de la précédente cathédrale et conservée), et une autre, plus récente, située sous les chapelles rayonnantes et datant de l'achèvement de la cathédrale au XIX^{ème} siècle.

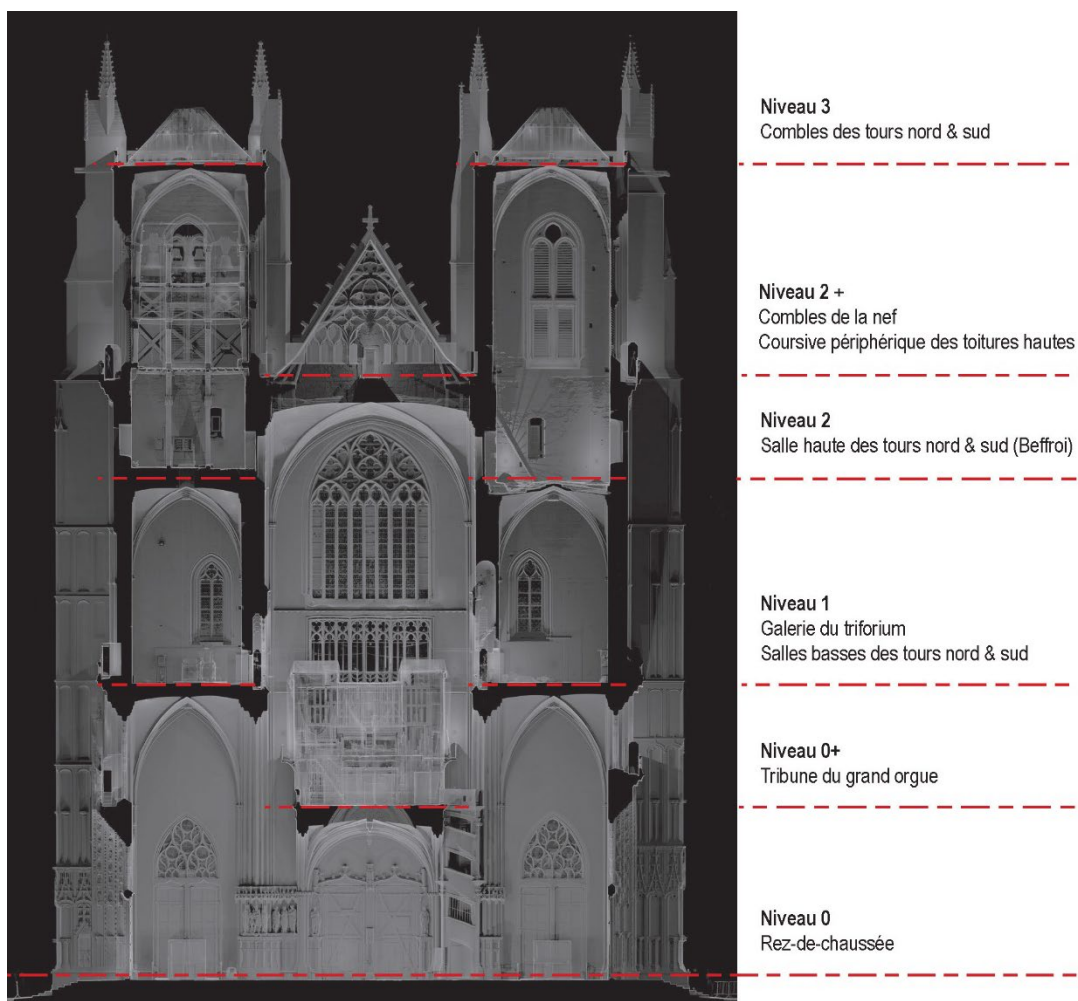


Plans de rez-de-chaussée et du niveau des tours de la cathédrale

⁵ GABORIT, Prosper, *Histoire de la cathédrale de Nantes*, « lettre de l'évêque au Ministre », Nantes, 1888, p.75-76.

La cathédrale Saint-Pierre Saint-Paul présente les niveaux suivants :

- **Niveau -1 :**
 - Crypte romane
 - Crypte 19^{ème}
- **Niveau 0 :** Rez-de-chaussée
- **Niveau 0+ :** Tribune du grand orgue
- **Niveau 1- :** Coursive inférieure du massif occidental
- **Niveau 1 :**
 - Galerie du triforium
 - Salles basses des tours nord et sud
 - Combles des chapelles du chevet
 - Terrasses nord et sud
- **Niveau 1+ :** Coursive intermédiaire du massif occidental
- **Niveau 2 :**
 - Salle haute de la tour nord
 - Salle des cloches, salle haute de la tour sud (Beffroi)
 - Coursive périphérique des toitures hautes - Balustrade
- **Niveau 2 +**
 - Combles de la nef, des bras du transept et du chœur
 - Coursive haute du massif occidental
- **Niveau 3 :**
 - Combles des tours nord et sud
 - Balustrade des tours nord et sud



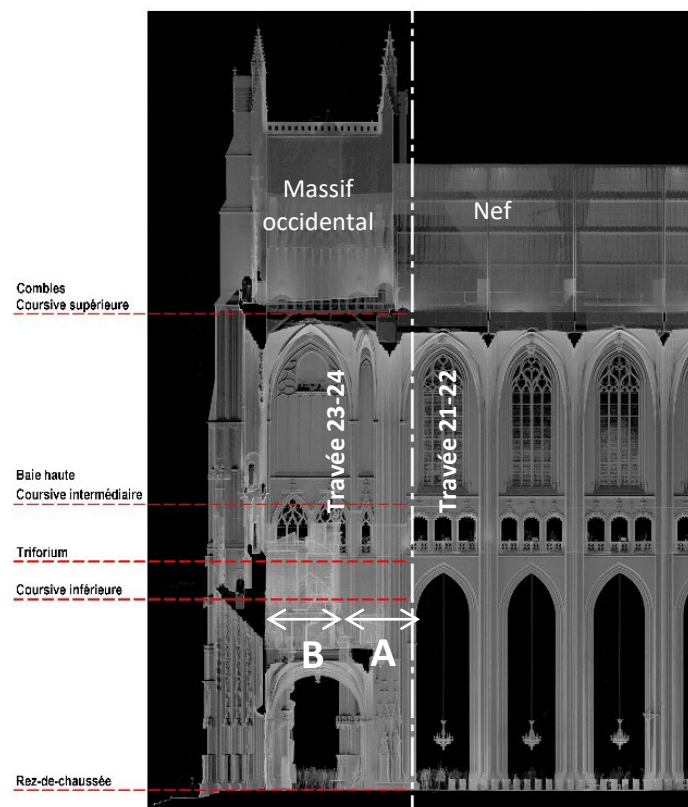
Coupe transversale du massif occidental, vue ouest - Orthophotos AGP

2.2.2 Massif occidental

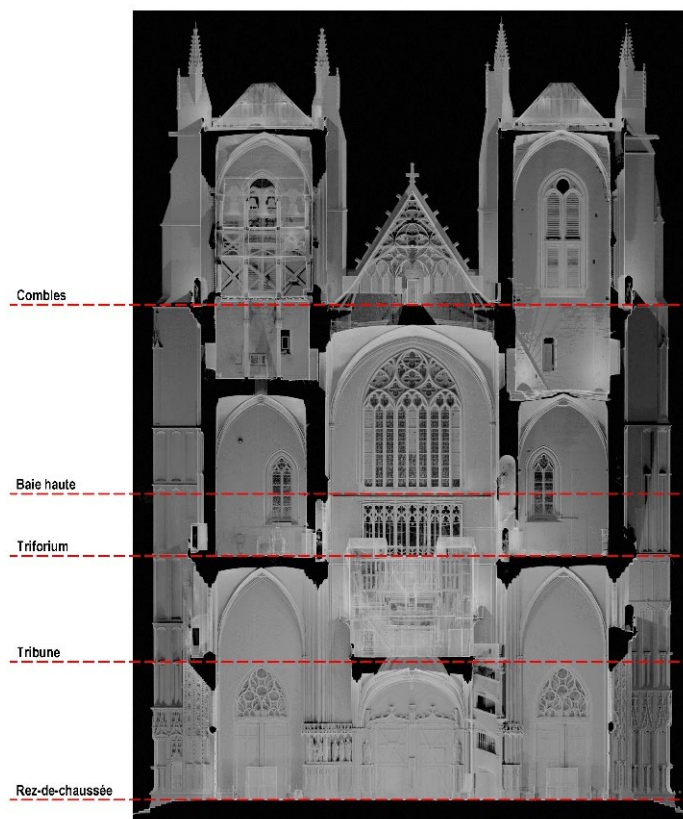
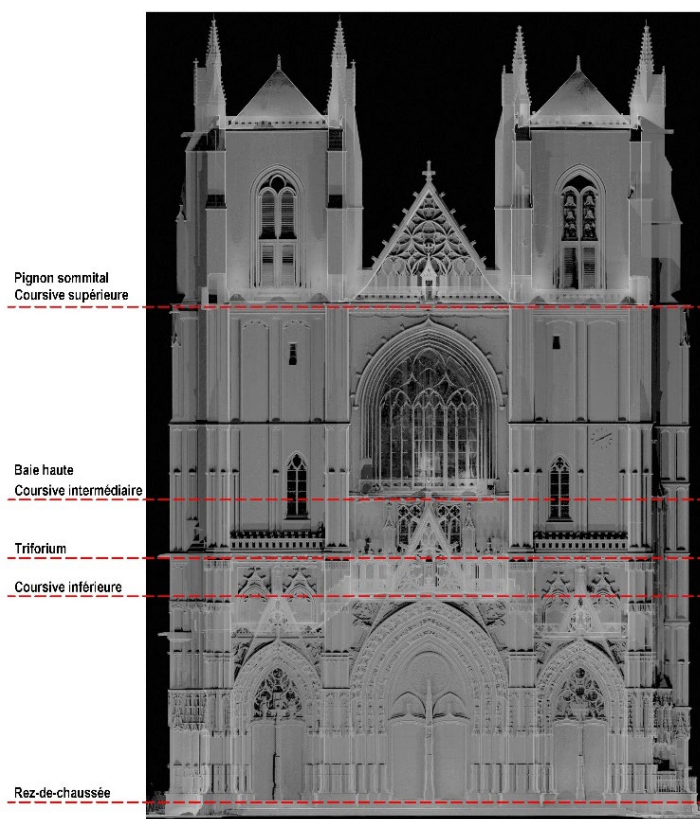
La façade occidentale est rythmée par un maillage orthogonal formé par quatre contreforts verticaux qui encadrent les deux tours jusqu'à leur sommet, ainsi qu'une superposition de galeries extérieures horizontales :

- Course inférieure, située au-dessus du portail central
- Galerie du triforium
- Course intermédiaire, située au niveau des fenêtres hautes
- Course supérieure, située en base des toitures de la nef, au niveau des combles

Les élévations intérieures identifient trois niveaux distincts : la tribune d'orgue encadrée par les grandes arcades, le triforium et la fenêtre haute. L'espace entre les deux tours est surplombé par deux voûtes en croisée d'ogive, dont chacune est ornée d'une clef pendante sculptée.

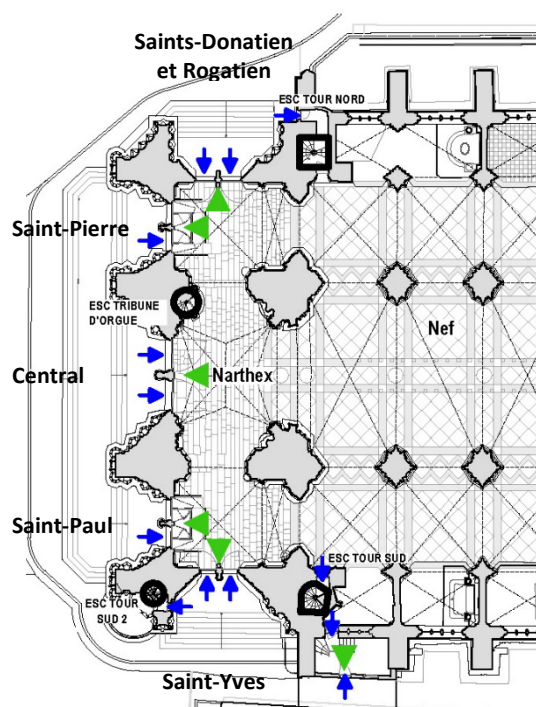


Coupe longitudinale, vue nord - Orthophotos



Elévations extérieure et intérieure ouest - Orthophotos AGP

2.2.1 Les portails du narthex



La cathédrale est accessible par 7 portails : 5 dans le massif occidental et 2 dans le transept. Les 5 portails du massif occidental, repérés ci-contre, totalisent 12 UP (Unités de Passage).

Les 3 portails principaux s'ouvrent en façade ouest, tandis que les 2 portails secondaires s'ouvrent sur les retours en façades nord et sud. Ils sont à deux vantaux, séparés par un trumeau central en pierre et sont précédés d'un emmarchement (neuf marches en façade ouest, séparées par un palier intermédiaire).

ACCES ET CIRCULATIONS

- ▶ Dégagement
- ➡ Accès
- Circulations verticales

Les 5 portails ont des usages complémentaires :

- Les deux portails latéraux de la façade ouest constituent **les deux accès publics usuels** et principaux de la cathédrale. Les grandes portes sont équipées de petits vantaux et d'un sas en bois à l'intérieur.
 - **Portail Saint-Pierre (narthex nord) :**
 - 2 grandes portes de 1,80m de large, 5,70m de haut, condamnées par le tambour adossé à l'intérieur
 - 1 vantail extérieur droit équipé d'un portillon (passage de 60cm)
 - 1 seuil de la hauteur d'une marche
 - Tambour intérieur en bois de 1,33m de large, accessible par 2 portes latérales (passage de 90cm)
 - 1 plan incliné équipé de mains courantes entre le tambour et le sol intérieur cathédrale.
 - **Portail Saint-Paul (narthex sud) :**
 - *Dispositions identiques à celles du portail Saint-Pierre*
- Le portail central de la façade et les 2 portails des façades nord et sud ne comportent que de grands vantaux et ne sont utilisés que pendant les grandes cérémonies.
 - **Portail central :**
 - 2 grandes portes (vantaux de 5,60x2,60m) avec portillons
 - **Portail Saints-Donatien et Rogatien (narthex nord) :**
 - 2 portes, avec un portillon intégré au vantail de gauche
 - **Portail Saint-Yves (narthex sud)**
 - *Dispositions identiques à celles du portail Saints-Donatien et Rogatien*

2.2.2 Les vitraux

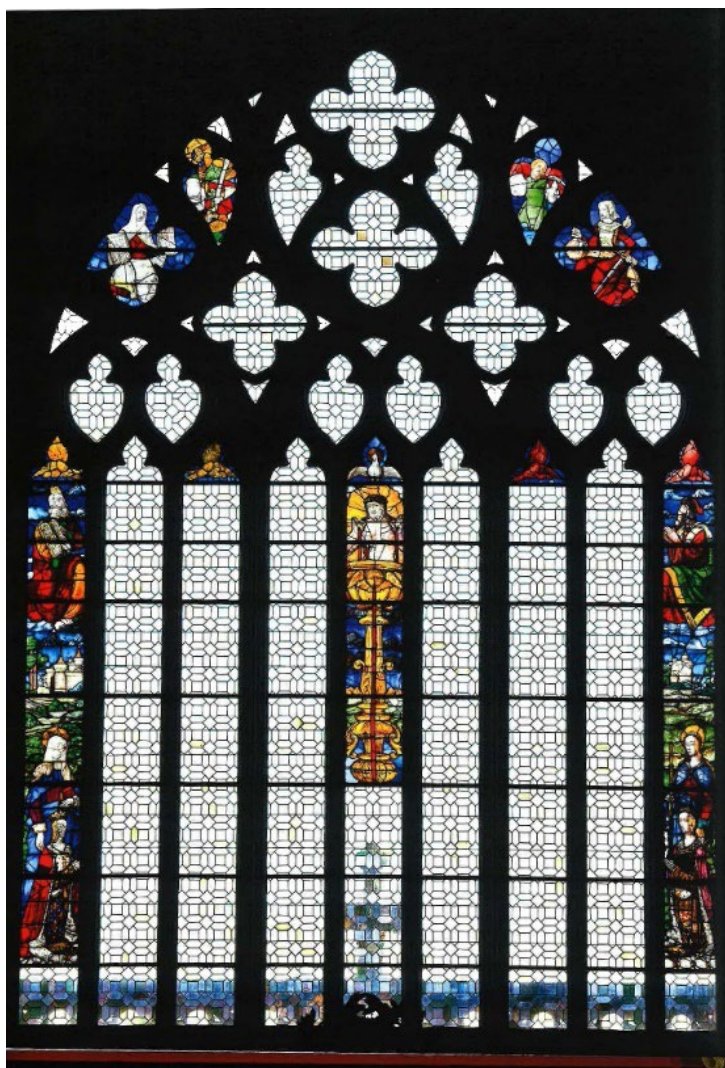


Image : COLLECTIF, *Nantes, la Grâce d'une Cathédrale*, édition Place des Victoires.

Le **vitrail de la grande baie occidentale** est une commande royale d'Anne de Bretagne, réalisée par les peintres verriers Pierre ou Jean de la Chasse au début du XVI^e siècle. Sa composition, historiquement en pleine couleur, est formée de 9 lancettes et d'un tympan (10m de haut par 7 m de large).

L'explosion de la poudrière du château des ducs de Bretagne en 1800 a détruit une grande partie de ce vitrail. Il est par la suite complété par une vitrerie blanche.

Parmi les fragments alors conservés :

- Lancette centrale : La Fontaine de Vie, surplombée par la figure du Christ et la colombe du Saint-Esprit
- Lancette de gauche : La duchesse Anne de Bretagne, puis Moïse tenant les tables de la Loi
- Lancette de droite : Marguerite de Foix, mère d'Anne de Bretagne, puis le prophète Elie

Les **vitraux des fenêtres hautes** de la nef en verre clair s'inscrivent dans des baies à 4 lancettes, au style flamboyant avec des ajours de réseau dominés par des soufflets et mouchettes. Leurs dessins à motif géométrique sont l'œuvre du verrier Razin (1946).

2.2.3 Matériaux et mise en œuvre

Localisation	Matériaux
<i>Soubassements, sol coursive intermédiaire, sol narthex</i>	Granit jaune ou rosé, provenant des environs de Nantes ⁶
<i>Parements droits et moulurés, galeries intérieures du triforium, balustrades de la tribune, voutes et éléments sculptés</i>	Tuffeau de la Loire (pierres venant des carrières de Saumur, carrières de Bourré) ou Calcaire dur du Poitou Charente (carrières de Lavoux, Sireuil ou Thénac).
<i>Remplissages de l'ancien arc central (façade ouest)</i> <i>Sol de la tribune</i>	Pierre calcaire dure , de teinte jaune similaire à la pierre de tuffeau.
<i>Façade occidentale</i> <i>Encadrement des baies du triforium et des fenêtres hautes aveugles (élévation nord)</i> <i>Grandes arcades (nord /sud)</i>	Les carrières de la Loire étant aujourd'hui fermées, les dernières opérations de restaurations et remplacement de pierre ont été réalisées à partir de la pierre de Richemont (carrière de Pons en Charente), et de Sireuil (Poitou) côté extérieur.
<i>Portails de la façade occidentale</i> ⁷	<p>Tuffeau de la carrière de Monsoreau (voissures d'origine ou bloc remplacés). D'autres pierres de Tuffeau sont issues de la nouvelle carrière de Saint-Cyr-en-Bourg, et ont été notamment utilisées pour les parements droits ou moulurés en façade et les réseaux des tympans ajourés des portails.</p> <p>D'autres calcaires ont été retrouvés au niveau du RDC :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcaire de Sireuil (voissures extérieures restaurées et parements droits du portail central, jusqu'à coursive inférieure) - Pierre de Tercé (notamment au niveau du portail Saint-Pierre) - Calcaire blanc de Saintonge (notamment au niveau du portail Saint-Paul) - Ardoise bleue des carrières de Trélazé (Angers), des plaques posées derrière les dentelles des dais du portail pour faire ressortir la blancheur des décors sculptés
<i>Maçonnerie de remplissage des piles et des murs gouttereaux</i>	Schiste des carrières de l'Erdre (profondeur et hauteur à confirmer par sondages)
<i>Sol galerie du triforium</i>	Moellons et chaux
<i>Joints de pose et de finition</i>	<p>Sable de Loire et chaux, avec une finition simple pour les pierres en tuffeau et calcaire, et une finition lavée pour les parements en granit, à grain apparent.</p> <p>A confirmer, analyses en cours ERM Poitiers :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mortier de chaux aérienne (XV-XVII^{ème} siècles) - mortier de chaux hydraulique ? (XIX^{ème} siècle) - mortier de chaux aérienne et/ou bâtard (restaurations XX^{ème} siècle) <p>Des cales en bois sont ponctuellement observées entre blocs. Il s'agit de témoins de la construction des parements pierre.</p>

⁶ Note scientifique P20 du LRMH, 19 août 2020, 15p.

⁷ Selon Relevé lithologique des portails de la façade occidentale de la cathédrale Saint-Pierre-et-Saint-Paul de Nantes - Annie Blanc 1994– Dossier Monument n°14 de la documentation « Carrières et Monuments » du LRMH

3. ÉTAT SANITAIRE

3.1 Analyse sanitaire

INTÉRIEURS			
Localisation	Matériaux	État sanitaire	Commentaire
ÉLÉVATIONS			
<u>Soubassement piles</u> compris bancs et décors Altitude +1.10m Piliers P23 et P24	Granit, noyau schiste Pierre de calcaire blanche (tuffeau ou Richemont, ht. D'assise 40-45cm)	Bon à moyen	<i>. Coulures et traces dues à l'extinction de l'incendie</i> <i>. Remontée de sels (au-dessous des bancs)</i> <i>. Disparition des bas-reliefs sculptés en base des 4 piles situées au-dessous de la tribune, due à la chute de pierres/éléments du grand orgue</i> <i>. Encrassement</i> <i>. Éclats ponctuels des bancs en granit des deux piles (eaux d'extinction (incendie 2020 et potentiellement 1972)</i> <i>. Présence d'oxyde de manganèse et de fer dans les bases des piles granit</i> <i>Fissurations et décollements des zones moulurées, saillantes des assises (dilatations différentielles importantes)</i> <i>. Rubéfaction importante des pierres à partir du niveau triforium</i>
<u>Grandes arcades de la nef (travée B)</u> Clef d'arc – altitude +15.00m - Élévation nord - Élévation sud	Pierre de calcaire blanche (tuffeau et Richemont)	Bon à moyen	<i>. Encrassement</i> <i>. Décollement des joints</i> <i>. Éclats mouluration élévation</i>
Escalier d'accès à la tour nord - triforium ESC TN2 23-24	Marches granit Parement tuffeau	Bon à moyen	<i>. Fût fracturé, structurellement non conservable</i>
<u>Tribune</u> Altitude +11.00m - Mur façade ouest	Tuffeau Calcaire dur	Mauvais à très mauvais	<i>. Appareil : trace d'anciens décors ravalés (accolade et vestige d'un ancien fleuron)</i> <i>. Joints ouverts, décollés</i> <i>. Déplaquages sur 15-20cm</i> <i>. Éléments bois calcinés (Système de cales utilisé lors de la construction des parements pierre)</i> <i>. Eclats des pierres de l'ancien arc (dilatation, corrosion d'éléments en fer scellés dans la maçonnerie)</i> <i>. Tirant scellé dans le parement ouest déformé, oxydé (ancienne structure de l'orgue ?)</i>

- Balustrade	Tuffeau	Mauvais à très mauvais	. Socle de la balustrade bistré, présence de salpêtre . Balustrade, multi-fracturée . Fissure verticale dans le parement ouest issue du tassement de la fenêtre haute
Escalier d'accès à la tribune d'orgue ESC TO 23-24	Marches calcaire Corniche Richemont	Moyen	. Coulures et traces de l'extinction de l'incendie . Éclats dus aux chutes de pierres . Couronnement de l'escalier (prolongation de la balustrade de la tribune) : fracturé, non conservable ⁸
<u>Triforium</u> Altitude +18.20m - Élévation nord - Élévation sud - Élévation ouest	- Richemont - Tuffeau (d'origine), Richemont, fer - Tuffeau (d'origine), Richemont, fer	Mauvais à très mauvais Mauvais à très mauvais	. Elévations nord et sud : archivoltas, encadrement, trumeau, réseaux et balustrades des arcades présentant des lacunes . Moulures, meneaux et balustrades fracturés, lacunes, fleurons en partie manquants . Chaînages oxydés, dilatés par l'incendie . Arcades, réseaux, meneaux, jambages et parement au contact des baies : détruits, disparus entre le niveau de la balustrade et celui du plafond du triforium, formant coursive à la base de la fenêtre haute et support des meneaux de la fenêtre haute . Assises du jambage de la baie intérieure du triforium mal liaisonnées . Balustrade conservée mais multi-fracturée . Chaînage horizontal, dilaté par le feu, déformé, oxydé, goujons de liaison avec les meneaux du triforium manquants . Deux tirants en renfort du chaînage horizontal de la baie intérieure, ancrés dans le trumeau des baies extérieures : déformés, oxydés
<u>Galerie du triforium</u> Altitude +18.20m - Élévations - Sols - Plafonds	- Tuffeau (d'origine) et Richemont (restaurations) <i>Epaisseur du mur intérieur 54cm</i> - Moellon et chaux, schiste - Plafond granit	Moyen Moyen à mauvais	. Encrassement . Plafond galerie sud : éléments fracturés en sous-face, antérieur à l'incendie

⁸ A déjà fait l'objet de réparation (réparation majeure après-guerre de 14-18).

			<i>Plafond galerie ouest : blocs granit au-dessus des baies fracturés et un bloc schiste cuit-feuilleté</i>
<u>Fenestration fenêtres hautes aveugles</u> Altitude +25.00m - Élévation nord - Élévation sud	Lavoux, Richemont	Mauvais à très mauvais	. Arcs et réseaux multi-fracturés, décollés, cuits par l'incendie . Meneaux cuits/manquants . Appui en partie effondré . Accès tour nord déposable pour passage de cloches . Encadrement de baie en partie disparu et pierres poilées . Fissuration verticale et joints ouverts . Appui de baie fracturé, manques . Bandeau en grande partie disparu . Remplages fracturés,
<u>Tapiserie</u> - Élévation nord - Élévation sud - Élévation ouest	Tuffeau, Tuffeau ocré Joints horizontaux (1,4-1,7cm) (Blocs prof. 27-30 cm) Noyau schiste	Bon à moyen	. Pierre qui a subi de fortes chaleurs . Assises cuites, moulurations fracturées et en décollement, ou d'ores et déjà disparues . Blocs rougis (rubéfaction)
VOUTE TRIBUNE			
Arcs et voutains (Voute nervurée à liernes et tiercerons) Altitude +11.00m	Tuffeau	Moyen	. Absence de dégradation structurelle apparente des voutains (protégés par dallage et remblai important) . Arcs non dégradés (protégés par les voutains) . Intrados voutains ponctuellement taché (bistre), présence d'efflorescences et de salpêtre (infiltration des eaux d'extinction de l'incendie) . Efflorescences / pulvérulence sur les trompes au contact des piles (sels)
VOUTES HAUTES			
<u>Arcs doubleaux</u> - A1 - A2 Altitude +37.20m	Tuffeau	Mauvais	. A1 : Moulurations des claveaux et assises en grande partie disparues : - sur les trois arcs superposés côté ouest - sur l'arc inférieur côté est . Multi fissuration verticale dans les tas de charge . Fissures traversantes horizontales (décollement des moulures)
<u>Arc formeret ouest</u> AF5	Tuffeau Épaisseur de l'arc 54cm	Moyen	. Joints creux . Moulures des claveaux en partie disparues

<u>Arcs formerets</u> - AF1, AF3 (nord) - AF2, AF4 (sud)	Tuffeau	Moyen	. Fissuration verticale de l'arc sud . Chapiteaux cuits, fracturés (tailloirs) ou disparus
<u>Arcs diagonaux</u> AD1, AD2 (travée A) AD3, AD4 (travée B)	Tuffeau	Moyen Très mauvais	. Moulures et arêtes des arcs éclatées, fracturées . Joints boursouflés, ouverts . Altération des peintures sur amorces des diagonaux . AD2 : Fissures perpendiculaires côté sud (fracturation des moulurations) . AD3 et AD4 : claveaux fracturés, multi-fracturés et fissurés
<u>Voutains</u> - Travée A - Travée B	Tuffeau (Largeur 12 cm)	Moyen	. Fissures d'arc en arc de la travée B, dégradation antérieure à l'incendie (reins de voute nord et sud)
<u>Clefs de voute</u> - Travée A (CLK) - Travée B (CLL) - Travée 21-22 (CLI)	Tuffeau	Mauvais	. Galette de la clef CLK en partie fracturée (ancienne greffe sur clef peinte à l'origine) . Galette de la clef CLL en grande partie disparue . Altération des peintures . Galette de la clef CLI en partie fracturée, éléments disparus
SOLS			
<u>Narthex</u>	Granit (Dallage de dimensions variables de 12 à 14cm d'épaisseur, posé sur une maçonnerie schiste)	Moyen	. Remplacements ponctuels antérieurs de dalles, calepinage en rupture Encrassement fort au-dessous de la tribune dû à l'incendie Dallage dégradé, décollé
<u>Tribune</u>	Calcaire dur (Dalles 32,5x32,5 et variables, 6,5 cm d'épaisseur) Bois (trappe d'accès au dispositif de l'orgue)	Mauvais	. Anciennement recouvert par socle de l'orgue brûlé . Dallage calcaire multi fracturé, quelques dalles manquantes . Tâches / altérations plus importantes en partie centrale contre le mur ouest . Trappe en bois calcinée avec présence d'étain fondu

VITRAUX ELEVATION OUEST			
Localisation	Matériaux	État sanitaire	Commentaire
<u>Baie du triforium (137)</u> - Vitraux - Barlotières, pannetons, feuillard, clavettes - Vergettes	Fer, verre, plomb	Très mauvais Mauvais Très mauvais	. Vitraux disparus lors de l'incendie (vestiges, fragments de verre seuls) . Calfeutrements inexistants . Barlotières à 3 pannetons, clavetées à l'extérieur . Ensemble des ferrures oxydées . Chaînage baie intérieure déformé (mouvement et à l'effondrement des maçonneries) . Déformées, oxydées
<u>Grande verrière (237)</u> - Vitraux <i>vestiges des vitraux XVI^{ème} transmis à Isabelle Baudoin pour analyse et reconstitution</i> - Ossature : Barlotières, pannetons, feuillard, clavettes - Vergettes	Verre, plomb Fer Barlotières à 2 pannetons, clavettes à l'extérieur . Section 1,5x4 cm . Section 4x4 cm rectangulaire (chaînages) ; . Assemblages à mi-fer sur les chaînages . Feuille de plomb enrobant le fer au passage des meneaux . Scellements au plâtre ? Fer	Très mauvais Mauvais Très mauvais	. Vitraux très majoritairement disparus lors de (explosion du vitrail ?) . Fragments de très petites dimensions . Vestiges de panneaux conservés au niveau des scellements : verres et réseaux plombs . En partie haute de la baie : verres déformés par les hautes températures de l'incendie 800 à 1100°C ? . Peintures des verres et grisailles probablement dégradées . Déformations liées à l'affaissement de la baie (surtout des chaînage s) et aux hautes températures (dilatation 600/900°) . Oxydation des fers ; corrosion au niveau des scellements . Absence de calfeutrement périphérique entraînant des entrées d'eau dans les murs, bloquées au droit des barlotières . Cales bois en partie calcinées dans les joints des meneaux / réseaux . Déformation liée aux hautes températures de l'incendie

<u>Fenêtres hautes nord et sud de la première travée de la nef (231-232)⁹</u> - Vitraux - Ossature : Barlotières, pannetons, feuillard, clavettes	Verre (Panneau droits des lancettes 70x80cm) Fer, plomb Pose sur cornière L Fer	Mauvais à très mauvais	. Feuillard, clavettes et barlotières rouillés . Pose des panneaux depuis l'extérieur sur cornière, sans couche de mastic <u>Baie 231 :</u> . Nombreuses casses de verre (44% des verres), calfeutrements partiellement soufflés intérieur et extérieur, soudures étains fondues . Manchons de plomb scellés dans les jambages sur les pourtours des barlotières . Absence de bavette de récupération des eaux de condensation <u>Baie 232 :</u> . Nombreuses casses de verre (29% des verres), calfeutrements partiellement soufflés . Présence de bavette d'évacuation des eaux de condensation . Soudure étain partiellement fondues . Nombreux plombs rompus et écoinçons cassés . Pose de barlotières avec manchons de plomb, barlotières rouillées → Dégradations consécutives à la dilatation des matériaux, corrosion des ferrures entre barlotières et feuillards et fortes températures de l'incendie
MENUISERIE – FERRONNERIE – ÉLECTRICITÉ			
<u>Portails (5)</u>	Bois, fer	Bon	. Encrassement
<u>Escaliers d'accès à la tribune</u> Main courante Portes d'accès	Bois, fer	Moyen	. Encrassement . Ferronnerie oxydée . Main courante descellée du parement pierre
<u>Garde-corps de tribune</u> (XVIII ^{ème} siècle)	Fer	Moyen	. Encrassement . Ferronnerie calcinée et oxydée . Main courante descellée du parement pierre
<u>Hors mission : Systèmes électriques</u> (Extérieur et intérieur)	Câbles métal + PVC	Bon à mauvais	. Chemin électrique périphérique et spots d'éclairage encrassés . Vestiges de câbles du grand orgue fondus

⁹ Voir « Etat sanitaire des vitraux » – Rapport Les ateliers Barthe-Bordereau en annexe

EXTÉRIEURS			
Localisation	Matériaux	État sanitaire	Commentaire
ÉLÉVATION OUEST			
<u>Portail central</u>	Calcaire de Tuffeau Ardoise bleue (plaque derrière les dentelles des dais)	Moyen	. Bloc de pierre du tympan déplaqué côté intérieur . Zone fragilisée . Décors sculptés
<u>Coursive inférieure</u> Altitude +16.20m - Baies aveugles - Balustrade - Chéneaux	Richemont, Sireuil, Tercé ¹⁰ Plomb	Moyen	. Appuis de baies non retaillés (blocs saillants) . Micro-organisme/mousse en pied de parement et sur archivoltes . Fissures verticales ¹¹ . Chéneaux encombrés . Bande solin ouverte
<u>Triforium</u> - Baies - Parement droit - Corniche sculptée - Gâble	Richemont, tuffeau ponctuel <i>Epaisseur du mur intérieur 40cm</i>	Moyen à mauvais	. Fenestration cuit . Multi-fracturation des remplages . Parements encrassés . Corniche fissurée, joints ouverts . Basculement dû au tassement vertical de la façade . Déformation en continuité de la balustrade (ventre) sous l'effet d'une poussée centrale . Partie haute du gâble ébranlée
<u>Coursive intermédiaire</u> Altitude +24.30m - Balustrade - Bandeau - Chéneaux	Granit (Socle balustrade + bandeau) Richemont, tuffeau (Balustrade) Plomb	Très mauvais	. Basculement du bandeau granit vers le haut . Effet balancier sous le tassement des réseaux de la baie et l'effondrement des baies intérieures du triforium . Gargouilles en bon état général . Joints ouverts dus au mouvement des maçonneries . Déformation de la balustrade en son centre . Multi- fissuration . Ragréages et solins décollés . Joints ouverts . Micro-organismes . Amas important de débris de verres, de fragments de pierres . Encombrés

¹⁰ Durant la restauration précédente de la façade occidentale, les travaux prévoient le « remplacement d'une grande partie des parements de tuffeau par une pierre plus dure de Sireuil, ou de Tercé pour les parties moulurées et sculptées. »

_ CHOUINARD, Hervé, CAUDROY, Luc, *La restauration de la cathédrale de Nantes*, [article] p.37-41

¹¹ Ces fissures verticales se retrouvent en façade intérieure mais ne semblent pas être traversantes.

<u>Fenêtre haute</u> - Meneaux - Réseaux - Archivolte - Parement droit - Corniche sculptée	Tuffeau, Richemont (restauration ?) <i>Épaisseur des murs</i> 146cm	Mauvais à très mauvais	<i>. Zone de sortie des flammes</i> <i>. Pierres multi fracturées, cuites</i> <i>. Épaufrures et éclats des réseaux</i> <i>. Nez de cochon rougis par l'incendie</i> <i>. Tassement vertical depuis le haut de la baie</i> <i>. Réseaux fissurés, à joints ouverts et fatigués (chaux sans sable et sans tenue)</i> <i>. Ruissellement de plomb (réseau polylobé)</i> <i>. Déformation importante</i> <i>. Désordre structurel important</i> <i>. Affaissement dû à la destruction des meneaux du triforium</i>
<u>Coursive</u> <u>périphérique de</u> <u>toiture</u> Altitude +38.80m - Balustrade - Chéneau	Tuffeau Plomb	Bon à moyen	<i>. Encrassement</i>
<u>Pignon sommital</u> <u>aveugle</u> - Remplage - Parement - Porte accès combles	Tuffeau Bois peint et vernis	Bon à moyen	<i>. Encrassement</i> <i>. Fissuration verticale due aux efforts de tassement</i>

3.2 Analyse des études structurelles

Les carottages et analyses faits sur les parements à la demande de l'ACMH par le laboratoire ERM¹² confirment les différents désordres structurels. Le foyer déclenché au niveau de l'orgue a été le plus intense des trois, du fait de la grande quantité de bois présente (combustible).

Parements côté ouest

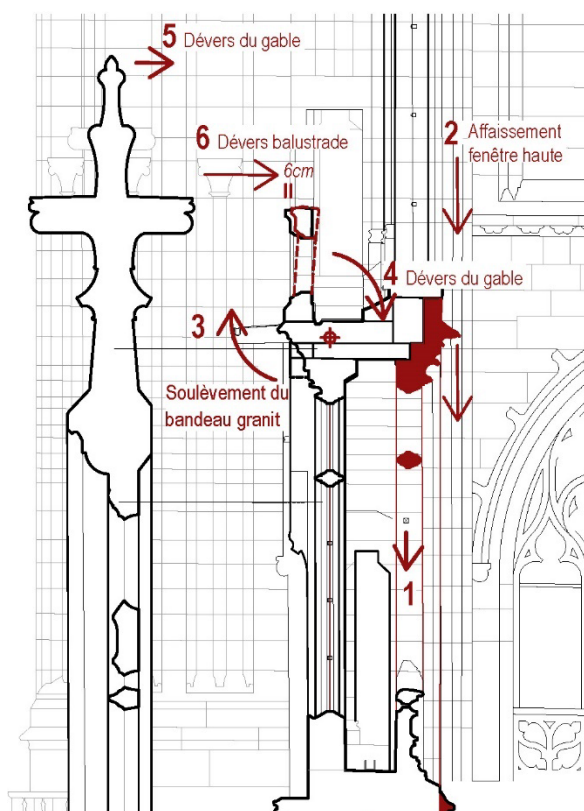
Les hautes températures de l'incendie et les pressions consécutives ont fait subir une dégradation intense à la paroi **occidentale**.

- La **fenêtre haute** :

- Les vitraux, soufflés par l'explosion consécutive à la montée en pression du fait de l'élévation des températures, ont entièrement disparu. Les verres déformés attestent de températures très élevées ; les éléments de panneaux résiduels sont tous déposés, à l'exception de certaines parties encore scellées dans les jambages et les meneaux ou réseau ;
- Les pierres des meneaux et du remplage mais aussi à un moindre degré des jambages ont été fracturées par la dilatation thermique et ont subi d'importantes pertes de matière ;
- Les trois niveaux de chaînage et les autres liens que constituent les barlotières sont en place mais ont subi d'importantes dilatations thermiques ; les vergettes, feuillards et clavettes, qui maintenaient les panneaux de vitraux sont dégradés et partiellement lacunaires ;
- Les pierres de parement se sont déplaquées et fracturées,

¹² Rapport du diagnostic des matériaux sur les désordres du massif occidental, laboratoire ERM, février 2022, joint en annexe.

- Après l'explosion des vitraux, les flammes et les fumées ont légèrement dégradé le parement extérieur
- La **coursive intermédiaire – plafond du triforium et appui de la fenêtre haute** :
- La **coursive intermédiaire et l'appui de la fenêtre haute** ont été déstabilisés par la destruction des 8 meneaux de la baie intérieure du triforium. Les meneaux de la baie haute qui étaient dans le prolongement de ces derniers et l'appui de la baie se sont trouvés sans supports autre que la paroi extérieure du triforium. Meneaux et appui ont amorcé un mouvement d'affaissement et de rotation sur l'axe constitué par l'arase de la paroi extérieure et à pousser au vide. Heureusement, ces éléments, par ailleurs très dégradés par les hautes températures de l'incendie, ont été étayés en urgence dès le jour de l'incendie, ce qui a permis d'éviter leur effondrement, puis une seconde fois quelques semaines plus tard de façon plus pérenne. Si l'ensemble des structures de la fenêtre haute est encore en place, elles sont désorganisées, affaissées, les pierres déplaquées et multi fracturées, et la géométrie de l'ouvrage affectée par des déformations, la balustrade extérieure encore en place et montre un dévers de 6cm dans la zone centrale et la partie sommitale du gâble du portail a été affectée par ces déformations.
- Le **triforium** :
 - La paroi extérieure est constituée d'une double **fenêtre** à deux lancettes surmontées d'un remplage, séparées par des trumeaux moulurés : les **vitraux ont entièrement disparu soufflés en même temps que ceux de la fenêtre haute**, les meneaux et le réseau sont très dégradés ; l'ensemble a subi des déformations et des ouvertures de joint consécutifs à l'achèvement de la fenêtre haute
 - La paroi ajourée côté intérieure a perdu tous ses meneaux, détruits par les hautes températures, laissant dans le vide le chainage qui les reliait à la base des arcs. Les jambages, et les parements de l'entablement supérieur (appui de la fenêtre haute) sont totalement déplaqués seule la balustrade est encore partiellement conservée, mais tous ses éléments sont fracturés et déplaqués.
 - Mouvement des maçonneries décomposé en plusieurs étapes, dû à la disparition de la paroi intérieure



Principe de dévers de de la façade occidentale :

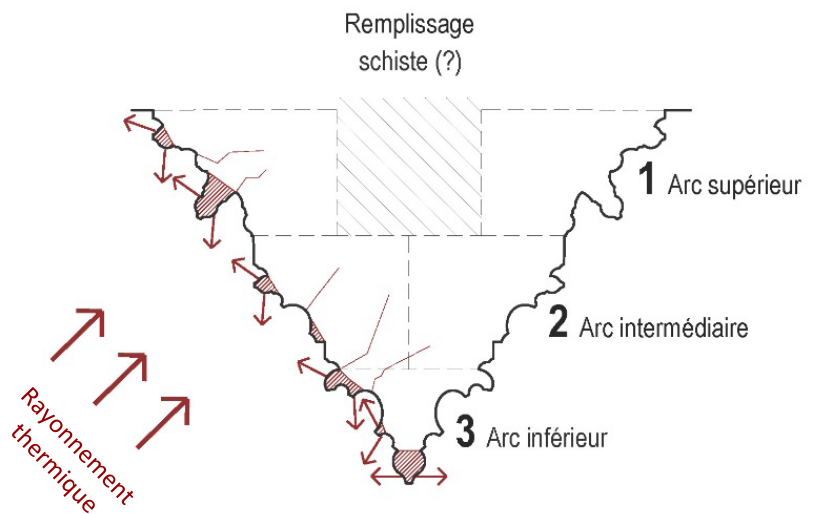
- 1) Les meneaux de la baie intérieure du triforium se désintègrent
- 2) Les meneaux et le réseau ainsi que l'appui de la fenêtre haute, s'affaissent, privés de leur support à l'aplomb côté intérieur,
- 3) L'ensemble n'a plus que son appui sur la paroi extérieure du triforium sur laquelle il exerce une poussée et un soulèvement
- 4) Les pierres formant la base de la coursive intermédiaire et le bandeau se soulèvent côté extérieur et créent un mouvement de bascule
- 5) Cette rotation affecte la partie sommitale du gâble extérieur, épargnée par l'incendie, mais relié au triforium et notamment à la coursive intermédiaire par des tirants.
- 6) Simultanément, du fait de la rotation de la coursive, la balustrade de la baie haute déverse à son tour (6cm).

- La tribune

- Le **parement bas droit intérieur et les balustrades en pierre** de part et d'autre de la tribune : les pierres sont restées en place mais leur résistance mécanique est insuffisante

Parements moulurés et voutes

Pour le reste des parements des faces intérieures, des voutes et sous la tribune, certains éléments de **modénatures saillantes** présentent des **fractures et fissurations** : l'alternance des **dilatations** et retrait des maçonneries a provoqué leur dissociation de leur support. Ces moulures sont aujourd'hui détachées ou totalement disparues.



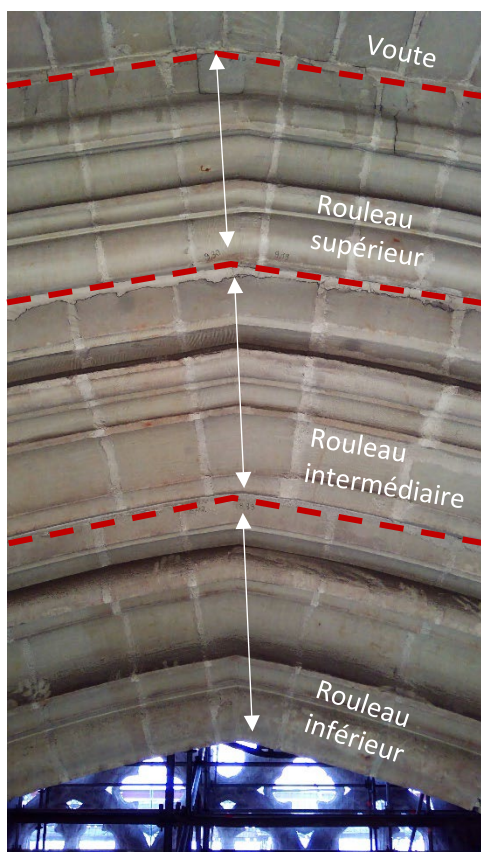
Principe de dilatation des pierres et des joints formant un plan de cisaillement vertical et une rupture des moulures



Arc doubleau A1 – Pile 23



Arc doubleau A1 – Pile 24



Clef d'arc doubleau A1

Ces ruptures de modénatures se poursuivent jusqu'à la clef des arcs doubleaux. Concernant l'arc doubleau principal (A1), ces dilatations ont fortement dégradé les joints entre les 3 arcs superposés. Ils sont identifiés de la manière suivante :

- Rouleau supérieur
- Rouleau intermédiaire
- Rouleau inférieur

3.3 Conclusion de l'état sanitaire

Le constat de l'état sanitaire montre que les dégradations importantes ne sont liées qu'à l'incendie. Celles qui ne le sont pas sont très minimales, comme les épaufrures des bancs intérieurs ou les micro-organismes sur les parties saillantes des parements extérieurs.

Comme pour les deux zones du chœur et le bras sud du transept traitées affectées par les incendies provoqués le 20 juillet 2020, **deux principaux ensembles de dégradations sont identifiables : d'une part des dégradations d'ordre structurel et physico-chimique**, consécutives à l'exposition des parements en pierre aux hautes températures de l'incendie et plus partiellement aux eaux d'extinction qui sont adjuvantées, **d'autre part un encrassement des parements par des suies et un empoussièrlement plus ou moins fortement dosé en plomb**. Les dégradations constatées sont cependant beaucoup plus importantes et impressionnantes que dans le chœur et le bras sud, du fait de la grande quantité de bois du buffet du grand-orgue.

Dégradation structurelle et physico-chimique des pierres

Les dégradations structurelles affectent les parements intérieurs droits et moulurés qui se sont dilatés et présentent des phénomènes de **fracturation et déplaquage plus ou moins profonds au contact des foyers de l'incendie**. L'exposition sur une certaine durée et à de hautes températures des pierres ont pour conséquence des phénomènes de dilatation qui se traduisent par un déplaquage sur une certaine profondeur et une fissuration interne de la pierre. Lorsque la pierre atteint des paliers de température (entre 350 et 900°C), elle change de couleur (rouge, puis rose-orangé, puis gris et enfin blanc pour les calcaires), tandis que certaines parties saillantes très exposées peuvent se transformer en chaux. Elle subit alors des altérations d'ordre physico-chimique (de la déshydratation, jusqu'à la transformation en chaux

pour les calcaires)¹³. Les parements exposés aux flammes ont subi des dégradations d'ordre superficiel (jusqu'à 4mm) et conservent malgré leur épiderme rougi leurs propriétés mécaniques et structurelles. Elles sont principalement situées au contact direct du foyer constitué par l'incendie du buffet du grand orgue (sol et balustrade de la tribune, mur ouest au revers du portail) puis plusieurs mètres au-dessus du foyer (les parements intérieurs, notamment les baies du triforium et les décors sculptés des tapisseries des tours nord et sud, les reliefs fasciculés des piliers, arcs et les clefs de voutes, et probablement à un moindre degré le parement des voutains des deux travées situées entre les tours) :

- **Décollement du dallage de la tribune** : les dalles situées au-dessous du buffet de l'orgue, ont été exposées au brasier puis aux eaux d'extinction. Elles se sont dilatées, décollées de leur support et fracturées.
- **Dégradation de l'épiderme et fracturation des parements droits intérieurs** :
 - **Mur ouest de la tribune** : les pierres au contact de l'orgue sont les plus impactées par l'incendie. Elles présentent de forts déplaquages, une perte d'adhérence de leurs joints et une fissuration verticale. L'état du pied de parement est d'autant plus préoccupant que l'épaisseur du mur se limite à un bloc en tuffeau de 30cm, commun au tympan du portail central extérieur. Ces désordres sont similaires pour la balustrade de la tribune et la partie haute de l'escalier contigu.
 - **Fenêtres hautes** :
 - **En élévation ouest** : fracturation du fenestrage. L'appui de la baie a été emporté dans l'effondrement de la baie du triforium, ce qui a fragilisé les maçonneries encore en place.
 - **En élévation nord et sud** : les tapisseries ont été fortement atteintes par l'incendie. Les sondages montrent une coloration rouge-orangé de l'épiderme (sur plusieurs centimètres). L'ensemble des moulures et décors sont fracturés, tandis que des fissures verticales sont apparentes. Les assises sont donc structurellement touchées.
- **Fracturation des moulures et modénatures intérieures** :
 - **Baies du triforium et fenêtres hautes** : les remplages, balustrades, archivoltas et leurs éléments de décors montrent des fracturations, décollement ou disparition pierre.
 - **Arcs et des voutes hautes** : les arêtes et nez des arcs moulurés présentent des épaufrures et lacune, et des fissures parallèles ou perpendiculaires à leurs intrados. Les arcs doubleaux et diagonaux ont perdu une grande partie de leur modénature saillante. Ces désordres sont particulièrement visibles dans les pieds de gerbe des voutes.
 - Les fissures identifiées sur les voutains sont cependant le résultat de mouvements antérieurs à l'incendie et ne présentent apparemment pas de dégradations structurelles induites par l'incendie.
 - **Décors et bandeaux moulurés** : Les frises, chapiteaux, et piles de l'arc formeret en élévation ouest ont perdu une grande partie de leurs moulures et modénatures.
- **Les dégradations structurelles** ont cependant au niveau de la **façade occidentale** un caractère particulièrement grave. En effet, tout le revers de l'élévation de la façade occidentale a été désorganisé, le feu ayant détruit le réseau intérieur de la galerie du triforium qui supportait celui de la fenêtre haute. Les dilatations thermiques et fracturations ont fait éclater les meneaux du triforium qui se sont effondrés, et gravement fracturés ceux de la fenêtre haute dont les vitraux ont été détruits. La disparition des meneaux du triforium a privé d'appui la fenêtre haute et la face intérieure de la coursive sur laquelle repose son réseau, entraînant d'important désordres.

¹³ Ces transformations d'ordre physico-chimique restent à déterminer pour les granits

- **Mouvement des maçonneries du mur occidental, entraîné par l'effondrement de la baie intérieure du triforium :**
 - **Tassement vertical de la fenêtres hautes :** affaissement, ouverture et fracturation des réseaux de la fenêtre haute. Ces pierres ont été d'autant plus déstabilisées qu'il s'agit de la zone de sortie des flammes.
 - **Mise en compression et la désorganisation de la façade extérieure du triforium**
 - **Dévers de la coursive intermédiaire (soulèvement de la face externe) et déformation plus ou moins visible de la balustrade,** engageant également l'ébranlement du gâble du portail central.
 - **Fissuration verticale** de la façade ouest, en continuité depuis le pignon sommital jusqu'aux arcatures aveugles de la coursive inférieure.

Encrassement général et rubéfaction, coloration des parements

- L'encrassement **général** a affecté les parements situés au contact des foyers d'incendie, mais aussi au-dessus à un moindre degré dégressif en fonction de l'éloignement. Ils présentaient **plusieurs niveaux d'opacité avant la décontamination et le nettoyage des parements par aspiration THE** : noir opaque au contact et à proximité des foyers d'incendie et des zones d'échappement des flammes, et plusieurs degrés de gris que l'on pouvait qualifier de fort, moyen, faible à mesure qu'on s'éloigne des foyers.
 - **Parements intérieurs** : le sol du narthex, de la nef, de la tribune, les voutes de la tribune, les voutes hautes du massif occidental, les élévations du revers de la façade ouest, des tours nord et sud
 - **Parements extérieurs** : les parties situées au contact de la fenêtre haute, le pignon ouest du grand comble et l'angle sud-ouest de la tour nord.
- Le nettoyage des parements a été très efficace sur les zones éloignées des foyers, mais il a aussi révélé des pierres dont la couleur avait évolué notamment dans l'emprise du massif occidental, où ils sont affectés de façon extensive par un phénomène de **rubéfaction pour des températures entre 350 et 650 °C (à vérifier). Les pierres de couleur grise ont pu être affectées par des températures supérieures à 650°C. Elles sont systématiquement fracturées du fait de leur dilatation par l'exposition aux hautes températures de l'incendie.**
- Les arc, voutes et clef en sous-face de la tribune d'orgue, ainsi que la cage d'escalier ont eux été impactés par les eaux d'extinction qui ont engendré des coulures sur les parements verticaux et la migration de bistre dans les parements, donnant une coloration brunâtre à certaines pierres, particulièrement en certains points des voutains de la tribune d'orgue. Ces tâches n'ont pas de conséquences structurelles mais nécessiteront un nettoyage adapté.

Disparition des vitraux de la façade occidentale

Les vitraux de la fenêtre haute (237), et des baies du triforium (137) ont été presque totalement détruites.

Ils sont réduits aux franges des panneaux scellées dans la maçonnerie des réseaux, à des verres brisés ou parfois déformés par les hautes températures de l'incendie, et leur sertissage de plomb est plus ou moins fondu.

Fenêtre haute

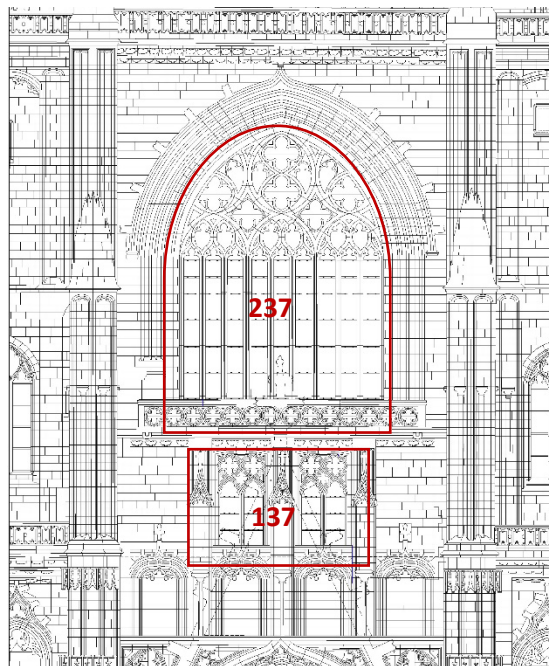
- les deux lancettes du 16^{ème} siècle représentant Anne de Bretagne, sa mère Marguerite de Foix et leurs saintes patronnes, et le Christ de la lancette axiale

Dégradation des vitraux des fenêtres hautes de la nef

Les panneaux de vitraux de la première travée de la nef, situés au contact du massif occidental et du foyer d'incendie présentent également des dégradations liées à la hausse des températures dans les parties hautes :

- fracture des verres
- fonte des soudures en étain
- rupture des plombs par dilatation thermique du verre et des ferrures

Les ferrures de ces verrières sont aussi affectées par un phénomène de corrosion des ferrures, barlotières aux niveaux des scellements, et feuillards.



Baies 137 et 237 post-incendie (2020)



Vitrail 232 de la 1^{ère} travée de la nef (élévation sud)

4. PRINCIPE D'INTERVENTION

Cette intervention s'inscrira dans la même logique que celle des restaurations des parties de la cathédrale dégradées par les deux autres foyers d'incendie du bras sud et du chœur. Le parti de restauration proposé est la restitution rigoureuse de l'état avant l'incendie, sans conserver de traces de l'incendie, réduit à un traumatisme ponctuel dénué de valeur historique, auquel il est décidé de ne pas donner de signification particulière.

4.1 Contexte de l'intervention

La réalisation des travaux de restauration du le massif occidental interviendra après la décontamination des parements intérieurs et de la façade ouest de la cathédrale en 2022 (aspiration 3D + nettoyage 2D). Cette opération avait pour objectif de réduire le plus possible l'empoussièrement non adhérent contenant du plomb identifié après l'incendie.

L'opération de décontamination a permis d'abaisser les taux de plomb émissifs constatés sur les parements intérieurs sous les seuils imposés par l'Inspection du Travail, et d'intervenir dans des conditions normales pour les compagnons. Elle s'est aussi révélée être un moyen de nettoyage satisfaisant, permettant de rendre à la plupart des parements intérieurs leur clarté initiale, mettant parfois au jour des joints de tonalité sombre assez marquée, datant majoritairement du 19^{ème} siècle. Le plomb et l'encrassement résiduel ont donc presque totalement disparu après l'application de latex sur certaines zones particulièrement polluées, emportés au moment du retrait de ce dernier.

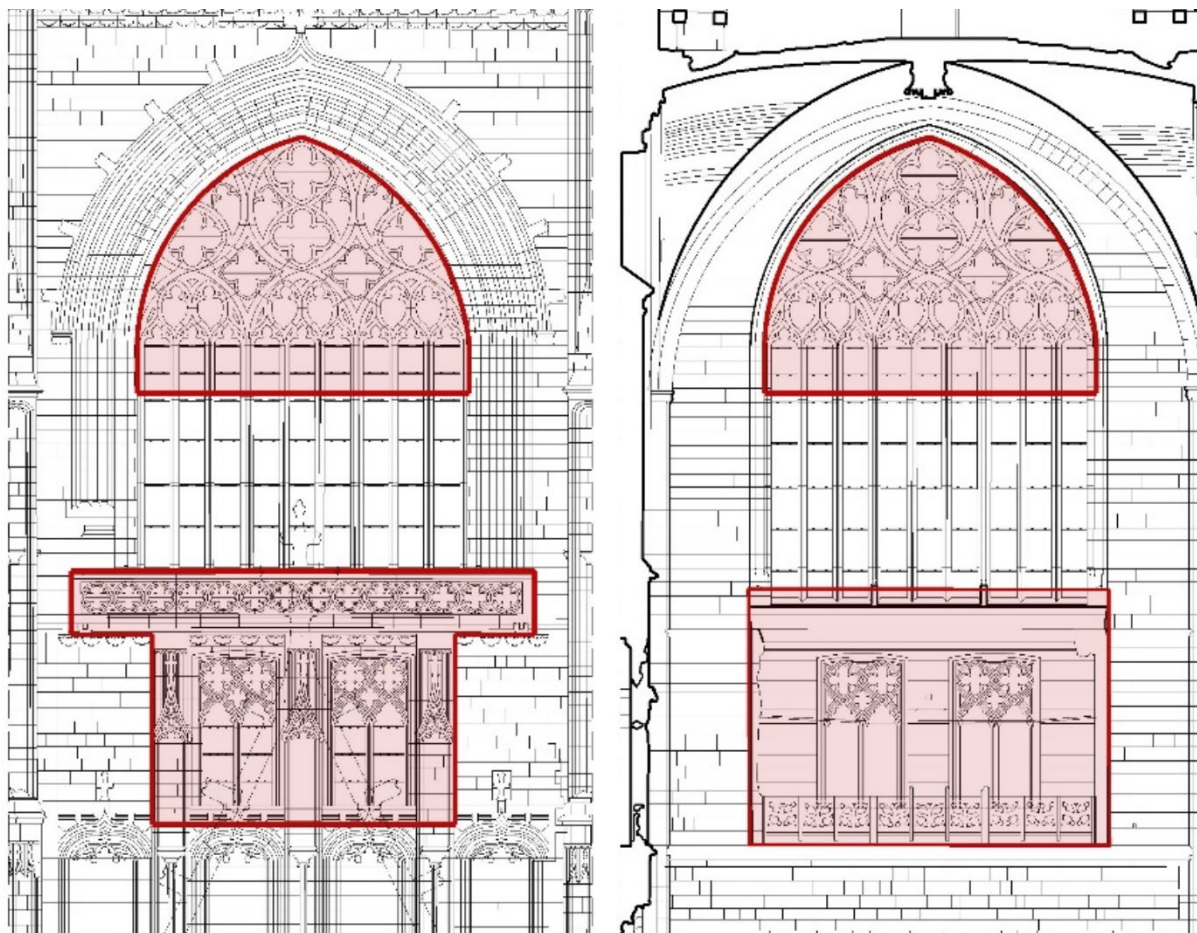
Toutefois Certains parements de granit et de calcaire localisés au droit des foyers d'incendie et dégradés par le feu, sont restés tâchés, soit rubéfiés par les hautes températures de l'incendie, soit imprégnés par les suies.

4.2 Restauration et reconstruction des maçonneries dégradées

Les objectifs principaux de ces travaux sont la stabilisation et la restauration des parties dégradées ou la reconstruction des parties détruites par l'incendie, notamment la zone centrale de la façade occidentale, entre les tours nord et sud, intégrant la coursive au-dessus du portail central, les baies du triforium et la fenêtre haute. Un démontage presque complet de cette partie de l'élévation devra être réalisé, imposant une méthodologie d'intervention et des plans d'exécution précis de la part des entreprises, qui devront être validés avant exécution par la Maîtrise d'œuvre / ACMH. Un scan 3D sera réalisé avant dépose, comme base et outil de travail.

Le démontage complet des meneaux et du réseau de la baie haute, de la coursive intermédiaire qui forme le plafond de la galerie du triforium et des baies du triforium sont indispensables du fait des déformations consécutives à l'effondrement des meneaux du triforium qui a entraîné l'affaissement de la baie haute. Il sera réalisé de façon ordonnée et scrupuleuse : les chainages horizontaux de la baie haute 237 seront étayés, tandis les éléments les plus déformés tel que le chainage du triforium (baie 137), seront déposés en conservation et remplacés.

Les blocs de pierre issus du démontage à conserver seront installés sous abri sur une bâche imprimée avec le calepin tiré du scan 3D, afin d'en restituer le dessin de façon rigoureuse. Cette bâche imprimée sera placée dans un barnum, installé sur le parvis ouest de la cathédrale.



Repérage des déposes en conservation de la façade ouest en extérieur (gauche) et intérieur (droite)

A l'intérieur, les tambours des piliers, et les arcs des voûtes ainsi qu'une partie importante des parements droits et moulurés et réseaux des galeries nord et sud du triforium, délaqués ou fracturés par les hautes températures de l'incendie devront aussi être démontés et remplacés.

La restauration des voûtes hautes demandera dans un premier temps de réaliser un état sanitaire complémentaire et un calepinage des maçonneries. Ces relevés et sondages/analyses éventuelles permettront de confirmer les remplacements de pierre et les principes d'intervention sur les arcs (méthodologie de remplacement des claveaux, sécurisation des clefs, et sur les voutains, qui semblaient malgré leur rubéfaction ne pas souffrir de délaquages et pouvoir être conservé à l'issue du diagnostic. Il en sera de même des calepins de restauration de la tribune d'orgue, sol et balustrades, et des parties dégradées du narthex.

La sécurisation des arcs et des voûtes par mise en œuvre de cintres sera étudiée aussi sur la base d'un relevé scan 3D afin d'optimiser leur adaptation aux ouvrages. Ce système de cintres sera soutenu par un échafaudage de pied et un plancher renforcé installé à la base des arcs des deux travées ouest. Les plans et le phasage de la mise en œuvre des étalements, cintres, et les calepins d'exécutions seront à produire et faire valider par la Maîtrise d'œuvre / ACMH.

Les clés ornementées seront remplacées à l'identique, ce qui impliquera leur dépose en conservation et l'établissement d'épures et de maquettes.

Bien que les ouvrages dégradés aient été purgés des parties les plus instables et en partie sécurisés et étayés, le démontage des ouvrages restera une intervention présentant des risques qui devront être anticipés et analysés de façon à mettre en place les moyens de protection collective et individuelle adéquats.

Au-delà de l'intervention de stabilisation structurelle, la restitution des lacunes constituées par la disparition du décor architectural sous l'effet des multiples fracturations des pierres de parement, qui affectent les frises sculptées, les tapisseries de pierre et les clefs pendantes, seront traitées par des réfections à l'identique, les formes et motifs des décors étant parfaitement connus. Dans certains cas, ces lacunes pourront après discussion être laissées en l'état. Les clefs ornementales (déjà l'objet de restitutions dans les années qui ont suivi l'incendie de la toiture en 1972, très mutilées, devront par contre être refaites.

Les fenêtres hautes de la première travée de la nef (**231 et 232**) ont été très dégradés par les hautes températures de l'incendie seront restaurées, y compris les meneaux et parties fragilisées du réseau. Un traitement de dessalement des parements non déplaqués sera envisagé selon la profondeur de pollution qui affecte les pierres.

Un assainissement et un nettoyage des sols (dallage granit niveau narthex, dallage calcaire niveau tribune), ainsi que la réparation ou le remplacement de dallages dégradés par le feu ou la chute de bois du grand orgue ou de pierres, mais aussi du fait des engins qui ont été utilisés dans la cathédrale pour les travaux récents seront réalisés.

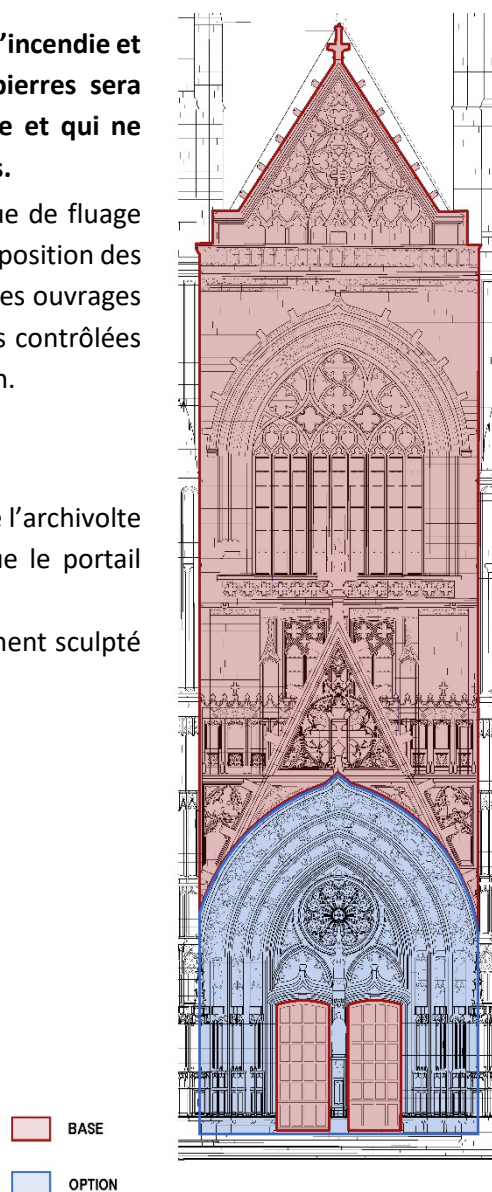
Les parements de granit (soubassement des murs et piliers) et de tuffeau ou calcaire dur (élévations et voutes) affectés par des sels cristallisés du fait de remontées capillaires (eaux d'extinction de l'incendie) et tachés, feront l'objet d'interventions de nettoyage et de dessalement.

Au regard des quantités de pierres impactées par l'incendie et des enjeux structurels soulevés, le remplacement de pierres sera préféré à la réparation par greffe à répétition, couteuse et qui ne garantira pas de pérennité à l'échelle de ces interventions.

Une attention particulière sera portée sur le risque de fluage des maçonneries reconstruites, expliqué par la double composition des murs de l'édifice (pierre et remplissage schiste). Un suivi des ouvrages reconstruits par mise en place de capteurs et/ou de cibles contrôlées par un théodolite, sera mis en œuvre en tant que de besoin.

Il sera proposé de restaurer :

- En **base** : la façade occidentale depuis l'extrados de l'archivolte à la pointe du pignon sommital sculpté, ainsi que le portail central
- En **option** : l'archivolte, le tympan et le soubassement sculpté du portail central extérieur



4.3 Restauration des vitraux

La façade occidentale

En ce qui concerne les vitraux détruits des baies ouest, les deux fenêtres du triforium (**137**) et la fenêtre haute (**237**), pour lesquels une première phase de diagnostic consacrée au tri et à des essais de reconstitution des fragments recueillis après le sinistre, a été confiée à l'Atelier Baudouin, la conclusion est que même si des reconstitutions par assemblage sont possibles, les débris de verres récupérés sont à la fois trop précieux et trop fragmentaires pour une remise en place dans la façade restaurée. Néanmoins, les vestiges de vitraux seront inventoriés en fonction de leur intérêt, notamment ceux des zones connues pour conserver des éléments anciens.

Puisque seul un recyclage de fragments dans un objectif muséographique pourra être envisagé¹⁴, il a été convenu en concertation avec la DRAC, que les vitraux feraient l'objet d'un projet de création, distinct de cette opération dans la temporalité de sa mise en œuvre. Les lignes directrices du programme sont actuellement en cours de discussion. Dans le cadre du projet actuel, seule la fermeture provisoire de la fenêtre haute et des deux fenêtres du triforium est envisagée.

Les ferrures à vitraux, (barlotières, vergettes, feuillards et clavettes) seront déposées en conservation ou maintenues pour être restaurés ou réintégrés dans la mesure du possible, tandis que les éléments manquants ou déformés seront remplacés.

La première travée de la nef

Les vitraux des fenêtres hautes de la première travée de la nef (**231 et 232**) ont été très dégradés par les hautes températures de l'incendie. Une quantité importante de verres ont été fracturés sous l'effet de la dilatation thermique, notamment ceux dont la dilatation était bridée par leur scellement dans les meneaux ou les jambages des baies, ou encore par les barlotières.

Les interventions concernent la restauration des ferrures et des panneaux qui sont dans un état fortement dégradé :

- Panneaux de vitraux : recollage des verres de couleur / peints, et remplacement des verres blancs fracturés du fait de l'incendie (dilatation thermique) ou de la corrosion des ferrures. L'ensemble des panneaux seront déposés pour restauration. Les plombs (et soudures) seront révisés et seuls les panneaux très dégradés (très minoritaires) seront remplacés. Les verres colorés seront scrupuleusement conservés et restaurés
- Ferrures : Les barlotières, clavettes, feuillards seront passivés et consolidés par entures ou remplacés suivant leur état en parallèle avec la restauration des réseaux en pierre et notamment les parties ancrées dans les jambages et les meneaux.
- Pied de vitrail : une bavette en plomb sera installée afin d'évacuer les eaux de condensation et ventiler la face intérieure du vitrail.

¹⁴ Note intermédiaire pour les opérations conservatoires des vitraux sinistrés de la façade occidentale de la cathédrale de Nantes / Constat d'état et étude de faisabilité de reconstitution, Atelier Baudouin, janvier 2022. Jointe en annexe.

4.2 Phasage

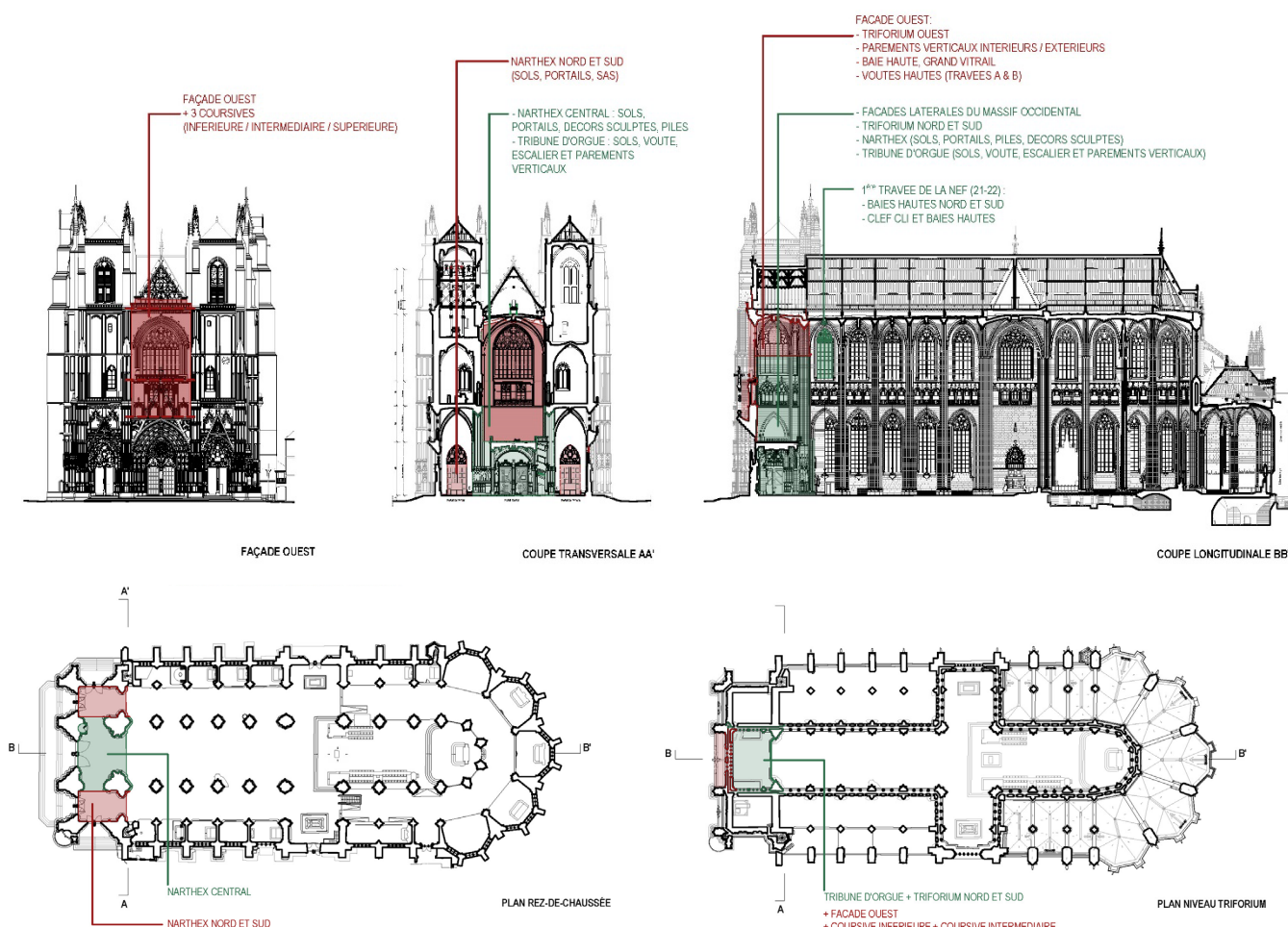
Pour des raisons d'économie de chantier, les travaux seront phasés en deux parties.

TRANCHE 1 / FERME :

- la façade ouest
 - Elévation extérieure
 - Elévation intérieure
- les voutes hautes et les parements verticaux situés à leur niveau
- les parties du narthex situées sous les tours nord et sud
 - **Phase 1** : Travaux du narthex nord et narthex sud avant la réouverture de la cathédrale (28 septembre 2025)
 - **Phase 2** : Travaux de la façade ouest, des voutes hautes, compris arc et clef

TRANCHE 2 / OPTIONNELLE :

- le narthex entre les tours et les piliers
- la tribune d'orgue
- les élévations intérieures latérales des tours Nord et Sud
- la première travée de la nef (clef de voute et fenêtres hautes)



5. PROGRAMME DE TRAVAUX

Pour mémoire :

Concomitance :

- Une partie de ces travaux se feront en parallèle avec ceux du chantier de réfection des réseaux de la cathédrale. Une coordination est donc à prévoir dans l'organisation générale et la gestion des installations de chantier.
 - Correspondant à la phase 4 du chantier des réseaux : installation des terminaux, équipements, luminaires et totems ; câblages et distribution CFA/CFO ; reprise des portes (SSI et sûreté) et mise en place des détecteurs d'ouvrants.
- Une concomitance est à prévoir avec l'harmonisation de l'orgue de chœur durant 3 mois (+ 1 mois optionnel).

Planning :

- Aucune interruption de travaux n'est prévue entre les deux tranches de la présente opération. Dans le cas d'une interruption entre les deux tranches, un surcoût mensuel devra être pris en compte, qui concernera l'ensemble des locations des installations de chantier, des échafaudages et protections mis en œuvre et maintenus à la fin de la tranche ferme.
- Les travaux en simultané avec l'harmonisation de l'orgue se feront en horaires décalés.
- Les travaux ne devront plus impliquer des gravois et poussière à l'intérieur de la cathédrale à partir du 30 mai 2025.
- La réouverture de l'édifice au public prévue le 28 septembre 2025, implique une adaptation du chantier : silence durant les offices religieux et nouvelle délimitation de la zone de chantier pour accès du public au-dessous des tours nord et sud

Besoins du chantier :

- Chaque lot devra préalablement vérifier ses besoins en puissance énergétique, en coordination avec les autres lots, et prévoir les demandes nécessaires au fournisseur.

Contexte plomb :

- Les intérieurs et la façade extérieure ouest de la cathédrale ont été décontaminés par aspiration THE : les tests lingettes réalisés dans les intérieurs montrent un taux de plomb nettement inférieurs aux seuils préconisés par l'IT ($<1000 \mu\text{g}/\text{m}^2$)¹⁵.
- La MOA prévoit des tests lingettes supplémentaires en élévation extérieure ouest. Suivant les résultats obtenus, les travaux extérieurs et la manipulation des éléments dégradés de la façade ouest pourront nécessiter des adaptations ponctuelles de chantier en contexte plomb : aspiration THE à la source lors de la dépose, port éventuel de masques (à confirmer par le CSPS). Un suivi par tests lingettes associé à des mesures de contrôle de l'environnement des salariés (VLEP...) devra alors être réalisé en cours de travaux.

Planning

- **Préparation : 2 mois**
- **Durée des travaux : 31 mois**
 - **Tranche 1 [ferme] - Façade Ouest et voutes hautes : 18 mois**
 - Installations de chantier : 1 mois
 - Montage des échafaudages et cintrage : 2 mois
 - **Tranche 2 [optionnelle] - Façades latérales intérieures, tribune d'orgue, sols : 13 mois**
 - Travaux des fenêtres hautes nord et sud de la 1^{ère} travée de la nef : 4 mois

¹⁵ Rapport de fin d'intervention – Synthèse des rapport APAVE réalisés après intervention des décontaminations plomb, ANTEA GROUP, 2023

Lot 01 - Échafaudages

Pour Mémoire :

- Les travaux d'échafaudage-étalement se feront **en coordination et sous contrôle** du lot Maçonnerie-Pierre de taille
- Le principe d'échafaudage proposé pourra être soumis à des suggestions d'optimisation
- Les éventuels gravats issus de l'incendie et éléments obstruant les chéneaux seront évacués avant le montage des échafaudages, dès le début du chantier

1A Echafaudages tranche 1

1A.1 Extérieur

- Échafaudages de classe 6 depuis le niveau la coursive inférieure, au-dessus du portail central, jusqu'à la coursive d'accès aux combles hauts comprise :
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Adaptation pour la dépose de la galerie extérieure du triforium (claustra de part et d'autre du gâble)
 - Consoles et moyens d'approche au contact de la façade
 - Plateformes de travail tous les niveaux
- Bâche de protection PVC (680g/m²)
 - Fixation de la bâche sur les échafaudages
 - Ventilation naturelle
- Filets anti-volatiles
- Parapluie et système d'évacuation des eaux pluviales, DEP
- Colonne de circulation accessible depuis le parvis ouest - emmarchement ouest
 - Sapine avec treuil de levage toute hauteur
 - Service d'escaliers depuis le sol
 - Lift depuis le sol avec passerelles et ponton d'appose à chaque niveau
 - Option (interventions sous l'extrados de l'archivolte du portail central) :
 - Tunnel de protection extérieur au-dessous de l'échafaudage

1A.2 Intérieur

Pour mémoire : les zones de superposition avec le chantier de restauration des réseaux sont :

- le dallage du narthex, rez-de-chaussée
 - les accès et abords des portails du Massif occidental :
 - Façade ouest : Portail Saint-Pierre (tour nord), portail Saint-Paul (tour sud)
 - Le portail central est réservé à l'approvisionnement du chantier
 - Façade nord : Paul Saints Donatien & Rogatien
 - Façade sud : Portail Saint-Yves
 - le dallage de la tribune d'orgue (passage de réseaux)
 - le revers de la façade ouest entre la tribune d'orgue et la galerie du triforium (trémie verticale dans l'angle nord-ouest pour passage de câbles)
 - la galerie et les élévations du triforium (chemins de câbles et réseaux...)
- **Narthex – Niveau RDC :**
 - Échafaudages classe 6 de pied depuis le sol jusqu'à la voûte de la tribune d'orgue
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Répartition des charges au sol pour éviter toute déformation et dégradation
 - **1^{ère} travée du vaisseau de la nef**
 - Échafaudages classe 6 de pied depuis le sol jusqu'à la voûte haute et la clef de voute CLI
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Sapine avec treuil de levage toute hauteur
 - Service d'escaliers
 - Lift
 - **Élévations intérieures nord et sud des tours et arc doubleau côté nef**

- Échafaudages de pied classe 6 depuis le sol du narthex entre les faces nord et sud de la tribune et les tours nord et sud :
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Renforcements en pied pour support cintrage des arcs
 - Répartition des charges au sol
- **Plancher renforcé - Niveau 14 du PIC**
 - Renfort par IPN ou toute autre suggestion de l'entreprise adaptée pour un plancher 1,2t/m²
 - Plans et notes de calcul à la charge de l'entreprise
- **Supports d'échafaudages renforcés au droit des piliers à la base des arcs doubleaux et diagonaux pour installation des cintres, maillage d'1m**
- **Elévation ouest**
 - Échafaudages de pied depuis le sol de la tribune au contact de la façade ouest, toute hauteur jusqu'aux voutes des travées situées entre tours nord et sud :
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Étalement sous voute de la tribune par cintres
 - Derniers niveaux sous voutes hautes (à partir du plancher 14) : plateformes de travail sur toute la surface
 - Niveaux des plateformes de travail à déterminer avec l'entreprise – *sous contrôle et validation du lot Maçonnerie pierre de taille*
 - *Escalier d'appoint pour les dernières plateformes de la travée 23-24, si nécessaire*
 - Répartition des charges au sol
- **Recouplement intérieur par cloison rigide toute hauteur type OSB, et protection des sols**
 - **Phase 1 – Tranche ferme :**
 - Narthex et 1^{ère} travée de la nef (hors accès aux escaliers des tours nord et sud, et hors chapelles)
 - Délimitation de la zone de travail (isolation-protection du chantier des réseaux)
 - **Phase 2 – Tranche ferme :**
 - Délimitation effective pour la réouverture la cathédrale en septembre 2025 : Narthex entre les tours nord et sud et 1^{ère} travée du vaisseau de la nef
- Bâche de protection thermoformée, anti poussière (ventilation naturelle)
 - Isolation de la zone du massif occidental, et protection des travaux concomitants de la cathédrale (*chantier de restauration des réseaux*)
 - **Phase 1 – Avant réouverture de la cathédrale**
 - Narthex et première travée de la nef (hors chapelles)
 - **Phase 2 – Réadaptation de la zone de chantier pour la réouverture de la cathédrale (prévue le 29 septembre 2025)**
 - Narthex central et première travée du vaisseau de la nef
- Détection incendie de chantier

1B. Echafaudages tranche 2

1B.1 Extérieur

- **1^{ère} travée du vaisseau de la nef**
 - Elévations nord et sud :
 - Sapines et service d'escaliers depuis le sol jusqu'aux terrasses
 - Sapine et service d'escaliers depuis les terrasses jusqu'en partie haute des fenêtres hautes (vitraux 231 et 232)
 - Echafaudages depuis les terrasses jusqu'en partie haute des fenêtres hautes : planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Bâche de protection PVC (680g/m²)

1B.2 Intérieur

- **Narthex – Niveau RDC :**
 - Échafaudages classe 6 de pied depuis le sol jusqu'à la voûte de la tribune d'orgue
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Répartition des charges au sol pour éviter toute déformation et dégradation
- **1^{ère} travée du vaisseau de la nef**
 - Échafaudages classe 6 de pied depuis le sol jusqu'à la voûte haute et la clef de voute CLI
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Sapine avec treuil de levage toute hauteur
 - Service d'escaliers
 - Lift
- **Élévations intérieures nord et sud des tours et arc doubleau côté nef**
 - Échafaudages de pied classe 6 depuis le sol du narthex entre les faces nord et sud de la tribune et les tours nord et sud :
 - Planchers tous les 2m, garde-corps et plinthes
 - Renforcements en pied pour support cintrage des arcs
 - Répartition des charges au sol
- Bâche de protection thermoformée, anti poussière (ventilation naturelle)
 - Isolation de la zone du massif occidental, et protection des travaux concomitants de la cathédrale (*chantier de restauration des réseaux*)
- **Recoupement intérieur par cloison rigide toute hauteur type OSB, et protection des sols**
 - Narthex central et 1^{ère} travée du vaisseau de la nef (effectif pour la réouverture la cathédrale en septembre 2025)
- Détection incendie de chantier

Lot 02 - Maçonnerie et pierre de taille

Pour mémoire :

- Les installations de chantier seront en respect des normes en vigueur

- Pose de capteurs témoins sur les trois arcs du doubleau A1 avant début du chantier

- A la charge de la MOA : des tests lingettes seront à réaliser par la DRAC en cours de chantier, au fur et à mesure du démontage des pierres afin de vérifier les taux plomb émissifs

- Etablissement d'un plan particulier de sécurité et de protection de chantier (PPSPS)
- Etat des lieux en début et fin de chantier par un huissier
- VLEP à la charge de l'entreprise

2.1 Installations de chantier :

2.1.1 Extérieur

- **Parvis et emmarchement ouest**
 - Clôtures de chantier extérieures : tôle laquée (3m hauteur), compris portail d'accès, affichage de sécurité et toutes signalisations (*dito clôtures actuellement en place*)
 - Réadaptation de la délimitation pour passage du public au-devant des portails Saint-Pierre et Saint Paul dans l'axe des tours nord et sud
 - Protection des sols : plaques type Remopla, répartition des charges des engins
 - Emmarchement du parvis
 - Protection des sols dans l'emprise des échafaudages extérieurs
 - Dépose de marches (emmarchement bas) pour mise en place de la sapine et du lift extérieurs (tranche 1)
 - Pose d'une dalle béton armé + géotextile pour socle des moyens de levage
 - Repose en fin de chantier
 - Rejointoiement général de l'emmarchement et des paliers au-devant de la cathédrale

- **Base vie (R+1 maximum)**
 - 25 personnes (20 hommes, 5 femmes)
 - Vestiaires / sanitaires / douches : entretien 2 fois par jour
 - Sanitaires complémentaires dans les zones échafaudées intérieures/extérieures :
 - 2 sanitaires avec lavabo à proximité du plancher 14 (plateforme de travail renforcée)
 - Réfectoire
 - Salle de réunion
 - Bennes avec tri des matériaux
- **Barnum**
 - Dimension : 10x20, (ht.3m)
 - Chape de protection béton dans l'emprise du barnum
 - Ossature aluminium + Bâche PVC
 - Racks métalliques + palettes
 - Nettoyage général et régulier de l'intérieur et des abords immédiats
- Branchements eau, électricité
 - Point de puisage d'eau à chaque niveau de l'échafaudage
- Panneau de chantier
- Repli et nettoyage général en fin de chantier
- **Partie sommitale du gâble et fleuron** : étaielement et protection par encoffrement
- **Espaces nord et sud au droit de la première travée de la nef**
 - Protection des sols par des plaques type Remopla, répartition des charges des engins
 - Niveau RDC
 - Terrasses nord et sud (liaisons entre sapine et échafaudages extérieurs des baies)

2.1.2 Intérieur

- **Protections des sols et encoffrements**
 - Protection des sols du RDC
 - *PM / Coordination de chantier : protection du caniveau technique périphérique au sol, réalisé au-dessous du dallage granit (opération de restauration des réseaux)*
 - Narthex nord et sud : OSB, feutre géotextile, compris moyen de nivellement selon état du sol
 - Narthex central sous tribune : OSB/tôle et plaques type Remopla (passage d'engins), compris moyen de nivellement selon état du sol
 - **Dispositif de répartition des charges au-dessous de l'échafaudage-étaielement, notamment dans les zones renforcées** : reprise de la charge des cintres et du plancher n°14 renforcé
 - Cours de bastings croisés superposés
 - Géotextile au contact du sol
 - Soubassements et décors sculptées des parties basses du narthex
 - Protection par encoffrement sur 2m de haut (périphérie et piles)
 - 5 grands portails du narthex
 - Protections aux 2 faces (2 vantaux par portail) par panneaux OSB, compris interposition de polystyrène
 - Protection des 2 SAS latéraux et de leurs garde-corps, conservés en place
 - 4 vitraux des narthex nord et sud :
 - Panneaux translucides fixés sur ossature
 - Sol de la tribune d'orgue
 - Mise en œuvre d'un platelage de répartition, soumis à notes de calcul
 - Garde-corps tribune d'orgue - *en coordination avec le lot ferronnerie-menuiserie*
 - Pose un garde-corps provisoire en contreplaqué entre les deux garde-corps en ferronnerie après restauration, en fin de chantier

- **Surveillance par caméras** reliées à un opérateur de sécurité aux abords et dans l'emprise du chantier (4 caméras extérieures sur l'emprise du chantier place Saint-Pierre)

2.3 Travaux préalables

- **Scan 3D** par un géomètre de l'ensemble de la zone d'étude comme base et outil de travail pour l'appareil de pierre
 - **Façade ouest**
 - *PM/ Dépose et restitution des réseaux de la baie haute au sol, sur bâche imprimée, pour établissement de calepin et identification de la modénature et des éléments constructifs (goujons, joints...)*
 - pierres à remplacer (voutes, élévations intérieures, tribune d'orgue, etc.)
 - *PM/ Création de cintres sur-mesure au-dessous des arcs*
 - **calepin d'appareillage détaillé avant la dépose**
 - relevé à faire valider avant la dépose par l'architecte
 - confirmation de la nature et état sanitaire des pierres
 - prévision pierres épannelées pour sculpteur
 - dessins d'exécution
- **Méthodologie de démontage et d'étalement de la façade occidentale**
 - Détails des éléments à déposer et à conserver en place
 - Étalements calages préalables au démontage selon nécessité
 - **Ordre de démontage de la façade occidentale** (voir plans de principe¹⁶)
 - Course intermédiaire, balustrade et bandeau sculpté
 - Appui de la baie haute
 - Baie du triforium extérieure
 - Vestiges de la baie du triforium intérieure et balustrade
- **Extérieurs**
 - **Élévation ouest :**
 - **réalisation d'une bâche imprimée** (sur la base du relevé scan 3d)
 - installation de la bâche au sol sur dalle béton (zone barnum)
 - réseau de la baie haute et amorce haute des lancettes
 - dépose des fileries et autres équipements électriques dans l'emprise des travaux
 - **Coursives (inférieure, intermédiaire et supérieure)**
 - évacuation des gravats résiduels
 - vérification du fonctionnement du système de récupération des eaux pluviales
 - Course supérieure (niveau combles hauts)
 - Dépose partielle de la balustrade haute pour installations d'échafaudages et transport de matériel (plateforme de travail pour remplacement de la clef structurelle), repose en fin de chantier
- **Intérieurs**
 - Sol du narthex
 - repérage et calepin des dallages avant dépose et installation des échafaudages
 - mise en place de l'échafaudage-étalement sur dispositif de protection des sols / répartition des charges au sol
 - Sol de la tribune d'orgue :
 - repérage et calepin du dallage avant dépose et installation des échafaudages
 - mise en place de l'échafaudage-étalement sur dispositif de protection des sols / répartition des charges au sol
 - Grande baie ouest et baies du triforium
 - étalements supplémentaires ponctuels nécessaires à l'ensemble des travaux
 - Voutes hautes

¹⁶ Voir les planches graphiques du dossier PRO

- préfabrication des cintres, avant montage des échafaudages
- Combles hauts
 - dépose des garde-corps métalliques en conservation, repose en fin de chantier
 - échafaudages légers et moyens d'approche pour travail au-dessus des clefs
 - *Option : dépose complète de la passerelle et mise en place d'un plancher de travail au-dessus des voutes pour remplacement des clefs structurales CLL et CLK par le dessus*

2.4 Généralités pour les parements intérieurs et extérieurs en pierre de taille

- **Parements extérieurs droits et moulurés - Façade ouest**
 - nettoyage par compresse et micro-abrasion si nécessaire, traitement biocide curatif
 - Élévation pignon ouest des combles hauts
 - Parements droits autour de la baie haute et des baies du triforium
 - Coursives extérieures
 - Retour des contreforts de part et d'autre de l'élévation centrale
 - *Option : Extrados de l'arc du portail central*
- **Parements intérieurs droits et moulurés**
 - nettoyage des parements par brossage (hors parements sculptés et tachés par le bistre)
- badigeon et patine d'harmonisation sur l'ensemble des parements neufs et conservés

2.5 Démontage de la façade occidentale

PM : L'ensemble des éléments déposés seront numérotés avant d'être entreposés, stockés dans un barnum (parvis ouest).

- **Démontage de la façade occidentale depuis le haut - en coordination avec le maître verrier et le lot Couverture**
 - **Fenêtre haute 237 :**
 - dépose en conservation du réseau supérieur (nécessaire pour le cintrage des arcs des voutes hautes), puis des meneaux et jambages dégradés, puis du glacis d'appui en tuffeau et granit
 - dépose en recherche des pierres au contact de la baie occidentale (parement droit)
 - installation des éléments déposés sur bâche imprimée (sur base relevé scan 3D) dans barnum pour rétablissement géométrie d'origine et établissement des calepins
 - transport à l'atelier pour réutilisation éventuelle
 - *Assistance au lot vitraux pour la dépose des vestiges des vitraux et ferrures à vitraux*
 - dépose des manchons de plomb entourant les barlotières au passage des meneaux (PM/ Dépose des ferrures à vitraux par lot Vitrail)
 - refouillement des mortiers de scellement des ancrages et traversées des barlotières pour
 - zones en harpages (jambages)
 - dépose progressive, étalements des blocs suspendus
 - remplacement des blocs à l'avancement si possible pour réduire les étalements et consolider les jambages
 - consolidation des blocs fracturés conservables par brochage et injection de mortier liquide (Chaux aérienne ou compatible avec les mortiers existants/analyse à prévoir par laboratoire)
 - chaînages en fer (en alternance avec les barlotières)
 - maintien (haubanage sur l'échafaudage) pour réutilisation au remontage, ou dépose/remplacement selon état (déformation)
 - étalement, étré sillonnement complémentaires

- **Coursive intermédiaire formant support de la fenêtre haute et plafond du triforium**
 - dépose progressive, compris balustrade et vestiges de linteaux sous coursive
 - étalements complémentaires à la demande
- **Elévations intérieure et extérieure du triforium jusqu'au niveau du sol de la galerie**
 - dépose, compris balustrade, bandeau et corniche
 - chaînage en fer (déformé , par goudjons de liaison avec les meneaux)
 - maintien (haubanage) ou dépose soignée selon état
- Eléments ponctuels de l'arcature aveugle extérieure et du parement intérieur sous le niveau du triforium
 - dépose-repose, pour recalage des parties déversées, instables ; réparation ou remplacement si nécessaire (stabilité) des blocs fissurés
- **Fragment sommital du tympan du portail central**
 - complément d'état sanitaire
 - conservation et consolidation si possible ou remplacement si pierre déplaquée en profondeur

2.6 Parements verticaux extérieurs (façade ouest)

2.6.1 Eléments en Granit / schiste

Pour mémoire : Il s'agit des 2 assises formant plafond de la galerie du triforium, du sol de la coursive intermédiaire et du support fenêtre haute (éventuellement en schiste)

- remplacement des blocs fracturés (évalués à 70%)
- consolidation des blocs conservables (évalués à 30%)
- repose après reconstruction de l'élévation du triforium

2.6.2 Calcaire dur et tuffeau

- **Parements droits**
 - nettoyage par compresse, traitement biocide
 - refoulement des joints, ragréages et pierres dégradées
 - purge des mortiers de pose en ciment ou plâtre
 - fourniture de pierres neuves en recherche, remplacement en tiroir
 - confortation interne des maçonneries par coulis de mortiers fins, consolidation des pierres, goudjons (zones de fissures verticales)
 - ragréages ponctuels au mortier de chaux, micro-goudjonnages et injections
 - pose de pierre neuve à sec, fichage
 - réfection des joints au mortier de chaux
 - patine d'harmonisation (essais à prévoir pour masquer les éventuelles traces de suie résiduelles après nettoyage)
- **Arcature aveugle niveau coursive inférieure**
 - dépose-repose des pierres des deux arcatures centrales
 - remplacement en recherche des éléments fracturés
 - consolidation, reprise joint en recherche
- **Fenêtre du triforium (137)**
 - remplacement à 100% du fenestrage, appui, jambages, meneaux et trumeau central au contact des vitraux compris reprofilage des feuillures (hors pilastres latéraux)
 - remplacement des blocs des jambages en harpage (changement du bloc entier et de moitié en alterné)
 - *En coordination avec le lot vitraux-ferrures à vitraux*
 - refoulement soigné des mortiers de scellements des ancrages et traversées des barlotières pour dépose des éléments métal encore en place par les lots vitraux et ferronnerie
 - réfection des scellements au plomb ou au mortier de chaux hydrofuge aérienne et sablon (dans remplacements et jambages)
 - réfection des calfeutrements des vitraux au mortier de chaux

- **Corniche niveau triforium**
 - remplacement à 50% (zone centrale), pierres épannelées pour lot sculpture
 - rejointoiement complet
- **Balustrade de la coursive intermédiaire**
 - réfection à l'identique partielle (30%) et du bandeau de granit (70%)
 - remontage en fin de chantier
 - consolidation, reprise fissures des éléments conservés, rejointoiement
- **Fenêtre haute (237) :**
 - remplacement à 100% du fenestrage, appui, jambages (reprise en harpage) et meneaux au contact des vitraux compris reprofilage des feuillures
 - **Archivolte (hors culots, fleuron et crochets sculptés) :**
 - restauration des pierres en œuvre conservables après nettoyage, si nécessaire et consolidation par micro-goujonrages, greffes
 - remplacement de pierres en recherche
 - confortation interne des maçonneries par coulis de mortiers fins (zones de fissures verticales)
 - réfection des joints en recherche
 - réfection des 3 chaînages horizontaux - *en coordination avec le lot vitraux-ferrures à vitraux*
 - réfection des scellements au plomb ou au mortier de chaux hydrofuge aérienne et sablon (dans remplages et jambages)
 - réfection des calfeutrements des vitraux au mortier chaux
- **Pignon sommital :**
 - confortation interne des maçonneries par coulis de mortiers fins, consolidation des pierres, goujons (zones de fissures verticales)
 - rejointoiement en recherche
 - *Option : dépose maçonnerie pour élargissement de la baie d'accès aux combles*
 - *étaisement par IPN de la zone déposée*
 - *repose en fin de chantier*
- *Option : Archivolte, tympan, dais et soubassements sculptés du portail central*
 - *réalisation d'un état sanitaire*
 - *purge des joints*
 - *consolidations ponctuelles, greffes*
 - *rejointoiement complet*
 - *patine d'harmonisation*

2.7 Parements verticaux intérieurs

2.7.1 Granit - soubassement des piliers et des murs

- purge des joints
- dessalement ponctuel des pierres en contact avec le sol (piles 23 et 24)
- nettoyage, suppression des traces noires
- rejointoiement
- patine d'harmonisation

2.7.2 Tuffeau, calcaire dur (Richemont, Lavoux, Tercé)

Pour mémoire :

- *La pierre de remplacement sera le Tuffeau*
- *Le tuffeau à poser doit être sec, pour ainsi éviter la migration des eaux vers les blocs anciens, moins résistants à l'humidité*

- **Parements droits et moulurés verticaux**

- greffes et goujonnages en recherche (si parements conservés non déplaqués et stables)
- rejointoiement complet sur l'ensemble des parements au-dessus de la tribune d'orgue
- **Piles 23 et 24**
 - remplacement pierres à 6m au-dessus de la tribune d'orgue (face ouest)
 - greffes et goujonnages
 - rejointoiement complet sur l'ensemble des parements au-dessus de la tribune d'orgue
- **Escalier d'accès à la tribune**
 - consolidations et ragréages ponctuels
 - rejointoiement en recherche
 - vérification des scellements des grilles et garde-corps
- **Escalier d'accès à la galerie du triforium**
 - purge des éléments en ciment
 - remplacement de pierre en recherche
 - ragréages et rejointoiement en recherche
- **Mur intérieur entre la tribune et la galerie du triforium**
 - création d'une gaine verticale depuis le mur ouest de la tribune jusqu'à la galerie du triforium (à réaliser pour le passage des réseaux du grand orgue au service de l'opération *Restauration des réseaux sécurité-sûreté-éclairage*)
 - dépose parements existants
 - refouillement soigné pour création d'une gaine verticale (Section Ø100)
 - repose pierres de parement conservées et pose pierres neuves
 - rejointoiement
- **Baies du triforium**
 - **Niveau tribune**
 - remplacement (évalué à 80%) des pierres sur 30cm moyen, reprise en harpage / boutisses
 - conservation-restauration si possible des traces de l'ancien décors (remplissage de l'arc et fleuron)
 - **Élévation ouest**
 - restitution de la baie à l'identique (remplages, meneaux, bandeaux, corniches, balustrade)
 - reprise des jambages en harpage
 - remplacement des parements droits latéraux en tiroir, en recherche
 - remise en place du chaînage en fer entre meneaux et partie supérieure du harpage ; scellement au plomb – *en coordination avec le lot ferronnerie-menuiserie*
 - **Élévation nord**
 - travée A (est/étroite) – 1 baie à 1 lancette (balustrade, jambage mouluré et réseau)
 - reprises ponctuelles par greffe
 - rejointoiement en recherche
 - travée B (ouest/large) – 2 baies à 3 lancettes (balustrade, jambage mouluré meneau et réseau)
 - réfection des remplages, bandeau fracturés (100%) et parements droits à l'angle ouest (80%)
 - réfection des joints selon appareillage d'origine (joints continus avec archivolt)
 - restitution des décors manquants (hors sculpture) : reprises ponctuelles par greffe, ragréages, selon résultat de sondages
 - fourniture et pose de pierres épannelées pour le lot sculpture
 - rejointoiement en recherche
 - **Élévation sud**
 - Travée A – 1 baie à 1 lancette
 - reprises ponctuelles par greffe
 - rejointoiement en recherche
 - Travée B – 2 baies à 3 lancettes

- réfection des remplages fracturés (70%), bandeau (50%)
 - réfection des joints selon appareillage d'origine (joints continus avec archivolt)
 - restitution des décors manquants (hors sculpture) : reprises ponctuelles par greffe, ragréages, selon résultat de sondages
 - fourniture et pose de pierres épannelées pour le lot sculpture
- *En coordination avec le lot vitraux-ferrures à vitraux :*
 - refouillement des mortiers de scellement des ancrages et traversées des barlotières pour dépose des éléments métal par le lot ferronnerie
- **Chaînages horizontaux des baies intérieures - en coordination avec le lot vitraux-ferrures à vitraux**
 - refouillement des mortiers de scellement des ancrages et traversées des barlotières pour dépose des éléments métal encore en place par les lots vitraux et ferronnerie (compris 3 chaînages horizontaux)
 - réfection du chaînage - élévation ouest
 - fourniture, façonnage et pose du chaînage en fer forgé de même composition que le tirant d'origine
 - restauration des chaînages – élévations nord et sud
 - brossage, passivation des fers
 - traitement anti-corrosion, peinture antirouille
 - peinture deux couches RAL 8019
- **Fenêtres hautes**
 - **Élévation nord**
 - **Baie aveugle [Travée 23-24]**
 - réfection des remplages et parements droits (80%)
 - consolidation des tapisseries, injections
 - remplacements ponctuels, compris appui de baie aveugle (passage des cloches)
 - Renforcement bouchement baie aveugle (pierre 40cm) côté salle haute de la tour nord, afin d'assurer un mur CF 1h (protection incendie)
 - rejointoiement
 - patine d'harmonisation
 - **Baie 231 [Travée 21-22]**
 - remplacement et greffes en recherche
 - **Élévation sud**
 - **Baie aveugle [Travée 23-24]**
 - réfection des remplages et arcs fracturés (80%)
 - consolidation des tapisseries, injections
 - remplacements ponctuels, compris appui de baie aveugle
 - fourniture et pose de pierres épannelées pour le lot sculpture (bandeau)
 - Renforcement bouchement baie aveugle (pierre 40cm) côté salle haute de la tour sud, afin d'assurer un mur CF 1h (protection incendie)
 - Rejointoiement
 - patine d'harmonisation
 - **Baie 232 [Travée 21-22]**
 - remplacement et greffes en recherche

2.8 Sols

- remplacement pierres dégradées
- nettoyage des pierres conservées compris cages d'escaliers :
 - nettoyage en bac avec détergent doux, type techline ou autre, dilué à 4% dans l'eau (application par autolaveuse avec traitement des effluents ou manuelle selon zone d'application et matériau de sol).
 - retrait du produit par essuyage au chiffon humide
 - entretien régulier des sols de la cathédrale soumis à une obligation de résultat
- **Narthex**
 - dépose du dallage granit
 - *PM : Avant montage des échafaudages*
 - restauration des dalles granit dégradées, ou réfection selon état
 - rejointoiement
- **Tribune d'orgue**
 - dépose complète du dallage, compris trappe en bois
 - *PM : Avant montage des échafaudages*
 - dépose partielle de la chape de pose, du remblai de remplissage (instable), et évacuation des débris
 - complément de remblai
 - réfection de la chape de pose
 - réfection du dallage à l'identique (50%), repose des dalles conservables
 - prévoir dalles amovibles pour passage de câbles dans le sol (chantier parallèle de la restauration des réseaux de la cathédrale)
 - *Option : remplacement à neuf*
 - poutres bois support de l'ancienne console d'orgue (2 pièces)
 - dépose en restauration
 - repose en fin de chantier
 - *Option : reprise ancienne trappe par dallage en pierre (intégration au calepinage existant)*
- **Galerie du triforium (moellons/chaux) :**
 - Remplacement de pierre en recherche
 - rejointoiement 100%
- **Coursive intermédiaire formant support de la fenêtre haute et plafond du triforium**
 - Réfection à l'identique des linteaux granit et parement en platebande appareillée en calcaire (100%)
 - remontage des blocs de granit et de schiste

2.9 Voutes

- **Voutes de la tribune**
 - plans d'exécution des cintres-étaisements / notes de calcul d'après scan 3D préalable pour une préfabrication adaptée
 - mise en œuvre des cintres avant montage des échafaudages
- **Parements tachés par le bistre (escalier d'accès à la tribune, voute sous tribune) :**
 - purge des joints (100% voutains et nervures, en recherche en élévation)
 - prélèvements-analyses de pierre-mortier tachés et sels par un laboratoire
 - nettoyage et dessalement par compresseurs sans complexant (à base de kaolin, sable et eau déminéralisée (formulation à confirmer par laboratoire)
 - retrait et rinçage léger des parements pour supprimer les traces éventuelles (kaolin)
 - consolidations ponctuelles par goujonages (fibre de verre), injections de mortier liquide
 - rejointoiement à la chaux aérienne ou NHL 2
 - patine d'harmonisation
 - remplacement pierres de remblai à l'extrados en recherche (provision)
- **Voutes hautes - Travées A et B**
 - **Intrados - Voutains (voussoirs)**
 - *Option (réfection des clefs structurelles si nécessaire) :*

- *étaient ponctuel par couchis au contact des clefs structurelles pour leur dépose, après cintrage des arcs*
- remplacement en recherche de voussoirs (10 à 15%)
- purge des joints et refichage au mortier de chaux aérienne par le dessous
- rejointoiement complet de l'intrados
- badigeon et patine d'harmonisation sur l'ensemble des voutains
- suivi fissures des voutes :
 - *équipement la voute de la travée B de capteurs avec monitoring par BE spécialisé ; rapport mensuel*
- **Extrados – Terrasse schiste**
 - percements depuis le dallage schiste par mèche diamantée
 - injection de coulis au-dessus de l'extrados des voutains après refichage de joints
 - *Option (réfection des clefs structurelles si nécessaire) :*
 - *dépose partielle du terrassement schiste pour intervention par les combles (4 m²), repose après travaux sur arcs et clefs*

2.10 Arcs et clefs

- calepins d'exécution / remplacements de pierre
- plans d'exécution des cintres / notes de calcul / scan préalable des arcs et clefs pour une préfabrication adaptée
- **Dépose des clefs pendantes CLL (travée B), CLK (travée A), CLI (travée 21-22)**
 - dépose soignée en conservation pour étude de restitution et exposition en musée
 - dépose des goujon existants en conservation si possible
- **Cintrage des arcs de la voute de la tribune – Etalement complémentaire de la voute**
 - **Etape 1 - Cintrage des arcs de travée B (Arc doubleau AD2 et diagonaux AD3-AD4) et de l'arc doubleau A1**
 - fabrication des cintres sur-mesure d'après scans
 - acheminement des cintres sur plateformes d'échafaudages
 - mise en œuvre de cintres arc par arc (avant montage des échafaudages) et méthodologie à produire par l'entreprise
 - Cintre sous les arcs diagonaux AD3 et AD4
 - Cintre sous l'arc doubleau A2
 - Cintrage progressif de l'arc doubleau A1¹⁷ :
 - rouleau inférieur (1 cintre)
 - rouleau intermédiaires (2 cintres)
 - rouleau supérieurs (2 cintres)
 - contreventement des cintres (type vérins et tirants en pied/pannes ?)
 - calage par clef de faîtage réalisée sur-mesure (pièce acier assemblée)
 - pose d'un couchis de réglage entre les cintres et l'intrados
 - **Arcs doubleaux**
 - Arc A1¹⁸ :
 - remplacement rouleau supérieur ouest (100%)
 - remplacement rouleau intermédiaire ouest (100%) après sèche totale du mortier de pose du premier arc (1mois)
 - remplacement rouleau inférieur est-ouest (100%) après sèche totale du mortier de pose du second arc (1mois)
 - remplacement des claveaux dont la mouluration a disparu
 - refichage, rejointoiement
 - Arc A2 :
 - remplacement des claveaux dont la mouluration a disparu (80%)

¹⁷ (voir description p.28)

¹⁸ Idem

- rejointoiement
- **Arcs formerets**
 - Arc AF5 :
 - dépose des claveaux et réfection (80%) - remplacement pierre en tiroir
 - rejointoiement
 - Arcs AF1, AF2, AF3, AF4 :
 - remplacement en recherche des pierres en tiroir
 - reprise des joints en recherche
- **Arcs diagonaux – travée B**
 - dépose et réfection des diagonaux AD3 et AD4 (100%), refichage
 - consolidations et reprise des joints en recherche
- **Dépose des cintres de l'étape 1**
- **Etape 2 - Cintrage des arcs diagonaux de travée A**
 - fabrication des cintres sur-mesure d'après scans
 - acheminement des cintres sur plateformes d'échafaudages
 - mise en œuvre de cintres sous les arcs diagonaux AD1 et AD2, compris calage par clef de faîtage réalisée sur-mesure
 - mise en œuvre de pannes entre arcs doubleaux, diagonaux, fixation sur cintres par ferrure
 - pose d'un couchis de réglage ponctuellement entre les cintres et les intrados des arcs et voutains
- **Arcs diagonaux travée A**
 - dépose et réfection des diagonaux AD1 et AD2 (80%), refichage
 - consolidations et reprise des joints en recherche
- **Dépose des cintres de l'étape 2**
- **Clefs de voute - CLK et CLL de la travée 23-24, et CLI de la travée 21-22**
 - réfection des galettes suspendues sculptées
 - fourniture et pose de pierres épannelées pour le lot sculpture
 - forage toute hauteur pour mise en œuvre d'une tige inox (suspension de secours), scellée dans la clef pierre structurelle par platine et coins
 - pose après restauration des arcs
 - *Option : réfection complète des deux clefs structurelles CLL et CLK*
 - *ouverture des voutains en tuffeau et du parapluie en schiste sur 4m² au-dessus des clefs*
 - *pose des clefs par le dessus, compris axe inox dito existant*
- badigeon et patine d'harmonisation

2.10 Remontage de la façade occidentale

- remontage progressif depuis le niveau de la tribune, du bas vers le haut, puis de la galerie extérieure du triforium (claustra) de part et d'autre du gâble
 - réintégration des chainages et barlotières en fer forgé ; scellements au plomb (ancrages dans meneaux et jambages ou réseau)
 - rejointoiement
 - dépose progressive des étalements en parallèle (sous coursive / appui fenêtre haute)
 - *PM / respect du temps de séchage des mortiers pour limiter le fluage des maçonneries*

Lot 03 - Vitraux

Pour mémoire :

- La restitution des vitraux de la grande baie occidentale est hors opération
- Etat sanitaire des vitraux 231 et 232 : voir le constat d'état en annexe, réalisé par Barthe – Bordereau à l'issue de la décontamination de la cathédrale, en 2022

3.1 Généralités

- calepins des panneaux de vitraux - *en coordination avec le restaurateur de vitrail et le conservateur des Monuments Historiques*
- état sanitaire des ferrures et méthodologie d'intervention
 - Panneaux de vitraux :
 - verres cassés ou manquants
 - réseaux de plombs, état des plombs et soudures, rosettes
 - Ferrures : barlotières, pannetons, feuillards clavettes, vergettes
 - Bavette de drainage en pied

3.2 Grande fenêtre haute occidentale (237) et baie du triforium extérieure ouest (137)

- dépose soignée des vestiges de vitraux et de l'ossature fer, hors chaînage - *en coordination avec lot maçonnerie*
 - stockage, conservation
- restauration des ferrures à vitraux (barlotières, feuillards, pannetons, clavettes)
 - dépose des manchons de plomb entourant les barlotières au passage des meneaux
 - brossage, passivation des fers
 - traitement anti-corrosion, peinture antirouille
 - repose par ou avec assistance du lot maçonnerie pierre de taille ; scellement au plomb
 - peinture deux couches RAL 8019 ;
- restitution des ferrures à vitraux manquantes et non conservables
 - traitement anti-corrosion, peinture antirouille
 - peinture deux couches RAL 8019 ;
- Bavettes plomb ventilées en pied de vitrail des baies ouest :
 - fourniture et pose (prise en compte de la rigole intérieure)
- protections provisoires des baies en fin de chantier, dans l'attente du projet de création des vitraux
 - fourniture et pose de panneaux translucides (type polycarbonate) sur ossature existante, compris calfeutrements
 - *Option : pose de panneaux en verre trempé feuilleté*

3.3 Fenêtres hautes nord et sud de la première travée de la nef (231 et 232)

- Dépose des panneaux vitraux - *en coordination avec le lot maçonnerie et pierre de taille*, compris ferrures (vergettes, clavettes, feuillards), sauf barlotières/pannetons laissés en place
- Pose de panneaux provisoires translucides (type polycarbonate) sur ossature existante, compris calfeutrements
- **Restauration des verres**
 - **Verres**
 - nettoyage par application coton-eau déminéralisée
 - dessertissage des verres cassés
 - refixage grisailles dégradées
 - remplacement des verres cassés, teintes à régler en correspondance avec l'existant
 - **Vitrail 231 : 44%**
 - **Vitrail 232 : 29%**¹⁹

¹⁹ Pourcentage obtenu d'après état sanitaire des vitraux réalisé par Barthe – Bordereau de 2022

- **Réseaux de plombs et soudures**
 - révision, réparation et remise en plomb complète des panneaux dont les plombs sont trop dégradés (selon état²⁰)
- **Ferrures à vitraux (barlotières, feuillards, pannetons, clavettes)**
 - brossage, passivation des fers
 - traitement anti-corrosion, peinture antirouille
 - peinture de finition deux couches RAL 8019 (à confirmer in situ)
 - barlotières - ancrages dans jambages et meneaux
 - dépose des manchons de plomb entourant les barlotières
 - réfection des scellements au plomb
- **Bavette plomb ventilée en pied de vitrail**
 - Baie 231- Elévation nord
 - fabrication et pose
 - prise en compte de la rigole intérieure)
 - calage panneau inférieur par boules de plomb soudées
 - Baie 232 – Elévation sud
 - révision
- **repose vitraux**
 - repose des vergettes, des scellements et des panneaux
 - maintien par feuillards et clavettes
 - masticage à l'huile de lin

Lot 04 - Ferronnerie – menuiseries

Pour mémoire :

- *La restauration des portails et SAS des narthex nord et sud sont à réaliser en phase 1 de la tranche ferme, avant la date de réouverture de la cathédrale (29 septembre 2025)*
- *L'ensemble des travaux se feront en coordination avec le Lot Maçonnerie-Pierre de taille*

4.1 Extérieur

- **Tirants métalliques du gâble central** – *en coordination avec le lot Maçonnerie et pierre de taille*
 - haubanage sur échafaudage, protection, révision et rescellement en coordination avec le remontage de la façade ouest
 - *Option : Réfection ponctuelle selon état après déscellement*
- **Porte d'accès aux combles hauts - pignon ouest**
 - nettoyage, décapage
 - remise en peinture des ferrures et menuiserie bois
 - *Option : dépose-repose durant le chantier*

4.2 Intérieur

- **Portails du narthex**
PM / Dispositif d'intervention à définir, sous réserve des résultats du diagnostic plomb (peinture des portails en face extérieure)
 - révision des assemblages
 - nettoyage entretien *in situ*
 - purge parties pourries et remplacements ponctuels par greffe, alèses, flipots
 - Pentures, éléments en fer
 - décapage zones oxydées
 - traitement antirouille
 - Réfection peinture

²⁰ Voir « Etat sanitaire des vitraux » – Rapport Les ateliers Barthe-Bordereau en annexe

- **SAS et garde-corps des narthex nord et sud**
 - nettoyage, restauration et remplacement ponctuel des éléments dégradés
 - remise en état des ferrages
 - restauration des garde-corps *in situ* (brossage, passivation, mise en peinture)
- **Tribune d'orgue**
 - restauration des 2 poutres bois, partie sous dallage non visible et partie formant support de l'ancienne console d'orgue
 - *Option : restitution à neuf si dégradées*
 - Trappe bois (anciennes installations électriques du grand orgue) : réfection à l'identique
 - Garde-corps fer forgé en rive Est de la tribune (côté nef)
 - état sanitaire et plan d'intervention
 - restauration *in situ* si possible : nettoyage, brossage, passivation, compléments, peinture (dorure éventuelle à identifier)
 - reprise des scellements au plomb dans la maçonnerie
 - Main courante de la colonne d'escalier :
 - restauration *in situ* : nettoyage, brossage, passivation, compléments, peinture
 - reprise des scellements au plomb dans la maçonnerie en recherche
- Cloche galerie sud du triforium :
 - nettoyage remise en état du mécanisme support : brossage, traitement antirouille, graissage (*in situ* si possible)
 - reprise du scellement dans la maçonnerie

Lot 05 - Restauration sculpture - sculpture

- relevés et calepin précis avant dépose
- nettoyage général des parements conservés par compresse d'argile sans complexant et/ou micro-abrasion, compris analyse de porosimétrie
 - Extérieur – Elévation ouest
 - Crochets et fleurons des arcatures aveugles de la coursive inférieure
 - Piliers, bandeaux et frise du triforium
 - Crochets et fleuron de la grande fenêtre haute, bandeau supérieur et frise haute
 - Fleuron et partie sommitale du gâble (notamment crochets et rampants)
 - Galerie du triforium extérieure (claustra) après leur dépose, en atelier
 - *Option : Archivolte, tympan, dais et soubassements sculptés du portail central*
 - Intérieur
 - Sculptures du narthex
 - Piliers, bandeaux, frise, galerie et fleurons du triforium
- traitement biocide pour sculptures extérieures
- compléments de nettoyage ponctuels par laser selon encrassement résiduel
- **Sculpture des pierres** : blocs épannelés et posés / fournis par le lot maçonnerie
 - plans, dessins et maquettes préparatoires
 - élévation extérieure : arcatures aveugles de la coursive inférieure, trumeau et frise sculptée du triforium
 - élévations intérieures : crochets et fleurons du triforium, chapiteaux, et moulurations d'angles
- restauration par greffes au contact et/ou ragréages ponctuels des éléments manquants de petites dimensions :
 - ragréages : mortier type ALTAR
 - remplacement de pierres altérées non conservables par pierres de même nature (nature et dureté), dimension, etc.

- goujonages fibre de verre ponctuels collés à la résine, et injections de mortier extra-fin type PLM-M dans les microfissures
- **Clefs de voute CLK (travée A), CLL (travée B) et CLI (travée 21-22)**
 - réalisation de maquettes de restitution, pour validation de l'architecte
 - restitution des clefs suspendues clavées en pierre ; *après pose en tiroir par le lot maçonnerie*

Lot 06 - Restauration peinture

Clefs de voutes et amorces nervures au contact (CLK, CLL, CLI)

- repérage des zones de dégradation (état sanitaire)
- relevé détaillé des décors types (motifs, rythmes, couleurs...)
- prélèvements couche(s) picturale(s) et analyses par laboratoire (contrôle/assistance LRMH)
- restauration / consolidation des peintures (à la chaux) si conservables
 - pré-consolidation
 - nettoyage si possible, essais préalables
 - zones pulvérulentes :
 - purge des parties non conservables, désolidarisées, pulvérulentes
 - amollissement, refixage des écailles et consolidation des pertes d'adhésion
 - ravivage des couleurs et complément en recherche si nécessaire
- *Option : réfection à l'identique si peintures on conservables*
- **Clefs de voute CLK, CLL et CLI :**
 - essais polychromie et restitution des décors sur éléments neufs

Elévation extérieure ouest

- Gâble – 2 Anges qui portent des armes des ducs de Bretagne
 - restauration / consolidation des peintures (à la chaux)
 - nettoyage si possible, essais préalables
 - consolidation si nécessaire
 - ravivage des couleurs et complément en recherche si nécessaire

Lot 07 - Couverture – zinguerie

- **Chéneaux plomb tous niveaux**
 - état sanitaire après dépose échafaudage
 - réfection en recherche
 - étanchéité en liaison avec la balustrade (coursives inférieure et intermédiaire), compris bandes solins
- **Système anti-volatiles/pigeons**
 - dépose système existant
 - réfection et compléments sur zones accessibles
 - Circuit électro-répulsif anti-volatiles (2 à 4 rails)
 - Picot anti-volatiles
 - *Option : dépose et réfection du système dans la hauteur du portail central, au-dessous de l'extrados de l'archivolte (archivolte, tympan, dais et soubassement sculpté)*

6. SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Auteur	Nom de l'ouvrage / « article de revue »	Date
BOTTINEAU Yves	<i>La cathédrale St Pierre de Nantes</i>	1980
Collectif BIENVENU Gilles, CURIE Pierre, DABOUST Véronique, ÉRAUD Dominique, GROS Catherine, JAMES François-Charles, LENIAUD Jean-Michel, RIFFET Odette	<i>Nantes, la cathédrale - Loire Atlantique, Images du Patrimoine</i>	1991
Collectif DELAVAL Alain, CAUDROY Luc, LOBRY- LAJUNAS Laurence	<i>Cathédrale Saint-Pierre et Saint-Paul - Nantes, Patrimoine Restauré – Région Pays-de-Loire</i>	2008
Collectif Amis de la cathédrale et la chapelle de l'Immaculée HENRY Jean-François, GUILBAULT Muriel, GODIN Pierre-Louis	<i>Cathédrale de Nantes Saint-Pierre et Saint Paul</i>	
CHOUINARD Hervé, CAUDROY Luc	« <i>La restauration de la cathédrale de Nantes</i> » in <i>303 Arts, recherches et créations, la revue des pays de Loire - 70</i>	2001
Collectif JAMES Jean-Paul, DORE Joseph, CHOUINARD Hervé, LAUNAY Marcel, LEROY Michel	<i>Nantes, la Grâce d'une Cathédrale, La Nuée bleue</i>	2013
DURET Donatien, RUSSON Jean-Baptiste	<i>La cathédrale de Nantes, Savenay</i>	1933
Eraud Dominique	« <i>La cathédrale de Nantes des origines à la fin de l'époque romane</i> » in <i>303 Arts, recherches et créations, la revue des pays de Loire - 70</i>	
GILBERT Pierre	<i>Notre Cathédrale de Nantes : Une recherche du sens à travers l'histoire de l'art</i>	1993
GUILLOUËT Jean-Marie	« <i>Des ducs de Bretagne aux rois de France</i> » in <i>303 Arts, recherches et créations, la revue des pays de Loire - 70</i>	2001
GUILLOUËT Jean-Marie	<i>Les portails de la cathédrale de Nantes, Presse Universitaires de Rennes</i>	2003
GRANDSART Hervé	<i>La cathédrale de Nantes, toujours recommencée, toujours victorieuse : un chantier national</i>	2020
LENIAUD Jean Michel	« <i>L'achèvement de la cathédrale de Nantes au bout de l'utopie</i> » in <i>303 Arts, recherches et créations, la revue des pays de Loire - 70</i>	2001
LEQUIMENER Gaston	<i>Notre Cathédrale de Nantes</i>	1995
LIBERGUE Jean	<i>Cathédrale Saint Pierre - Nantes</i>	1985
PRUNET Pierre	« <i>La restauration de la Cathédrale de Nantes</i> » in <i>Les Monuments historiques de France, n°4</i>	1976

7. ANNEXES

(Dossier séparé)

- Note Scientifique P-21-02, Mesures à prendre suite à l'incendie du 18 juillet 2020, LRMH, février 2021
- Rapport de diagnostic des matériaux sur les désordres du massif occidental, laboratoire ERM, février 2022
- Note intermédiaire pour les opérations conservatoires des vitraux sinistrés de la façade occidentale de la cathédrale de Nantes / Constat d'état et étude de faisabilité de reconstitution, Atelier Baudouin, janvier 2022
- Etat sanitaire des vitraux [Extrait des baies à vitraux 231 et 232], BARTHE - BORDEREAU, décembre 2022
- Résultats des sondages des sols, Entreprise LEFEVRE, janvier 2024