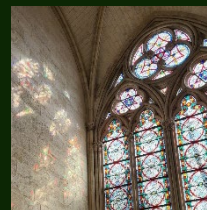


CATHÉDRALE
NOTRE-DAME DE PARIS

TRAVAUX DE RESTAURATION
POST-2024



RAPPORT DE PRÉSENTATION

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES PH3-VTXNFS

TRAVAUX DE RESTAURATION DES REMPLAGES, ARMATURES MÉTALLIQUES ET VITRAUX DES CHAPELLES SUD DE LA NEF

Décembre 2025



Maîtrise d'Ouvrage :

ETABLISSEMENT PUBLIC CHARGÉ DE
LA CONSERVATION ET DE LA
RESTAURATION DE LA CATHÉDRALE
NOTRE-DAME DE PARIS

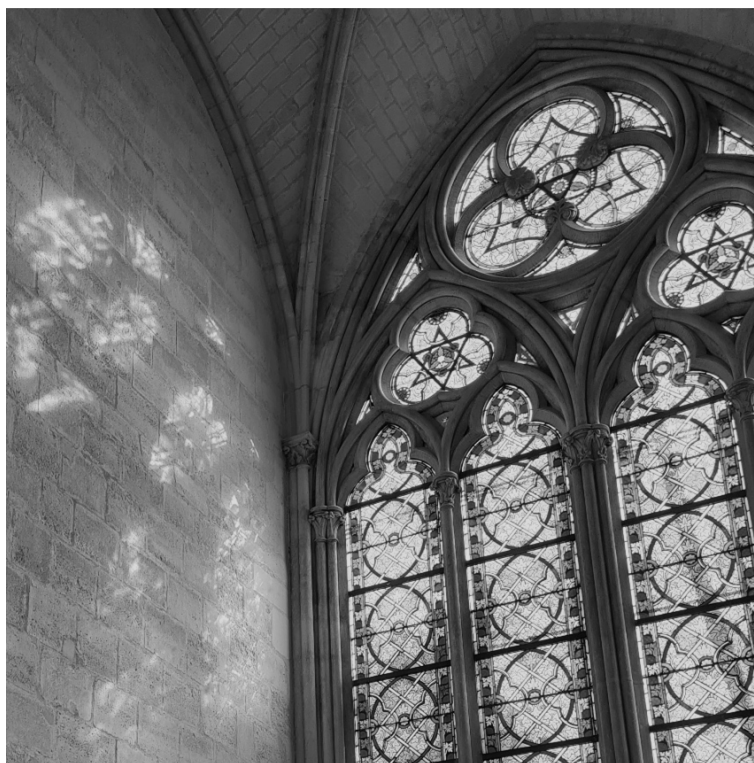
Quai de l'Archevêché - 75004 Paris

Maîtrise d'Œuvre :

Philippe VILLENEUVE
Architecte en Chef des Monuments Historiques

Chantier Notre-Dame de Paris
Quai de l'Archevêché - 75004 Paris
Poste de sécurité - Porte P10
Tél. : 01 87 76 11 63
E-mail : notre-dame@villeneuve-acmh.fr

RAPPORT DE PRÉSENTATION



1. Définition des limites de l'opération
2. Présentation des chapelles et synthèse de l'état sanitaire
3. Proposition de travaux et description des interventions projetées par lot
 - a. Lot échafaudages
 - b. Lot maçonnerie – pierre de taille
 - c. Lot vitraux
4. La contrainte plomb





CATHEDRALE NOTRE-DAME DE PARIS – Travaux de restauration post-2024

DCE – *Travaux de restauration des remplages, armatures métalliques et vitraux des chapelles Sud de la nef*

Philippe VILLENEUVE, Architecte en Chef des Monuments Historiques

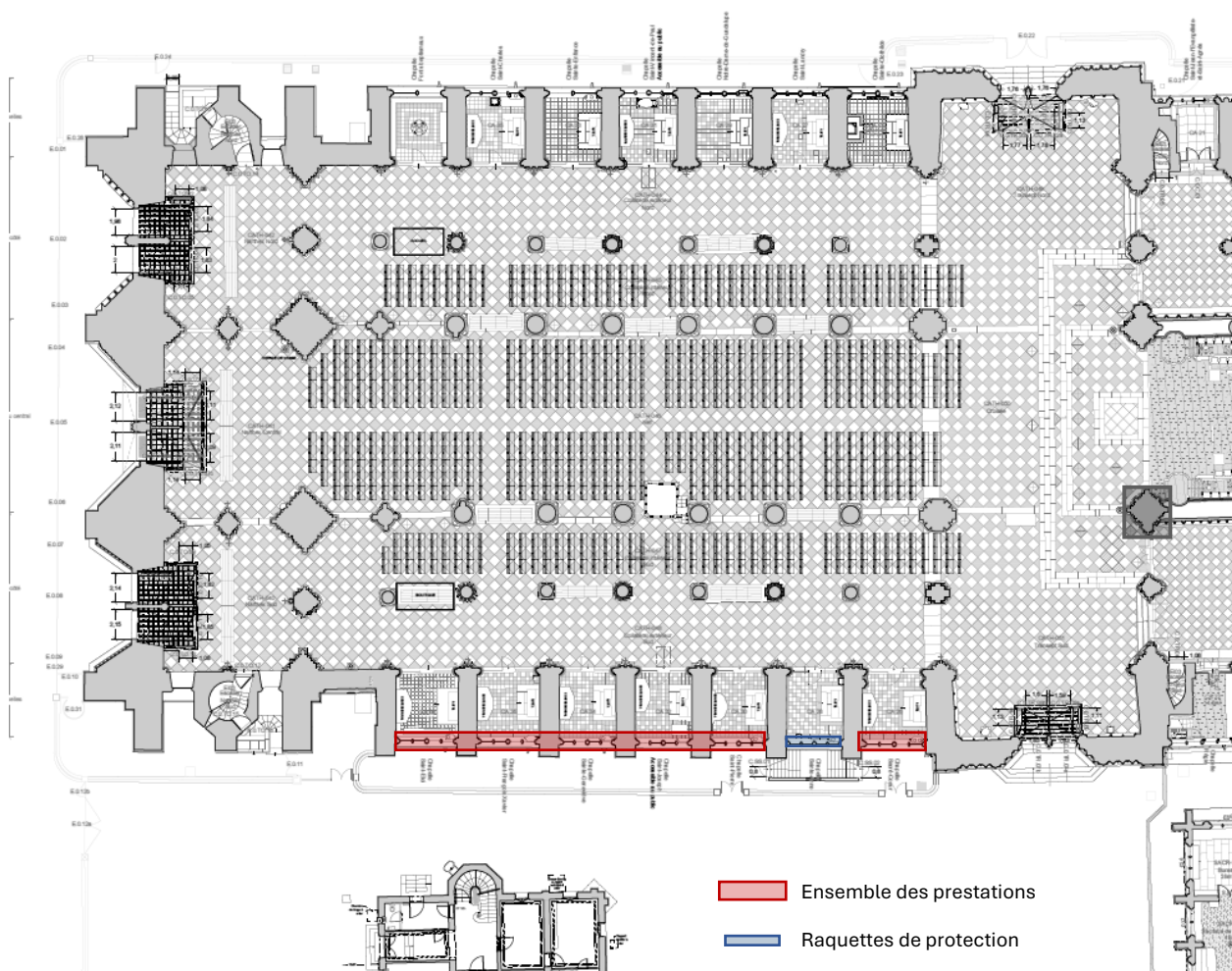
Décembre 2025

1. Définition des limites de la présente opération

Le présent dossier de consultation des entreprises concerne l'ensemble des travaux préalables découlant d'un projet de création de vitraux contemporains souhaité par Emmanuel MACRON, président de la République, sur proposition de Monseigneur ULRICH, archevêque de Paris, au droit de six des sept baies des chapelles de la nef Sud, à savoir :

- La dépose en démolition des raquettes de protection existantes
- La dépose des vitraux existants en condition amiante ;
- La restauration des remplages et jambages des baies des chapelles concernées ;
- Le désamiantage et la restauration des vitraux géométriques XIX^{ème}
- Le stockage longue durée des vitraux restaurés dans l'attente de leur restauration et présentation au public.
- La pose des raquettes de protection au-devant des vitraux
- Remplacement de la raquette de protection au-devant du vitrail conservé de la chapelle St Thomas d'Aquin (CA28)

LOCALISATION DES BAIES CONCERNÉES

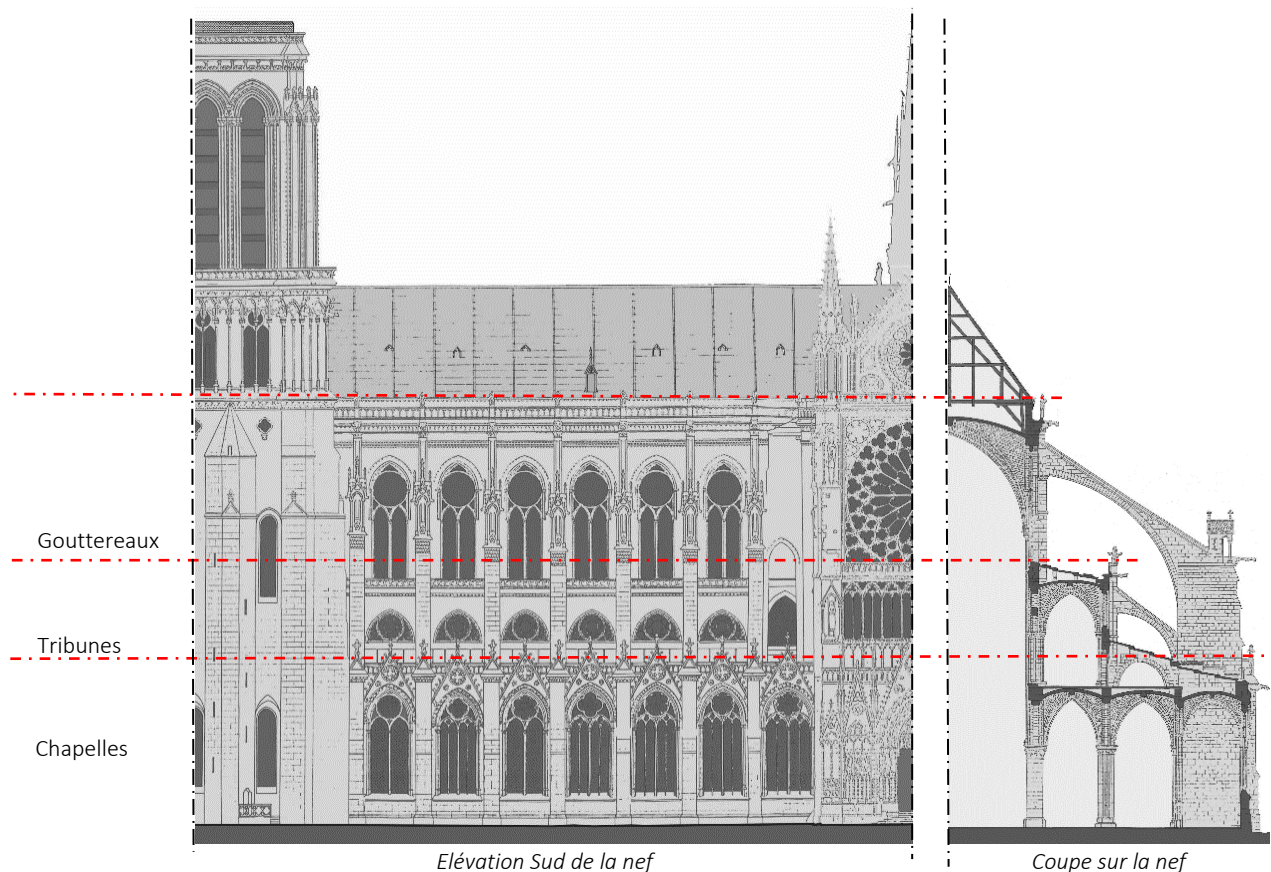


• • •



2. Présentation des chapelles et synthèse de l'état sanitaire

La nef est définie, en plan, par quatre travées sexpartites. Son élévation se décompose selon trois niveaux, identiques à ceux du chevet : un niveau inférieur correspondant aux chapelles des bas-côtés de la nef, un niveau intermédiaire correspondant au niveau de tribunes, et un niveau haut, correspondant à l'élévation du vaisseau central. Elle s'achève côté Ouest par l'élévation d'un pignon, bâti entre les deux tours du massif occidental, contre lequel démarre la couverture du grand comble.



Les chapelles des bas-côtés de la nef

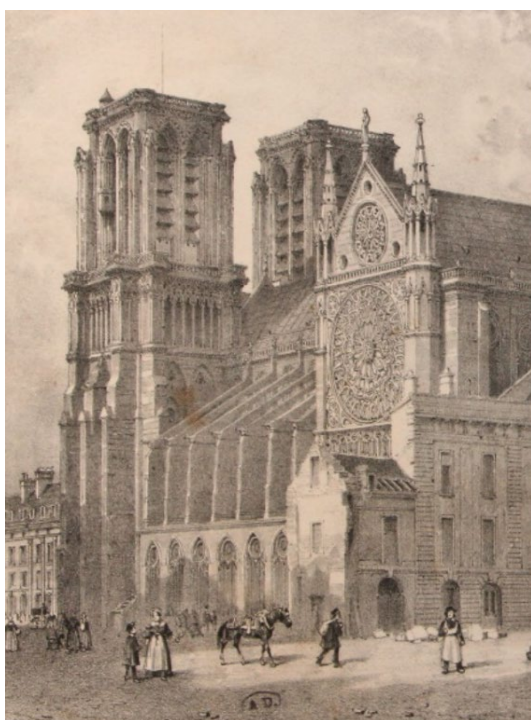
La partie inférieure des élévations de la nef correspond aux chapelles édifiées entre les culées des arcs-boutants, au cours de plusieurs campagnes de construction, entre 1220 et 1250.

Chaque travée se compose, en partie basse, d'un mur d'allège d'environ 1,5 toises de hauteur, ponctué, à mi-hauteur, d'un exutoire. Ces exutoires correspondent, à l'intérieur, à des piscines et rejetaient les eaux ayant servi à purifier les mains du prêtre avant le canon de la messe. Au-dessus, depuis l'appui saillant en glacis du mur, une baie ogivale dotée de remplages occupe toute la largeur de la travée.

La composition générale des réseaux est identique pour l'ensemble des baies, divisée en deux lancettes surmontées d'un oculus, les lancettes étant à leur tour divisées en deux et les oculi pouvant être polylobés ou plus simples.

La partie haute des élévations des chapelles fut remaniée au cours du XIX^{ème} siècle par Eugène Viollet-le-Duc, guidé par sa volonté de restituer la cathédrale dans un état homogène. Ainsi supprime-t-il les frontons en couronnement des chapelles Nord, mis en œuvre par Théodore Brongniart entre 1812 et 1814, et celui de la première travée de la nef Sud (T38).

Deux dispositions différentes sont alors mises en œuvre, différentes au Sud et au Nord des deux flancs de la cathédrale.

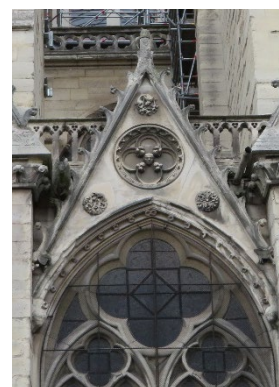


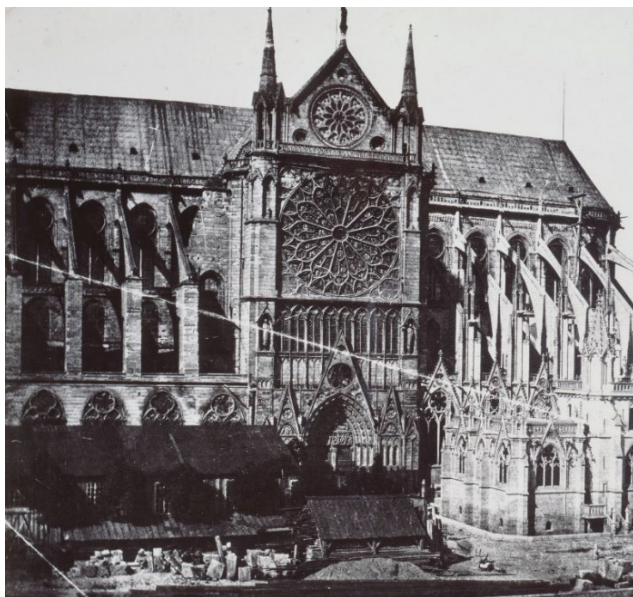
« Dessiné d'après nature et lith. Par Ph. Benoist », extrait du « Moyen-Age monumental et archéologique publié en 1843 par A. Hauser



« Notre-Dame de Paris, Face latérale Sud », 1892, Bibliothèque de l'Institut National d'Histoire de l'Art, collection Jacques Doucet. Cliché M.H. n°140036

Au Sud, des gâbles de pleine maçonnerie aux rampants ornés de crochets, sur le modèle des premières chapelles du chœur (type 1), sont restitués ou créés au-dessus des baies. Ils sont ornés, en leur centre, par un quadrilobe encadré par trois petites roses sculptées en haut-relief (photographie ci-contre). En partie basse des rampants, deux petites gargouilles évacuent les eaux pluviales accumulées contre la paroi. La voussure de ces baies, dont le décor sculpté composé de boutons est similaire à celui des baies du premier étage de la sacristie, est contemporaine de cette campagne de travaux, de même que les culots sculptés à leur naissance.





Élévation Sud de la nef, vers 1850 - Bibliothèque Historique de la Ville de Paris, GP XVI 81 & Musée Carnavalet, Cabinet des Arts graphiques et de la Photographie



Élévation des chapelles de la nef

Les fenêtres des chapelles de la nef

Structure :

Édifiées entre 1225 et 1270, les fenêtres des chapelles de la nef sont de style gothique rayonnant. Inscrit dans une baie en arc brisé, leur remplage est ajouré de quatre lancettes, hormis les baies nord 31 et 35, et d'un tympan formant un réseau de trois roses polylobées et écoinçons. Le nombre de pétales varient de trois à sept pour les grandes roses centrales, et de trois à cinq pour les roses surmontant les têtes de lancettes réunies par paire.

L'ensemble des maçonneries des meneaux et remplages ont été refaits au XIX^{ème} siècle lors des travaux de restauration menés par Viollet le Duc, comme en atteste l'ensemble des plans et attachements figurés

Les armatures en métal des vitraux sont constituées par des barlotières. Il est probable que ces barlotières soient continues sur l'ensemble de chaque baie, à travers des meneaux pour former une traverse. On peut constater dans le journal des travaux qu'il est fait mention de « *perçements de trous dans les meneaux* » et « *pose des traverses en fer* ». Toutefois cette mention n'est faite que pour la 4^{ème} croisée des chapelles de la nef sud et on pourrait effectuer un sondage pour s'assurer que ce dispositif est prévu pour chaque chapelle sud.

Les panneaux de vitraux sont posés par l'extérieur au sud, par l'intérieur au nord, avec une pose en rainure telle qu'elle est prévue lors de la réfection des meneaux et remplages. Ils sont protégés par des protections grillagées fixées aux barlotières au droit des lancettes, sur les appuis en partie basse, sur les voussures en partie haute.

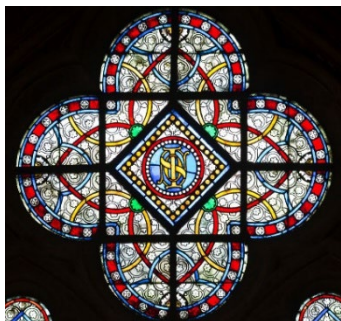
Iconographie :

Les vitraux primitifs de la fin XIII^{ème} – début XIV^{ème} siècle ont disparu, supprimés au XVIII^{ème} siècle. Réalisées sous la direction Viollet-le-Duc au XIX^{ème} siècle, les verrières ornementales peintes par

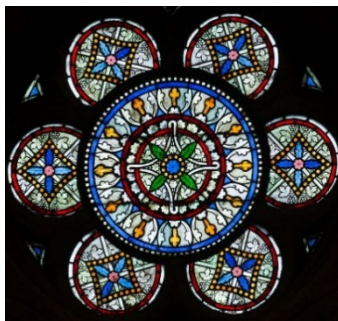
Coffetier s'ornent de motifs géométriques et végétaux et de bordures. La verrière figurée historiciste peinte par Didron en 1864 pour la baie de la chapelle Sainte-Thomas d'Aquin (baie 26) représente un arbre de Jessé dédié à Sainte Anne.

Couleur et style :

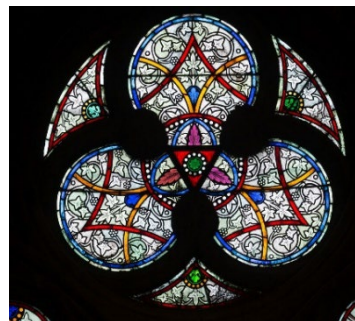
Les verrières ornementales sont peintes en grisaille. Leur décor géométrique est constitué de rinceaux et d'entrelacs réhaussés de touches de couleur bleu, rouge, vert, jaune. Les bordures d'accompagnement aux motifs végétaux sont polychromes. Les motifs réalisés aux cartons sont variés. La technique rappelle celle du Moyen-Âge, l'exécution est maîtrisée et d'une belle technicité, avec l'emploi de perlés, montage en chef d'œuvre, fond damassé en grisaille, etc. Les tonalités des verrières sont plus chaudes au sud qu'au nord avec l'emploi plus important du jaune. La verrière polychrome de l'arbre de Jessé, réalisée à la manière du Moyen-Âge, glorifie la Vierge¹. Le thème occupe toute la baie. Les prophètes et les rois ancestraux occupent chacun un panneau, à l'exception de Jessé allongé les yeux clos dans les deux panneaux centraux du premier registre. Les personnages en pied sont de taille réduite dans une attitude propre qui laisse penser à un usage modéré des cartons plutôt réservés au jeu des fonds. Ils sont encadrés d'une mandorle sur fond bleu, ou d'une arcature pour le premier registre, autour d'un décor de rinceaux sur fond rouge. Les rinceaux se terminent en motifs floraux ascendants dans les têtes de lancettes. Les décors très travaillés sont denses et occupent plus des deux tiers des panneaux. Au quadrilobe du tympan, Sainte-Anne trône avec Marie sa fille, en lieu et place d'une Vierge à l'enfant traditionnelle pour ce thème. Les tonalités employées sont franches, les couleurs saturées. La technique de peinture laisse voir une exécution rapide



Oculus XIX^{ème} siècle. (baie 30)



Oculus XIX^{ème} siècle. (baie 32)



Oculus XIX^{ème} siècle. (baie 34)

Travée 38 – chapelle Saint Paul Chen (anciennement chapelle St Eloi) - Baie 036

La baie est composée de quatre lancettes trilobées surmontées d'une rose trilobée qui les regroupe deux par deux, et d'une rose sommitale également trilobée. Des écoinçons ajourés donnent en réalité à cette baie l'aspect de deux baies géminées surmontées d'une rose à trois lobes.

Cinq barlotières définissent six panneaux qui donnent aux vitraux la répartition des motifs géométriques, qui se succèdent. Deux vergettes renforcent la rigidité de chaque panneau de vitrail. Dans chacune des trois roses trilobées, une serrurerie triangulaire contribue à la rigidité du vitrail.

¹ Analyse doctrinale de la thématique de cette verrière par Annie Auzas et Odile Pinard, in Notre Dame de Paris, le grâce d'une cathédrale, op. cit. p. 297.



Cercles, losanges et quadrilobes de couleur rehaussent les fonds de verres clairs peints de motifs végétaux en grisaille. Une bordure bleue et jaune encadre chaque lancette.

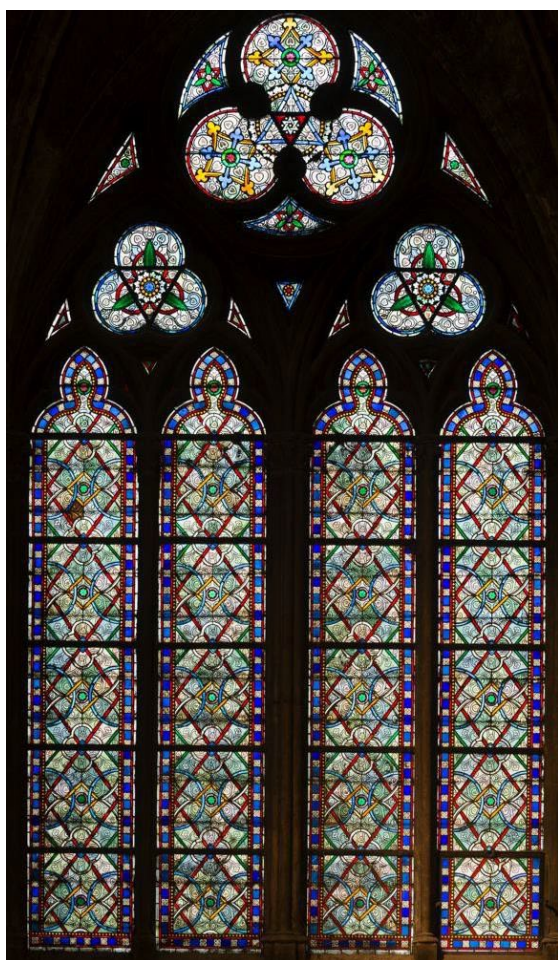
Les roses présentent des motifs plus aérés, sans bordure autre qu'un simple filet, où dominent des motifs floraux verts, jaune et bleu pâle.

Travée 36 – chapelle Saint Denys (*anciennement chapelle Saint-François-Xavier*) – Baie 034

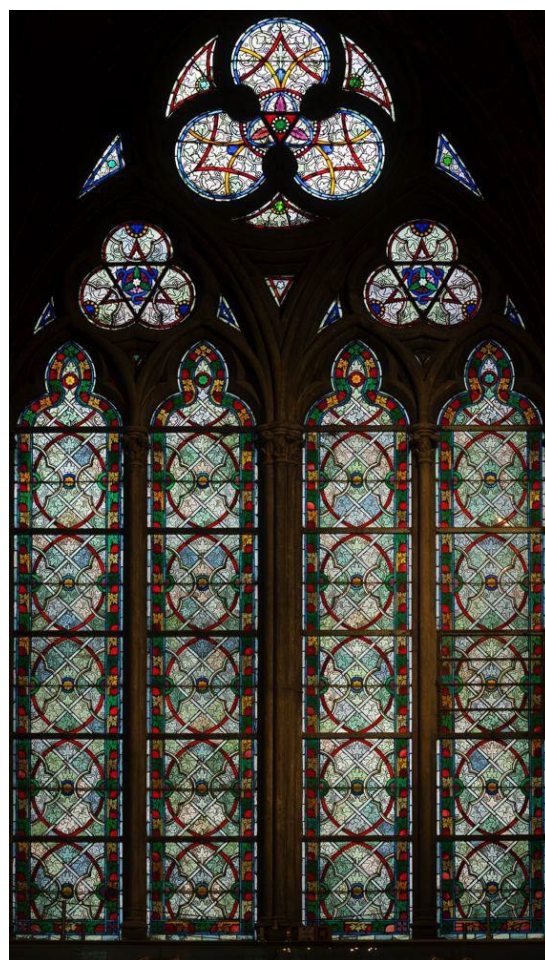
La baie est composée de la même manière que celle de la chapelle Saint-Paul-Chen, à la différence que la rose sommitale comporte un trilobe au réseau légèrement plus épais.

Là encore, cinq barlotières définissent dans chacune des quatre lancettes six panneaux, renforcés par une vergette, ornés de losanges, demi-quadrilobes et mandorles sur un fond de verres clairs où sont peints à la grisaille des feuillages. Une bordure vivement colorée de feuillages jaunes et verts alternés sur fond rouge, vient entourer les lancettes. Le panneau ouvrant comporte des vergettes aux deux faces pour permettre le maintien du panneau de vitrail.

Les trilobes sont pareillement dépourvus de bordure hormis un simple filet coloré et les fonds de grisaille en feuillages sont rehaussés de filets rouges et jaunes.



Baie chapelle St Paul Chen. (baie 36)



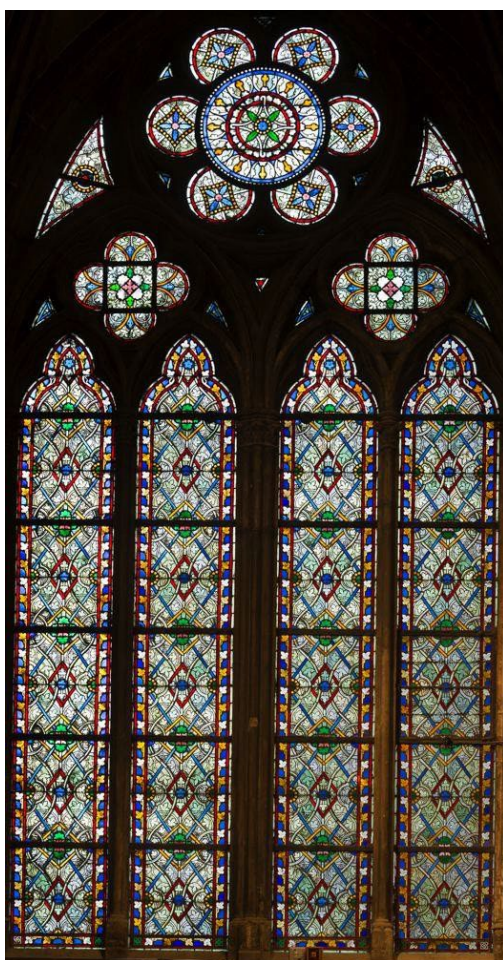
Baie St Denys (baie 34)

Travée 34 – chapelle Sainte Geneviève - Baie 32

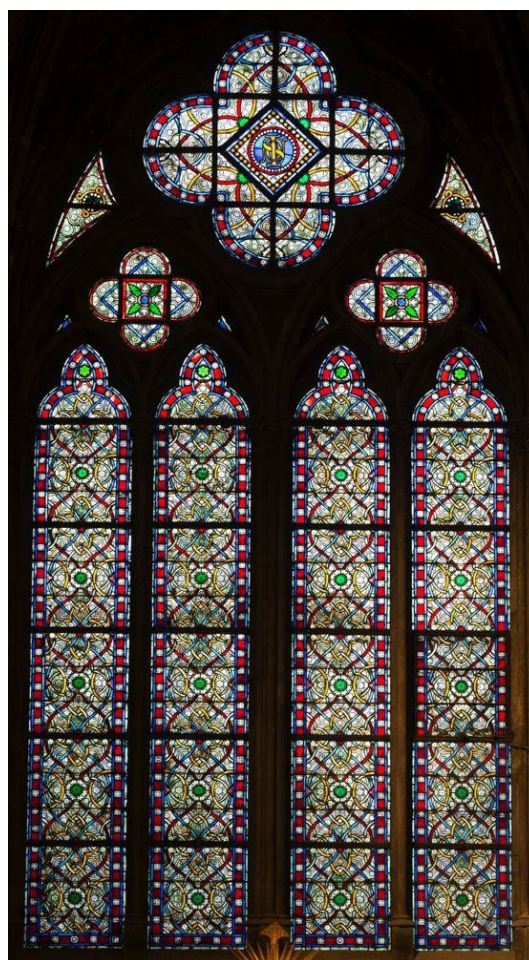
Le remplage de cette baie comporte également quatre lancettes trilobées un peu moins refermées. Deux quadrilobes surmontent les deux lancettes principales et une rose à six lobes les surmonte. Les écoinçons sont plus ouverts, du fait que les lancettes sont moins hautes, dégagant ainsi l'arc qui s'épanouit davantage.

Dans chaque lancette, cinq barlotières définissent cinq panneaux, renforcés par une vergette. Un cadre métallique carré occupe le centre des quadrilobes, tandis qu'un autre, circulaire, occupe le centre de la rose sommitale. Les écoinçons au-dessus des lancettes comportent une simple barre oblique.

Une bordure colorée, ornée de feuilles jaunes et blanches alternées sur fond bleu et serties aux deux bords d'un liseré rouge encadre les motifs des panneaux. Ceux-ci présentent en leur centre une pièce circulaire bleue, deux losanges, l'un rouge au centre et l'autre bleu qui occupe la totalité du panneau. Un autre losange, jaune, relie les panneaux entre eux. Demi-cercles et demi-quadrilobes blancs collent aux bordures tandis qu'un liseré blanc à courbes et contre-courbes passe sinueusement d'un panneau à l'autre. Les quadrilobes et roses utilisent la même gamme colorée que le reste de la verrière. Une grande unité se dégage de toutes ses parties.



Baie chapelle Ste Geneviève (baie 32)



Baie St Vincent de Paul (baie 30)



Travée 32 – chapelle Saint Vincent-de-Paul (*anciennement Saint Joseph*) – Baie 30

Tout comme les autres baies, les remplages sont composés de quatre lancettes réunies deux par deux par un quadrilobe, l'ensemble étant surmonté d'un grand quadrilobe. Deux écoinçons viennent s'inscrire dans l'arc ogif de la baie.

Cinq barlotières définissent six panneaux qui sont renforcés par deux vergettes. Les petits quadrilobes abritent en leur centre une ferrure carrée fixées dans les pointes des lobes. Le grand quadrilobe sommital est quant à lui renforcé par un jeu de barlotières composé d'un carré fixé dans les pointes des lobes pour contenir un autre carré dont les angles sont prolongés par un fer qui s'ancre dans l'axe des lobes. Pour finir, un fer horizontal divise les deux écoinçons.

Le vitrail reprend les dispositions analogues aux autres baies voisines : une bordure colorée constituée de verres rouges et blancs (rehaussés d'une fleur en grisaille), sertis de deux liserés bleus, un entrelacs de liserés rouges et bleus, des cercles et demi-quadrilobes jaunes, des médaillons au centre des panneaux et rouges au niveau des barlotières. Le tout est posé sur un fond de verres clairs rehaussés de feuillages à la grisaille. Quatre feuilles vertes accompagnées de quatre autres feuilles blanches constituent le décor central des petits quadrilobes surmontant les lancettes, serti d'un cordon rouge accompagnant la serrurerie carrée et d'un autre, bleu, posé sur les pointes au centre des lobes. La grisaille rehausse les verres blancs du fond. Enfin, le grand quadrilobe, ceint d'une bordure identique à celle des lancettes, présente en son centre un médaillon inscrit dans le carré de la serrurerie, où figure le monogramme de Saint-Joseph. Des entrelacs rouges, jaunes et bleus sont posés sur un fond de grisailles.

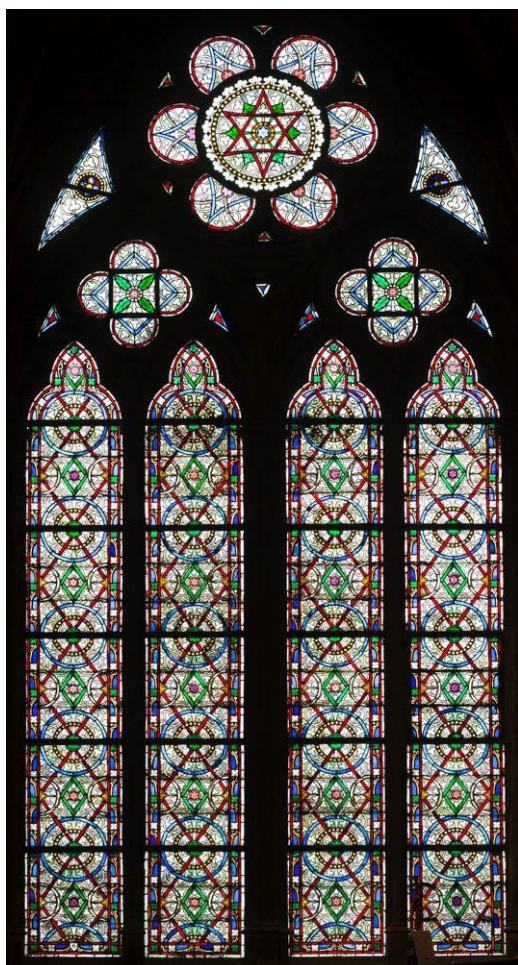
Travée 30 – chapelle Sainte Clotilde (*anciennement saint Pierre*) – Baie 28

Les remplages de cette chapelle reprennent le même dessin que celui de la chapelle sainte Geneviève (travée 34), avec quatre lancettes réunies deux par deux par un quadrilobe, le tout surmonté d'une rose à six lobes et encadrée par deux écoinçons.

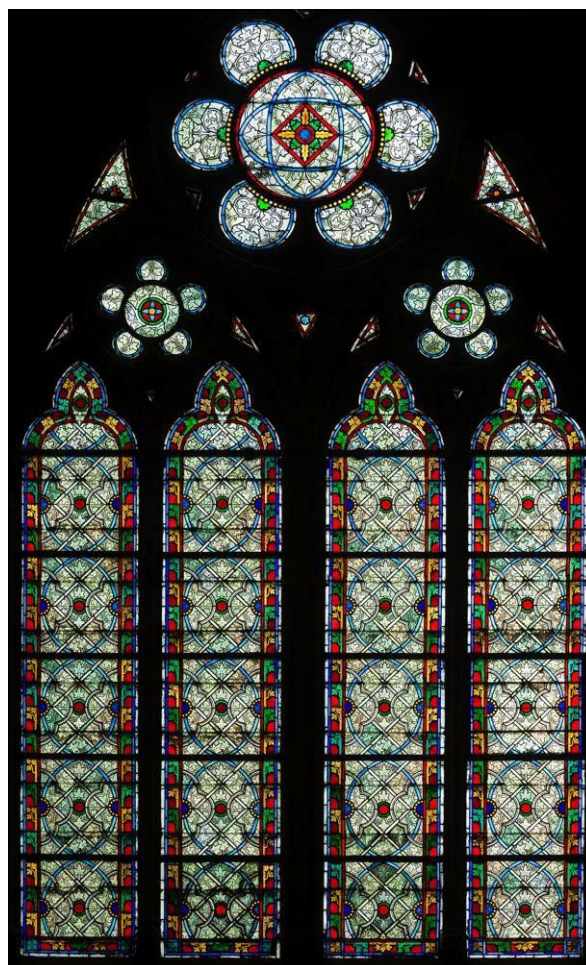
Ici encore, cinq barlotières définissent cinq panneaux dans les lancettes et le panneau sommital trilobé. On compte deux vergettes par panneaux. Une serrurerie carrée s'inscrit dans le quadrilobe qui les surmonte. La serrurerie de la rose sommitale est un cercle qui relie les redents des lobes. Deux fers légèrement obliques divisent les deux écoinçons en deux.

Les lancettes sont ceintes d'une bordure aux couleurs claires, moins marquée que sur les baies précédentes ce qui donne davantage d'ampleur à la baie. Des feuillages jaunes et des petites fleurs peintes dans un carré, alternant le vert et le blanc sont bordées d'un liseré rouge. Des cercles bleus sont placés entre les barlotières, reliant ainsi les différents panneaux. Ils sont ornés d'un autre cercle de perles jaunes qui se détachent d'un fond noir. Au centre, un médaillon vert reçoit les diagonales rouges d'un autre filet diagonal. Au centre de celui-ci un autre losange vert relie les cercles bleus précédents. Tous ces décors géométriques se déploient sur un vitrage clair, presque blanc, orné de feuillages peints en grisaille. Les quadrilobes sont ornés de quatre feuilles vertes inscrites dans la serrurerie carrée tandis qu'un autre liseré bleu et carré posé sur la pointe rejoint le centre des lobes. Une étoile rouge, constitué de deux liserés triangulaires, aux branches légèrement courbes est placée au centre de la rose sommitale. Des feuilles vertes sont placées aux

angles de l'étoile, tandis qu'un jeu de demi-cercles aux couleurs pastel bleues et roses sur un tapis de feuillages en grisaille emplit la surface.



Baie chapelle St Clotilde (baie 28)



Baie Saint-Joseph (baie 24)

Travée 26 – chapelle St Joseph (anciennement chapelle du Sacré-Cœur) – Baie 24

Fermant la suite des chapelles du collatéral Sud, la chapelle la plus à l'Est est à nouveau ornée d'un vitrail en grisailles.

Elle se compose comme les autres de quatre lancettes trilobées qu'une rose à cinq lobes réunit deux par deux. Encadrée par deux écoinçons, la rose sommitale est à six lobes.

Tout comme les autres baies, cinq barlotières délimitent six panneaux, renforcés par deux vergettes, et la partie trilobée supérieure de la lancette. Les serrureries des roses sont simplement constituées des cercles. Des fers légèrement obliques coupent les écoinçons en deux parties.

Nous retrouvons dans les lancettes un décor constitué d'une bordure vivement colorée, à feuilles vertes et jaunes se détachant sur un fond rouge. Au centre de chaque panneau un verre rouge est serti dans un entrelac géométrique de filets blancs et bleus sur un fond clair rehaussé d'un décor à la grisaille de feuillages. Les roses des lancettes sont ornées en leur centre d'un médaillon à fond



rouge d'où se détachent quatre feuilles vertes autour d'un pistil jaune, le tout sur un fond de grisailles à motif végétal. La rose sommitale reprend le décor des petites roses, en inversant les couleurs et en ajoutant quatre feuilles supplémentaires. Deux mandorles en filets bleu clair encadrent en se croisant le médaillon central et se poursuivent jusqu'au cercle délimité par la serrurerie.

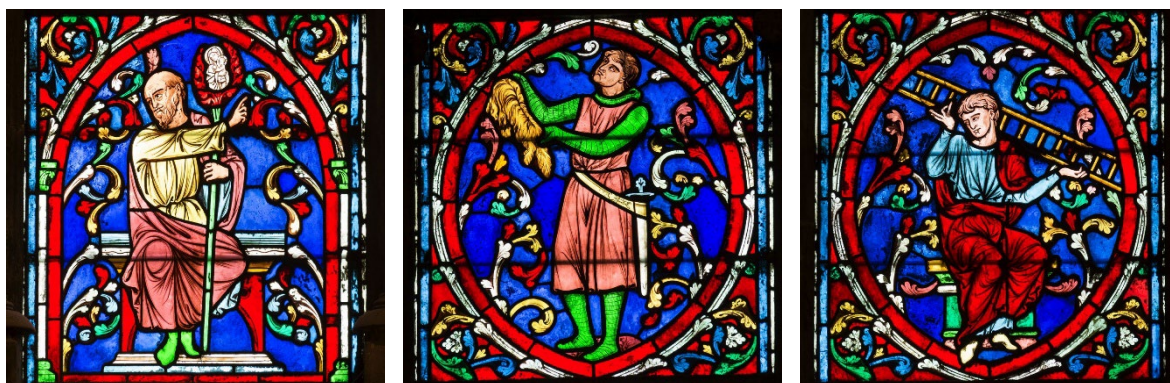
Travée 28 – chapelle Saint Thomas d'Aquin (anciennement chapelle Sainte Anne) – Baie 26

Non concernée par le programme de vitraux contemporains, cette chapelle est malgré tout importante pour juger de plusieurs aspects abordés dans les pages précédentes. En effet, seule chapelle des bas-côtés de la cathédrale qui reçut un vitrail historié, cette chapelle, anciennement consacrée à Sainte-Anne, abrite naturellement « l'arbre de Jessé », qui représente les ancêtres du Christ. S'inspirant notamment du fameux vitrail de la chapelle d'axe de la Basilique Saint-Denis, commandé par l'abbé Suger au XII^{ème} siècle, où Jessé est représenté couché tandis que des rameaux portant sa descendance sortent de son ventre, le vitrail de Gêrente utilise les lancettes et les panneaux limités par les barlotières pour y représenter 18 des ancêtres du Christ. Dans le quadrilobe supérieur, Sainte Anne portant la Vierge est représentée assise sur un trône.

Sur un fond rouge (à l'exception des deux quadrilobes qui surmontent les lancettes), richement décoré de feuillages vivement colorés, les personnages sont inscrits dans des médaillons en mandorle, à fond bleu et cernés d'un filet rouge et blanc.

Le vitrail est composé non seulement dans le cadre architectural des remplages, mais tient compte aussi de l'observateur qui se trouve à son niveau. Ainsi les scènes peuvent être de petite taille, s'inscrire dans des médaillons et être par le détail plus facilement compréhensibles. Le vitrail s'en trouve d'autant plus riche.

Toute la gamme colorée utilisée au XIII^{ème} siècle y est présente. Et surtout, malgré ces couleurs vives, cette colorimétrie permet la reconstitution de la lumière blanche, et ne donne pas à la chapelle une lumière bleue ou rouge, mais neutre, comme on l'attend d'un vitrail.



Panneaux de L'Arbre de Jessé, Didron 1864 (baie 26)

• • •

SYNTHÈSE DE L'ÉTAT SANITAIRE

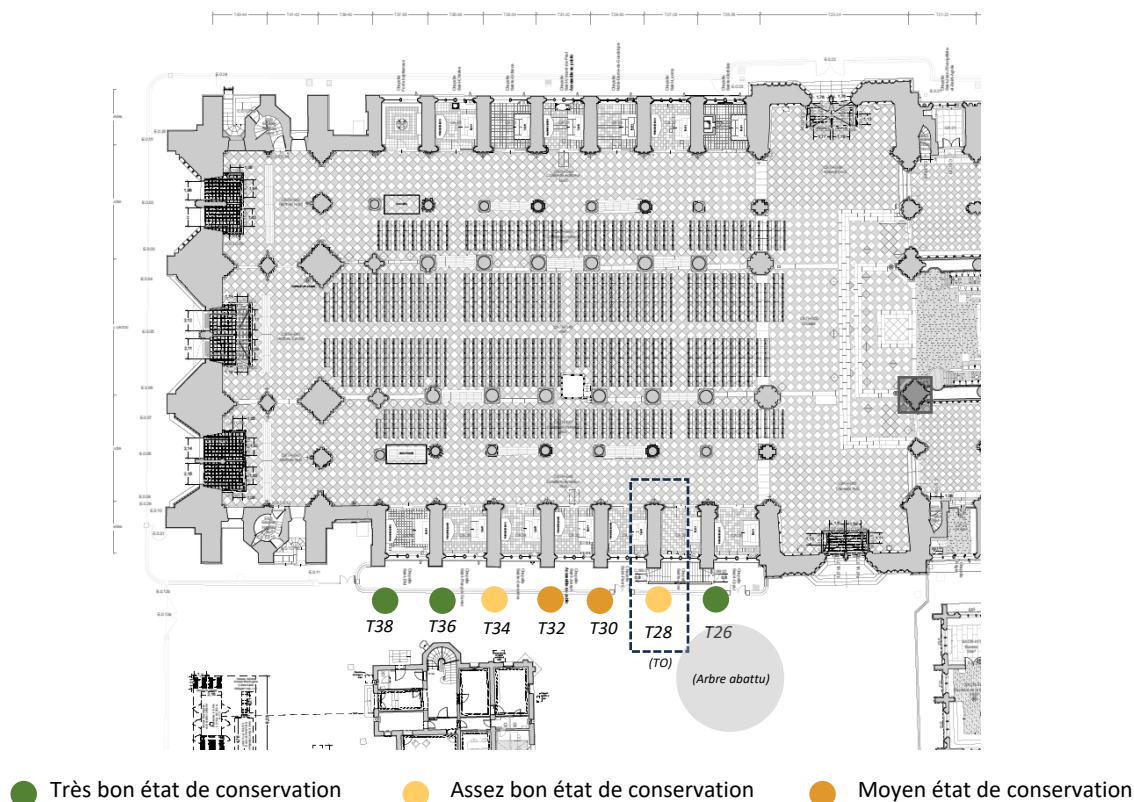
Tout comme l'ensemble de l'édifice, la nef présente un état de conservation très hétérogène selon son orientation et son exposition. Les ouvrages exposés au Sud sont particulièrement dégradés à l'image des culées et tabernacles des arcs-boutants de cette façade. A ces facteurs aggravants, d'ordre naturel, s'ajoutent, d'une part, les campagnes de restauration conduites au XIX^{ème} siècle, par Eugène Viollet-le-Duc, ayant conduit à la mise en œuvre de joints contenant du plâtre ou de pierres de nature différentes, parfois peu compatibles avec celles existantes, et, d'autre part, l'absence de travaux au cours du siècle suivant, le bas-côté Sud n'ayant jamais fait l'objet de restauration au XX^{ème} et au début du XXI^{ème} siècle, si ce n'est le grand nettoyage mené dans les années 1970.

Maçonneries

L'état sanitaire des maçonneries se restreint à la stricte limite géographique de la présente étude de diagnostic, et se borne donc à n'évoquer que les encadrements et remplages des baies des chapelles.

Les maçonneries des baies des chapelles Sud présentent des états de conservation différents selon les travées.

Cet état s'explique par les dispositions des lieux : la présence, au Sud de la cathédrale, du presbytère ainsi que d'un arbre imposant à proximité du bras de transept (récemment abattu pour permettre la création d'une galerie technique nécessaire au fonctionnement de la cathédrale dans le cadre des travaux de reconstruction de la cathédrale à la suite de l'incendie) ont protégé certaines travées des chapelles de la nef Sud des intempéries subies par l'édifice (vents dominants et pluies).



Ainsi, les maçonneries des baies des travées **T26** (collée au bras de transept) et **T36** et **T38** (collées au massif occidental), sont en très bon état de conservation.

Les maçonneries des baies adjacentes à ces travées (**T28** et **T34**) sont quant à elles en assez bon état, tandis que, enfin, celles des baies **T30** et **T32** sont dans un état de conservation assez moyen.

Les pierres les plus altérées se situent majoritairement au niveau des réseaux supérieurs. Ainsi, sont constatés des manques, parfois importants, et des pulvérulences au droit des parties basses des quadrilobes des lancettes d'une part, et des quadrilobes ou polylobes hauts d'autre part (cheminement privilégié des écoulements des eaux).



Baie travée 30



Baie travée 32

Très ponctuellement, on constatera l'altération de certains chapiteaux (1 pour la baie T28 et 1 pour la baie T34) et bases (1 pour la baie T28), devenus illisibles, ainsi que la fissuration de certaines colonnettes d'ébrasement.

Les pierres d'appuis sont entachées par la présence de lichens et de traces de rouilles provenant des protections grillagées des chapelles. Ces protections sont fixées « pleine pierre » en partie basse alors qu'il est d'usage de les fixer dans les joints pour préserver les pierres et empêcher l'éclatement de celles-ci sous l'effet de l'oxydation des serrureries. S'ajoutent l'ouverture de certains joints et l'altération importante des modénatures de certaines pierres de larmiers (hors périmètre de l'opération), ne permettant plus à ces derniers de jouer leur rôle d'éloignement des eaux pluviales des parements courants sous-jacents.



Appui baie chapelle 32 (traces de rouilles)



Appui baie chapelle 34 (joints ouverts)

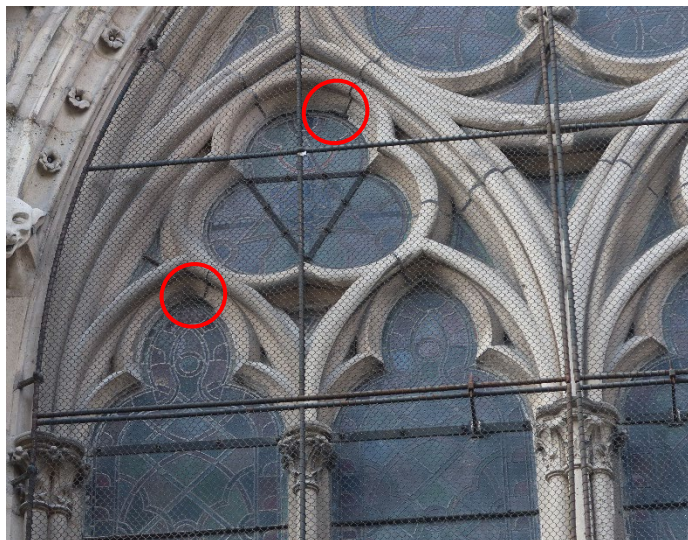
Vitraux et serrureries

Calfeutrements

Certaines parties des calfeutrements sont manquantes (cf. exemple ci-après), ce qui laisse penser que les calfeutrements sont d'une manière générale en mauvais état et ne remplissent plus leur fonction d'étanchéité.

Un examen plus approfondi depuis un échafaudage permettrait de constater les retraits et manques, ou d'éventuelles fissurations ou dégradations dans les mortiers comme cela a été fait notamment lors du constat d'état réalisé par le maître verrier Imbert (cf. clichés ci-après) en charge

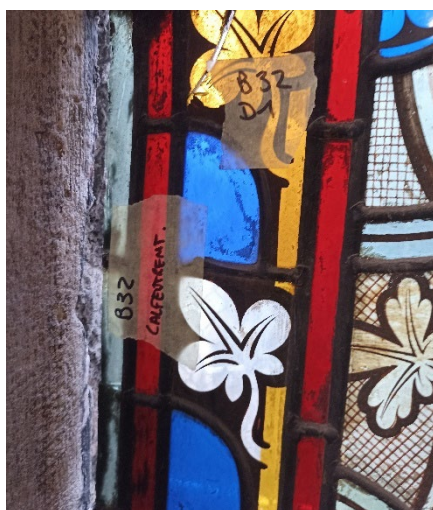
des travaux de nettoyage et dépollution du DCE 1 lors des travaux de reconstruction de la phase 2 où l'on peut voir que certaines parties des vitraux présentent des jours entre le verre et la pierre, ayant perdu complètement leurs calfeutrements. Certains calfeutrements manquants qui présentaient un danger pour la conservation des verres, ont été repris par le lot maçonnerie – pierre de taille lors de cette campagne d'intervention (ils sont localisés dans les documents graphiques du présent dossier de consultation des entreprises).



Baie travée 36
(calfeutrements disparus)



Baie travée 28 (cliché vitraux Imbert)

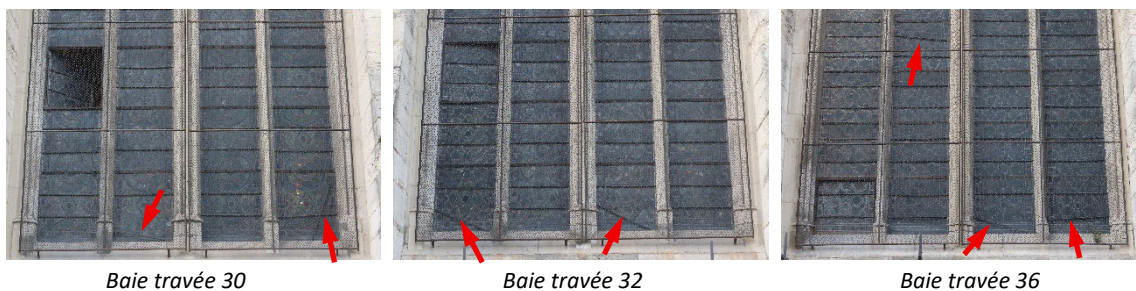


Baie travée 32 (calfeutrements disparus - clichés vitraux Imbert)

Armatures métalliques fixes et mobiles

Les armatures mobiles, vergettes et feuillards, sont corrodées, et certaines vergettes sont en déséquilibre, présentant donc un risque de chute.

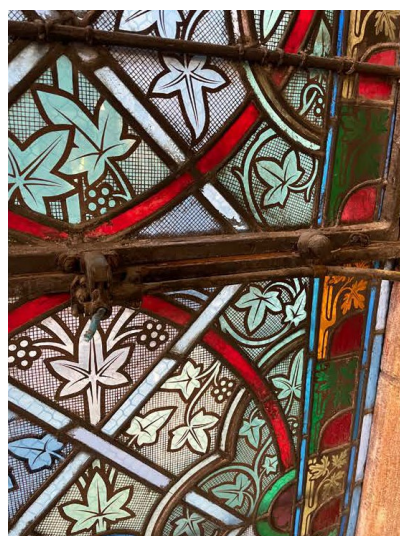
Les armatures fixes sont également corrodées (face visible depuis l'extérieur). Elles ont été repeintes sur leur face interne à l'intérieur de l'édifice lors des travaux de reconstruction.



La fixation des protections grillagées sur les barlotières semble être à l'origine de casse sur les vitraux (cf. cliché ci-dessous) et l'ensemble de la fixation de ces protections devrait être revu aussi bien en partie basse (fixation pleine pierre) qu'en partie haute.



Baie travée 32 (baie 34)

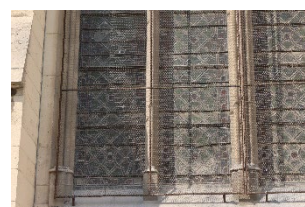


Baie travée 32 (mécanisme châssis)

Certains petits vantaux ouvrants semblent condamnés ou défectueux. Selon le diagnostic effectué lors des travaux de reconstruction, il semblerait que leur mécanisme soit défectueux, il est à minima fortement oxydé comme on peut le constater sur le cliché ci-dessus. Lors des travaux de reconstruction, les ouvrants ont été révisés et remis en jeu, notamment avec un contrôle des organes de rotation avec graissage et un contrôle du câble et de la gaine avec dépoussiérage.

Réseaux de plomb

Les réseaux de plomb semblent être dans un bon état général étant donné que les panneaux ne présentent pas de signes d'affaissement ou de déformations, exception faite d'un panneau déformé, visible en partie basse de la travée 26 (Baie 24) - Photographie ci-contre.



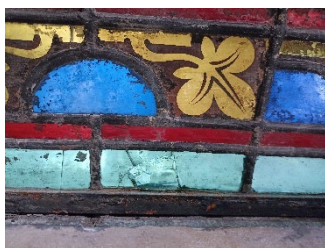
Verres peints

Toutes les verrières présentent d'importantes salissures et un fort taux d'encrassement (accumulation de poussière et dépôt de suies), intérieur comme extérieur, entraînant l'opacification des verres.

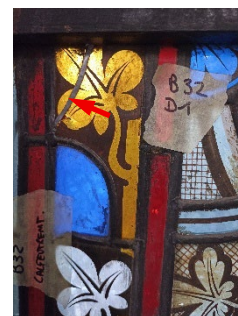
Lors des travaux de reconstruction, l'ensemble des vitraux des chapelles ont été dépoussiérés en œuvre. Dans certains cas, des compléments de nettoyage ont été effectués à l'eau déminéralisée, certains verres manquants ont été remplacés par collage ou remplacement complet de la pièce et quelques plombs de casse ont été réalisés (clichés Vitraux Imbert)



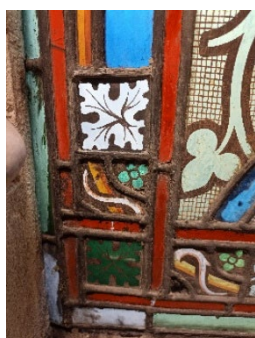
Baie 32 (CA34) – collage



Baie 32 (CA34) – plomb de casse



Baie 28 (CA30) – remplacement



Baie 34 (CA36) – remplacement



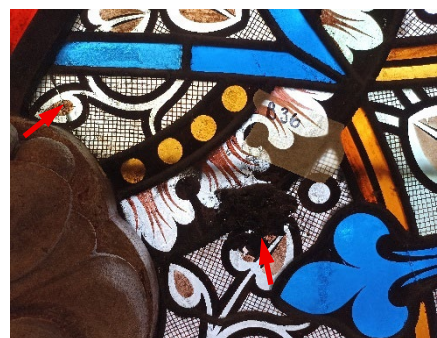
Les verrières présentent des altérations mécaniques dues aux chocs et aux déformations, notamment par la corrosion des armatures métalliques, avec des casses simples ou multiples des pièces de verres, bien que celles-ci soient peu nombreuses sur les vitraux en partie basse de l'édifice.



Baie 24 (CA26)



Baie 30 (CA 32)



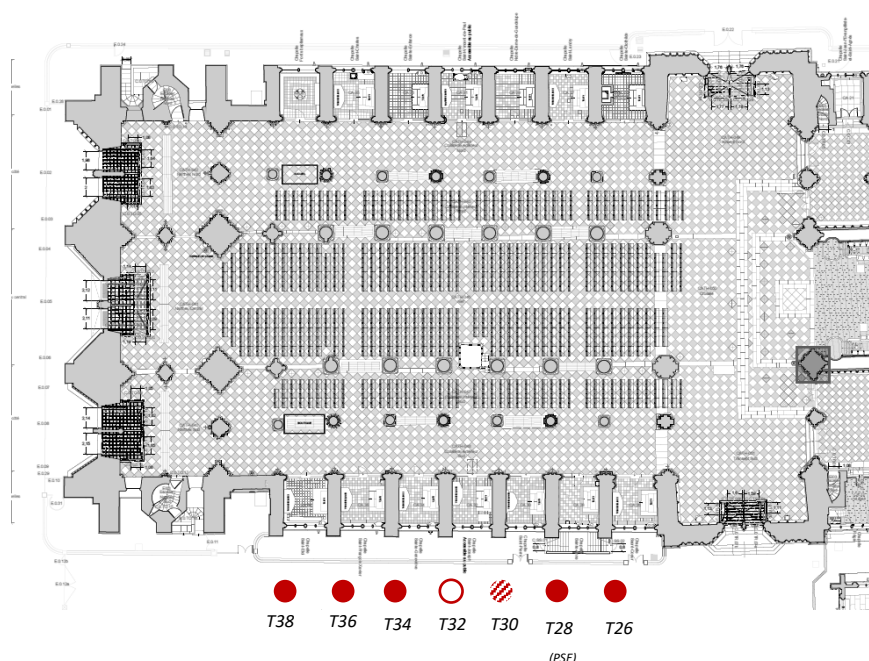
Baie 36 (CA38)

Les altérations chimiques liées à la pollution atmosphérique et à l'environnement, le lessivage des panneaux par l'eau de pluie conduisent aussi à l'opacification des verres, la formation d'induration, l'érosion de leur surface et la formation de cratères. La corrosion des armatures entraîne des coulures de rouille (face externe).

La condensation intérieure, aggravée par le défaut de ventilation notamment en appui, favorise la formation de micro-cratères et le décollement des grisailles.

Amiante

Par suite des sondages récemment effectués, la présence d'amiante a été constatée sur l'ensemble des baies des chapelles Sud. Sur la plupart des baies (cf. schéma ci-après et diagnostic en annexe de la présente étude), cette présence d'amiante est constatée non seulement dans le mastic de calfeutrement mais également dans le mastic vitrier, c'est-à-dire le mastic entre verres et plomb. A priori seuls les mastics entre armatures métalliques et vitraux (mastics de pose) ne comportent pas d'amiante.



- Présence d'amiante dans le calfeutrement
- ▨ Présence d'amiante dans le mastic vitrier (entre le plomb et le verre)
- Présence d'amiante dans le calfeutrement et le mastic vitrier

• • •

3. Proposition de travaux et description des interventions par lot

Le programme de travaux commandé dans le cadre de la présente opération a pour objet :

- l'ensemble des prestations d'accompagnement liées à la mise en œuvre de nouveaux vitraux contemporains au droit des chapelles Sud de la nef consacrées à Saint-Paul-Chen (CA38), Saint-Denys (CA36), Sainte-Geneviève (CA34), Saint-Vincent-de-Paul (CA32), Sainte-Clotilde (CA30) et Saint-Joseph (CA26), à savoir :
 - La dépose en conservation des vitraux existants ;
 - La restauration des encadrements et remplacements des baies destinées à recevoir les nouveaux panneaux de vitraux ;
 - La restauration des armatures métalliques des vitraux existants (fixes et mobiles), reconduits à l'identique pour former l'armature des créations contemporaines (hors fourniture de vergettes à la charge du maître verrier en charge des vitraux contemporains)
 - Les calfeutrements à l'issue de la pose des nouveaux vitraux sont considérés comme hors opération ;
 - La mise en place de nouvelles raquettes de protection au-devant de l'ensemble des baies des chapelles compris vitraux contemporains et vitraux conservés.

Les derniers sondages effectués sur les mastics des vitraux ayant révélé la présence d'amiante, la hiérarchie des interventions s'en trouve directement impactée et commencera obligatoirement par un chantier en conditions amiante pour procéder à la dépose des vitraux et la purge des rainures pierre.

Note d'hypothèse

Installations de chantier : Les travaux des chapelles Sud pourront bénéficier des installations de chantier actuelles et il n'est donc pas prévu d'installations complémentaires en dehors des éclairages de chantier nécessaires à la réalisation des travaux et des installations spécifiques au retrait de matériaux amiantés.

Objets mobiliers : La dépose des statues situées dans l'axe des baies à l'intérieur des chapelles est prévue effectuée par le MOA avant le début de la présente opération, de même que les protections par encoffrement au droit des piédestaux de ces statues, laissés en place pendant toute la durée des travaux. La dépose des Mays et des tableaux de grandes dimensions sera effectuée également avant le début des travaux de sorte à préserver l'ensemble des tableaux d'éventuels dégâts lors de la mise en place et le repli des échafaudages.

La dépose des chaises, bancs et prie-Dieu ainsi que les œuvres situées dans la chapelle St Paul Chen (CA38) sera effectuée par le diocèse en amont de la présente opération pour permettre l'approvisionnement et le stockage à l'intérieur des chapelles des échafaudages intérieurs.

Les panneaux en verre du faux-plafond de la chapelle CA28 (St Joseph) devront être également déposés en amont de la présente opération.



Certains mobiliers fixes n'ayant pu être déplacés recevront au préalable de la mise en place de toute installation d'échafaudage à l'intérieur de l'édifice des protections par encoffrement : boiseries classées MH situées sur les murs Est, Sud et Ouest de la chapelle CA30 (Ste-Clotilde), estrade de l'autel de la chapelle CA30 (Ste-Clotilde), autel et estrade en pierre de la chapelle CA38 (St Paul Chen) du mur sud . Enfin, de même que les déposes, la remise en place des statues en fin d'opération est considérée comme étant hors opération.

1. Travaux préalables à la dépose des vitraux – mise en place des échafaudages et installations amiante

Au vu de l'espace restreint au-devant des chapelles Sud de la nef et pour tenir compte de l'éloignement avec le reste des installations chantier de la cathédrale, il est prévu de mettre en place un chantier clos et indépendant spécifique pour l'opération.

Ce chantier clos et indépendant prendra place devant l'ensemble des baies des chapelles sud depuis le massif occidental jusqu'au bras nord du transept. Pour la partie échafaudages, les installations seront situées entre la grille sud et l'édifice, pour la partie au droit des bungalows amiante, les installations n'auront qu'une faible emprise sur la voie pompier qui devra conserver une largeur de circulation de 5m. Les bungalows seront installés en hauteur sur une plateforme de façon à pouvoir enjambrer la grille sud et son mur bahut sans avoir à déposer ni l'un, ni l'autre. Ainsi une plateforme sera implantée au-devant de l'ensemble des chapelles sud à une distance d'environ 80cm sous la partie basse des panneaux des vitraux, facilitant les interventions en pied de baie. Sur cette plateforme seront disposés les échafaudages extérieurs prévus au-devant de chaque baie, ainsi que les bungalows amiante et sas matériaux. L'ensemble sera confiné par bâches thermoformées lors du chantier amiante, cette bâche sera déposée lors des mesures libératoires .

Pour accéder aux bungalows amiante et à la plateforme desservant l'ensemble des installations, il y aura deux escaliers : un à l'Ouest des bungalows permettant de desservir les deux niveaux de bungalows accessibles et l'autre à l'Est permettant d'accéder au sas matériaux. Ce sas matériaux sera installé à l'Est des bungalows amiante séparés par la sapine de levage de l'ensemble de l'installation. Après passage dans le sas matériaux pour garantir l'étanchéité des caisses de transports vis-à-vis de l'amiante, ces caisses pourront soit être grutées vers l'Est de la cathédrale à l'aide de la grue à tour(grutage hors période d'ouverture de la cathédrale au public), soit grutées directement sur des camions-grue pour être transportées vers la salle blanche située à l'Est de la cathédrale, via la rue Maurice Carême.

L'accès à la crypte Soufflot devant être maintenu pour permettre l'accès aux installations techniques, notamment la brumisation, les échafaudages extérieurs en place au droit de cet accès devront donc ménager un tunnel de protection permettant un accès sécurisé.

De sorte à limiter l'emprise du chantier à l'intérieur de la cathédrale et son impact vis-à-vis du fonctionnement de l'édifice et de l'accueil du public, il est envisagé de privilégier un accès depuis l'extérieur au droit de chaque chapelle avec la dépose d'une partie des barlotières au droit d'une des lancettes de chaque baie pour former un passage des échafaudages extérieurs vers les

échafaudages intérieurs. Ces échafaudages intérieurs installés pour des raisons de sécurité afin qu'il n'y ait pas de vide lors de la dépose des vitraux, permettront également d'installer le confinement amiante entre le chantier et la cathédrale. Ces échafaudages intérieurs seront approvisionnés lors des heures de fermeture de l'édifice tôt le matin par le portail ouest et entreposés dans les chapelles. Des écrans de cantonnement permettront d'isoler visuellement le montage des échafaudages intérieurs du bas-côté de la nef et du reste de l'édifice laissé accessible au public et aux fidèles. Des platelages de protection et de répartition seront installés sous ces échafaudages pour protéger le sol des chapelles. Toutes les précautions d'usage seront demandées aux échafaudiers de sorte que les parties bruyantes des travaux soient effectuées en dehors des heures d'ouverture de la cathédrale. Toute leur vigilance sera sollicitée pendant la mise en place de ces échafaudages intérieurs pour prévenir tout choc ou dommage pouvant être causés aux mobiliers restant en place dans les chapelles et qui ne peuvent être protégés.

Travaux en condition amiante

Le repérage de matériaux et produits contenant de l'amiante réalisé sur les vitraux des chapelles Sud de la nef a mis en évidence la présence d'amiante au niveau des calfeutrements en mortier de chaux ainsi qu'au niveau des mastics vitriers.

Ce diagnostic amiante demandé par l'Établissement Public Maître d'Ouvrage, établi par L3aDiag et suivi par ANTEAGROUP, a révélé la présence de matériaux amiantés dans les verrières des chapelles de la nef. Les investigations réalisées montrent que les éléments susceptibles de pouvoir contenir de l'amiante dans un vitrail sont :

- Le calfeutrement, en mortier de chaux, situé entre l'armature métallique et la maçonnerie
- Le mastic de pose, situé entre le panneau de vitrail et l'armature métallique
- Le mastic vitrier, situé entre la pièce de verre et le réseau en plomb

Préalablement à toute opération de nettoyage et de restauration, les vitraux concernés par l'amiante devront être déposés avec un protocole amiante SS3 et désamiantés sur place.

Pour permettre la réalisation des travaux de traitement de l'amiante selon les règles de l'art, une salle blanche sera installée sur site par le titulaire du lot 04VTXNFS – Amiante et mise à disposition du lot 03VTXNFS – Vitraux- Serrurerie . Les travaux spécifiques de désamiantage seront réalisés en coordination étroite entre ces deux lots : toute manipulation du vitrail sera confiée aux spécialistes du vitrail, sous le contrôle d'un spécialiste de l'amiante, chargé d'attester le retrait des matériaux amiantés.

Au préalable de tous travaux de dépose des vitraux, un plan de retrait amiante sera élaboré toutes les contraintes et spécificités du chantier de dépose des vitraux, nettoyage des rainures et suppression des matériaux amiantés sur les panneaux de vitraux avec bordereaux de suivi des déchets d'amiante et toute démarche nécessaire auprès des organismes de contrôle.

Ce plan de retrait précisera également toutes les protections nécessaires pour que les échafaudages extérieurs et intérieurs soient protégés pour satisfaire une exigence SS3 pour l'amiante pour les travaux sur les vitraux ainsi que la mise en place de toutes les installations spécifiques au chantier amiante telles que sas de décontamination, sas matériels / déchets, vestiaire d'approche, sortie de secours, salle blanche, etc.



Toutes les installations électriques de la zone devront être condamnées et consignées. Une installation électrique de chantier avec tableaux électriques et éclairages spécifiques sera mise en place.

Côté intérieur de l'édifice, les échafaudages recevront une bâche thermoformée ou une bâche lourde translucide sur l'extérieur de la structure d'échafaudage pour isoler le chantier du reste de l'édifice et une bâche polyane côté intérieur de la structure pour permettre le confinement amiante. Cette bâche polyane sera déposée lors des mesures libératoires, la bâche isolant le chantier de l'édifice n'étant repliée qu'en fin de travaux en même temps que les échafaudages intérieurs.

Le lot traitement de l'amiante en accompagnement au maître verrier assurera les prestations suivantes :

- Rédaction d'un plan de retrait des matériaux amiantés et transmission aux organismes
- Mise en place d'une salle blanche sur site pour permettre le retrait des matériaux amiantés par le maître verrier en milieu sécurisé
- Mise en place des unités de décontamination amiante
- Confinement intérieur et extérieur des échafaudages au droit de chaque baie
- Gestion des déchets en centre de traitement autorisé via FID (Fiche d'Identification Déchets) signé par la MOA, CAP (Certificat d'Acceptation Préalable) et BSDA (Bordereaux de Suivi des Déchets d'Amiante)
- Métrologie pendant les travaux, conformément à une stratégie d'échantillonnage préalablement définie par un laboratoire accrédité COFRAC
- Mesures de fin travaux et autocontrôle permettant d'acter le retrait des matériaux amiantés

2. Dépose des vitraux et nettoyage des rainures

À la suite de l'incendie, les vitraux des baies des chapelles ont fait l'objet d'une aspiration et d'un nettoyage en place de la face intérieure. Au préalable de leur dépose, un diagnostic amiante a été mené sur l'ensemble des mortiers de calfeutrement, de pose et mastic vitrier.

Compte tenu de la méthode de prélèvement du diagnostiqueur et de son échantillonnage, il conviendra de compléter le diagnostic amiante pour le mastic vitrier après la dépose des panneaux et leur amenée en salle blanche pour confirmer la nécessité d'un dessertissage complet.

Sur la base de la typologie d'amiante détectée, trois cas de figure sont à considérer :

- A. Vitraux présentant de l'amiante uniquement au niveau des calfeuttements : chapelle St Vincent de Paul CA 32 (baie 30).
Après la dépose des vitraux et armatures en condition amiante et un nettoyage sur site, les panneaux de vitraux et les armatures seront transférés directement en atelier pour restauration.
- B. Vitraux présentant de l'amiante au niveau des mastics vitriers : chapelle Ste Clotilde CA30 (baie 28).
Après la dépose en condition amiante, les panneaux de vitraux seront transportés en salle blanche pour effectuer des prélèvements complémentaires afin d'identifier les panneaux contenant de l'amiante dans le mastic vitrier et procéder à un dessertissage complet



nécessaire pour retirer le mastic amianté situé entre le verre et son réseau en plomb. A l'issue de ce dessertissage, les panneaux dessertis et non dessertis seront transportés en atelier pour restauration

- C. Vitraux contenant de l'amiante à la fois au niveau des calfeutrements et des mastics : chapelle St Paul Chen – CA38 (baie 36), chapelle St Denys – CA36 (baie 34), Chapelle Ste Geneviève – CA 34 (baie 32) et chapelle St Joseph – CA26 (baie 24).

Après la dépose des vitraux et armatures en condition amiante et un nettoyage sur site, les panneaux de vitraux seront transportés en salle blanche pour effectuer des prélèvements complémentaires pour identifier les panneaux contenant de l'amiante dans le mastic vitrier et devant subir un dessertissage complet nécessaire pour retirer le mastic amianté situé entre le verre et son réseau en plomb. À l'issue de ce dessertissage, de même que dans le cas précédent, les panneaux dessertis et non dessertis seront transportés en atelier pour restauration.

En même temps que la dépose des panneaux de vitraux, le lot traitement de l'amiante effectuera la purge des calfeutrements amiantés encore présents dans les rainures et ébrasements en pierre de taille, selon les indications et modes opératoires fournis par le lot maçonnerie – pierre de taille. A l'issue du constat de suppression de matériaux amiantés, les confinements seront déposés et les installations spécifiques tels que les bungalows seront transformés pour s'adapter à un chantier en condition plomb. Des clôtures étanches provisoires pour mise hors d'eau, hors d'air de l'édifice seront posées au droit des baies par le lot maçonnerie – pierre de taille en coordination avec le lot vitraux – serrurerie en charge de la restauration in situ des barlotières. Ces protections devront présenter un degré d'étanchéité important (eau, bruit, poussières)

3. Nettoyage des parements

Avant toute opération de nettoyage et de restauration, une aspiration THE de tous les parements concernés par les travaux (intérieurs et extérieurs) afin d'abaisser au plus bas les taux de plomb.

A ce procédé, succédera, un nettoyage par brossage et application d'un traitement biocide et anticryptogamique sur les parements extérieurs des encadrements de baie. Pour les zones présentant des dépôts de croûtes noires, un nettoyage complémentaire par micro-abrasion pourra être très ponctuellement envisagé. Un média de type « archifine » sera employé pour les parements unis et moulurés.

Concernant le revers de la baie, l'ensemble des parements intérieurs ayant été nettoyé lors des travaux de restauration à la suite de l'incendie de 2019, aucun nettoyage particulier, autre que l'aspiration, est prévu.

4. Restauration des maçonneries

Le changement de pierres

De manière générale, il sera privilégié la conservation de la matière d'origine.

Seules les pierres qui, du fait de leur fragilisation et de la perte de leurs qualités structurelles, ne peuvent plus assurer la solidité de l'ouvrage, seront remplacées dans leur intégralité.



Dans la majorité des cas de figure et dans la mesure du possible, le recours aux greffes ou aux bouchons sera privilégié, lorsque la pierre ne sera que partiellement altérée et que son état ne remettra pas en question la stabilité de l'ouvrage. Un joint marbrier réduira visiblement la jonction entre la partie ancienne et nouvelle (nécessité de conserver visuellement le calepin existant pour ne pas nuire à la lecture générale de l'ouvrage). Ainsi, et au regard de l'épaisseur des pierres de remplages, lorsque possible, il sera privilégié le remplacement des modénatures extérieures (notamment tore du réseau secondaire ou encore chapiteaux) par greffe. Ce point sera affiné lors du constat d'état sanitaire sur site.

Dans le cas d'altération très superficielle ou de zones extrêmement réduites, notamment au droit des fixations des protections grillagées, des ragréages seront également envisagés. Ils seront utilisés avec parcimonie (tendance à absorber davantage les salissures et la poussière que les pierres). On utilisera un mortier de type Altar, selon les conclusions de l'étude de 2015 et les travaux menés pour la reconstruction.

Afin d'harmoniser les pierres neuves avec les parements existants, on les vieillira manuellement à l'outil et elles pourront ponctuellement recevoir un badigeon léger d'harmonisation à base de lait de chaux. Un traitement biocide préventif sera appliqué sur les parties les plus exposées aux intempéries.

Le choix de la nature des pierres de substitution

Les natures des pierres mises en œuvre dans la cathédrale sont connues par le biais des attachements figurés, couplés par les analyses qui ont été menées sur différents échantillons.

Les carrières ayant servi tant à la construction de la cathédrale à l'époque médiévale, ainsi qu'à sa restauration par Viollet-le-Duc au XIX^{ème} siècle ne sont pour la plupart plus en activité. La restauration de la cathédrale nécessitant un volume important de pierre neuve, il a fallu déterminer les possibilités qui existaient de remplacement ou substitution de pierres. Une mission réalisée par le BRGM a permis de recenser les carrières susceptibles de correspondre le mieux aux maçonneries de la cathédrale, tant d'un point de vue esthétique que mécanique. Le rapport établi par le BRGM a permis de sélectionner les pierres utilisées en remplacement dans la phase de reconstruction à la suite de l'incendie.

Il a permis de compléter les investigations menées par le LRMH et l'entreprise ECMH sur l'arc-boutant G10, dans le cadre de l'étude de diagnostic d'octobre 2015 portant sur la restauration du chevet ². Également, l'expérience des travaux réalisés en phase II a permis d'affiner le choix de certaines natures de pierre.

Les pierres de substitution envisagées sont les suivantes :

- la pierre dure H4 de la carrière de la Croix Huyart (Aisne) pour les claveaux ou les pierres recevant une charge et une pression importante, ainsi que pour les pierres particulièrement soumises aux intempéries et au ruissellement (fleurons, gargouilles et glacis),

² Cathédrale Notre-Dame de Paris - Diagnostic complémentaire - Restauration des arcs-boutants et des murs gouttereaux du chevet - Philippe Villeneuve - Architecte en Chef des Monuments Historiques - Octobre 2015

- la pierre Banc 3 de Saint-Maximin (Oise), ou la roche franche construction de Saint-Maximin (Oise), pour les maçonneries de remplissage, les murs gouttereaux, ainsi que les culées des arcs-boutants ;
- la pierre franche fine de la carrière de Saint Maximin (Oise) ou la H4 demi dure de la Croix Huyart pour les élévations des tribunes et des chapelles ;
- la pierre franche fine de la carrière de Saint Maximin (Oise) pour le cas particulier des culées, les remplacements d'assises complètes.
- le petit liais de Saint Maximin, qui présente des caractéristiques mécaniques et esthétiques proches de celles de la H4 dure de la Croix Huyart, pour les parties exposées
- le liais de Saint Maximin est également prescrit pour les éléments en fort dévers, et très exposé comme les dalles de couverture ou les gargouilles

Pour les changements de pierre envisagées sur les remplages et meneaux des baies des chapelles Sud, le choix de fourniture de pierre est donc portée sur la pierre franche fine de la carrière de Saint Maximin (Oise) ou la H4 demi dure de la Croix Huyart.

Les joints

Les maçonneries sont jointoyées au mortier de chaux et de sable. Les appuis des baies seront rejointoyés avec ce même mortier de chaux et sable, additionné d'hydrofuge comme le sont les parties les plus exposées aux eaux de ruissellement (glacis, etc.). La teinte et la granulométrie du mortier varieront afin que le résultat obtenu ne soit pas trop régulier. Le changement de pierre concernant uniquement les meneaux et réseaux, les remplages et les meneaux feront quant à eux l'objet d'un jointoiement au plomb, à l'identique de l'existant. Un jointoiement de finition au mortier de chaux permettra de couvrir les manques constatés sur les joints des réseaux.

Les ragréages

On aura recours au ragréage avec parcimonie, afin d'éviter les grandes surfaces, dont on sait qu'elles ne se comportent pas comme les pierres, tant sur le plan esthétique (tendance à absorber davantage les salissures et la poussière que les pierres) que structurel. On utilisera un mortier de type Altar, selon les conclusions de l'étude de 2015 et les travaux menés pour la reconstruction. Un travail de teinte (aspect des grains, coloration du mortier, veines d'oxydes de fer) et d'aspect (traitement des joints, finition coquillée, traces d'outils) sera réalisé afin d'harmoniser les surfaces ragréées et les épidermes de pierre conservés.

Les éléments sculptés

Les éléments sculptés concernés par la présente opération sont les chapiteaux situés sur les meneaux des baies. Ils seront tous conservés hormis ceux altérés, rongés, fragiles et illisibles sur le meneau central de la chapelle Ste Geneviève (CA34) où ils seront remplacés.

Après validation des modèles par la MOE, la sculpture sera réalisée dans les ateliers des entreprises. Le remplacement des parties altérées sera effectué par greffe afin de conserver un maximum la matière ancienne. Les sculptures remplacées seront déposées avec soin pour être entreposées dans le dépôt désigné par la MOA.



5. Restauration des vitraux et serrureries

Selon les prescriptions du LRMH, il est important que les vitraux déposés soient restaurés avant d'être conditionnés dans des caisses (nettoyage sur les deux faces selon un protocole à définir, reprise des plombs trop fragilisés pour assurer un bon maintien mécanique des panneaux) .

Le risque identifié serait, en cas de stockage prolongé sans restauration préalable, de ne plus pouvoir, au-delà d'une certaine échéance, ou très difficilement, traiter certaines salissures, sans risque endommager les panneaux de vitraux (notamment croûtes noires ou autres dépôts atmosphériques, qui se transformeraient en dépôts indurés, extrêmement adhérents aux verres, suite à leur déshydratation, du fait du changement des conditions atmosphériques d'exposition de la face externe, soumise aux intempéries lorsqu'elle est en place, contre des conditions plus stables mais sèches, par exemple, lors du confinement des panneaux dans des caisses). De même, le changement des conditions de conservation, pourrait modifier le process chimique de certaines altérations alors en cours lors de la dépose des panneaux, et accélérer la dégradation des verres, avec un risque d'irréversibilité.

Les vitraux seront, en premier lieu, soigneusement déposés (panneaux et armatures mobiles).

Les vitraux contaminés par l'amiante feront l'objet d'une procédure de dépose et de retrait de ce matériau en sous-section 3 (SS3). Ce dernier sera impérativement mené avant toute intervention de restauration, dans une salle blanche dédiée, telle que mentionné plus haut dans le présent rapport. Pour ce faire, il est envisagé un accompagnement du maître verrier en charge de ces travaux par une entreprise certifiée en traitement de l'amiante. Cela concernera les bordures périphériques des panneaux ayant été en contact avec les calfeutrements amiantés (ensemble des baies, exception faite de celle de la chapelle CA30) ainsi que l'ensemble des panneaux présentant du mastic vitrier amianté (ensemble des baies, exception faite de celle de la chapelle CA32).

En fonction du complément du diagnostic amiante pour le mastic vitrier après la dépose des panneaux et en cas de confirmation de présence de ce matériau, un dessertissage complet des panneaux contaminés est, à ce jour, prévu (compris un grattage soigné au scalpel du pourtour des verres).

Ce process reconduit celui envisagé pour la restauration des panneaux de vitraux des tribunes du chevet rencontrant des problématiques identiques. Une corrélation très forte devra être faite avec cette opération, qui servira, en soit, de chantier test, la présence d'amiante dans le mastic vitrier étant une première dans l'histoire des Monuments Historiques. L'établissement de cette méthodologie sera étroitement accompagné par le LRMH.

À l'issue des travaux de dépose et de décontamination, les vitraux seront acheminés en atelier pour y être restaurés.

Les panneaux non dessertis dans le cadre des opérations de décontamination (Baie de la chapelle CA 32) seront alors présentés sur table lumineuse pour établir leur diagnostic définitif. Cette tâche aura été anticipée, pour les baies présentant du mastic vitrier amianté, en amont du dessertissage, en salle blanche. Ce diagnostic aura pour objectif de préciser le nombre de plombs cassés ou fissurés, le nombre et le type de casses dans les pièces de verres, l'état de conservation de la grisaille et des couches picturales.



La réalisation de ce constat d'état sera facilitée par le fait que, dans le cadre de l'opération de reconstruction de la cathédrale à la suite de l'incendie du 15 avril 2019, les vitraux ont fait l'objet d'une aspiration sur leur face interne. Leur face externe n'avait, cependant, pas été traitée.

Le nettoyage préalable de décontamination permettra de préciser le nombre de plombs cassés ou fissurés, le nombre et le type de casses dans les pièces de verres, l'état de conservation de la grisaille et des couches picturales et d'établir leur diagnostic définitif.

Après un nettoyage minutieux (compris les pré-consolidations nécessaires si besoin est), les pièces de verres seront restaurées en conservation suivant le protocole défini par le LRMH. Les pièces cassées seront réparées par résine de collage ou résine de comblement, ou plomb Tiffany en fonction du type de casses. Les pièces de verre avec des casses multiples pourront être remplacées si elles sont de petite dimension comme cela a été fait ponctuellement lors des travaux de reconstruction (cf. illustrations page 35). Les anciens plombs de restauration et les plombs de casses pourront être remplacés, par collage ou plomb Tiffany s'ils sont trop anciens ou s'ils altèrent la lecture des dessins. Les peintures seront consolidées en fonction de leur état de conservation et d'adhérence au verre, leur degré d'opacification après nettoyage, le décollement de la couche de grisaille, son érosion. Des réintégrations à froid seront ponctuellement utiles pour restituer les manques et les lacunes. Les pièces manquantes seront à refaire à neuf à l'identique de l'existant.

Le ressertissage partiel des plombs sera privilégié pour la baie qui n'aura pas été dessertie en totalité du fait de la non-présence d'amiante. Toutefois, les plombs d'entourage seront refaits systématiquement. Les attaches, qui assurent la bonne tenue des panneaux de verres aux armatures devront être systématiquement révisées.

Les armatures fixes (barlotières) seront restaurées en conservation, in situ et recevront un traitement anticorrosion. Les armatures mobiles qui les complètent, feuillards, clavettes devront aussi être restaurées ou remplacées. Les pièces manquantes tels que pannetons, clavettes, etc. seront remplacées. L'ensemble des armatures mobiles une fois restaurées seront mises à disposition pour la pose des vitraux contemporains. Les vergettes seront restaurées et accompagneront les panneaux de vitraux dans leur stockage longue durée. De nouvelles vergettes seront posées avec les vitraux contemporains et seront fabriquées par le maître verrier en charge de ces vitraux. Les systèmes d'ouverture des panneaux ouvrants seront restaurés, les organes de fermeture changés de même que les câbles et les systèmes d'attaches. Ces panneaux ouvrants, de même que les armatures mobiles, seront mis à disposition de l'atelier Simon Marq pour la mise en œuvre des vitraux contemporains

6. Conservation des vitraux – mise en caisse

À l'issue de la restauration des vitraux, des caisses devront être réalisées pour assurer le transport depuis les ateliers des maîtres verriers vers le lieu de conservation temporaire des vitraux, dans l'attente de leur exposition suivant le lieu qui sera précisé par le Maître d'Ouvrage.

Ces caisses, selon les prescriptions du LRMH, devront être adaptées aux normes de conservation préventive pour les vitraux. Elles seront conçues sur le modèle des caisses de type "Fly Cases" en planches de contreplaqué filmé et bakélisé, en deux parties facilement ouvrables avec des renforts sur les arêtes et les coins en tôles d'aluminium. L'intérieur sera composé de portants en matériau



neutre, avec des intercalaires inertes en mousse de polyéthylène (Plastazote®), des grilles de ventilation seront disposées sur les faces latérales pour permettre une ventilation naturelle à l'intérieur des caisses.

Pour faciliter leur manutention et déplacement, les caisses seront dotées de poignées de manutention, de roulettes et de semelle de manutention par transpalette.



Exemple de caisses de stockage photos Vincent Petit

Le lieu de stockage des caisses, afin d'assurer une correcte conservation des vitraux, devra, selon les prescriptions du LRMH, répondre à certaines contraintes :

- contrôle des conditions hygrométriques pour maintenir une humidité relative (autour de 40-55%RH)
- contrôle des conditions thermique pour maintenir une température ambiante autour de 19-25°C.
- contrôle de sécurité dans un local sous alarme et surveillance pour lequel devra être établi un plan de sauvegarde des œuvres pour une évacuation en cas d'urgence.

Le choix de ce lieu de stockage provisoire devra se faire en accord avec la CRMH.

7. Raquettes de protections

Après la mise en place des vitraux contemporains, mise en place de raquettes de protections en laiton à l'instar des protections mise en place dans les chapelles test de la nef et du chœur lors de travaux de sécurisation.

Afin de mettre en valeur des courbes des remplages des baies des chapelles, les protections seront réalisées en cadres composés de rond et de grillage simple torsion en laiton avec raidisseurs cintrés et fixation dans les joints des pierre.



Ces raquettes seront mise en place au-devant de l'ensemble des baies des chapelles de la nef après la pose des vitraux contemporains et en remplacement de la raquette existante au-devant de la baie de la chapelle CA28 (chapelle St Thomas d'Aquin) dont le vitrail est conservé.

• • •

LOT 01VTXNFS ÉCHAFAUDAGES

▪ **Travaux préparatoires**

- État des lieux dans l'emprise des chapelles Sud (intérieur et extérieur de l'édifice)
- Ensemble des études EXE (plans, notes de calculs pour validation préalable par l'ACMH.
- Protections des sols intérieurs et extérieurs compris platelages de répartition, le cas échéant et toutes protections au droit des appuis des structures à la charge du présent lot ;
- Encoffrement des mobiliers fixes laissés en place
- Toutes les protections nécessaires des ouvrages existants pendant les opérations de montage et démontage

▪ **Échafaudages d'accès aux baies des chapelles**

- Échafaudages intérieurs, de classe 4, en matériel décontaminable du fait de la présence d'amiante, en appui au sol des chapelles, compris toutes protections du sol des chapelles, mise en place, location et dépose, nettoyage et évacuation en fin d'opération – mise en œuvre en journée après un approvisionnement chapelle par chapelle en dehors des ouvertures de la cathédrale compris mise en place d'une séparation entre la chapelle et le reste de l'édifice pour isolement visuel du chantier avec le reste de l'édifice
- Bâchage par bâche thermoformée ou bâche lourde translucide de l'ensemble des échafaudages intérieurs pour isolement parfait du chantier avec le reste de l'édifice maintenu ouvert au public – le double bâchage pour le confinement amiante sera installé en enveloppe intérieure des échafaudages par le lot 04VTXNFS
- Échafaudages extérieurs de pied, de classe 6, en matériel décontaminable du fait de la présence d'amiante, en appui au sol et sur la plateforme créée, compris toutes protections du sol extérieur, mise en place, location et dépose, nettoyage et évacuation en fin d'opération – mise en œuvre selon phasage pour permettre la mise en place des bungalows sas et vestiaires amiante au milieu des structures d'échafaudages avec création d'une plateforme d'accès
- Toutes les passerelles de liaisons avec l'ensemble des échafaudages, passerelles d'accès, etc. pour assurer une parfaite continuité de circulation en partie supérieure entre les échafaudages au-devant de chaque chapelle.
- Bâchage par bâche thermoformée pour le confinement amiante installé en enveloppe extérieure des échafaudages par le lot 04VTXNFS – après mesures libératoires et repli des confinements maintes, ce bâchage extérieur sera remplacé par des filets de protection sur toute la hauteur des installations.
- Maintien d'un des deux accès à la crypte Soufflot compris tunnel de protection ;
- Mise en place de 4 sapines d'escalier, permettant l'accès des compagnons :
 - Un escalier d'accès aux bungalows sas/vestiaires amiante depuis le sol pour desserte des niveaux de bungalows
 - Un escalier d'accès au sas matériau amiante depuis le sol jusqu'à la plateforme
 - Deux escaliers d'accès depuis la plateforme pour desserte de l'ensemble des niveaux d'échafaudages au-devant des baies des chapelles



- et le montage des matériels et matériaux, y compris les passerelles de liaison avec les platelages des réserves, des tribunes, des terrasses hautes et des chapelles permettant chemin de roulement ;
- Mise en place d'une sapine de levage équipée d'un treuil de levage d'une capacité de 500 kg minimum, depuis la plateforme d'accès jusqu'aux parties supérieures des échafaudages
- Mise en place de passerelles de liaison entre échafaudages extérieurs et intérieurs à travers les baies après dépose de panneaux de vitraux et de barlotières au droit d'une lancette
- Mise en place d'un système d'alarme avec télésurveillance au droit des escaliers d'accès à la plateforme pour empêcher toute intrusion sur l'échafaudage extérieur et potentiellement par ce biais, à l'intérieur de l'édifice
- Une équipe en régie sera prévue, sur site, pour permettre un accompagnement des lots vitraux et maçonnerie, selon les besoins (adaptation de planchers, etc.).
- Les montages, démontages, remaniement seront réalisés selon le phasage découlant du calendrier de l'opération.



LOT 02VTXNFS MAÇONNERIE / PIERRE DE TAILLE

▪ Travaux préparatoires

- Établissement, après inspection et relevé des existants, d'un état sanitaire, puis proposition de protocoles, compris calepins avec mention des pierres à conserver, à restaurer ou à remplacer, en totalité ou partiellement et méthodologies d'intervention pour soumission à avis de l'ACMH.
- Protections mécaniques translucides des baies des chapelles devant assurer l'isolation parfaite entre l'intérieur et l'extérieur de la cathédrale, compris pose, remaniement autant que de besoin compris dépose/repose) et entretien et dépose – mise en place en concertation avec le lot 03VTXNFS en charge de la restauration des barlotières in situ – dépose phasée selon calendrier pour mise en place des vitraux contemporains

▪ Nettoyage des parements

- Dépoussiérage et brossage doux en simultané de l'ensemble des parements extérieurs avec aspiration THE à la source ;
- Traitement curatif biocide, algicide et fongicide de chez « Amonit » type Miner-Mousse ou analogue pour suppression des colonisations microbiologiques, mousses et lichens sur les appuis des baies des chapelles, comprenant :
 - Application jusqu'à saturation (traitement anticryptogamique par badigeonnage et/ou pulvérisation) et brossage des parements après incubation ;
 - Opération effectuée en deux passes ;
 - Renouvellement du traitement si nécessaire.



- Nettoyage complémentaire (brossage et scalpel ou compresse) pour suppression des croûtes noires et traces d'oxydation ou autre n'ayant pu être supprimées après les opérations précédentes. Les protocoles proposés s'appuieront sur les chantiers tests réalisés par le LRMH avant incendie et pendant les phases 1 et 2 de la reconstruction de la cathédrale à la suite de l'incendie.

▪ **Restauration des parements**

- Purge profonde de l'ensemble des ragréages existants, de toutes natures (ciment, plâtre...) et des parties desquamées et/ou instables ;
- Ragréages ponctuels en recherche à base de mortier préformulé Altar® ou présentant un module élastique adapté à ceux des pierres en œuvre. Teinte et finition coquillée, similaire aux pierres adjacentes et traitement de surface et vieillissement pour raccordement discret au parement – les ragréages seront limités à des zones ponctuelles et localisées afin de ne pas étendre leur application - en cas de ragréages profonds (supérieur à 30mm), pose d'une armature laiton ou inox ou d'une résille en fibre de verre ;
- Remplacement des pierres voussurées et moulurées lacunaires ou présentant des altérations avancées (totalité de la pierre ou partiellement par incrustation (minimum 30cm), greffes ou bouchons, selon état d'altération et/ou rôle structurel de la pierre concernée, tel que décrit dans le parti de restauration plus haut et suivant calepin validé en amont par l'ACMH), compris :
 - la dépose en conservation de pierres existantes sur parements moulurés par refouillement, compris étalement de la zone refouillée, compris toutes sujétions et précautions au droit des parties conservées, prises d'empreintes pour réalisation de moulures à l'identique,
 - la dépose/repose soignée en conservation de pierres attenantes aux pierres altérées à remplacer pouvant faciliter ponctuellement le remplacement de ces dernières. Si besoin est, conservation dans zone de stockage, compris toutes sujétions de protections pendant les opérations de coltinage.
 - la fourniture de pierres neuves suivant pierre de substitution sélectionnée ci-après : roche franche fine de Saint-Maximin / roche h4 demi-dure de la Croix Huyart (les blocs neufs seront taillés de telle sorte à conserver suffisamment de matière pour retaille à l'outil)
 - la taille manuelle ;
 - la pose en tiroir au plomb des éléments où des joints plomb ont été constatés lors de la dépose, comprenant :
 - la vérification du séchage des pierres,
 - le garnissage extérieur des joints avec des bandes d'étanchéité et fixation avec de la terre à modeler en laissant un retrait de 2 cm minimum pour la finition des joints au mortier,
 - façon des godets de coulée et des trous d'échappement d'air.
 - fonte du plomb (l'emploi de vieux plomb est strictement interdit) épuré par écumage et coulage.



- enlèvement des bandes d'étanchéité et retaille des balèbres éventuelles du plomb au ciseau.
- compris fourniture de goujons inox ou cuivre.
- o Concernant les greffes et bouchons, jointoiement de type marbrier.
- o Le vieillissement des parements à l'outils pour intégration des pierres neuves
- remplacement de pierres sculptées (chapiteaux) comprenant :
 - o l'établissement d'une méthodologie d'intervention ;
 - o un relevé précis des ouvrages existant des ouvrages devant faire l'objet d'une réfection ainsi que tous les moulages jugés nécessaires ;
 - o après validation du calepin d'appareil par l'ACMH, transmission des besoins et des dimensions de taille des blocs et d'épannelage (les blocs seront taillés de telle sorte à conserver suffisamment de matière pour retaille à l'outil, vieillissement in situ et raccords avec parties adjacentes)
 - o réalisation des parements sculptés en pierre
 - o pose et jointoiement au mortier de blocs sculptés.
 - o vieillissement des parements neufs à l'outils pour intégration des pierres neuves, patine d'harmonisation.
- Rejointoiement en recherche des appuis de baies au mortier de chaux NHL 2,5
- Révision des joints au plomb et réfection ponctuelle des joints ouverts ;
- Patine d'harmonisation sur l'ensemble des parements restaurés et neufs. Composition de la patine et essais à soumettre pour validation à l'ACMH ;

▪ **Travaux d'accompagnement**

- Accompagnement des lots 03VTXNFS – Vitraux – Serrurerie et 04VTXNFS – Traitement de l'amiante
 - o Assistance au lot 04VTXNFS pour purge des calfeutrements amiantés, nettoyage des rainures et ébrasements après dépose des vitraux

Lors de la dépose de ces vitraux, le lot 03VTXNFS sera accompagné par le lot 04VTXNFS – traitement de l'amiante qui se chargera de la purge des calfeutrements amiantés et du nettoyage des maçonneries afin de retirer tout résidus des calfeutrements amiantés. Cette opération est prévue sous contrôle du titulaire du présent lot qui s'assurera de la pertinence du mode opératoire du lot 04VTXNFS intervenant sur les maçonneries d'un monument historique. Dans ce cadre, le présent lot contribuera à l'élaboration du plan de retrait.

Pour assurer la surveillance des travaux du lot 04VTXNFS lors de la purge des calfeutrements amiantés, le titulaire du présent lot devra disposer de personnel formé SS4 et habilité par le médecin du travail aux travaux exposant à l'amiante via un Suivi Individuel Renforcé (SIR).

Le personnel affecté doit être titulaire d'une attestation de compétence conformément à l'article R.4412-117 du code du travail.

La reprise des calfeutrements lors de la pose des vitraux contemporains sera à la charge du maître verrier, l'atelier Simon Marq.



LOT 03VTXNFS VITRAUX / SERRURERIE

▪ Repérage de matériaux et produits contenant de l'amiante

Le diagnostic amiante réalisé par le cabinet L3aDiag a mis en évidence la présence de matériaux et produits contenant de l'amiante dans les calfeutrements et les mastics vitriers de plusieurs vitraux des baies des chapelles Sud de la nef.

Cf. Annexe générale 4 – Diagnostic amiante – Pré-rapport de mission de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante avant réalisation des travaux » - n°00293369 A– L3aDiag – 27/05/2025.

▪ Principe des travaux de désamiantage

Les travaux de désamiantage sont à réaliser en condition amiante SS3.

Le lot 03VTXNFS intervient sur site, dans une salle blanche dédiée aux travaux de désamiantage. La salle blanche et toutes les installations de chantier, nécessaires aux travaux de désamiantage, sont mises à disposition du lot 03VTXNFS.

La procédure de retrait sur site dans une salle blanche a l'avantage de :

- Traiter l'amiante sur le chantier pour ne pas imposer de travaux en condition amiante au sein des ateliers des maîtres verrier qui ne sont pas équipés de salle blanche.
- Optimiser le traçage des produits amiantés retirés en mutualisant l'ensemble des déchets et un éventuel contrôle visuel par des organismes extérieurs
- Faciliter l'ordonnancement, la coordination et la coactivité entre les lots concernés (lots 02VTXNFS, 03VTXNFS, 04VTXNFS) pour optimiser le calendrier d'exécution des travaux de désamiantage.
- Garantir la conformité des travaux et faciliter leur contrôle par les organismes compétents pour des travaux à risque amiante.
- Garantir la qualité des travaux de désamiantage sur des ouvrages classés Monuments Historiques et leurs contrôles par la MOE.

Le lot 03VTXNFS réalise ses travaux de désamiantage en coordination et sous la supervision du lot 04VTXNFS - Amiante.

Les travaux à la charge du lot 03VTXNFS concernent les panneaux de vitraux et leurs armatures fixes et mobiles, pour lesquels la présence de matériau contenant de l'amiante a été identifié dans le calfeutrement ou le mastic vitrier.

Les tâches à réaliser en condition amiante SS3 sont :

- Dépose des vitraux et de leurs armatures, compris conditionnement et transport en salle blanche.
- Retrait des matériaux amiantés par curage, compris conditionnement des déchets.
- Purge des calfeutrements résiduels dans les baies après dépose des panneaux et armatures.
- Pour les baies dont le diagnostic a identifié la présence de produit amianté dans l'unique prélèvement de mastic vitrier, un complément de diagnostic amiante est à réaliser en salle blanche, après dépose des panneaux, pour confirmer et préciser l'étendue du produit amianté dans l'ensemble du mastic vitrier, afin d'affiner et de préciser avant les travaux de curage la quantité de dessertissage du réseau de plomb à réaliser.



▪ **Compétences requises au sein des ateliers de vitraux**

Les compétences minimales requises au sein des atelier de vitraux pour réaliser les travaux prescrits au lot 03VTXNFS – Vitraux / Serrurerie sont :

- Au moins un restaurateur de vitraux qualifié, diplôme M2 CRBC (master 2 en Conservation et Restauration des Biens Culturels, M2 CRBC de l'université Paris 1, Panthéon Sorbonne)
- Formation opérateur amiante en SS3 (opérateur amiante de sous-section 3 habilité au retrait des matériaux amiantés) – personnel habilité par le médecin du travail aux travaux exposant à l'amiante, via un Suivi Individuel Renforcé (SIR),

▪ **Travaux préparatoires**

- État des lieux contradictoire avant et après travaux,
- Étude - constat d'état sanitaire pour les vitraux et serrureries – protocole d'intervention et numérotation des panneaux
- Etudes d'exécutions, compris l'établissement de dessins d'exécution pour les raquettes de protection et caisses de stockage pour accord préalable du maître d'œuvre,
- Méthodologie d'intervention, compris prescriptions techniques d'acheminement du matériel (entrées, remaniements, sorties, nettoyage) ;
- Aide à la rédaction du plan de retrait des matériaux amiantés avec description des processus et transmission au lot désamiantage
- Récupération du panneau de vitrail (lancette A – Baie 24- CA26) déposé en phase 2 - reconstruction, stocké en caisse dans les réserves des tribunes sud de la nef compris transport en salle blanche pour contrôle d'absence de matériau amianté, toutes manutentions et protections. *(nota : le panneau a été nettoyé en atelier en procédure amiante SS4, au cours de la phase 2 reconstruction, sous opération DCE1).*

▪ **Dépose des panneaux vitraux et de leurs armatures :**

- Dépose des panneaux de vitraux et de leurs armatures fixes et mobiles, en condition et procédure amiante, suivant diagnostic amiante, depuis les échafaudages, moyens d'accès, moyens de manutention et de levage mis à disposition au lot 03VTXNFS comprenant :
 - Stabilisation provisoire en œuvre des pièces cassées avant dépose.
 - Dépose en conservation des panneaux de vitraux compris marquages, mise en caisse, et transport en salle blanche ou directement en atelier.
 - Dépose en conservation des armatures métalliques fixes (barlotières) pour création d'un passage entre extérieur et intérieur et mobiles (vergettes, clavettes, feuillards) pour réemploi. Transport en salle blanche ou directement en atelier.
 - Enlèvement des calfeutremments.
- Les travaux de dépose des vitraux contenant de l'amiante seront réalisés par le présent lot avec l'accompagnement du lot 04VTXNFS – Amiante dont le titulaire est une entreprise certifiée en traitement de l'amiante (qualification QUALIBAT 1552, AFNOR ou GLOBAL) qui assurera les prestations suivantes :
 - Rédaction d'un plan de retrait des matériaux amiantés comprenant description d'un processus de retrait (suivant le mode opératoire du maître verrier) et établissement d'une stratégie d'échantillonnage ;



- La mise en place des installations amiante (Unité Mobile de Décontamination et zone de stockage des déchets amiante) ;
- Mise en place d'une salle blanche confinée, sous dépression, sur site pour permettre le retrait des matériaux amiantés par le maître verrier en milieu sécurisé
- Le confinement intérieur et extérieur des échafaudages au droit de chaque baie ;
- Les protections collectives nécessaires à la dépose, le conditionnement et étiquetage des vitraux (le transport à la charge du présent lot) ;
- Le nettoyage et entretien des installations amiante ;
- Gestion des déchets en centre de traitement autorisé via FID (Fiche d'Identification Déchets) signé par la MOA, CAP (Certificat d'Acceptation Préalable) et BSDA (Bordereaux de Suivi des Déchets d'Amiante)
- Métrologie pendant les travaux, conformément à une stratégie d'échantillonnage préalablement définie par un laboratoire accrédité COFRAC
- La supervision de la phase de retrait des mastics afin de pouvoir attester de la dépose des matériaux amiantés à l'issue des travaux
- Mesures de fin travaux et autocontrôle permettant d'acter le retrait des matériaux amiantés
- Le nettoyage fin et les mesures de contrôle de non-contamination de la zone après la dépose.

▪ **Travaux de désamiantage en salle blanche**

- Les travaux de désamiantage selon phasage ci-dessous en fonction du type de matériaux et/ou produit contenant de l'amiante :
 - Dépose du vitrail et acheminement en salle blanche conformément à la description ci-dessus.
 - Examens préliminaires sur table lumineuse de tous les panneaux de vitraux et de toutes les armatures pour définition du protocole de retrait avant travaux de curage.
 - Retrait des matériaux amiantés suivant un protocole de sous-section 3 (travaux réalisés par le lot 03VTXNFS en tant qu'opérateur SS3 en coordination avec le lot 04VTXNFS -Amiante en tant qu'encadrant et conformément aux détails portés au CCTP selon nature du mortier (calfeutrement ou mastic vitrier)
 - Les travaux à exécuter en salle de travail sur table lumineuse, conformément au protocole préalablement défini, avec des moyens et outils adaptés aux ouvrages MH à conserver (verres peints, plomb, métal) comprennent :
 - Curage et retrait du matériau amianté
 - Nettoyage fin par Aspiration HEPA et brosse douce simultanée + nettoyage adapté aux ouvrages MH à conserver.
 - Contrôle de fin de travaux.
 - Conditionnement des ouvrages pour transport en atelier pour restauration, compris résuivi d'étiquetage.



- Dans tous les cas, une obligation existe de retirer la totalité de l'élément amianté avant de transporter les ouvrages en dehors du chantier.

▪ **Restauration des vitraux en atelier**

- Présentation des panneaux sur table lumineuse.
- Critique d'authenticité.
- Etat sanitaire et complément de diagnostic.
- Rapport et protocole de restauration.
- Dépoussiérage préliminaire aspiration HEPA + pinceau doux simultané pour les panneaux non dessertis
- Nettoyage préliminaire des panneaux non dessertis, aux deux faces, par compresses à l'eau déminéralisée, à réaliser conformément au protocole du LRMH.
- Nettoyage complémentaire des panneaux dessertis en partie et/ou en totalité, aux deux faces à l'aide de compresse de thiosulfate de sodium à 3%, ou équivalent, à réaliser conformément au protocole du LRMH. Procédure « normale ».
- Provision pour traitement biocide
- Dessertissage du plomb :
 - Dessertissage du plomb périphérique à 100% en atelier des panneaux de vitraux des chapelles sud de la nef (nota : les panneaux contenant de l'amiante dans le calfeutrement ont été précédemment dessertis de leur plomb périphérique lors du désamiantage en salle blanche)
 - Dessertissage en recherche du réseau de plomb, en fonction de l'état sanitaire des plombs préétabli, des panneaux ne contenant pas d'amiante dans le mastic vitrier (nota : les panneaux de vitraux contenant de l'amiante dans le mastic vitrier, ont été dessertis en salle blanche)
- Resuivi de nettoyage des verres après dessertissage, après procédure de retrait d'amiante, au cas par cas, pièce par pièce, face par face.
- Réparation de pièces brisées, suivant diagnostic, comprenant :
 - Suppression des plombs de casses.
 - Collage de pièces cassées (casses simples ou multiples) selon cas de figure, suivant protocole préétabli en concertation avec MOE / CST / LRMH par :
 - Résine de collage à joint fermé type GTS (ou équivalent), ou
 - Résine de comblement bord à bord, ou
 - Cuivre de casse (Tiffany) (non privilégié pour ces verrières très claires) à limiter aux bordures, pièces sombres et filets de scellements, au cas par cas.
 - Provision pour doublage de pièces consolidées (casses multiples).
- Remplacement de pièces brisées, au cas par cas, pièces trop vétustes pour être réparées, et traitement des lacunes, compléments de pièces manquantes suivant état sanitaire :
 - Fourniture de verres neufs (blancs ou couleurs) de type Saint-Just de St Gobain. Coloris et découpe à l'identique existant.
 - Peinture au trait simple et enlevé, et/ou peinture au trait modelé ou complexe.



- Grisaille en réintégration à l'identique de l'existant pour pièces de verres neuves et traitement des lacunes.
- Provision de réintégration à froid, au cas par cas suivant diagnostic.
- Ressertissage – masticage comprenant :
 - Ressertissage des panneaux précédemment dessertis,
 - Fourniture des plombs et le sertissage avec soudures et contre-soudures. Dimension des plombs dito existant.
 - Plomb d'entourage à ressertir à 100% systématiquement.
 - Reprise systématique des attaches / rosettes.
 - Provision de patine des plombs.
 - Remasticage des panneaux, faces non peintes, compris tous nettoyages nécessaires à l'enlèvement des résidus de mastic.
- **Restauration des armatures fixes et mobiles en atelier et in situ**
 - Étude-constat d'état – protocole d'intervention., compris repérage des marques, numérotations, poinçons ou autres (nota : dépose réalisée en même temps que les panneaux de vitraux en procédure SS3 conformément aux dispositions décrites ci-avant)
 - Restauration en atelier des armatures fixes et mobiles pour leur réemploi au maximum, comprenant :
 - Décapage mécanique niveau DS2, type micro-sablage. Procédure SS3 avec enlèvement des résidus de calfeutrement et mastics vitriers encore présents après déposes des armatures fixes et mobiles.
 - Traitement anticorrosion par électrozyngage ou équivalent. Système de peinture anti rouille à 2 couches type ARM130 ultra. Teinte RAL 7022. Inclus resuivi de peinture à réaliser en œuvre après la pose des vitraux contemporains et des armatures restaurés.
 - Révision et redressement des fers
 - Provision pour compléments neufs pour les armatures fixes ou mobiles trop altérées pour être conservées et/ou disparus. A fournir à l'identique de l'existant en fer pauvre en carbone (type ARMCO)
 - Remplacement en recherche des éléments trop altérés pour être conservées compris provision pour remplacement de pannetons, clavettes, si nécessaire, au cas par cas, façonnage, rivetage, etc...
 - Restauration in situ des barlotières non déposées comprenant brossage, traitement anti-corrosion et remise en peinture
 - Restauration des panneaux ouvrants compris changement des organes de fermeture, remplacement du câble et des systèmes d'attaches, révision du boîtier à manivelle et mise en service du système
 - Mise à disposition de l'atelier Simon Marq des armatures restaurées (barlotières, feuillards, pannetons et clavettes, panneaux ouvrants) pour pose des vitraux contemporains
 - Conservation des vergettes qui seront stockées avec les vitraux restaurés



- **Mise en caisse de stockage longue durée des vergettes après restauration pour présentation ultérieure avec les panneaux de vitraux**
 - la prise de mesures et gabarits précis
 - études et dessins d'exécution pour validation du (ou des) modèle(s) choisi(s) selon les dimensions des panneaux de vitraux par l'Architecte en Chef
 - fourniture et fabrication de caisses de type "Fly Cases" en planches de contreplaqué filmé bakelisé en deux parties, compris découpage des plaques et assemblages, renforcement des arêtes et des coins par tôles en aluminium compris poignées de manutention et organes de fermeture également en aluminium
 - Remplissage des caisses et identification extérieure sur les caisses

- **Raquettes de protection**
 - la prise de mesures et gabarits précis
 - études et dessins d'exécution pour validation du (ou des) modèle(s) choisi(s) selon les dimensions des panneaux de vitraux par l'Architecte en Chef
 - fourniture et mise en œuvre de raquettes de protection en laiton selon le modèle établi pour la chapelle test St Ferdinand (chapelle du chœur) lors des travaux de sécurisation pour l'ensemble des baies après la pose des vitraux contemporains et au-devant du vitrail conservé
 - Nettoyage de livraison

- **Dossier des Ouvrages Exécutés, suivant Manuel vitrail**
 - Fourniture d'un dossier DOE conforme au Manuel du Vitrail

• • •



4. La contrainte plomb

Contamination plomb

Les différentes campagnes de mesures surfaciques réalisées sur les façades extérieures de la Cathédrale ont mis en évidence la présence d'une contamination par les poussières de plomb qu'il nous appartient d'intégrer dans l'analyse des risques pour les futurs travaux.

Le repérage des revêtements en plomb, réalisé à l'aide d'un appareil à fluorescence X, ne détecte sur les parements extérieurs aucune peinture au plomb ; du plomb métal est toutefois présent en scellement des pierres au niveau des joints coulés au plomb.

La présence de plomb dans le périmètre d'intervention et le risque d'exposition à cet élément pour les intervenants de cette opération ont porté au choix d'imposer à ces travaux la même contrainte plomb que le chantier de reconstruction.

L'organisation envisagée prévoit de déployer, au niveau des installations chantier et des protections collectives mises en place, tous les moyens de prévention pour limiter le risque d'exposition au plomb.

Organisation du chantier

Le chantier est considéré comme clos et indépendant. Son accès se fera par le biais des unités de décontamination à l'humide (douches) situées sur les échafaudages.

Conditions d'accès/sortie du chantier

Accueil sécurité avec sensibilisation plomb pour tous les intervenants y compris les visiteurs

Accès au site autorisé uniquement au personnel formé au risque plomb

Suivi individuel renforcé (SIR) avec contrôle plombémie sous avis du médecin du travail

Douche obligatoire à chaque sortie de la zone chantier.

Installations de chantier

Base vie avec vestiaire « sale » et vestiaire « propre » et attribution de double casier par opérateur

Équipe de nettoyage des parties communes du chantier à demeure sur place pour assainir et contrôler le niveau d'empoussièrement du chantier assurant les actions correctives nécessaires

Surveillance métrologique hebdomadaire pour contrôler l'évolution des taux de plomb

Organisation des travaux

Mode opératoire plomb à établir, précisant le choix des techniques moins émissives en poussières et les moyens mis en place pour éviter la dissémination de poussières

EPI plomb avec adaptation des protections respiratoires suivant résultats des contrôles VLEP

Gestion du matériel

Procédure de décontamination du matériel et des engins au jet d'eau avec récupération et traitement des effluents

Décontamination des éléments d'échafaudages

Gestion centralisée du nettoyage des EPI non jetables



Gestion des déchets solides et liquides

Caractérisation de chaque déchet solide issu de travaux par test de lixiviation

Caractérisation de chaque déchet liquide par analyse MES (Matière en Suspension) et teneur en plomb

Gestion centralisée des déchets solides et liquides du chantier par le titulaire du lot Installations chantier – Utilités plomb

Traitement des déchets solides du chantier par évacuation en ISDI (Installation de Stockage des Déchets Inertes), ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux) et ISDD (Installation de Stockage des Déchets Dangereux)

Traitement des déchets liquides du chantier par décantation et filtration, avant rejet dans le réseau d'assainissement de la ville

• • •

